

SAFT - Site de Bordeaux (33)

Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion

Novembre 2015

A 81576/B



SAFT S.A.
111/113 Boulevard Alfred Daney
33074 Bordeaux Cedex



Implantation de Bordeaux - Pôle Environnement

Direction Régionale Ouest Sud-ouest
Diapason B – Rue Jean Bart
31670 LABEGE
Tél : 05.61.00.70.40
Fax : 05.61.00.70.41

Synthèse

La société SAFT exploite sur la commune de Bordeaux un site industriel de production de batteries de haute technologie.

Plusieurs études antérieures ont mis en évidence l'existence d'une pollution des sols et des eaux souterraines par des solvants chlorés (3 sources recensées).

SAFT envisage la mise en place de mesures de gestion vis-à-vis de cette problématique. Ces mesures, ciblées sur les sources (atténuation naturelle surveillée), et sur les voies de transfert (confinement par une barrière hydraulique et surveillance de l'efficacité du dispositif) ont été validées par les autorités compétentes en 2011.

Des compléments d'études ont été ensuite requis (arrêté préfectoral du 28 mai 2015) afin de préciser les voies de transfert des COHV vers l'extérieur du site et d'actualiser les mesures de gestion proposées.

Dans ce contexte, SAFT a missionné Antea Group pour réaliser des investigations complémentaires, la mise à jour du schéma conceptuel et l'adaptation des mesures de gestion pour le site.

Les résultats des investigations complémentaires ont montré que :

- des impacts en COHV dissous sont confirmés au sein des alluvions anciennes et récentes sur site ;
- des impacts en COHV dissous sont présents hors site, dans les 2 nappes, et prépondérants dans les alluvions anciennes mais fortement atténués par rapport aux teneurs mesurées sur site ;
- le potentiel de transfert de COHV dissous au sein des remblais est non significatif ;
- l'essentiel du flux en COHV dissous migrant en aval hydraulique du site au droit de la bordure nord transite par la nappe des alluvions anciennes ;
- des usages sensibles (résidentiel, scolaire et crèche, jardins, arrosage) avérés et potentiels sont recensés en aval direct et en latéral hors-site.

En conséquence, ces cibles et usages sensibles hors-site ont été pris en compte dans l'actualisation des mesures de gestion proposées, qui reposent sur :

- des actions sur les sources de pollution identifiées sur site, privilégiant la surveillance de l'atténuation naturelle et le maintien des conditions favorables à la biodégradation des COHV dans les alluvions récentes ;
- des actions sur les voies de transfert, comprenant :
 - Le confinement hydraulique de la nappe des alluvions anciennes en bordure nord du site, et le traitement des eaux qui pourraient être réutilisées pour les besoins en eau du site, en parallèle de la mise à l'arrêt du puits industriel susceptible de faire migrer le panache en partie est du site ;
 - La suppression des transferts directs vers la nappe sous-jacente par le rebouchage des ouvrages mixtes au droit des zones sources.

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B

Ces mesures de gestion s'accompagneront de mesures de contrôle destinées à vérifier leur efficacité (surveillance des nappes des alluvions via un réseau piézométrique redéployé).

Enfin, une surveillance de la qualité de l'air intérieur devra être maintenue sur le site.

Sommaire

	Pages
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	6
1.1. MÉTHODOLOGIE	6
1.2. SOURCES D'INFORMATIONS	7
1.3. OBJECTIFS	7
2. RAPPEL DU CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	8
2.1. LOCALISATION DU SITE	8
2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	9
2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	9
2.4. USAGES DES EAUX SOUTERRAINES	10
2.5. CONTEXTE HYDROLOGIQUE	12
2.6. OCCUPATION DES SOLS ET USAGES EN AVAL DU SITE	13
2.7. HISTORIQUE DES ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES	15
2.7.1. <i>Hors-site - ancienne plate-forme ferroviaire SNCF</i>	15
2.7.2. <i>Chronologie des études menées sur le site</i>	15
3. INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES	18
3.1. MISE EN ŒUVRE ET ÉCHANTILLONNAGE DES NOUVEAUX PIÉZOMÈTRES	18
3.2. PIÉZOMÉTRIE DES NAPPES DES ALLUVIONS	20
3.3. PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES	22
3.4. RÉSULTATS ANALYTIQUES	22
3.4.1. <i>Sur site</i>	22
3.4.2. <i>Hors-site</i>	24
3.5. ESSAIS DE POMPAGES	25
3.6. ESTIMATION DES FLUX EN LIMITE NORD DU SITE	27
3.7. CARACTÉRISATION DES VOIES DE TRANSFERT EN BORDURE NORD DU SITE	27
4. ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES HORS-SITE	30
5. MISE À JOUR DU SCHÉMA CONCEPTUEL ET DES MESURES DE GESTION	31
5.1. RAPPEL DES OBJECTIFS D'UN PLAN DE GESTION	31
5.2. SCHÉMA CONCEPTUEL	31
5.2.1. <i>Sources</i>	32
5.2.2. <i>Voies de transfert</i>	33
5.2.2.1. <i>Voies de transfert retenues</i>	33
5.2.2.2. <i>Voies de transfert non retenues</i>	34
5.3. CIBLES POTENTIELLES	34
5.4. SCHÉMA CONCEPTUEL	34
5.5. STRATÉGIE DE GESTION PROPOSÉE	36
5.5.1. <i>Action sur les sources</i>	36
5.5.2. <i>Action sur les voies de transfert et le panache hors-site</i>	36
5.5.2.1. <i>Bilan coûts-avantages</i>	37
5.5.2.2. <i>Solution retenue</i>	39
5.5.3. <i>Description de la solution retenue</i>	39
5.5.3.1. <i>Confinement hydraulique</i>	39

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B

5.5.3.2.	Traitement des eaux	40
5.5.4.	<i>Estimation des coûts</i>	41
5.6.	ACCOMPAGNEMENT DES MESURES DE GESTION RETENUES.....	42
5.6.1.	<i>Redéveloppement du réseau de suivi des eaux souterraines</i>	42
5.6.1.1.	Sur site	42
5.6.1.2.	Hors site	42
5.6.2.	<i>Surveillance de la qualité de l'air intérieur sur site</i>	43
5.6.3.	<i>Recommandations concernant les phases de travaux au niveau des zones contaminées</i>	43
5.6.4.	<i>Contrôle de l'application des mesures de gestion préconisées</i>	44
5.7.	EVOLUTION DANS LE TEMPS DES MESURES DE GESTION	44
5.7.1.	<i>Traitement complémentaire des sources</i>	44
5.7.2.	<i>Evolution de l'exploitation de la barrière de confinement</i>	44
5.7.3.	<i>Evolution des usages au droit de la friche SNCF</i>	44

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Localisation du site (<i>Géoportail</i>)	8
Figure 2.	Localisation des ouvrages recensés hors-site	11
Figure 3.	Contexte hydrologique	12
Figure 4.	Tranchée remplie d'eau en limite Nord du site	12
Figure 5.	Occupation des sols au nord du site	14
Figure 6.	Localisation des ouvrages de surveillance	20
Figure 7.	Carte piézométrique de la nappe des alluvions récentes – 18 septembre 2015	21
Figure 8.	Résultats des essais de pompages simplifiés	26
Figure 9.	Résultats analytiques des investigations complémentaires en bordure nord du site	29
Figure 10.	Schéma conceptuel du site	35
Figure 11.	Simulation d'écoulements pour un débit total de 9 m ³ /h et réinjection (4,5 m ³ /h)	40
Figure 12.	Implantation du réseau de réinjection	41
Figure 13.	Implantation des piézomètres complémentaires sur-site et hors-site	43

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Ouvrages repérés lors de la visite du 15 avril 2015.....	10
Tableau 2.	Niveaux piézométriques relevés le 18 septembre 2015	20
Tableau 3.	Résultats des mesures physico-chimiques	22
Tableau 4.	Résultats analytiques des prélèvements réalisés en bordure nord	23
Tableau 5.	Résultats analytiques hors-site	25
Tableau 6.	Estimation des flux en COHV en bordure nord du site	27
Tableau 7.	Synthèse des zones sources de pollution identifiées sur le site.....	33
Tableau 8.	Grille d'analyse du bilan coûts – avantages	38
Tableau 9.	Estimation des coûts des mesures de gestion proposées.....	41

LISTE DES ANNEXES

Annexe A :	Coupes des piézomètres SNCF
Annexe B :	Coupes des piézomètres Pz13 à Pz16
Annexe C :	Fiches de prélèvements
Annexe D :	Bordereaux des résultats des analyses en laboratoire
Annexe E :	Interprétation des essais de pompage
Annexe F :	Évaluation quantitative des risques sanitaires
Annexe G :	Synthèse de l'évolution des concentrations dans les piézomètres de suivi
Annexe H :	Codification des prestations selon la norme NFX31-620

1. Contexte et objectifs

La société SAFT exploite sur la commune de Bordeaux un site industriel de production de batteries de haute technologie.

Plusieurs études ont mis en évidence l'existence d'une pollution des sols et des eaux souterraines par des solvants chlorés (3 sources recensées).

SAFT envisage la mise en place de mesures de gestion vis-à-vis de cette problématique. Ces mesures, ciblées sur les sources (atténuation naturelle surveillée), et sur les voies de transfert (confinement par une barrière hydraulique et surveillance de l'efficacité du dispositif) ont été validées par les autorités compétentes en 2011.

Des compléments d'études ont été ensuite requis (arrêté préfectoral du 28 mai 2015) afin de préciser les voies de transfert hors-site puis d'actualiser les mesures de gestion proposées.

Le présent document présente les résultats de ces investigations complémentaires, la mise à jour du schéma conceptuel et l'adaptation des mesures de gestion pour le site.

1.1. Méthodologie

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la démarche générale de la politique nationale de gestion des sites et sols pollués du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, et de l'Énergie (MEDDE), en date du 8 février 2007, ainsi que la norme NFX 31-620-2 « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués – Partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle ».

La codification des prestations selon ce référentiel est présentée en Annexe H.

Le plan de gestion vise à maîtriser les sources de pollution et les impacts générés. Il définit les conditions de remise en état des terrains en termes de travaux de dépollution, d'aménagement ou de restrictions d'usage à prévoir, de façon à assurer la compatibilité entre l'état des milieux et leur usage.

Il est à noter ici que la mission d'Antea Group consiste, sur la base des résultats acquis, à mettre à jour les mesures de gestion déjà envisagées dans le plan de gestion de 2011, notamment à compléter les dispositions à prendre vis-à-vis de la « nappe des alluvions récentes ».

1.2. Sources d'informations

Les informations nécessaires à la réalisation de l'étude documentaire du site ont été recueillies auprès des organismes et bases de données suivants :

- la carte IGN¹ au 1/25 000^e de la zone d'étude ;
- la carte géologique au 1/50 000^e de la zone d'étude ;
- les bases de données du BRGM² (BSS³, BASIAS⁴, BASOL⁵, etc.) ;
- la base de données du cadastre ;
- les documents ou informations communiquées par le propriétaire et l'actuel exploitant du site :
 - Diagnostic complémentaire de l'état de contamination par les COHV et établissement d'un bilan coûts/avantages, Burgeap, 2009 et 2011 ;
 - Diagnostic environnemental de cession – Site SNCF de Bordeaux Docks – Neodyme – Envisol, 2010 ;
 - Rapports de suivi des eaux souterraines entre 2012 et 2014.

1.3. Objectifs

Les objectifs de l'étude consistent à :

- Préciser les cibles potentiellement concernées par l'extension du panache hors-site, par la mise à jour de l'étude de vulnérabilité menée lors des études antérieures ;
- Dissocier les flux en COHV transitant de l'intérieur vers l'extérieur du site, au sein des voies de transfert potentielles identifiées (alluvions récentes, remblais et fossé) ;
- Actualiser les mesures de gestion proposées en fonction des résultats obtenus.

¹ Institut Géographique National

² Bureau de Recherches Géologiques et Minières

³ Banque du Sous-Sol

⁴ Base de données sur les Anciens Sites Industriels et Activités de Service

⁵ Base de données sur les anciens sites pollués

2. Rappel du contexte environnemental

2.1. Localisation du site

Le site est localisé au nord de la commune de Bordeaux. Il occupe une superficie de l'ordre de 8 ha, sur un terrain plat de cote moyenne 2,5 m NGF (Figure 1).

D'après la carte IGN au 1/25 000^{ème} et les visites réalisées aux abords, les délimitations suivantes ont été définies :

- Au nord : une ancienne plate-forme ferroviaire SNCF, aujourd'hui à l'état de friche, puis, au-delà, le quartier résidentiel des Aubiers ;
- A l'ouest : le site FCBA, Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement ;
- Au sud : le boulevard Alfred Daney, des installations sportives et un centre technique municipal ;
- A l'est : une ancienne plate-forme de recyclage de fer et de métaux.



Figure 1. Localisation du site (*Géoportail*)

2.2. Contexte géologique

La consultation de la base de données Infoterre du BRGM et de la notice des cartes géologiques (feuille n°803 - Bordeaux) permet de situer le secteur d'étude sur des formations alluvionnaires constituées de tourbes et d'argiles à passées tourbeuses. Elles sont surmontées par une épaisseur variable de remblais, d'1 m en moyenne au niveau du site (limons, sables, calcaires dans une matrice plus ou moins argileuse).

Ces remblais historiques, associés à des canaux de drainage, ont été mis en place pour assécher et viabiliser une ancienne zone marécageuse correspondant aux alluvions fluviales récentes de la Garonne (alluvions Flandriennes).

D'après la coupe géologique relevée lors de la réalisation du forage industriel du site (08036X0485), et de l'ancien forage AEP de la rue Lucien Faure (08036X0019/F), les terrains rencontrés au droit du secteur d'étude sont :

- Alluvions de l'Holocène : argiles compactes, tourbes et argiles tourbeuses, jusqu'à 6 m de profondeur environ (alluvions « récentes ») ;
- Alluvions du Pléistocène : sables, graviers et galets (alluvions « anciennes ») ;
- Marnes verdâtre de l'Oligocène inférieur, très compactes, jusqu'à 18 m de profondeur environ ;
- Calcaire sableux et sable calcaire de l'Éocène moyen et supérieur.

2.3. Contexte hydrogéologique

Dans le secteur d'étude, les eaux souterraines sont identifiables dans les compartiments suivants :

- les **alluvions récentes** de la Garonne constituées par des argiles à passées tourbeuses, contenant une nappe libre rencontrée entre 1 et 2 m de profondeur, dont le sens d'écoulement serait dirigé vers le nord-ouest. La base des alluvions récentes est rencontrée entre 6 et 9 m de profondeur ;
- les **alluvions anciennes** sablo-graveleuses de la Garonne, contenant une nappe naturellement **captive** sous l'horizon d'alluvions récentes et qui s'écoule vers le nord / nord-ouest, en direction du Lac de Bordeaux. Le mur de cet aquifère est constitué par les marnes de l'Oligocène, situées à une profondeur comprise entre 15 et 19 m.

Les réservoirs de l'Éocène sous-jacents sont naturellement protégés par ces marnes.

Localement, des remblais, identifiés entre 0,5 et 3,5 m de profondeur, peuvent également accueillir des eaux d'infiltration, de manière plus ou moins pérenne, perchées au toit des alluvions récentes argileuses.

Ces remblais sont recoupés entre 0,5 et 2 m de profondeur au droit du site, pour une épaisseur moyenne d'environ 1 m.

Le sens d'écoulement de la nappe des alluvions anciennes est influencé par le puits industriel exploité sur le site de SAFT, dont les caractéristiques sont présentées au paragraphe suivant.

2.4. Usages des eaux souterraines

Les usages des eaux souterraines recensés dans la base de données Infoterre sont présentés dans les études déjà réalisées sur le site (études Burgeap).

Cet inventaire a été actualisé lors d'une visite de terrain menée en avril 2015, qui a permis de repérer les puits existants suivants, dans un rayon de 500 m, en aval hydrogéologique du site (Figure 2).

Pour rappel, les usages suivants avaient été référencés lors des études précédentes :

- Industriel (puits non exploités, en position amont et latérale) ;
- Usage agricole (ouvrage en aval éloigné, à 1 km du site environ). Cet ouvrage n'a pas été retrouvé en 2015. Il est très probable qu'il ait été démantelé lors de la construction de l'établissement Calicéo) ;
- Usages individuels (puits référencés dans les années 1960, pour certains en aval hydraulique, sur le secteur aujourd'hui occupé par le quartier résidentiel des Aubiers).

Puits	N°BSS	Adresse	N° cadastral	Propriétaire	Equipement	Débit exploité	Usage actuel	Profondeur (m)	Niveau statique (m/repère)
P1	non répertorié	22 rue Durin	-	M. POQUIN	Petite pompe de surface	Pompages occasionnels de faible volume	Arrosage pelouse	2,5	0,84
P2		20 rue Durin				Aucun		3	1,13
P3	08036X3771/P3		33	-	-	-	Piézomètre	3,9	1,66
P4	08036X3769/P1		158	-	-	-	Piézomètre	4,58	1,68
P5	08036X3770/P2		192 - 225	-	-	-	Piézomètre	4,7	1,25
P7	08036X1722 ?	Rue du Petit Miot	-	Ferme pédagogique	Pompe hors service	Pas d'usage actuel (pompe HS coincée dans le puits)		17,32	2,26

Tableau 1. Ouvrages repérés lors de la visite du 15 avril 2015

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
 A81576/B

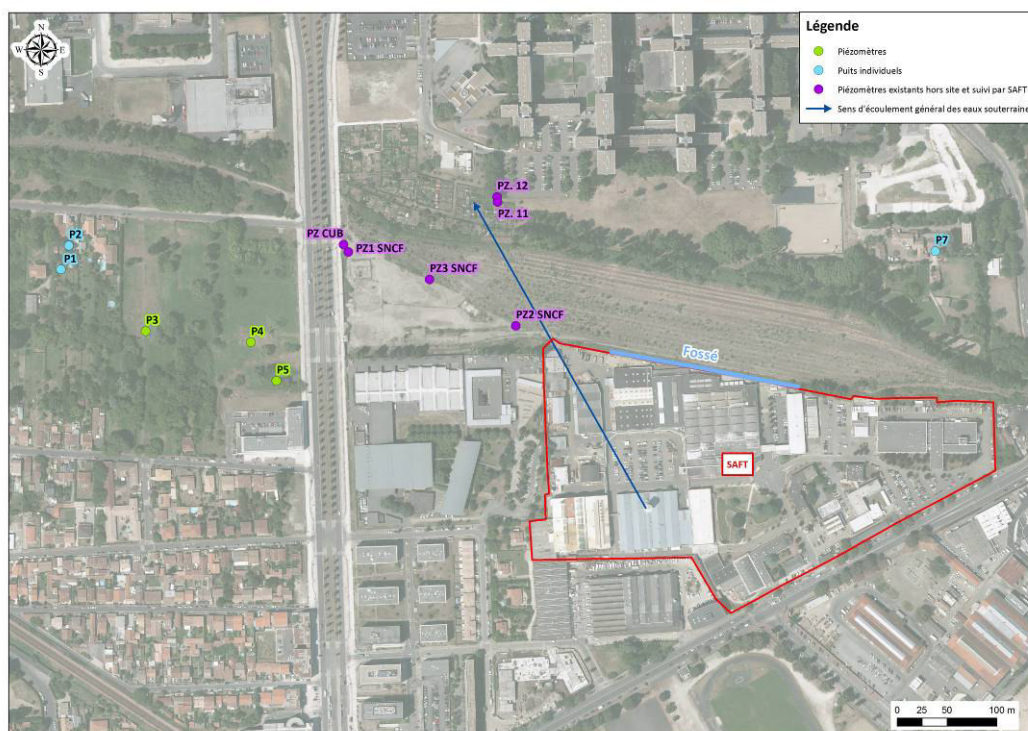


Figure 2. Localisation des ouvrages recensés hors-site

Des puits de particuliers ont été recensés en aval latéral du site, utilisés pour un usage d'arrosage de jardins. Ces puits (P1 et P2) sont susceptibles de capter les remblais, lorsque ceux-ci sont aquifères, et éventuellement les alluvions récentes, selon leur profondeur dans le secteur.

Les puits référencés précédemment et susceptibles de capter les alluvions anciennes n'ont pas été retrouvés lors de cette visite.⁶

Des jardins familiaux sont présents en aval hydraulique du site, irrigués par l'eau de ville. Aucun puits n'y a été détecté.

Des piézomètres de surveillance du site SAFT sont également présents au droit de l'ancien dépôt ferroviaire SNCF (Pz1 SNCF et Pz3 SNCF - à noter que Pz2 SNCF a été détérioré et n'est plus suivi) et au niveau des jardins familiaux du quartier des Aubiers (Pz11 et Pz12).

Forage d'alimentation en eau industrielle du site (08036X0485)

L'usine de SAFT exploite un forage en buses maçonnées d'1,5 m de diamètre, captant la nappe des alluvions anciennes par le biais de drains rayonnants, ancrés horizontalement, à 13 m de profondeur.

Le débit d'exploitation actuel de l'ouvrage est de l'ordre de 30 m³/h, pompé par intermittence. Les eaux prélevées sont utilisées à des fins industrielles, avant d'être acheminées dans la station de traitement du site puis rejetées dans le réseau pluvial, vers la Garonne.

⁶ Des usages non déclarés peuvent éventuellement exister et ne pas avoir été référencés lors de cette étude

Le Lac de Bordeaux se situe en aval hydraulique du site, à 1 km environ. Les bassins à flots, connectés à la Garonne, se situent à 200 m environ à l'est du site.

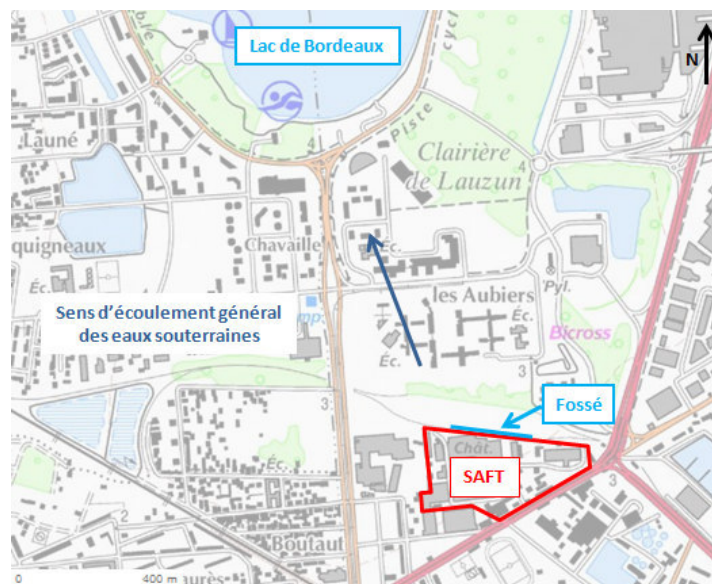


Figure 3. Contexte hydrologique

Localement, un fossé est recensé sur la friche SNCF, le long de la bordure nord du site. Il ne présente ni exutoire, ni sens d'écoulement apparent et contient des eaux stagnantes, de couleur rouille, sur une profondeur de 0,3 m environ.



Figure 4. Tranchée remplie d'eau en limite Nord du site

Compte tenu de la topographie du secteur, ce fossé est vraisemblablement « posé » sur les alluvions récentes (argileuses), en substitution des matériaux de remblais, ce qui expliquerait l'accumulation d'eau (fond imperméable).

2.6. Occupation des sols et usages en aval du site

L'inventaire de l'occupation des sols et des usages a été actualisé lors d'une visite de terrain menée le 15 avril 2015, dont les résultats sont synthétisés en Figure 5.

Le site est localisé dans un environnement dominé par :

- D'anciennes installations industrielles situées directement en bordure nord du site, en aval. Il s'agit d'une plate-forme ferroviaire, aujourd'hui désaffectée ;
- Des zones résidentielles avec prédominance d'habitat collectif au nord (à 150 m du site environ), au-delà des voies de chemins de fer désaffectées, et individuel à l'ouest (à 350 m environ) ;
- Des zones d'activité et de commerces. Les plus proches sont attenantes en limite ouest du site (FCBA) puis à 300 m au nord-ouest du site ;
- Des usages sensibles scolaires (écoles et crèches à 150 m au nord nord-ouest du site, et ferme pédagogique à 50 m au nord-est du site) et récréatifs (jardins familiaux à 150 m environ au nord nord-ouest du site, base nautique à 1 km au nord).

2.7. Historique des études environnementales

2.7.1. Hors-site - ancienne plate-forme ferroviaire SNCF

Ce site se développe sur la limite nord du site SAFT. Il n'est pas référencé dans les bases BASOL et BASIAS. En 2010, un diagnostic des terrains SNCF (cf. document Neodyme – Envisol n°R-AGH-1009-2b de 2010, disponible sur la fiche BASOL de SAFT) montre :

- Des remblais impactés par des métaux (Cd, Cu, Hg, Ni, Pb et Zn), à des concentrations modérées, en lien avec les remblais Bordelais, et par des HAP (concentrations ponctuelles de 56 et 68 mg/kg) ;
- Un impact par les COHV au droit d'un sondage proche du site SAFT, dans les sols (Perchloroéthylène ou tétrachloroéthylène – PCE, 3 mg/kg / trichloroéthylène – TCE, 1,6 mg/kg) et dans les eaux souterraines (Pz2 SNCF, 1,2-dichloroéthylène et chlorure de vinyle).

Par ailleurs, ce rapport de diagnostic a permis d'attribuer les ouvrages SNCF aux alluvions récentes exclusivement (annexe A).

2.7.2. Chronologie des études menées sur le site

Le site SAFT a fait l'objet des études environnementales ci-après :

- Investigations des sols et des eaux souterraines par le bureau d'études Dames et Moore, en **1999**, dans le cadre d'un projet éventuel de cession/acquisition du site par Alcatel, propriétaire à l'époque ;
- Etude documentaire complémentaire et Évaluation Simplifiée des Risques par Krebs Speichim et Aquila Conseil, en **2000**.

Les résultats de ces investigations ont été repris et complétés, et leur interprétation a été actualisée par Burgeap en **2007** (rapport RBx534a) lors d'une étude de caractérisation de l'état de contamination des milieux par les COHV. Cette étude a permis d'établir un premier schéma conceptuel qui a montré :

- L'existence de sources de pollution sur site, localisées dans la partie ouest de l'usine. Les emplacements exacts des zones de dégraissage et de stockage des solvants au sein des ateliers ne sont pas connus avec précision ;
- La migration possible hors-site de la pollution via les eaux souterraines ;
- Un usage potentiellement sensible des terrains et des eaux souterraines en aval hydraulique du site ;
- Que des incertitudes subsistent pour établir un schéma conceptuel complet.

Un « diagnostic complémentaire de l'état de contamination par les COHV et établissement d'un bilan coûts/avantages » est alors engagé par Burgeap entre **2009** et **2011** (rapports RBx637 et RBx840). Des campagnes de caractérisation de la qualité des eaux souterraines (à partir du réseau de 5 piézomètres existants et de 15 analyses des COHV dans l'eau interstitielle prélevée en 3 points à 5 profondeurs différentes) et de la qualité des sols (21 sondages carottés sous gaine associés à des mesures de PID de terrain et 40 analyses de concentrations en COHV) confirment :

*SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B*

- La présence de phase organique à l'aplomb de 8 sondages au droit des zones 2 et 3, essentiellement dans la zone saturée des alluvions argilo-tourbeuses présentes à moins de 7 m de profondeur. La densité des sondages réalisés, la présence de bâtiments occupés par des bureaux ou des ateliers et la complexité de la géométrie des dépôts alluvionnaires argilo-tourbeux n'ont pas permis de préciser l'étendue des zones sources identifiées par l'étude historique ;
- Que les alluvions récentes et, dans une moindre mesure, les alluvions anciennes, constituent un milieu favorable à la biodégradation anaérobie des COHV ;
- L'absence de phase organique au sein d'ouvrages atteignant le toit des marnes oligocènes, à la base de l'aquifère des alluvions anciennes ;
- Au sein des zones sources, une hétérogénéité verticale des teneurs en COHV (concentrées principalement au niveau des horizons les plus tourbeux) et horizontale (discontinuité de ces horizons tourbeux) ;
- Une connaissance incomplète des panaches de composés dissous hors-site.

Un bilan coûts-avantages est alors réalisé pour des solutions de traitement in-situ (pour les sources délimitées et de dimensions restreintes). Pour les zones non accessibles ou trop étendues, un confinement des pollutions résiduelles par un dispositif de pompage / traitement des effluents est préconisé.

En **2011**, pour préciser le dimensionnement des mesures de gestion, des investigations complémentaires sont menées pour caractériser les eaux souterraines au droit de 3 piézomètres en limite aval du site (rapport Burgeap n°RBx899). Des profils verticaux de concentrations mesurés au droit de Pz8bis, Pz9 et Pz10bis montrent que des panaches de composés dissous pourraient migrer via la nappe des sables et graviers principalement (et potentiellement via la nappe des argiles et tourbes) hors site (vers le Nord-Ouest, en direction du Lac de Bordeaux, et vers l'est, à la faveur des mises en fonctionnement du forage industriel).

Les mesures de gestion retenues à l'issue des différents diagnostics menés sur le site et sur la base d'un bilan coût-avantage (surveillance de l'atténuation naturelle des zones sources et maîtrise des voies de transfert par confinement hydraulique) ont reçu l'aval de la DREAL lors de la réunion du 21 Novembre 2011. Ce point a été confirmé par un relevé de décision en date du 20 Décembre 2011 qui a été transmis par la DREAL.

En **2012**, BURGEAP a mis en place un doublet de piézomètres au nord-ouest du site et a réalisé une campagne de suivi des eaux souterraines au droit de 14 ouvrages de surveillance (9 sur site et 5 hors site). Les résultats indiquent :

- que des COHV dissous sont détectés dans la nappe des alluvions récentes au droit de l'actuelle friche appartenant au GPMB (Grand Port Maritime de Bordeaux), et semblent atteindre en très faibles concentrations le secteur des jardins partagés et des zones résidentielles ;
- que le panache de composés dissous migrant via la nappe des alluvions anciennes est recoupé au droit des piézomètres Pz_CUB et Pz11. Les teneurs en chlorure de vinyle mesurées y sont supérieures aux valeurs réglementaires définies pour les eaux destinées à la consommation humaine.

Un projet de barrière hydraulique a été présenté par Antea Group en **2014**, basé sur :

- le pompage des alluvions anciennes au droit de 3 ouvrages existants en aval de la partie du site, présentant les zones source de pollution, dans une configuration d'arrêt d'exploitation du puits industriel, à l'origine de la migration du panache vers l'est du site ;
- le traitement des eaux pompées (déferrisation, stripping, filtration sur charbon actif) ;
- la réutilisation des eaux traitées pour les besoins de SAFT et/ou la réinjection dans le puits existant.

Les objectifs des actions menées et prévues en **2015**, objet du présent rapport, consistent à :

- préciser les incertitudes demeurant sur les voies de transfert des COHV de l'intérieur vers l'extérieur du site, notamment via les compartiments « alluvions récentes » et « remblais », en raison de la représentativité limitée des ouvrages de surveillances mixtes ;
- actualiser les mesures de gestion (projet de confinement hydraulique) en fonction des résultats acquis sur les conditions de transfert.

3. Investigations complémentaires

Les investigations complémentaires ont été menées dans l'objectif de caractériser les flux de solvants chlorés transitant éventuellement par les compartiments qui peuvent être dissociés :

- Par le fossé en limite nord du site ;
- Par les niveaux de remblais ;
- Par les niveaux d'argiles et de tourbes (alluvions récentes).

3.1. Mise en œuvre et échantillonnage des nouveaux piézomètres

Afin de compléter la connaissance des flux transitant par les différents niveaux géologiques, et de dissocier ceux transitant au sein des alluvions récentes, et éventuellement, des remblais, différents ouvrages piézométriques ont été ajoutés en bordure nord du site :

- 2 ouvrages très courts captant uniquement les remblais (Pz13 et Pz15) ;
- 2 ouvrages de profondeur moyenne (6 m environ) crépinés au niveau des alluvions récentes et isolés sur l'épaisseur des remblais (Pz14 et Pz16).

Ils ont été disposés en limite nord du site :

- Au niveau de la zone de stockage déchets (Pz13 et Pz14, en complément de Pz10bis, captant les alluvions anciennes), en aval de la zone source n°3 ;
- En aval de la zone source n°2 (Pz15 et Pz16, en complément de Pz9, captant les alluvions anciennes).

La pose des piézomètres s'est déroulé les 20 et 21 juillet 2015, sur site, le long de la limite nord. Les ouvrages Pz14 et 16 (alluvions récentes), et Pz13 et Pz15 (remblais) ont été prélevés respectivement le 23 juillet 2015 et le 18 septembre 2015.

Les piézomètres ont été forés à la tarière pleine et à l'odex par la société de forage Solum Hydrogéologie, sous la supervision d'un technicien Antea Group, et ont été équipés en diamètre 64/75 mm de la manière suivante :

- Bouchon de fond ;
- Tube PVC crépiné du fond de l'ouvrage jusqu'à 0,3 m (Pz 13 et 15, captant l'horizon des remblais) ou 1,4 m (Puits 14 et 16, captant les alluvions récentes) de profondeur par rapport à la surface topographique du site ;
- Tube PVC plein jusqu'à la surface ;
- Massif filtrant sur toute la hauteur de la crépine et bouchon de bentonite en face du tube plein ;
- Cimentation jusqu'en tête (0,3 m d'épaisseur) ;
- Capot de protection raz de sol.

Les coupes lithologiques et techniques sont présentées en annexe B.

Ces ouvrages ont fait l'objet d'un développement par pompage au terme de leur installation, à l'exception des ouvrages captant les remblais, en raison d'une épaisseur saturée trop faible (inférieure à 30 cm).

Les prélèvements de ces ouvrages ont été réalisés conformément à la norme AFNOR FD X31-615 et ont compris :

- Le contrôle de la surface de la nappe (vérification de la présence ou non de phase flottante ou coulante) ;
- La mesure du niveau piézométrique statique (avant pompage) ;
- Le pompage de nettoyage des piézomètres (d'au moins 3 fois le volume d'eau présent dans l'ouvrage) et le prélèvement après contrôle de la stabilisation des paramètres pH, conductivité, température, potentiel rédox, oxygène dissous, d'un échantillon d'eau souterraine représentatif après stabilisation du niveau d'eau ;
- Le conditionnement de tous les échantillons dans un flaconnage adapté aux paramètres à analyser. Les flaconnages ont été directement placés au froid et à l'abri de la lumière (glacière / réfrigérateur) pour assurer la qualité du conditionnement pendant le transport jusqu'au laboratoire d'analyses.

Les fiches d'échantillonnage réalisées sont jointes en annexe C.

Il est à noter que le pompage de nettoyage des piézomètres Pz13 et Pz15 n'a pas pu être effectué intégralement, en raison d'un dénoyage très rapide de l'ouvrage, et d'un taux de récupération très faible.

Les échantillons prélevés ont été envoyés vers un laboratoire accrédité par le COFRAC (AGROLAB) pour analyse des COHV et, pour une partie des prélèvements, des paramètres de suivi de l'atténuation naturelle (méthane, éthène, éthane, sulfates, nitrates, chlorures).

Par ailleurs, une campagne de mesures synchrones des niveaux piézométriques a été réalisée le 18 septembre 2015 sur l'ensemble des ouvrages captant les alluvions récentes dans le secteur d'étude, de façon à établir une carte piézométrique.

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B

Les eaux souterraines sises au sein des alluvions récentes présentent un sens d'écoulement apparent convergent vers le sud-ouest, alors que celles sises au sein des alluvions anciennes présentent un sens d'écoulement dirigé vers le nord/nord-ouest.

Par ailleurs, l'hétérogénéité des gradients hydrauliques observés au sein des alluvions récentes (1,4 % entre Pz14 et Pz16 ; 0,1 % entre Pz16 et Pz1 SNCF ;) témoigne de **discontinuités dans le caractère aquifère des alluvions récentes**.

Le sens d'écoulement apparemment différent entre les 2 compartiments alluvionnaires témoigne **d'une absence de connexion hydraulique directe avec les alluvions anciennes sous-jacentes**, mais une drainance verticale descendante est observée entre les deux nappes des alluvions.

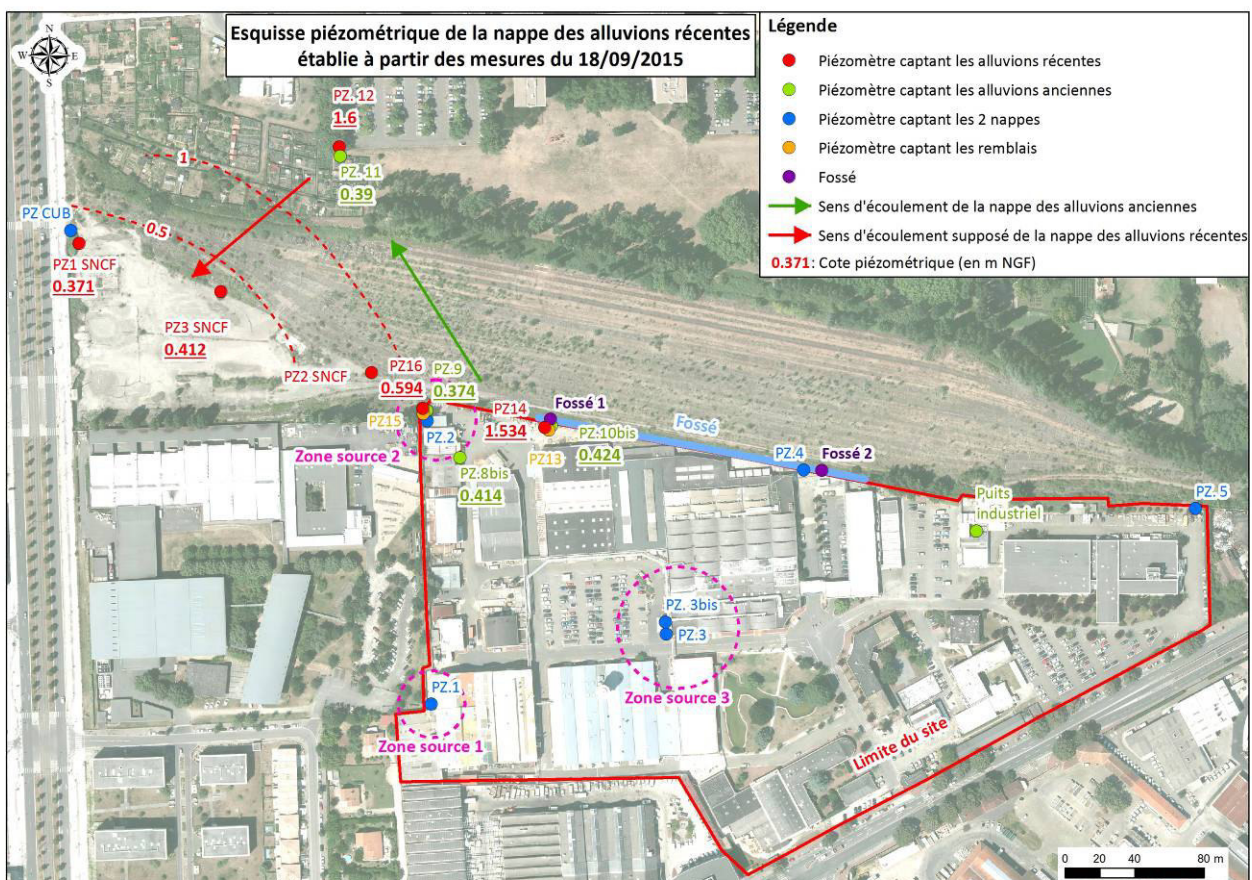


Figure 7. Carte piézométrique de la nappe des alluvions récentes – 18 septembre 2015

3.3. Paramètres physico-chimiques

Au niveau de la source 2, les valeurs de conductivité mesurées dans les alluvions récentes au droit de Pz16 (1 428 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et dans les alluvions anciennes au droit de Pz9 (1 146 $\mu\text{S}/\text{cm}$) présentent des ordres de grandeurs similaires (Tableau 3).

En revanche, en aval de la source 3, celles mesurées dans les alluvions anciennes au droit de Pz10bis (886 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et dans les alluvions récentes au droit de Pz14 (2 233 $\mu\text{S}/\text{cm}$) présentent une différence d'un facteur 3 environ.

Les mesures du potentiel d'oxydoréduction montrent un potentiel redox Eh :

- Positif pour les piézomètres des alluvions anciennes, témoignant d'un milieu oxydant ;
- Négatif les piézomètres des alluvions récentes, ce qui traduit la présence d'un milieu relativement réducteur.

Enfin, les conductivités mesurées dans le fossé (environ 21 mS/cm) montrent une origine des eaux différentes et l'absence de lien avec les alluvions sous-jacentes.

Nom échantillon	PZ13	PZ14	Pz10bis	PZ15	Pz16	Pz9	Fossé1	Fossé2
Localisation	Aval zone 3			Aval zone 2			Limite ouest	Limite est
Nappe prélevée	Remblais	All. Récentes	All. Anciennes	Remblais	All. Récentes	All. Anciennes	Fossé	
Température (°C)	21,0	22,3	16,4	19,2	17,8	15,4	22,0	24,0
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1278	2233	886	1016	1 428	1146	21 734	20 456
pH	6,9	6,5	6,7	7,2	6,4	6,8	9,0	9,0
Eh (mV)	-137	-81	71	46,0	-82	25	81	35
O ₂ (mg/l)	0,35	2,0	-	0,0	0,6	-	5	3

Tableau 3. Résultats des mesures physico-chimiques

3.4. Résultats analytiques

3.4.1. Sur site

En juillet 2015, les ouvrages Pz13 et Pz15 (captant les remblais sur toute leur épaisseur) ont montré des épaisseurs saturées très faibles, ne permettant pas la réalisation d'un prélèvement d'eau souterraine. Une nouvelle tentative a été menée en septembre 2015, permettant un prélèvement après plusieurs remontées successives, les ouvrages s'étant asséchés rapidement au cours de la purge.

Les ouvrages Pz14 et Pz16 ont également été échantillonnés pour analyse des COHV et de leurs paramètres de dégradation.

Les résultats des analyses sont présentés ci-après et en annexe D.

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B

		Nom échantillon	PZ13	PZ14	PZ15	PZ16	Arrêté du 11/01/2007		OMS	
		Localisation	Aval zone 3		Aval zone 2					
		Nappe prélevée	Remblais	All. Récentes	Remblais	All. Récentes				
		Température (°C)	21,0	22,3	19,2	17,8				
		Conductivité (µS/cm)	1278,0	2233,0	1016,0	1 428				
		pH	6,9	6,5	7,2	6,4	Annexe I (*)	Annexe II (**)		
		Eh (mV)	-137,0	-81,0	46,0	-82				
Paramètre		Unité	Lq	Sur site						
Minéralisation										
Chlorures		mg/l	1	43	250	100	250	250	200	
Nitrates - N			0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	50	100	50
Sulfates			1	86	<1,0	5,8	10	250	250	
COHV										
Dichlorométhane		µg/l	0,5	<0,5	<0,5	<50	<100			20
Tétrachlorométhane			0,1	<0,1	<0,1	<10	<100			4
Trichlorométhane			0,5	<0,5	<0,5	<50	<100			100 (****)
1,1-Dichloroéthane			0,5	<0,5	<0,5	52	7 400			
1,2-Dichloroéthane			0,5	<0,5	<0,5	<50	<100	3		30
1,1,1-Trichloroéthane			0,5	<0,5	<0,5	<50	1 100			
1,1,2-Trichloroéthane			0,5	<0,5	<0,5	<50	<100			
1,1- Dichloroéthylène			0,1	0,2	<0,1	<10	110			
Chlorure de Vinyle			0,2	33	0,3	2 200	5 700	0,5		0,3
cis-1,2-Dichloroéthylène			0,5	94	0,56	63	37 000			
Trans-1,2-Dichloroéthylène			0,5	<0,50	<0,50	<50	850			
Σ cis/trans-1,2-Dichloroéthylène				94	0,6	63	38 000			50
Trichloroéthylène		0,5	2,1	<0,5	<50	2 700	10 (****)		20	
Tétrachloroéthylène		0,1	21	0,7	12	13 000			40	
Paramètres d'atténuation naturelle										
Éthène		µg/l	2	14	<2,0	2 100	2 200			
Éthane			2	23	40	720	2 300			
Méthane			2	1 300	6 400	570	6 500			

(*) : Limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux conditionnées (Annexe I de l'Arrêté du 11 janvier 2007)

(**) : Limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (Annexe II de l'Arrêté du 11 janvier 2007)

(***) : Limite pour le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène cumulés

(****) : Limite pour la somme chloroforme, bromoforme, dibromochlorométhane et bromodichlorométhane cumulés

OMS : recommandations pour les eaux de boisson

Tableau 4. Résultats analytiques des prélèvements réalisés en bordure nord

Les résultats des analyses mettent en évidence :

- En aval de la source 3, des traces en chlorure de vinyle (CV, 0,3 µg/l), cis 1,2 dichloroéthylène (cis 1,2 DCE, 0,6 µg/l) et en perchloroéthylène (PCE, 0,7 µg/l) au droit de Pz14 (alluvions récentes), à des teneurs proches de la limite de quantification du laboratoire. La teneur en CV est inférieure d'un ordre de grandeur à celle mesurée dans les alluvions anciennes (Pz10bis, environ 6 µg/l). Ces données traduisent l'absence d'impact de la source n°3 dans les alluvions récentes en limite nord du site ;
- des teneurs significatives en CV (5,7 mg/l), cis DCE (37 mg/l), TCE (2,7 mg/l) et PCE (13 mg/l) en Pz16 (alluvions récentes, situé en bordure de site, à proximité immédiate de la zone source 2), confirmant la signature historique observée en P2 (captant les deux nappes) lors des campagnes 2013 / 2014. Les ratios CV/DCE, DCE/TCE et TCE/PCE sont similaires à ceux observés en Pz9. Par ailleurs, les conditions réduites en Pz16 (Eh = -82 mV, présence de méthane) et la présence des composés fils (DCE, CV, éthène) suggèrent que les

mécanismes de biodégradation des chloroéthènes sont toujours présents au sein des eaux souterraines prélevées au droit de la source 2.

- la présence de COHV au sein des eaux prélevées dans les remblais, à des teneurs relativement modérées en Pz13 (maximum de 94 µg/l en DCE) mais plus significatives en Pz15 pour le chlorure de vinyle (2 200 µg/l). Ces résultats doivent cependant être considérés avec prudence, les conditions d'échantillonnage n'ayant pas permis une purge satisfaisante des ouvrages (nappe perchée).

Les résultats obtenus confirment l'existence de transferts indirects des COHV au sein des alluvions anciennes via les alluvions récentes, au droit des sources identifiées (transfert naturel par drainance verticale descendante) ou de transferts directs par les piézomètres captant les deux nappes.

3.4.2. Hors-site

Les puits existants hors-site dénommés P1 et P5 (latéral hydraulique ouest) et P7 (latéral hydraulique est) ont été échantillonnés pour analyse des COHV.

Les résultats (Tableau 5) mettent en évidence des concentrations peu significatives au sein des ouvrages P5 (piézomètre) et P7 (puits non utilisé) en chlorure de vinyle (concentrations égales à la limite de potabilité de l'arrêté du 11 janvier 2007, 0,5 µg/l) et, pour P5, en cis 1,2 DCE (3,9 µg/l, concentration inférieure à la limite de potabilité de l'OMS, 50 µg/l).

2 prélèvements ont été réalisés en limite ouest (Fossé 1) et est (Fossé 2) du fossé (Figure 9). Seul le prélèvement réalisé en limite est, à proximité immédiate de Pz4, a montré des teneurs en COHV, a des teneurs (1,1 µg/l en TCE et 3,2 µg/l en PCE) proches des limites de quantification et inférieures à la limite de potabilité (Tableau 5).

Compte tenu de ces résultats, de sa profondeur et de son altitude par rapport au site, il semble que le fossé soit perché sur le toit des argiles des alluvions récentes. L'absence d'impacts en COHV suggère qu'il constitue un barrage au transfert des COHV dans les niveaux de remblais, au niveau de sa zone d'extension.

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B

		Nom échantillon	P1	P5	P7	Fossé1	Fossé2	Arrêté du 11/01/2007		OMS
		Localisation	Particulier Rue Durin	Terrain vague proche RSI	Ferme pédagogique	Limite ouest	Limite est			
		Nappe prélevée	All. récentes	All. récentes et anciennes		Fossé				
		Prof. eau / sol (m)	0,83	0,32	1,51	-	-			
		Prof. puits / sol (m)	2,49	4,07	16,57					
		Purge	Oui	Oui	impossible (ouvrage obstrué)	-	-	Annexe I (*)	Annexe II (**)	
		Date	15/04/2015	04/05/2015	15/04/2015	23/07/2015	23/07/2015			
Minéralisation	Unité	Lq								
Chlorures	mg/l	1	-	-	-	78	73	250	200	
Nitrates - N		0,05	-	-	-	0,38	<0,05	50	100	50
Sulfates		1	-	-	-	-	110	95	250	250
COHV										
Dichlorométhane	µg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			20
Tétrachlorométhane	µg/l	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			4
Trichlorométhane	µg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			100 (****)
1,1-Dichloroéthane	µg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
1,2-Dichloroéthane	µg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3		30
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
1,1- Dichloroéthylène	µg/l	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Chlorure de Vinyle	µg/l	0,2	<0,2	0,5	0,5	<0,2	<0,2	0,5		0,3
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,5	<0,50	3,9	<0,50	<0,50	<0,50			
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	0,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50			
Σ cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/l		n.d.	3,9	n.d.	n.d.	n.d.			50
Trichloroéthylène	µg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	10 (***)		20
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,2			40
Paramètres d'atténuation naturelle										
Éthène	µg/l	2	-	-	-	<2,0	<2,0			
Éthane		2	-	-	-	<2,0	3,2			
Méthane		2	-	-	-	43	180			

(*) : Limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux conditionnées (Annexe I de l'Arrêté du 11 janvier 2007)

(**) : Limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (Annexe II de l'Arrêté du 11 janvier 2007)

(***) : Limite pour le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène cumulés

(****) : Limite pour la somme chloroforme, bromoforme, dibromochlorométhane et bromodichlorométhane cumulés

OMS : recommandations pour les eaux de boisson

Tableau 5. Résultats analytiques hors-site

3.5. Essais de pompages

Les ouvrages Pz14 et Pz16 ont fait l'objet d'un essai de pompage simplifié (mesure du débit de pompage et du rabattement sur une durée courte d'1 heure environ, puis contrôle de la remontée). Cet essai a été accompagné d'un suivi des niveaux d'eau souterraine dans les autres ouvrages des triplets, respectivement Pz13 – Pz10bis et Pz15 – Pz9. Ces résultats sont présentés ci-après.

Lors des essais de pompage sur les ouvrages captant les alluvions récentes, les niveaux d'eau des ouvrages Pz15 (remblais, source 2), Pz9, et Pz10bis (alluvions anciennes) n'ont pas été influencés.

Le niveau d'eau dans l'ouvrage Pz13 (remblais, aval zone source 3) n'a pas été influencé lors du premier palier et a montré un rabattement d'une dizaine de centimètres lors du second palier de pompage du Pz14.

Les essais ont été interprétés par la méthode de Theis (annexe E).

L'ordre de grandeur de la transmissivité des alluvions récentes est estimé à $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ (soit une perméabilité estimée à $2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$), cohérent avec la lithologie observée (argiles tourbeuses stratifiées).

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B

Seul le premier palier de descente a été considéré (débits de $0,07 \text{ m}^3/\text{h}$ et de $0,036 \text{ m}^3/\text{h}$ pour Pz14 et Pz16, respectivement) pour l'interprétation car les débits appliqués au second palier (entre $0,15$ et $0,18 \text{ m}^3/\text{h}$) ont entraîné le dénoyage des ouvrages et par conséquent une diminution des débits.

Les alluvions anciennes présentent une transmissivité estimée à $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, soit une perméabilité estimée à $1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ pour une épaisseur de 12 m (rapport Antea Group n°A69224/A).

Ces résultats montrent un ordre de grandeur de **transmissivité des alluvions récentes, donc un potentiel de transfert de composés dissous, 1 000 fois plus faible que celle des alluvions anciennes.**

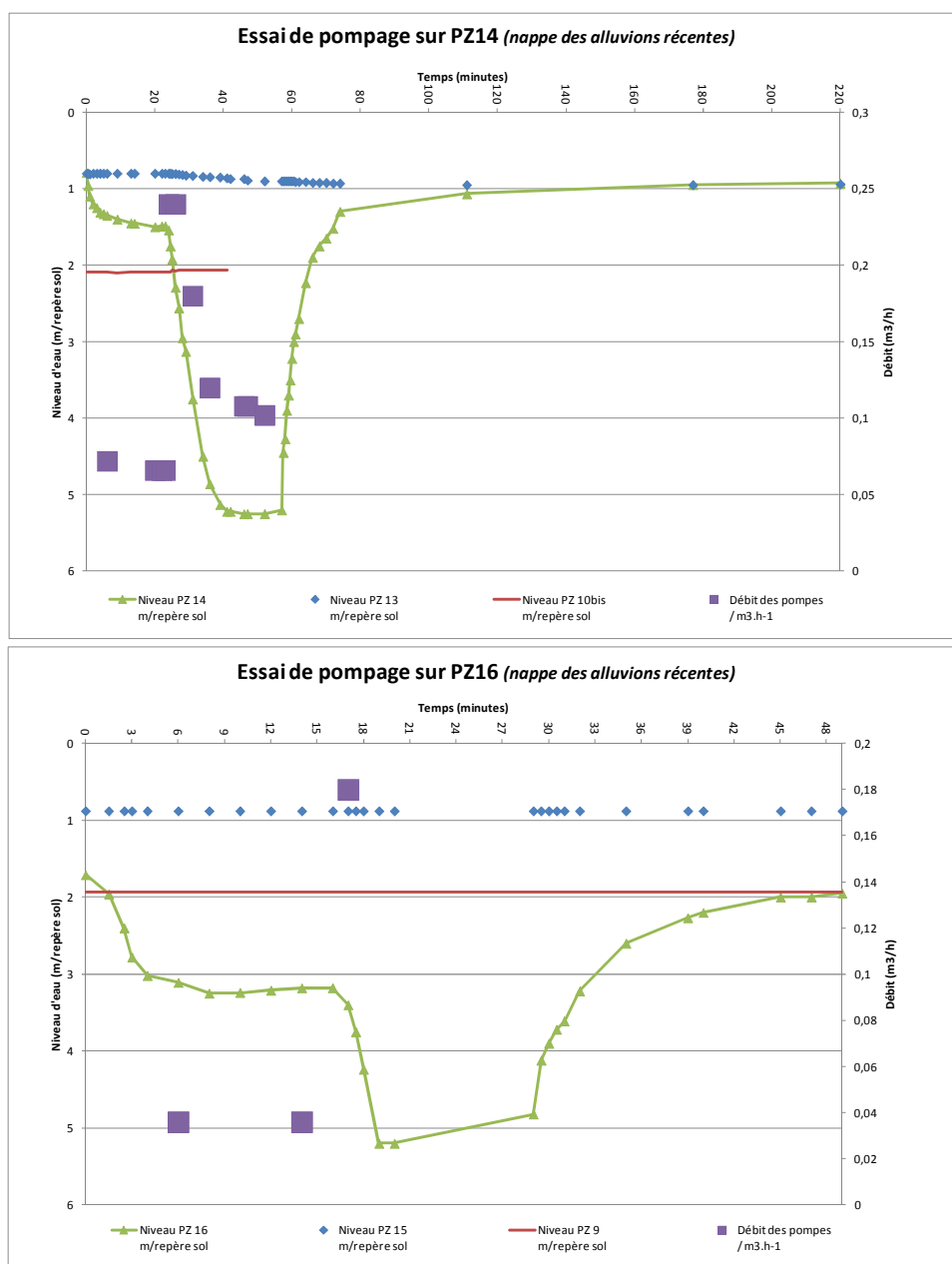


Figure 8. Résultats des essais de pompages simplifiés

3.6. Estimation des flux en limite nord du site

Le tableau ci-après présente une estimation des flux de COHV transitant au sein des nappes des alluvions en partie nord du site. Les concentrations en COHV correspondent à celles mesurées en juillet 2015, pour les alluvions récentes, et à la moyenne des campagnes 2014-2015, pour les alluvions anciennes.

	Ouvrages		Perméabilité (m/s)	Epaisseur de l'aquifère (m)	Section polluée estimée (m²)	Gradient hydr. estimé (%)	Débit (m³/h)	COHV tot. (µg/l)	Flux en COHV (g/j)
Aval source 3	All. récentes	Pz14	2,00E-06	5	150	0,0015	4,50E-07	1,6	1,73E-08
	All. anciennes	Pz10bis	1,00E-03	12	360	0,015	5,40E-03	8	1,04E-03
Source 2	All. récentes	Pz16	2,00E-06	5	150	0,0015	4,50E-07	67860	7,33E-04
	All. anciennes	Pz9	1,00E-03	12	360	0,015	5,40E-03	612	7,93E-02

Tableau 6. Estimation des flux en COHV en bordure nord du site

En aval de la source 3, les alluvions récentes présentent un flux en COHV (estimé à 10^{-8} g/j) négligeable par rapport à celui transitant au sein des alluvions anciennes (entre 10^{-2} et 10^{-3} g/j).

En revanche, ce compartiment présente un flux plus important en limite de site, proche de la zone source 2 (estimé à 0,27 g/an), en raison de la concentration significativement plus élevée en COHV totaux.

Le flux total en bordure nord du site est estimé à 30 g/an environ. 99% de ce flux circulerait au sein des alluvions anciennes.

Compte tenu de la très faible épaisseur saturée des remblais, les flux transitant dans ce compartiment sont jugés faibles ou non significatifs.

3.7. Caractérisation des voies de transfert en bordure nord du site

La faible épaisseur saturée des remblais (< 0,3 m) et la stagnation des eaux de surface dans le fossé indiquent un faible potentiel aquifère de l'ensemble alluvions récentes / remblais et une continuité hydraulique limitée, les eaux stagnent probablement au toit des argiles des alluvions récentes, traduisant l'absence de continuum dans ce compartiment.

En effet, la diversité spatiale des zones d'affleurement (imperméabilisation des sols) et des caractéristiques lithologiques variables entraînent vraisemblablement une zonation irrégulière des perméabilités.

Ces éléments favorisent de toute évidence l'existence de conditions hydrogéologiques locales hétérogènes dans ces compartiments, en lien avec une quasi-absence de potentiel aquifère au niveau du site.

Les eaux souterraines dans ces compartiments s'apparentent plutôt à des eaux d'infiltration discontinues faiblement drainées, formant des accumulations de sub-surface à la faveur de lentilles plus tourbeuses enchâssées au sein de niveaux argileux compacts.

De surcroît, les très fortes valeurs en carbone organique mesurées dans les terrains argilo-tourbeux des alluvions récentes (entre 11 et 130 g/kg au droit de Pz14) sont de nature à induire un taux d'adsorption élevé favorisant le piégeage des polluants.

Les eaux d'infiltration sises dans les remblais et les alluvions récentes ne semblent donc pas susceptibles de contribuer à un transfert significatif de COHV en dehors du site.

Le **potentiel de transfert quasi-nul** au sein **des alluvions récentes et des remblais** est conforté par les données analytiques qui montrent :

- L'absence de migration des COHV depuis la zone source 3 vers la limite nord du site, au regard des valeurs analytiques en Pz14 ;
- L'absence de migration des COHV depuis la bordure nord du site vers le nord-ouest (friche ferroviaire), et depuis la zone source n°1, au regard des valeurs analytiques en Pz1 SNCF et Pz3 SNCF, captant la base des remblais et les alluvions récentes (absence de quantification ou traces équivalent aux limites de quantification) ;
- Une possible origine des concentrations en chlorure de vinyle (720 µg/l) et en cis 1,2 DCE (6 900 µg/l) mesurées en Pz2 SNCF liée à une zone source hors-site attribuée à des stockages divers non identifiés sur la parcelle SNCF (3 mg/kg en PCE, 1,6 mg/kg en TCE et 2,1 mg/kg en DCE).

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en partie ouest du fossé et sur l'ouvrage Pz12 (captant en partie la base des remblais) confirment ce constat (concentrations en COHV très proches ou inférieures aux LQ).

L'essentiel du flux en COHV dissous migrant en aval hydraulique du site au droit de la bordure nord **transite par la nappe des alluvions anciennes**.

On ne peut exclure un transfert hors-site via les alluvions récentes ou localement les remblais en limite de site, en bordure immédiate de la zone 2 (ou le fossé est absent). Toutefois, celui-ci reste vraisemblablement très réduit, à la fois en flux ainsi qu'en extension (du fait des discontinuités et des faibles gradients hydrauliques de ce compartiment).

4. Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires hors-site

A l'issue des investigations, il apparaît que des teneurs en solvants chlorés sont constatées dans les nappes des alluvions récentes et anciennes en aval nord-ouest du site.

Les usages constatés hors site en aval (résidentiel, établissements scolaires et jardins familiaux) et les impacts observés en nappe ont justifié de vérifier la compatibilité entre l'état du sous-sol (la nappe) et les usages constatés hors site.

Une évaluation des risques sanitaires hors site a alors été exécutée dans le cadre de la démarche du plan de gestion. Cette évaluation est représentative uniquement du secteur situé en aval du site et en aval de la friche, au nord-ouest, à proximité des piézomètres Pz12 et Pz11, au regard des données actuellement disponibles en nappe, et en considérant les usages connus à ce jour dans ce secteur.

Dans le cas présent, il s'agit d'identifier des éventuels scénarios d'exposition aux Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) via les voies de transfert potentielles suivantes :

- L'inhalation de vapeurs au droit d'habitations ou d'établissements scolaires (cas du transfert des COHV par volatilisation dans les résidences ou autres constructions au dessus du panache) ;
- L'ingestion de légumes arrosés par de l'eau contaminée prélevée dans la nappe des alluvions récentes (cas de l'arrosage de jardins potagers via l'eau de nappe). On rappelle qu'il n'a pas été identifié à ce jour d'utilisation de la nappe des alluvions anciennes.

L'EQRS, présentée en détail à l'annexe F, montre un **niveau de risque hors site, en l'état actuel, inférieur aux critères sanitaires en vigueur**. Elle a été établie sur la base de la qualité des eaux souterraines dans la nappe des alluvions récentes connue à octobre 2015 au droit de Pz12 et des usages connus en aval nord-ouest du site.

5. Mise à jour du schéma conceptuel et des mesures de gestion

5.1. Rappel des objectifs d'un plan de gestion

Le plan de gestion a été introduit dans la politique nationale de gestion des sites pollués par la note ministérielle du 8 février 2007 relative à la politique nationale de gestion et de réaménagement des sites pollués. Celle-ci rappelle que les dispositions réglementaires en vigueur permettent d'adapter les usages possibles des milieux en fonction de leur état, sans obligatoirement viser une dépollution systématique.

Le plan de gestion est mis en œuvre lorsque la situation permet d'agir aussi bien sur l'état du site (par des aménagements ou des mesures de dépollution) que sur les usages qui peuvent être choisis ou adaptés.

Son objectif premier est la maîtrise des sources de pollution et des impacts générés. Il définit les conditions de remise en état du site en termes de travaux de dépollution, d'aménagements ou de restrictions d'usage à prévoir, de façon à assurer la compatibilité entre l'état des milieux et leur usage.

A noter que le plan de gestion est une démarche progressive, évolutive et itérative. Il n'est pas fixé une fois pour toute en amont de la démarche.

Ainsi, la démarche mise en œuvre pour le site SAFT est conforme à celle proposée pour l'établissement d'un plan de gestion dans le cadre de la politique nationale de gestion des sites et sols pollués.

5.2. Schéma conceptuel

La politique nationale de gestion des sites et sols pollués repose sur la réalisation du schéma conceptuel permettant de déterminer un état factuel des milieux et des enjeux à protéger.

Ce schéma reprend les 3 termes « source-vecteur-cible » :

- « Source » contenant des substances susceptibles de générer un impact ;
- Transfert des substances par un « vecteur » vers un point d'exposition ;
- Exposition à ces substances des populations (ou « cibles ») situées au point d'exposition.

Conformément à cette politique, les mesures de gestion se définissent en fonction de l'usage auquel le site est destiné.

Le site SAFT de Bordeaux est en activité, et aucun changement d'usage n'est envisagé à ce jour (maintien d'un usage industriel).

Tout changement d'usage ultérieur devra donner lieu à une actualisation de ces mesures de gestion.

Les enjeux concernés par les mesures de gestion concernent la suppression des sources de pollution identifiées sur site et la maîtrise de la migration hors-site du panache associé.

5.2.1. Sources

Les investigations menées en 2015 n'ayant pas eu pour objectif de préciser la connaissance des zones sources, les hypothèses retenues sont similaires à celles précisées lors des études antérieures (diagnostic complémentaire et établissement d'un bilan coûts avantages, Burgeap – 2011).

Trois secteurs, principalement localisés dans la partie ouest du site, ont été identifiés à l'origine de la présence de solvants chlorés (COHV, Trichloréthylène et Perchloroéthylène, seuls ou en mélange, et leurs produits de décomposition) dans les sols et les eaux souterraines :

- Ancien atelier de maintenance d'autorails par la société BUGATTI (bâtiment 2 et 2bis) et chaudronnerie (zone 1) ;
- Stockages de fûts de solvants (TCE/PCE) sur une zone non étanchéifiée (zone 2) ;
- Ateliers de traitements de surface et de dégraissage, ayant accueilli les activités les plus consommatrices de COHV (zone 3).

Ces 3 secteurs sont à l'origine de trois sources de pollution caractérisées par :

- La présence de composés dissous en nappe (cis DCE et CV uniquement), dans les alluvions sablo-graveleuses, au droit de la zone 1. Les diagnostics réalisés n'ont pas permis de montrer la présence de phase organique dans les argiles et tourbes (alluvions récentes) ;
- La présence de phase organique (PCE et/ou TCE) piégée au sein des alluvions récentes au droit des zones 2 et 3, mise en évidence au droit de 8 sondages au droit de ces 2 zones. Pour ces zones, à l'aplomb des sondages réalisés jusqu'à la base des alluvions anciennes, il n'a pas été mis en évidence de phase organique au toit des marnes oligocènes.

Pour l'ensemble des zones, la présence de bâtis (bureaux ou ateliers), la suspicion de plusieurs origines et la complexité de la géométrie des dépôts alluvionnaires argilo-tourbeux **rendent difficile la délimitation horizontale des zones sources.**

Verticalement, les composés se concentrent principalement au sein d'un horizon tourbeux intermédiaire dans les alluvions récentes, entre 3 et 4 m de profondeur environ.

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B

N°	Bâtiment	Activité	Usage COHV	Phase organique	Source primaire (sols)	Prof. (m)	Source primaire (eaux)	Éthanes
1	2 et 2bis	Maintenance d'autorails (Sté Bugatti) Chaudronnerie	Utilisation possible de petites quantités (PCE et/ou TCE ?)	Non mise en évidence dans les alluvions récentes et anciennes (sur la base des teneurs mesurées dans l'ouvrage mixte Pz1).	1,1,2,2 PCA ⁷ dans les sols (15 mg/kg)	1	Inconnue (composés de dégradation du PCE / TCE)	Traces de 1,1,2,2 PCA dans les alluvions récentes
2	Nord du bât 1bis - 14	Stockage de déchets dont solvants usés	Stockage de fûts de PCE / TCE hors rétention	Piégée dans les alluvions récentes, sous-nappe. Pas de phase mise en évidence à la base des alluvions anciennes	PCE (31 g/kg) et TCE (5,4 g/kg)	2,5 – 5	PCE (12 g/l) et TCE (5 g/l)	Absence
3	3 – 6 – 7 (sud)	Fabrication de bacs métalliques	Dégraissage – stockage de solvants chlorés (PCE)		PCE (16 g/kg) et TCE (1,3 g/kg)	2 – 6	PCE (18 g/l) et TCE (3 g/l)	Traces de 1,1 DCA ⁸ dans les alluvions récentes

Tableau 7. Synthèse des zones sources de pollution identifiées sur le site

5.2.2. Voies de transfert

Les données issues des investigations antérieures et des suivis de la qualité des eaux souterraines ont montré que les compartiments des alluvions récentes et anciennes sont propices au processus de déchloration réductive des COHV en présence, jusqu'aux composés finaux peu toxiques (éthène, éthane et chlorures).

Cependant, la biodégradation n'est pas suffisamment rapide pour éviter la présence de métabolites intermédiaires (chlorure de vinyle notamment), formant un panache de composés dissous migrant au-delà de la limite aval du site. Il est par ailleurs attendu que cette atténuation naturelle s'étende sur plusieurs années ou dizaines d'années.

Les investigations complémentaires menées en 2015 ont montré l'absence de transfert horizontal significatif de COHV au sein des alluvions récentes et des remblais.

5.2.2.1. Voies de transfert retenues

Les voies de transfert retenues pour les COHV sont :

- Migration à l'aplomb des zones sources sises au sein des alluvions récentes vers la nappe des alluvions anciennes par transfert direct (mise en communication par les piézomètres mixtes) et/ou indirect (transfert naturel par drainance descendante) ;
- Transfert vers l'aval hors-site via la nappe des alluvions anciennes (écoulement dans une direction nord-ouest) ;
- Contact indirect avec, par exemple, l'ingestion de fruits et légumes provenant d'un potager irrigué par les eaux souterraines (alluvions récentes) ;

⁷ 1,1,2,2 Tétrachloréthane

⁸ 1,1 Dichloroéthane

- Dégazage des composés volatils et transfert au travers des parois d'un bâtiment à partir de la nappe des alluvions récentes ;
- Inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols et des eaux souterraines sur site. D'après SAFT, une campagne de caractérisation de la qualité de l'air a été menée à l'intérieur du local carton (bâtiment 14) et dans le bâtiment 3, en juillet 2010, et aucun transfert n'a été mis en évidence. Ce scénario d'exposition ne fera donc pas l'objet de proposition de mesures de gestion.

Une EQRS menée dans le cadre du plan de gestion proposé montre, en l'état actuel des connaissances, un niveau de risque inférieur aux critères sanitaires en vigueur pour les scénarios d'exposition aux COHV basés sur les voies de transfert potentielles suivantes :

- L'inhalation de vapeurs au droit d'habitations ou d'établissements scolaires ;
- L'ingestion de légumes arrosés par de l'eau contaminée prélevée dans la nappe des alluvions récentes (cas de l'arrosage de jardins potagers via l'eau de nappe).

Compte tenu des usages sensibles hors site des terrains et des eaux souterraines, ces voies d'exposition demeurent associées à des vecteurs de transfert potentiels de COHV en provenance du site et sont par conséquent retenus dans le schéma conceptuel et dans l'application de mesures de gestion.

5.2.2.2. Voies de transfert non retenues

Les voies de transfert non retenues sur site sont :

- Contact direct avec les sols : les zones sources sont recouvertes de revêtements de surface (dalle cimentée, voiries bétonnées ou enrobées) ;
- Perméation au travers de conduites d'amenée d'eau potable : les conduites d'alimentation AEP sont aériennes sur le site.

L'étude de vulnérabilité n'ayant pas montré d'usages sensibles de la nappe des alluvions anciennes en aval direct du site (alimentation en eau potable ou remplissage des piscines, par exemple), et les usages sur les eaux superficielles susceptibles d'être en relation avec la(es) nappe(s) des alluvions (base nautique) étant éloignés du site, le contact direct avec les eaux souterraines n'a pas été retenu.

5.3. Cibles potentielles

Les cibles potentielles sont les suivantes :

- Les résidents des habitats et les occupants des établissements scolaires (adultes et enfants) (exposition par inhalation de vapeurs issues du dégazage des eaux souterraines) en aval du site ;
- Les usagers des potagers (individuels ou familiaux), consommant les végétaux potentiellement arrosés par l'eau de nappe (exposition par ingestion).

5.4. Schéma conceptuel

La Figure 10 présente le schéma conceptuel du site dans son état actuel.

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B

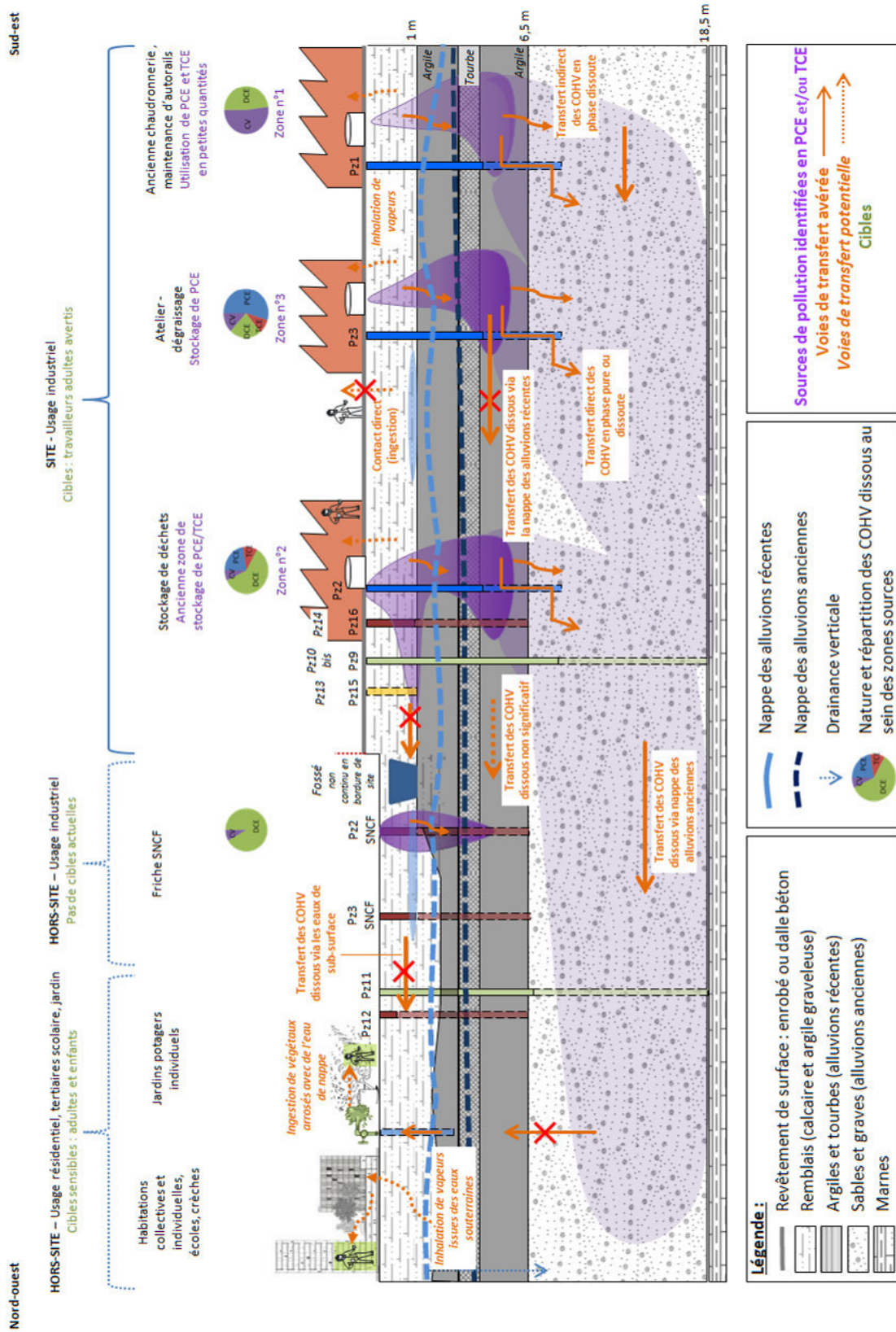


Figure 10. Schéma conceptuel du site

5.5. Stratégie de gestion proposée

Les usages hors-site étant fixés, les solutions de gestion seront orientées sur des actions ciblées sur la maîtrise des sources et des voies de transfert observées.

Par ailleurs, comme mentionné en début de rapport, il s'agit de mettre à jour les mesures de gestion déjà envisagées dans le plan de gestion de 2011, sur la base des données complémentaires acquises.

5.5.1. Action sur les sources

Les sources sont identifiées au droit et à proximité de bâtiments en activité, générant des contraintes/risques géotechniques (stabilité en cas d'excavation par exemple), voire l'inaccessibilité des terrains sous-jacents.

Par ailleurs, les données acquises lors des précédents diagnostics ne permettent pas d'évaluer précisément l'extension des sources et donc d'évaluer techniquement et économiquement des actions de traitement des sources.

Ces dispositions techniques ne permettent pas d'envisager un traitement pérenne et exhaustif des sources dans un coût proportionné aux enjeux hors-site.

L'atténuation naturelle sous surveillance est alors retenue comme solution de gestion, dans la mesure où les phénomènes de biodégradation dans les alluvions récentes sont observés sur le site, et dans l'hypothèse où les sources ne présentent pas de danger pour la santé humaine sur site.

Il s'agit d'une méthode passive consistant au contrôle de l'efficacité des mécanismes de biodégradation en mettant en place une surveillance de la qualité des eaux souterraines, présentant l'avantage d'une empreinte environnementale faible, d'une interaction minimale avec les activités du site et d'une compétitivité en termes de coûts.

Les techniques d'atténuation naturelle dynamisée (injection de nutriments destinés à renforcer l'activité biologique) ne sont pas retenues en raison de leur intérêt limité en zone source (techniques en général appliquées sur des teneurs peu élevées correspondant à des fractions dissoutes). Les conditions spécifiques au site montrent déjà des conditions favorables à la biodégradation des COHV dans des conditions fortement réductrices. De surcroît, les conditions hydrogéologiques des alluvions récentes (hétérogénéité et faible perméabilité) ne sont pas favorables à ce type de traitement (méthode par injection).

5.5.2. Action sur les voies de transfert et le panache hors-site

Eu égard à la solution de gestion retenue pour le traitement de la zone source (**avec rendement d'abattement entraînant un délai conséquent avant l'obtention de concentrations admissibles en limite de site**), et à l'existence d'un panache de concentration étendu au niveau d'une partie des cibles hors-site, **une action sur les voies de transfert apparaît nécessaire.**

5.5.2.1. Bilan coûts-avantages

Les actions proposées visent à supprimer le transfert vers l'aval hors-site via la nappe des alluvions anciennes ou à traiter le panache de COHV dissous hors-site.

La présentation comprend un bilan coût – avantage / inconvénient spécifique des différentes solutions envisageables, réalisé sur la base des données acquises à ce jour. Une analyse multicritère simplifiée, permet de préciser la solution la plus adaptée.

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B

Techniques	Coûts/délais estimatifs *	Avantages	Inconvénients	Adaptabilité au site étudié
Confinement : barrière étanche Cette solution vise à ancrer dans les marnes oligocènes une paroi de très faible perméabilité (liant type ciment/bentonite ou palplanches) empêchant le transfert des eaux souterraines hors site. Cette paroi s’accompagne d’ouvrages de récupération des eaux souterraines en amont de la paroi, afin d’éviter une remontée des nappes ou que les écoulements ne contournent la paroi	Prix installation très élevé (80 à 200 €/m²) Mise en place rapide Pompage en amont : durée indéterminée	Suppression du vecteur de transfert de pollution hors site	Travaux très lourds à mettre en œuvre (centrale de préparation + paroi + puits de pompage+ traitement des eaux) Dimensionnement à valider par une modélisation afin de considérer l’incidence du pompage industriel Durée de traitement Traitement des eaux (production de déchets) Réseau de surveillance sur le long terme	(- -) Forte contrainte de mise en œuvre des travaux (accessibilité) (-) Coûts (-) Durée (pompages)
Barrière perméable réactive Cette solution vise à mettre en place un ou des réactifs chimique dans le sol, via la mise en œuvre d’une tranchée (ou en mélange dans le sol via un procédé soil mixing). Ce procédé n’a pas vocation à confiner car il reste perméable. Les eaux souterraines transitent naturellement au travers de cette zone réactive, qui permet la destruction des polluants	Délai fonction du tarissement de la source de pollution (année voire décennies) Prix installation très élevé (150 à 3 000 €/m2 de barrière construite)	Processus de dégradation naturelle des COHV déjà constaté dans les milieux (processus à accélérer) Destruction des polluants in situ (pas d’extraction) Pas de consommation énergétique	Travaux importants – nécessité d’ancrage dans le substratum imperméable à environ 20 m de profondeur (faisabilité ?) Mauvaise compatibilité avec une atténuation naturelle des sources qui prendra plusieurs années, car action limitée dans le temps (action chimique) sauf à ajouter du réactif régulièrement -> travaux supplémentaires Nécessiter de tester un ou plusieurs réactifs (pilote de traitement -> délai) pour valider la cinétique de dégradation et le dimensionnement de la barrière Gestion des métabolites (CV notamment qui risque de s’accumuler en aval) Réseau de surveillance en aval du dispositif Risque d’interaction avec le puits industriel	(-) Peu de maîtrise de la propagation des réactifs (-) Risque d’accumulation des métabolites (-) Effet rebond (- -) Forte contrainte de mise en œuvre des travaux (accessibilité) (-) Coûts
Traitement biologique du panache hors-site Cette solution propose la mise en place d’ouvrages spécifiques à l’injection de substrats carbonés visant à mettre en place des conditions favorables à la biodégradation des COHV dans l’aquifère des alluvions anciennes (ou à les renforcer) Ce type de traitement présentant une certaine inertie (moins rapide que le traitement chimique), plusieurs fronts d’injection doivent s’envisager, en limite de site, mais également hors site pour le traitement du panache	25 à 60€/m³ d’eau traitée en place Traitement entre 6 mois et 5 ans (hors source)	Processus de dégradation naturelle des COHV déjà constaté dans les milieux (processus à accélérer) Destruction des polluants in situ (pas d’extraction) Pas de consommation énergétique	Le traitement doit s’adapter selon les produits en présence répartis en limite de site (PCE, TCE, cis DCE) qui se dégradent en conditions anaérobie, et hors site (CV) qui se dégrade préférentiellement en conditions aérobies. Nécessiter de tester un ou plusieurs substrats (pilote de traitement -> délai) Nécessiter d’implanter des ouvrages d’injection hors site et de pouvoir y accéder régulièrement (injection/ monitoring) Selon la biodégradation à l’œuvre, risque d’augmentation des teneurs en CV (incompatibilité avec les usages fixés) Risque d’interaction avec le puits industriel (migration composés et substrats) Réseau de surveillance sur le panache (grand nombre d’ouvrages hors site) En l’absence de traitement des zones sources, des réinjections régulières seront nécessaires (hors emprise du site SAFT) seront nécessaires	(-) Taille du panache hors-site mal connue (-) Peu de maîtrise de la propagation des substrats (-) Risque d’accumulation des métabolites (-) Effet rebond (- -) Intervention répétées hors de l’emprise foncière de SAFT (- -) Incompatible avec le puits industriel (risque de perturbation du puits qui capte le même aquifère avec risque d’arrêt de l’usine)
Confinement hydraulique (pompage traitement) Cette solution vise à équiper des piézomètres captant les alluvions anciennes situés le long de la bordure nord du site, en puits de pompage afin de stopper l’alimentation du panache de pollution hors site dans ces alluvions anciennes. Ces pompages se substitueront au puits industriel, qui servira à la réinjection d’une partie des eaux pompées	4 à 50€/m³ (variable selon durée du traitement) Délai : plusieurs années en fonction de l’atténuation naturelle des sources	Suppression du vecteur de transfert de pollution hors site Action directe sur la zone source 2 du fait de sa proximité avec la barrière, par extraction de masse de COHV Suppression de l’influence hydraulique du puits industriel Bonne productivité des ouvrages captant les alluvions anciennes Recyclage d’ouvrages existants Technique fiable et éprouvée, Important retour d’expérience Blocage de l’alimentation du panache Peu de nuisances	Durée de traitement indéfinie (coût associé) si aucune action sur les sources n’est envisagée Production de déchets Action indirecte sur le panache nécessitant une surveillance des eaux souterraines, et éventuellement des gaz des sols dans les zones sensibles afin d’évaluer l’effet bénéfique sur l’atténuation du panache	(+) Ouvrages existants (+) Transmissivité de l’aquifère favorable (+) Adaptabilité au process industriel (+) Retour d’expérience (-) Durée d’exploitation (+) Compatible avec la géométrie du site

* Données de coûts approximatives (source : guide BRGM, retour d’expérience, etc.)

Tableau 8. Grille d’analyse du bilan coûts – avantages

5.5.2.2. *Solution retenue*

Une **solution de confinement hydraulique par pompage** dans la nappe des alluvions anciennes est proposée pour intercepter le panache issu des zones sources 1, 2 et 3.

La solution initiale de base proposée dans le plan de gestion de 2011 ne dissociait pas les compartiments à cibler pour ce confinement.

La mise à jour du schéma conceptuel a montré que les flux transitant par les alluvions récentes sont négligeables. Cette nappe des alluvions récentes, non vectrice de transferts significatifs à l'aval, et présentant par ailleurs une productivité insuffisante, sera exclue du dispositif de confinement.

Les solutions de confinement par barrière étanche et par barrière perméable réactive ne sont pas retenues en raison de leur coût et des contraintes de mise en œuvre importantes, inenvisageables compte tenu de l'exigüité du site SAFT.

La technique de traitement biologique n'est pas retenue principalement en raison du risque d'accumulation de métabolites finaux non dégradés en conditions anaérobies, de l'incompatibilité avec l'exploitation du puits industriel (migration des polluants et des substrats injectés avec risque d'arrêt de l'alimentation en eau de l'usine) et de la pérennité limitée (risque d'effets rebonds et nécessité de ré-intervenir en l'absence de traitement des zones sources).

Par ailleurs, le rebouchage des piézomètres mixtes existants au droit des zones sources 1, 2 et 3 (Pz1, Pz2 et Pz3) est nécessaire afin de stopper le transfert direct potentiel vers les sables et graviers à l'aplomb des zones sources.

5.5.3. *Description de la solution retenue*

5.5.3.1. *Confinement hydraulique*

Cette solution implique de prendre en compte l'influence hydraulique du puits industriel du site dans le dimensionnement du dispositif de confinement, et les besoins en eau de SAFT assurés aujourd'hui par ce puits.

Des modélisations hydrogéologiques ont été mises en œuvre pour évaluer le dimensionnement de la barrière hydraulique et les scénarios de pompage envisageables (rapport Antea Group A69224/A).

Les simulations d'écoulement ont montré, en première approche, que la configuration suivante permettait le confinement des zones 1, 2 et 3 :

- Pompage dans les piézomètres existants (Pz9 et Pz10bis) avec des débits de l'ordre de 2 x 4 à 5 m³/h (soit environ 9 m³/h) ;
- Arrêt du pompage dans le puits industriel (qui « attire » le panache dans la partie est du site peu impactée) ;
- Réutilisation des eaux traitées en substitution du puits industriel pour les besoins de SAFT et/ou réinjection dans le puits existant.

NB : le redéveloppement de la gestion en eau de l'usine devra s'accompagner d'une étape préalable de mise en conformité réglementaire au titre du code de l'environnement vis-à-vis des nouveaux prélèvements et de la réinjection.

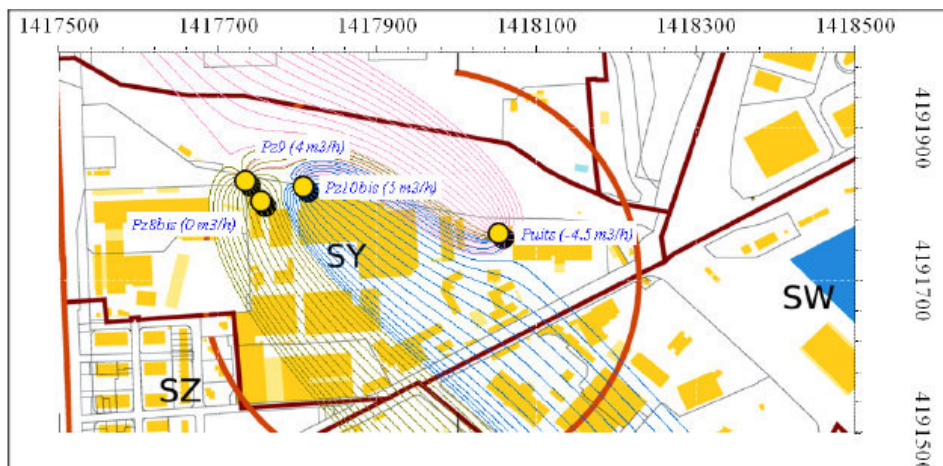


Figure 11. Simulation d'écoulements pour un débit total de 9 m³/h et réinjection (4,5 m³/h)

5.5.3.2. Traitement des eaux

Les eaux pompées seront traitées par **déferri-sation**, **stripping** et éventuellement **filtration de finition sur filtres à charbon actif** afin de permettre une qualité des eaux compatible avec la réinjection en nappe des eaux traitées.

Le débit total généré par les pompages (216 m³/j environ) sera suffisant pour couvrir les besoins actuels en eau du site (estimés à 120 m³/j). Le surplus généré sera réinjecté dans le puits industriel existant (nappe des graves également), par tube plongeur sous-nappe (afin de limiter le colmatage par précipitation des oxydes de fer). Une filtration sur sable pourra éventuellement être nécessaire pour filtrer les oxydes ferriques avant la réinjection.

La réinjection répond à des avantages environnementaux et financiers, en limitant le débit rejeté au réseau et le prélèvement net dans les eaux souterraines (et la redevance associée).

En anticipation d'une éventuelle connexion d'autres ouvrages de pompage (évolution du système dans le temps), l'installation sera conçue pour pouvoir supporter des apports complémentaires.

NB : les solutions techniques suivantes n'ont pas été retenues :

- *La réinjection en amont de la zone de pompage n'est pas retenue pour des raisons techniques (problème d'accessibilité du retour des eaux vers l'amont des zones sources) ainsi que pour des raisons de complexité de maintenance (encrassement important des ouvrages de réinjection à créer) ;*
- *Le rejet dans le réseau n'est également pas envisagé de façon à minimiser le rejet d'eau issu du site (réseau unitaire dont la capacité peut être ponctuellement insuffisant en cas d'orage).*

*SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B*

L'unité de traitement sera implantée en bordure nord du site, à proximité de la zone source 2. Cet emplacement permet un retour des eaux traitées vers le puits industriel (via un réseau à créer) et une connexion au réseau d'eaux usées, le cas échéant.



Figure 12. Implantation du réseau de réinjection

5.5.4. Estimation des coûts

L'estimation des coûts correspondants aux mesures de gestion proposées est présentée dans le tableau ci-après.

Il s'agit d'estimations financières établies à un niveau d'avant projet sommaire qu'il conviendra d'ajuster en fonction des solutions détaillées retenues, par exemple par la réalisation d'essais de dimensionnement ou de consultations d'entreprises de travaux.

Mesure de gestion		Coût (k€ HT)
Atténuation naturelle surveillée	Surveillance semestrielle du site pendant <u>4 ans</u> Bilan quadriennal	65
Redéveloppement du réseau de surveillance sur site	Rebouchage des piézomètres mixtes existants en zones 1, 2 et 3 Doublets alluvions récentes/alluvions anciennes (zones 1 et 3)	20
Confinement hydraulique (pompage - traitement)	Travaux d'installation	400
	Exploitation <u>annuelle</u>	75

Tableau 9. Estimation des coûts des mesures de gestion proposées

Les consommations de charbons actifs représentent la majeure partie du coût d'exploitation annuel. Le poste maintenance - contrôle sera évolutif en fonction de la durée de vie de la station.

5.6. Accompagnement des mesures de gestion retenues

5.6.1. Redéveloppement du réseau de suivi des eaux souterraines

5.6.1.1. Sur site

Les ouvrages mixtes comblés seront remplacés par des doublets de piézomètres « courts » (alluvions récentes) et « profonds » (alluvions anciennes) au droit des zones 1 et 3 afin de permettre la **surveillance différenciée des deux compartiments alluvionnaires**. Les ouvrages existants (Pz9 et Pz16) satisfont à cet objectif en zone 2.

Antea Group propose ainsi un suivi de la qualité des eaux en hautes et en basses eaux sur une période minimum de 4 ans (soit 8 campagnes au total), pour assurer la **surveillance de l'atténuation naturelle des zones sources**. Les analyses porteront sur le programme suivant :

- COHV ;
- Anions (chlorures, nitrates, sulfates) et produits finaux de dégradation (méthane, éthène et éthane) ;
- Carbone (Carbone Organique dissous) ;
- Mesures in-situ (niveaux de nappe, température, pH, conductivité, redox et O₂).

Un bilan quadriennal permettra de statuer sur l'efficacité de la biodégradation naturelle et, si nécessaire, d'adapter le programme de surveillance.

5.6.1.2. Hors site

Des investigations complémentaires **hors-site** seront nécessaires pour déterminer l'extension du panache (non caractérisée en l'état actuel des connaissances dans les alluvions anciennes) et, *in fine*, pour surveiller l'efficacité des mesures de gestion sur le long terme.

Il est proposé d'ajouter 2 piézomètres de contrôle captant les alluvions anciennes, en latéral hydraulique éloigné, de part et d'autre de Pz11 (*a priori* situé dans l'axe du panache).

Par ailleurs, il est proposé d'ajouter 2 piézomètres de contrôle captant les alluvions récentes, en aval hydraulique supposé de la source 2, afin de vérifier l'existence de transferts éventuels à proximité de cette zone (au nord-ouest : réfection du Pz2 SNCF – et à l'ouest, sur le site FCBA voisin).

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B

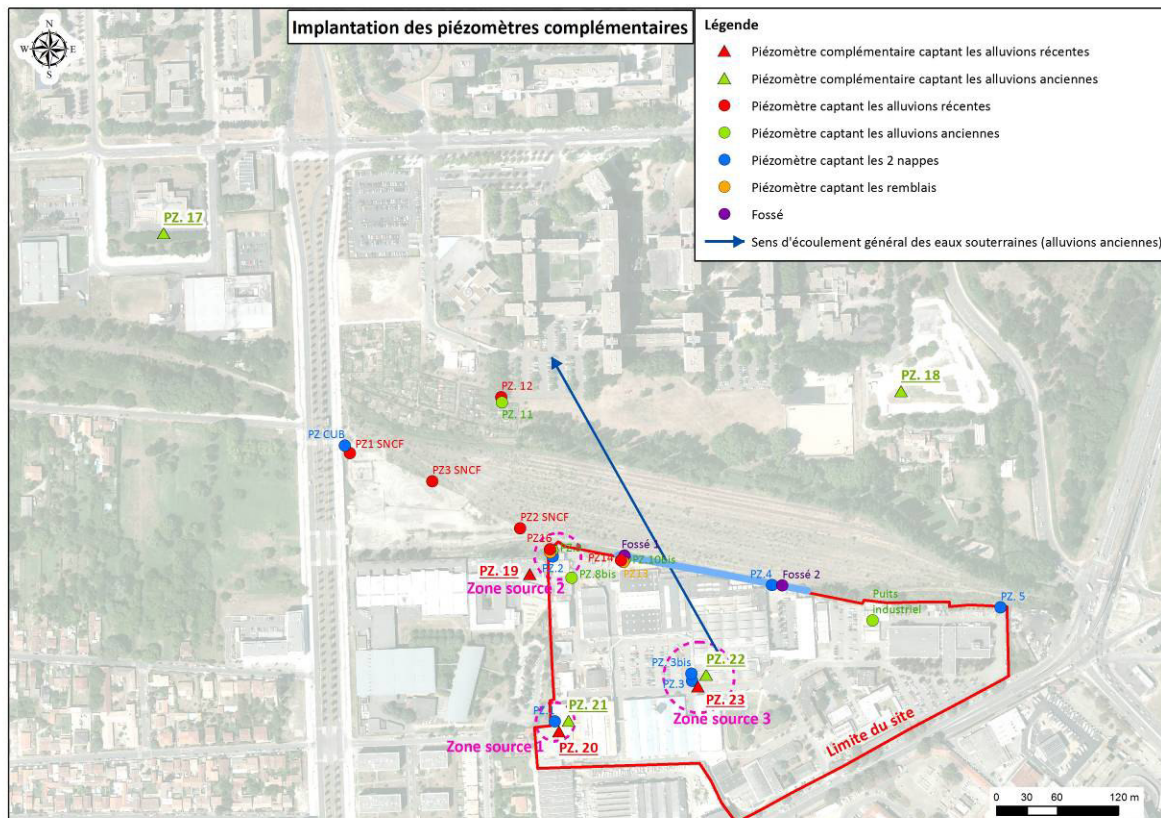


Figure 13. Implantation des piézomètres complémentaires sur-site et hors-site

5.6.2. Surveillance de la qualité de l'air intérieur sur site

Une surveillance de la qualité de l'air intérieur devra être maintenue sur site.

5.6.3. Recommandations concernant les phases de travaux au niveau des zones contaminées

La réalisation de projets ou travaux pouvant comporter un contact direct ou indirect avec les milieux contaminés devra être précédée d'une analyse des risques.

Cette évaluation définira, en conformité avec la réglementation en vigueur, les mesures de prévention qui pourront être mises en œuvre lors des travaux, de manière à protéger :

- La santé et la sécurité des travailleurs ;
- L'environnement et notamment les sols, les eaux souterraines et superficielles, la qualité de l'air ;
- La sécurité des riverains et la santé publique.

5.6.4. Contrôle de l'application des mesures de gestion préconisées

Conformément à la méthodologie nationale, un suivi de la bonne application des mesures préconisées sera mis en œuvre :

5.6.4. Contrôle de l'application des mesures de gestion préconisées

Conformément à la méthodologie nationale, un suivi de la bonne application des mesures préconisées sera mis en œuvre :

- Suivi de la réalisation des travaux ;
- Suivi d'exploitation des travaux et ajustement des orientations le cas échéant ;
- Mémoire décrivant les mesures de gestion mises en œuvre.

5.7. Evolution dans le temps des mesures de gestion

5.7.1. Traitement complémentaire des sources

Le confinement hydraulique par pompage induit une durée de fonctionnement très longue (plusieurs années voire dizaines d'années), surtout dans le cas où aucune action directe sur les sources ne serait pas envisagée.

Dans l'éventualité de la mise à l'arrêt des ateliers situés au droit des zones sources identifiées, et de la libération de la zone, la dynamique de résorption des zones sources pourrait être accentuée par des traitements complémentaires, destinés à diminuer la masse de COHV par des micro-pompages de récupération. Cette approche serait évolutive au cours du temps, en fonction de l'efficacité de récupération des COHV en termes de flux et éventuellement de la quantité de phase libre mobilisée.

La fixation ou la récupération, au moins en partie, des COHV présents au sein des alluvions récentes permettra d'optimiser la durée et les coûts de fonctionnement de l'unité de traitement des eaux de la barrière, en limitant le flux de COHV drainé verticalement.

5.7.2. Evolution de l'exploitation de la barrière de confinement

Le rebouchage des piézomètres mixtes au droit des zones sources est susceptible d'induire une amélioration de la qualité de la nappe des alluvions anciennes, en supprimant le transfert direct potentiel entre aquifères.

L'évolution de la qualité des eaux des alluvions anciennes s'accompagnera par des adaptations du régime d'exploitation du système de pompage - traitement afin d'optimiser l'interception des teneurs résiduelles et le coût d'exploitation associé.

5.7.3. Evolution des usages au droit de la friche SNCF

En cas de changement d'usage de l'actuelle plate-forme ferroviaire située l'aval immédiat du site, il sera nécessaire d'évaluer la compatibilité des mesures de gestion avec les nouveaux enjeux.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Annexe A : Coupes des piézomètres SNCF

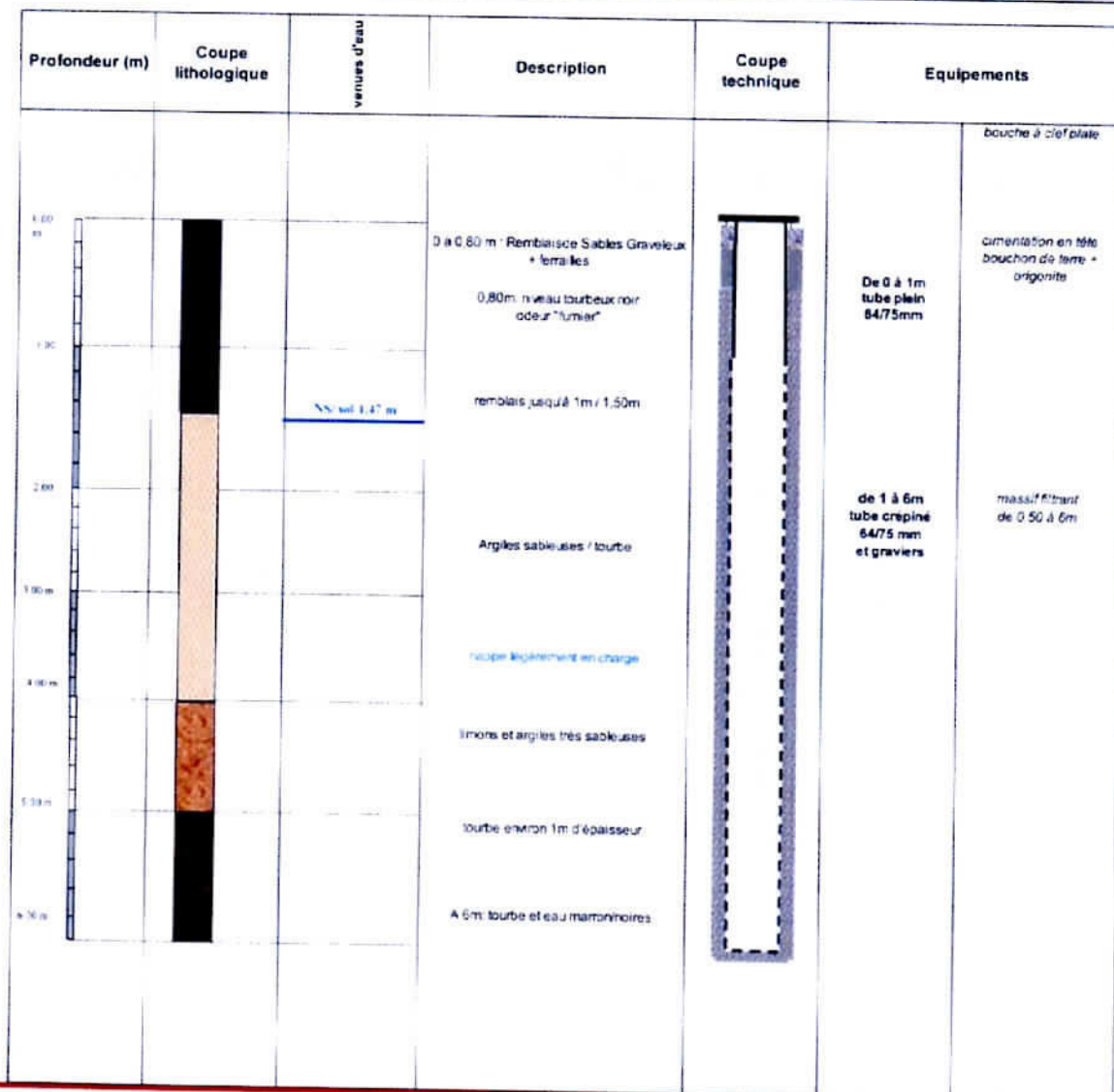
(3 pages)

COUPE LITHOLOGIQUE ET EQUIPEMENT DES PIEZOMETRES

NEODYME ENVISOL	CLIENT	
235 rue Denis Papin 38 090 VILLEFONTAINE Tel : 04.74.83.62.16 - Fax : 04.74.33.97.83	Société :	SNCF
	Nom du site :	Bordeaux Docks
	Nom de l'échantillon :	PZ1
Intervenant sur site :	G. PLASSART	Date de prélèvement : 18/08/2010

OBSERVATIONS ET CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE

Equipement en tête :	bouche à ciel plat	Repère du nivellement :	sol
Profondeur de l'ouvrage / repère (m) :	6	Hauteur capot / sol (cm) :	
Cote relative de l'ouvrage (m) :	100	Diamètre du tubage (mm) :	64/75

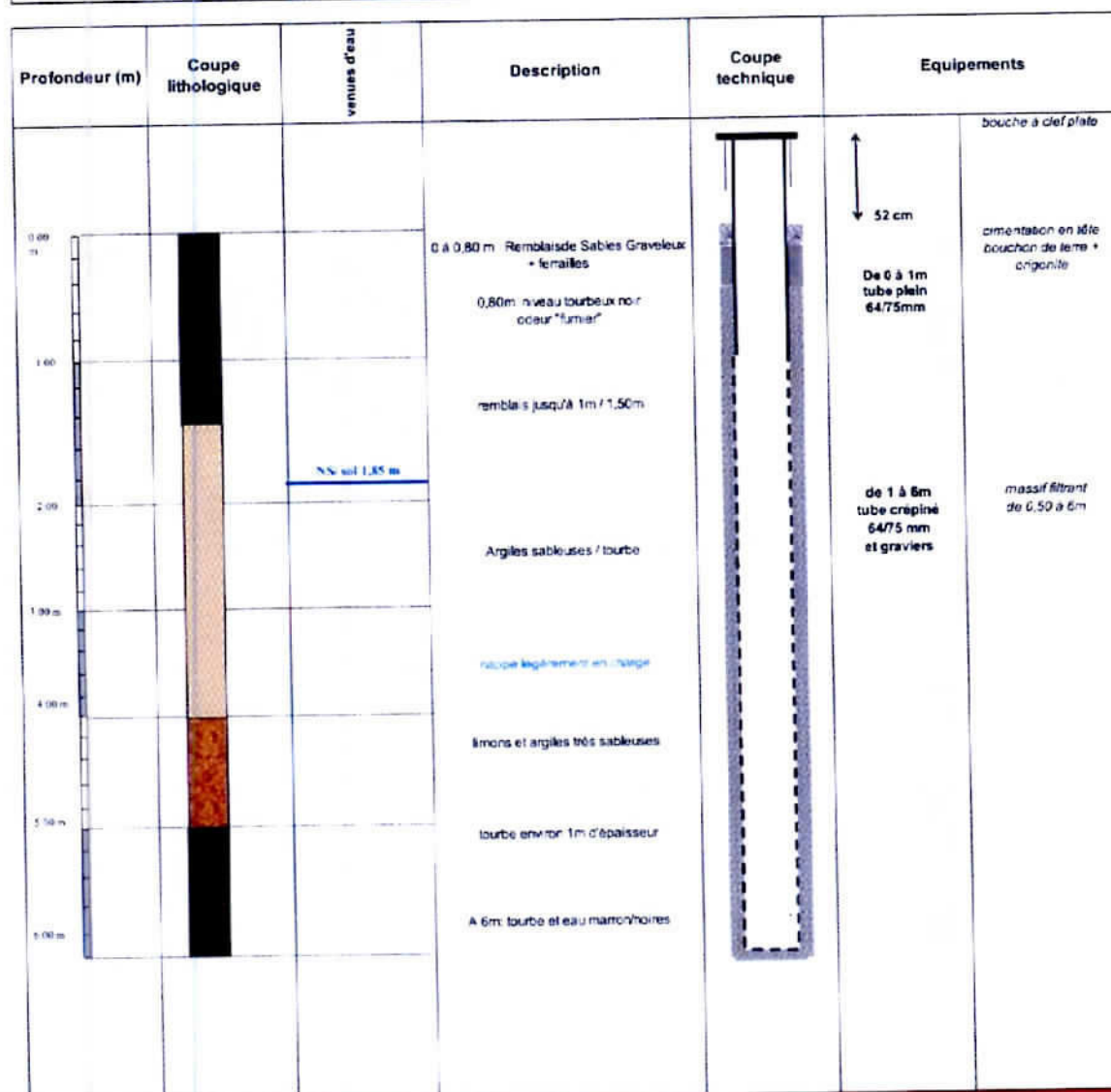


COUPE LITHOLOGIQUE ET EQUIPEMENT DES PIEZOMETRES

NEODYME ENVISOL		CLIENT	
235 rue Denis Papin 38 090 VILLEFONTAINE Tel : 04.74.83.62.16 - Fax : 04.74.33.97.83		Société :	SNCF
		Nom du site :	Bordeaux Docks
		Nom de l'échantillon :	P22
	Intervenant sur site :	G. PLASSART	Date de prélèvement :

OBSERVATIONS ET CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE

Equipement en tete :	capot hors sol	Repère du nivellement :	capot hors sol
Profondeur de l'ouvrage / repère (m) :	6	Hauteur capot / sol (cm) :	52
Cote relative de l'ouvrage (m) :	100,95	Diamètre du tubage (mm) :	64/75

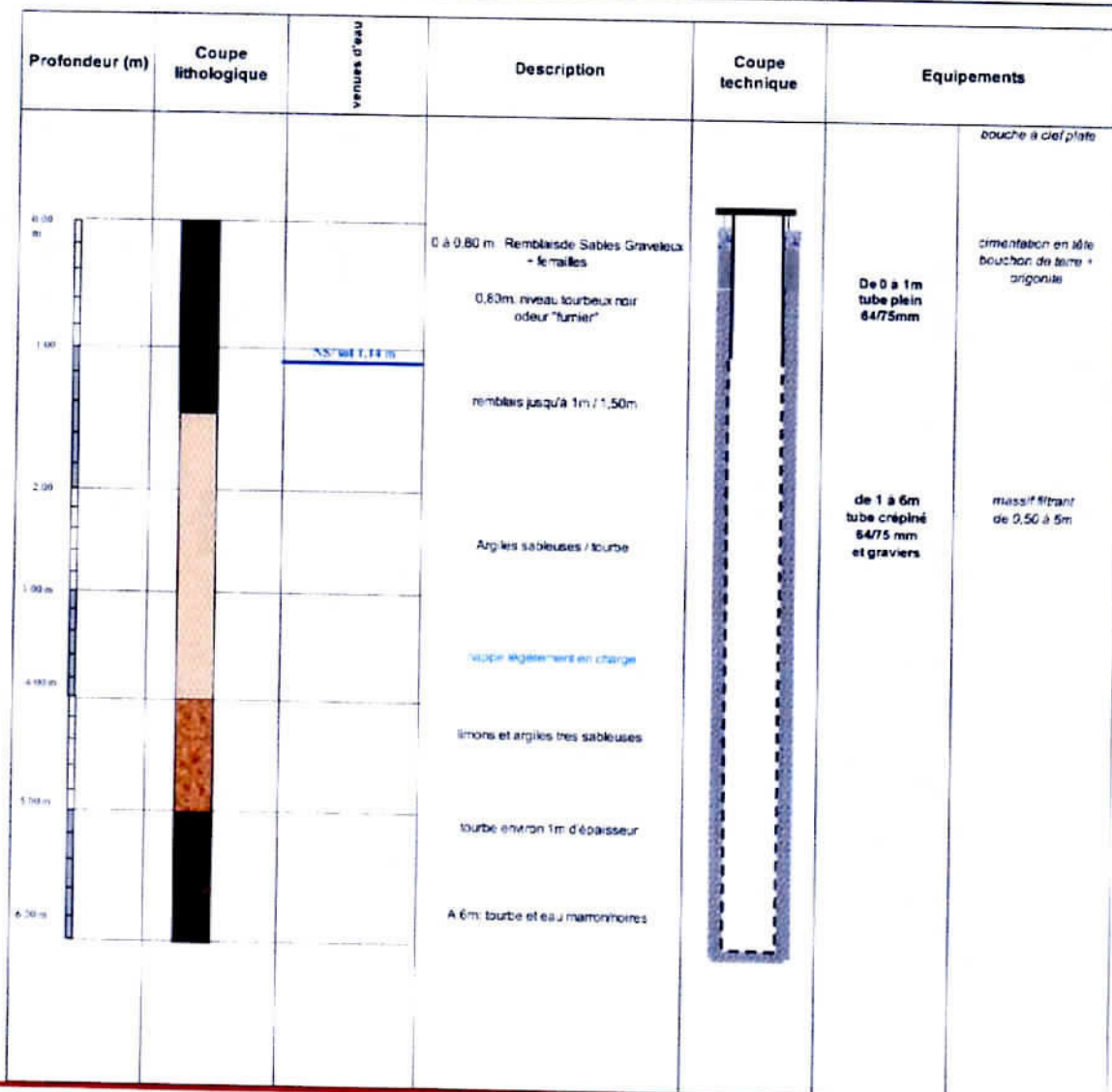


COUPE LITHOLOGIQUE ET EQUIPEMENT DES PIEZOMETRES

NEODYME ENVISOL	CLIENT	
235 rue Denis Papin 38 090 VILLEFONTAINE Tel : 04.74.83.62.16 - Fax : 04.74.33.97.83	Société :	SNCF
	Nom du site :	Bordeaux Docks
	Nom de l'échantillon :	PZ3
Intervenant sur site :	G. PLASSART	Date de prélèvement : 18/08/2010

OBSERVATIONS ET CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE

Equipped en tête :	bouche à ciel plat	Repère du nivellement :	sol
Profondeur de l'ouvrage / repère (m) :	6	Hauteur capot / sol (cm) :	
Cote relative de l'ouvrage (m) :	99,73	Diamètre du tubage (mm) :	64/75



Annexe B : Coupes des piézomètres Pz13 à Pz16

(4 pages)

N° Ouvrage : **PZ 13**

Type de foreuse : GEO 305

Entreprise Forage : SOLUM

Date début : 20/07/2015

Réf. affaire : AQUP140417

Méthode Forage : Tarrière

Date Fin : 20/07/2015

Décrit par : F.R.

Vérifié par :

X (L. 93) : 6 425 407,58 m

Y (L. 93) : 417 938,85 m

Z : cf PZ 10 bis

Cote T. Nat.: -

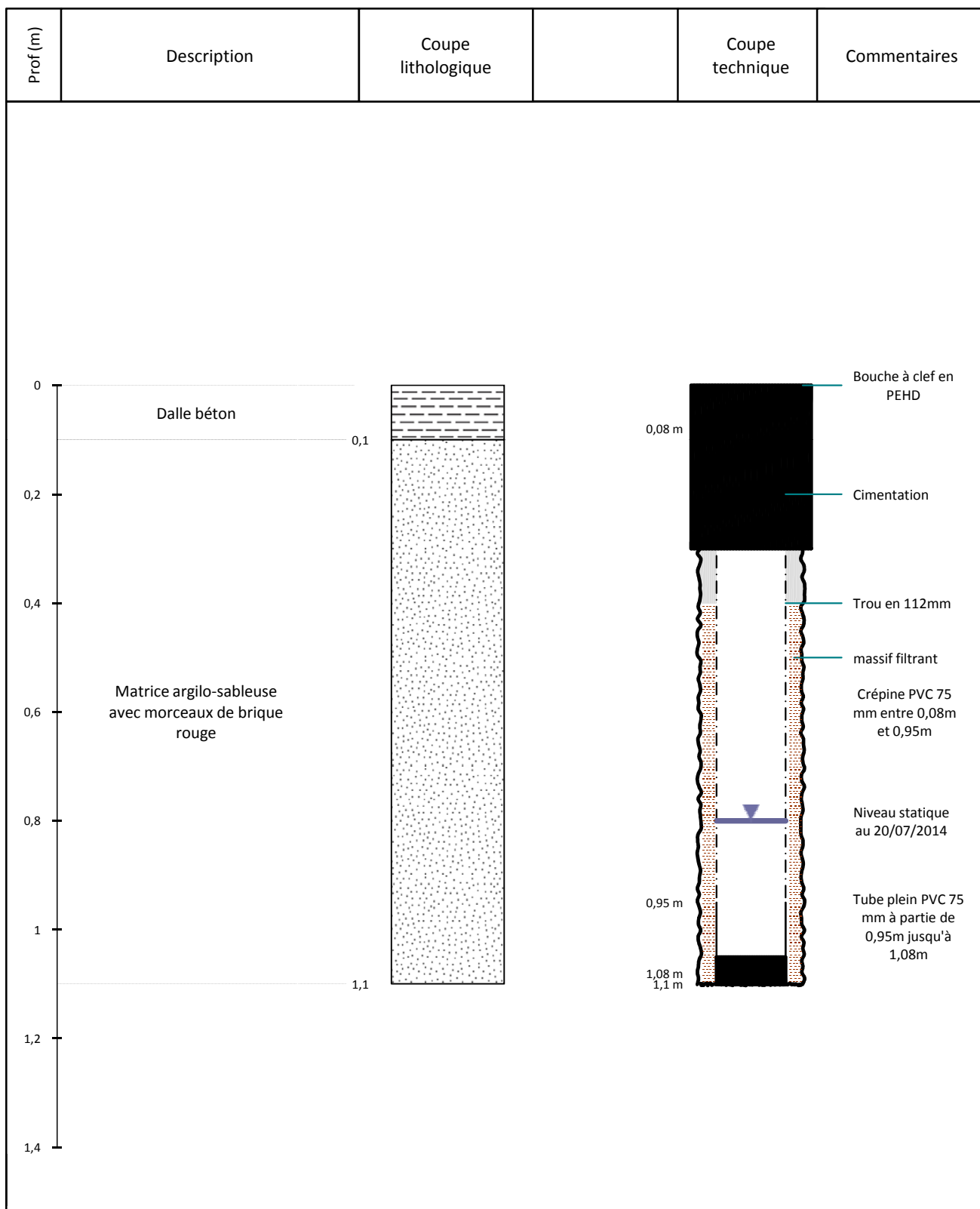
Niveau eau : 0,8 m

Dia. de fora. : 112 mm

Dia. d'équip. : 64/75

Prof. Fora. : 1,10 m

Prof. Equip. : 1,08 m



N° Ouvrage : **PZ 14**

Type de foreuse : GEO 305

Entreprise Forage : SOLUM

Date début : 21/07/2015

Réf. affaire : AQUP140417

Méthode Forage : Tarrière

Date Fin : 21/07/2015

Décrit par : F.R.

Vérifié par :

X (L. 93) : 6 425 407,74 m

Y (L. 93) : 417 938,85 m

Z : cf PZ 10 bis

Cote T. Nat.: -

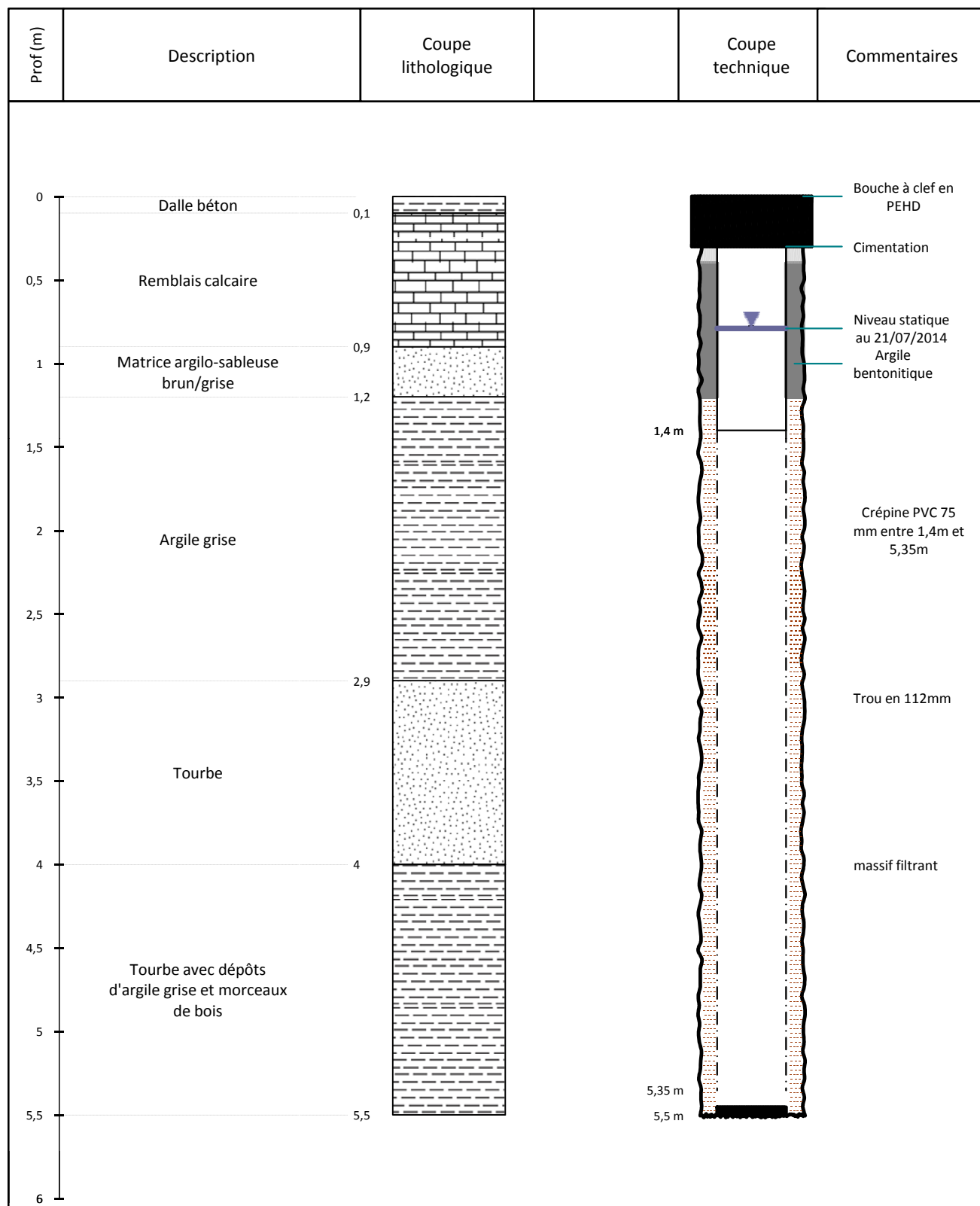
Niveau eau : 0,79 m

Dia. de fora. : 112 mm

Dia. d'équip. : 64/75

Prof. Fora. : 5,50 m

Prof. Equip. : 5,47 m



N° Ouvrage : **PZ 15**

Type de foreuse : GEO 305

Entreprise Forage : SOLUM

Date début : 20/07/2015

Réf. affaire : AQUP140417

Méthode Forage : Tarrière

Date Fin : 20/07/2015

Décrit par : F.R.

Vérifié par :

X (L. 93) : 6 425 417,41 m

Y (L. 93) : 417 868,51 m

Z : cf PZ 9

Cote T. Nat.: -

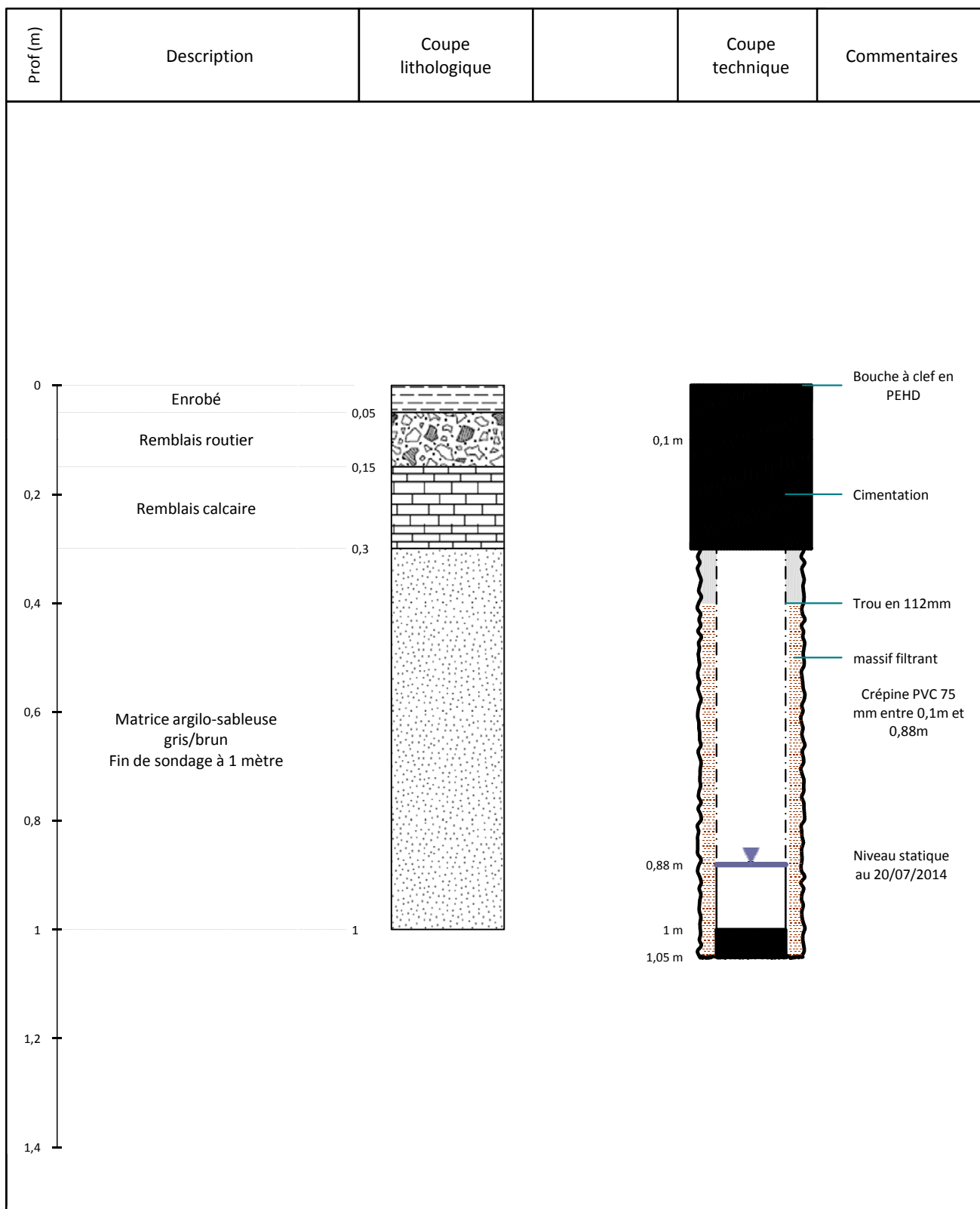
Niveau eau : 0,88 m

Dia. de fora. : 112 mm

Dia. d'équip. : 64/75

Prof. Fora. : 1,05 m

Prof. Equip. : 1,00 m



N° Ouvrage : **PZ 16**

Type de foreuse : GEO 305

Entreprise Forage : SOLUM

Date début : 20/07/2015

Réf. affaire : AQUP140417

Méthode Forage : Tarrière

Date Fin : 20/07/2015

Décrit par : F.R.

Vérifié par :

X (L. 93) : 6 425 418,58 m

Y (L. 93) : 417 868,40 m

Z : cf PZ 10 bis

Cote T. Nat.: -

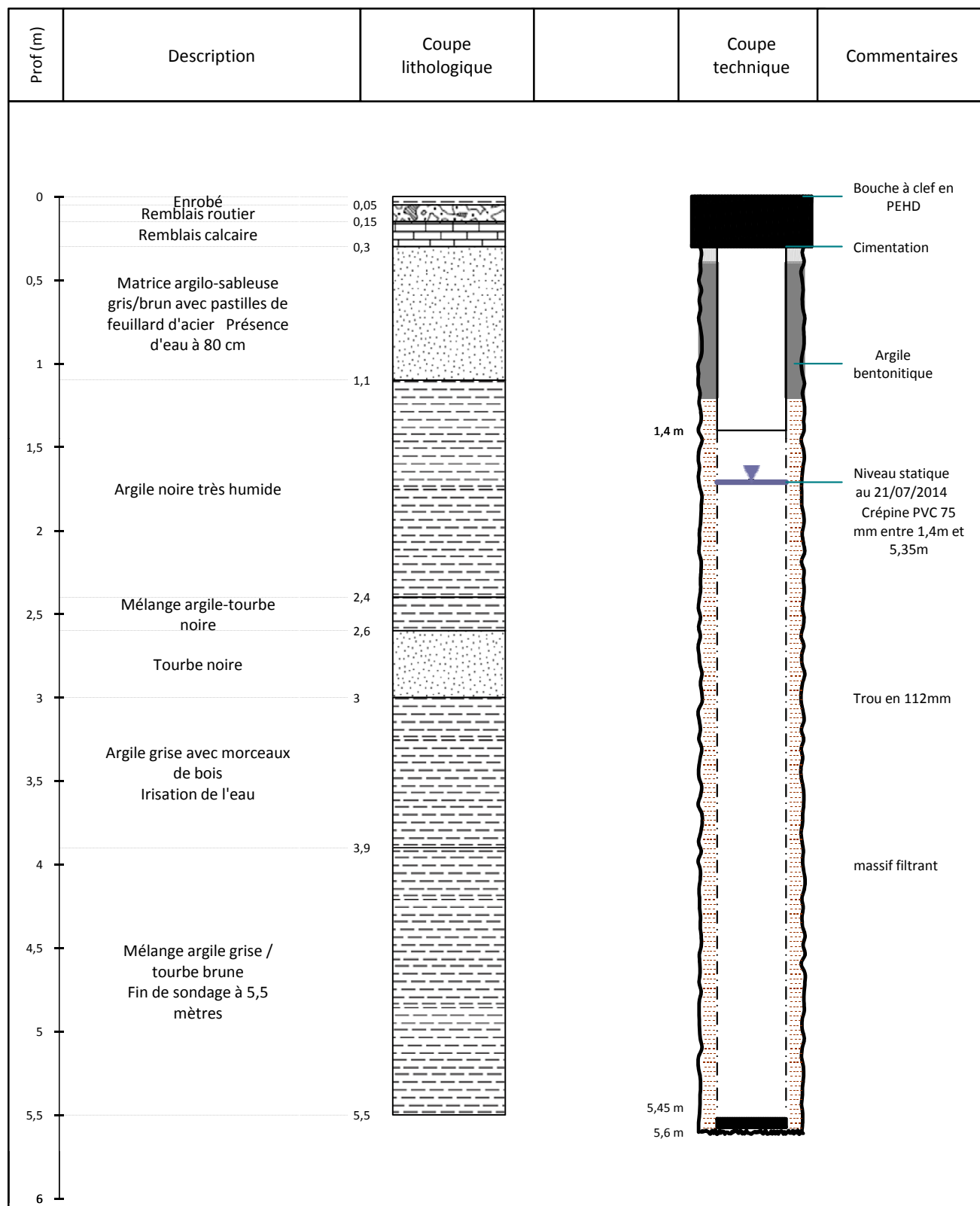
Niveau eau : 1,71 m

Dia. de fora. : 112 mm

Dia. d'équip. : 64/75

Prof. Fora. : 5,60 m

Prof. Equip. : 5,57 m



Annexe C : Fiches de prélèvements

(8 pages)



FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU

Désignation

du point

PZ13

N° du projet : AQUP140417
Intitulé : SAFT - Investigations complémentaires
Commune : BORDEAUX (33)
Responsable de projet : B.GRAPTON

Opérateur(s) Antea Group : F.RICHARD	Prélevé le : 18/09/2015 09:30	Ordre : -
Niveau piézométrique : 0,68 m/repère non influencé	Profondeur ouvrage : 1,00 m/repère	
Nature du repère : Haut du tube métallique	Diamètre int. de l'ouvrage :	64 mm
Hauteur du repère / sol : 0,00 m/sol	Volume de l'ouvrage :	1 Litres
Cote du repère : -	Volume minimal à purger :	3 Litres
	Profondeur des crépines :	-

Outil de prélèvement : Pompe immergée 12 V	Outil de purge : Pompe immergée 12 V
Position de l'aspiration : -	Refoulement : Transcuve 1m3

Conditions météorologiques : Averses - 18°C - Couverture 3/8

Environnement du point de prélèvement : Usine SAFT

Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

Mesures physico-chimiques effectuées avec le matériel ODEAX.005 Sonde niveau NIVHC.80
selon les modes opératoires MO 20, MO 21 et MO 22

contrôles conformes : ☒ oui ☐ non

Temps de purge/min	Niveau dynamique (m / repère)	Débit de pompage (l/min)	Volume purgé (en litres)	T °C	Conduct. µS/cm. ☒ à 25 °C ☐ à 20 °C	pH	Oxygène dissous mg/l	Eh (mV)	Aspect de l'eau
1	0,98	1	1	21,0	1278	6,87	0,35	-137	Légèremen t trouble

Observation : piézomètre asséché à 1l - prélèvements après remontées successives

Flottants : NON

Echantillons délivrés au laboratoire : Agrolab **le : 21/09/2015**

Type d'analyses : COHV + Méthane + Ethène + Ethane + NO3 + SO4 + Cl-

Flaconnage :

2 x 150mL verre teinté acidifié HNO3- (LV2446) + 1x150mL PE (LV2609)

Conditionnement, stabilisation, filtration des échantillons : Eau brute. Transport en glacière réfrigérée.

Observations ou justification du non respect du mode opératoire :



FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU

Désignation

du point

PZ14

N° du projet : AQUP140417
Intitulé : SAFT - Investigations complémentaires
Commune : BORDEAUX (33)
Responsable de projet : B.GRAPTON

Opérateur(s) Antea Group : F.RICHARD	Prélevé le : 23/07/2015 12:35	Ordre : -
Niveau piézométrique : 0,79 m/repère non influencé	Profondeur ouvrage : 5,50 m/repère	
Nature du repère : Haut du tube métallique	Diamètre int. de l'ouvrage :	64 mm
Hauteur du repère / sol : 0,00 m/sol	Volume de l'ouvrage :	15 Litres
Cote du repère : -	Volume minimal à purger :	45 Litres
relative absolue	Profondeur des crépines :	-
Outil de prélèvement : Pompe immergée 12 V	Outil de purge : Pompe immergée 12 V	
Position de l'aspiration : -	Refolement : Transicuve 1m3	
Conditions météorologiques : Beau temps- 25°C - Couverture 0/8 - 1018hPa		
Environnement du point de prélèvement : Usine SAFT		

Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

Mesures physico-chimiques effectuées avec le matériel ODEAX.005 Sonde niveau NIVHC.80
selon les modes opératoires MO 20, MO 21 et MO 22

contrôles conformes : ☒ oui ☐ non

Temps de purge/min	Niveau dynamique (m / repère)	Débit de pompage (l/min)	Volume purgé (en litres)	T °C	Conduct. µS/cm. ☒ à 25 °C ☐ à 20 °C	pH	Oxygène dissous mg/l	Eh (mV)	Aspect de l'eau
0	0,79	7	0	25,5	-	8,9	8,0	37	Claire
13	1,45	7	93	25,5	-	8,9	7,97	37	Claire
52	5,25 et prélèvement	7	366	21,9	2343	6,5	0,86	-94	Claire
66	-	7	461	22,3	2233	6,5	1,97	-81	Claire

Observation : Prélèvement au deuxième palier de pompage

Flottants : NON

Echantillons délivrés au laboratoire : AGROLAB le : 31/07/2015

Type d'analyses : COHV+ Méthane + Ethène + Ethane + NO3 + SO4 + Cl-

Flaconnage :

2 x 150mL verre teinté acidifié HNO3- (LV2446) ++ 1x150mL PE (LV2609)

Conditionnement, stabilisation, filtration des échantillons : Eau brute. Transport en glacière réfrigérée.

Observations ou justification du non respect du mode opératoire :



FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU

Désignation

du point

PZ15

N° du projet : AQUP140417
Intitulé : SAFT - Investigations complémentaires
Commune : BORDEAUX (33)
Responsable de projet : B.GRAPTON

Opérateur(s) Antea Group : F.RICHARD	Prélevé le : 18/09/2015 10:25	Ordre : -
Niveau piézométrique : 0,68 m/repère non influencé	Profondeur ouvrage : 0,97 m/repère	
Nature du repère : Haut du tube métallique	Diamètre int. de l'ouvrage :	64 mm
Hauteur du repère / sol : 0,00 m/sol	Volume de l'ouvrage :	1 Litres
Cote du repère : -	Volume minimal à purger :	3 Litres
	Profondeur des crépines :	-

Outil de prélèvement : bailer manuel	Outil de purge : bailer manuel
Position de l'aspiration : -	Refolement : Transicuve 1m3

Conditions météorologiques : Averses - 18°C - Couverture 3/8

Environnement du point de prélèvement : Usine SAFT

Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

Mesures physico-chimiques effectuées avec le matériel ODEAX.005 Sonde niveau NIVHC.80
selon les modes opératoires MO 20, MO 21 et MO 22

contrôles conformes : ☒ oui ☐ non

Temps de purge/min	Niveau dynamique (m / repère)	Débit de pompage (l/min)	Volume purgé (en litres)	T °C	Conduct. µS/cm. ☒ à 25 °C ☐ à 20 °C	pH	Oxygène dissous mg/l	Eh (mV)	Aspect de l'eau
1	0,96	1	1	19,2	1016	7,2	0,0	46	Légèremen t trouble

Observation : piézomètre asséché à 1l - prélèvements après remontées successives

Flottants : NON

Echantillons délivrés au laboratoire : Agrolab le : 21/09/2015

Type d'analyses : COHV + Méthane + Ethène + Ethane + NO3 + SO4 + Cl-

Flaconnage :

2 x 150mL verre teinté acidifié HNO3- (LV2446) + 1x150mL PE (LV2609)

Conditionnement, stabilisation, filtration des échantillons : Eau brute. Transport en glacière réfrigérée.

Observations ou justification du non respect du mode opératoire :



FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU

Désignation

du point

PZ16

N° du projet : AQUP140417
Intitulé : SAFT - Investigations complémentaires
Commune : BORDEAUX (33)
Responsable de projet : B.GRAPTON

Opérateur(s) Antea Group : F.RICHARD	Prélevé le : 23/07/2015 12:35	Ordre : -
Niveau piézométrique : 1,71 m/repère non influencé	Profondeur ouvrage : 5,57 m/repère	
Nature du repère : Haut du tube métallique	Diamètre int. de l'ouvrage :	64 mm
Hauteur du repère / sol : 0,00 m/sol	Volume de l'ouvrage :	12 Litres
Cote du repère : -	Volume minimal à purger :	37 Litres
relative absolue	Profondeur des crépines :	-
Outil de prélèvement : Pompe immergée 12 V	Outil de purge : Pompe immergée 12 V	
Position de l'aspiration : -	Refolement : Transicuve 1m3	
Conditions météorologiques : Beau temps- 25°C - Couverture 0/8 - 1018hPa		
Environnement du point de prélèvement : Usine SAFT		

Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

Mesures physico-chimiques effectuées avec le matériel ODEAX.005 Sonde niveau NIVHC.80
selon les modes opératoires MO 20, MO 21 et MO 22

contrôles conformes : ☒ oui ☐ non

Temps de purge/min	Niveau dynamique (m / repère)	Débit de pompage (l/min)	Volume purgé (en litres)	T °C	Conduct. µS/cm. ☒ à 25 °C ☐ à 20 °C	pH	Oxygène dissous mg/l	Eh (mV)	Aspect de l'eau
0	1,71	7	0	18,8	1342	6,8	3,9	-80	Légèremen t trouble
14	3,18	7	101	17,6	1315	6,6	0,39	-109	Légèremen t trouble
34	-	7	237	17,3	1429	6,4	0,55	-83	Légèremen t trouble
38	-	7	269	17,8	1428	6,4	0,59	-82	Légèremen t trouble

Observation : Prélèvement au deuxième palier de pompage

Flottants : NON

Echantillons délivrés au laboratoire : Agrolab le : 24/07/2015

Type d'analyses : COHV + Méthane + Ethène + Ethane + NO3 + SO4 + Cl-

Flaconnage :

2 x 150mL verre teinté acidifié HNO3- (LV2446) + 1x150mL PE (LV2609)

Conditionnement, stabilisation, filtration des échantillons : Eau brute. Transport en glacière réfrigérée.

Observations ou justification du non respect du mode opératoire :

		FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU				Désignation du point			
						Fossé 1 et Fossé 2			
N° du projet :		AQUP140417							
Intitulé :		SAFT - Investigations complémentaires							
Commune :		BORDEAUX (33)							
Responsable de projet :		B.GRAPTON							
Opérateur(s) Anteagroup : F.RICHARD						Prélevé le : jeudi 23 juillet 2015			
Description : Prélèvement dans fossé situé à l'extérieur nord de l'usine le long de la cloture. L'eau dans le fossé est de couleur orangé et reste stagnante.									
Point de prélèvement : à 10 cm de la surface					Référence du point : -				
Temps de purge du point : -					Outil de prélèvement : Directement dans le flaconnage				
Conditions météorologiques : Temps chaud et sec									
Environnement du point de prélèvement : A l'extérieur du site - Le long de la cloture									
Paramètres physico-chimiques mesurés in situ									
N° échantillon : Fossé 1 et Fossé 2									
Temps de pompage (minutes)	Niveau dynamique (m/repère)	Débit de pompage (l/min)	Volume purgé (litres)	Temp. (°C)	Conduct.* μS/cm. ☒ à 25 °C ☐ à 20 °C	pH	Oxygène dissous (mg/l)	Eh (mV)	Aspect de l'eau
Fossé 1	-	-	-	22	21734	9	5	81	Orange foncé
Fossé 2	-	-	-	24	20456	9	3	35	Orange foncé
Observations / Remarques : Eau très colorée									
Echantillons délivrés au laboratoire : AGROLAB					le : vendredi 24 juillet 2015				
Type d'analyse : COHV+ Méthane + Ethène + Ethane + NO3 + SO4 + Cl-									
Type de flaconnage : 2 x 150mL verre teinté acidifié HNO3- (LV2446) + 1x150mL PE (LV2609)									
Conditionnement, stabilisation, filtration des échantillons : Eau brute. Transport en glacière.									
Observations ou justification du non respect du mode opératoire : Multiparamètres : ODEAX.005									



FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU

Désignation
du point

P1

N° du projet : AQUP140417

Intitulé : SAFT-Investigations complémentaires

Commune : Bordeaux

Responsable de projet :

B. GRAPTON Prélevé le :

mercredi 15 avril 2015

Opérateur(s) Antea Group :

S. KEROUEL

Heure de prélèvement

10h45

Niveau piézométrique :

0,84 m/repère

Profondeur ouvrage :

2,50 m/repère

non influencé

-

Nature du repère :

Bord bas du trou

Diamètre int. de l'ouvrage :

inconnu

Hauteur du repère / sol :

1cm/sol

Volume de l'ouvrage :

inconnu

Cote du repère :

1,09 m NGF

Volume minimal à purger :

inconnu

Profondeur des crépines :

-

Outil de prélèvement :

pompe 12V

Outil de purge : pompe 12V

Position de l'aspiration :

Refoulement : sol

Conditions météorologiques : beau temps

Environnement du point de prélèvement : jardin privé

Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

N° échantillon :

P1

Temps de pompage (mn)	Niveau dynamique (m / repère)	Débit de pompage (L/min)	Volume purgé (en litres)	T °C	Conduct. µS/cm.	pH	Oxygène dissous mg/L	Eh (mV)	Aspect de l'eau
début	0,84	8	-	13,1	1102	7,6	1,3	160	claire
fin	0,92	8	-	13,1	1103	7,5	1,3	160	claire

Observations : Purge pendant 5 min**Flottants :**

Echantillons délivrés au laboratoire : AGROLAB

le

16/04/2015

Type d'analyses : COHV

Flaconnage :

150mL verre teinté acidifié HNO3-

Observations ou justification du non respect du mode opératoire :

Mutiparamètre Neotek Antea n°013

Sonde piézométrique

 FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU		Désignation du point							
		P5							
N° du projet : AQUP140417 Intitulé : Suivi réglementaire de qualités des eaux souterraines du site SAFT Commune : BORDEAUX (33) Responsable de projet : M.GRAPTON Prélevé le : mardi 5 mai 2015									
Opérateur(s) Antea Group : L.LAB\F.RICHARD		Heure de prélèvement 13:30							
Niveau piézométrique : 0,985 m/repère non influencé		Profondeur ouvrage : 4,740 m/repère							
Nature du repère : Haut de tube métallique		Diamètre int. de l'ouvrage : 51 mm							
Hauteur du repère / sol : 0,67 m/sol		Volume de l'ouvrage (V): 8 Litres							
Cote du repère (mNGF) : 1,517		Volume minimal à purger (Vx5): 38 Litres							
		Profondeur des crépines : nc							
Outil de prélèvement : Pompe 12 V		Outil de purge : Pompe 12 V							
Position de l'aspiration : 4,50 m/repère		Refoulement : sol							
Conditions météorologiques : 1012hPa-Cumulus et altostratus-6/8-21°C									
Environnement du point de prélèvement : Extérieur du site industriel à l'ouest - Dans zone en friche engazonnée									
Paramètres physico-chimiques mesurés in situ									
N° échantillon : P5									
Temps de purge (min)	Niveau dynamique (m / repère)	Débit de pompage (L/min)	Volume purgé (en litres)	T °C	Conduct. (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (mg/L)	Potentiel RedOx (mV) Eh	Aspect de l'eau
0	0,99	7	0	14,7	1583	7,11	0,8	-35	Noirâtre
3	1,00	2	6	14,7	421	7,02	0,0	-62	chargée en sable
15	1,00	2	30	14,9	406	6,99	0,0	-68	chargée en sable
20	1,00	2	40	15,5	1562	6,94	0,0	-84	chargée en sable
Prélèvement	-	1	-	15,5	1562	6,94	0,0	-84	chargée en sable
Observations : Ouvrage très ensablé (sable gris foncé) - Exhaure d'environ 30L de sable durant le pompage- Tube PVC Bleu en 51/60 Flottants : non contrôlé									
Echantillons délivrés au laboratoire : AGROLAB					le : 06/05/2015				
Type d'analyses : COHV Flaconnage : 150mL verre teinté acidifié HNO3- Conditionnement, stabilisation, filtration des échantillons : EAU BRUTE. Transport en glacière.									
Observations ou justification du non respect du mode opératoire : Multiparamètres : ODEAX.005 Sonde piézométrique									



FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU

Désignation
du point

P7

N° du projet : AQUP140417

Intitulé : SAFT-Investigations complémentaires

Commune : Bordeaux

Responsable de projet :

B. GRAPTON Prélevé le :

mercredi 15 avril 2015

Opérateur(s) Antea Group :

S. KEROUEL

Heure de prélèvement

15h10

Niveau piézométrique :

2,26 m/repère

Profondeur ouvrage :

17,32 m/repère

non influencé

-

Nature du repère :

Dalle béton

Diamètre int. de l'ouvrage :

inconnu

Hauteur du repère / sol :

0,75 m/sol

Volume de l'ouvrage :

inconnu

Cote du repère :

5,51 m NGF

Volume minimal à purger :

inconnu

Profondeur des crépines :

-

Outil de prélèvement :

bailer jetable

Outil de purge :

bailer jetable

Position de l'aspiration :

17,12 m/repère

Refoulement :

puit

Conditions météorologiques : Beau temps

Environnement du point de prélèvement : puit sous abri

Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

N° échantillon :

P7

Temps de pompage (mn)	Niveau dynamique (m / repère)	Débit de pompage (L/min)	Volume purgé (en litres)	T °C	Conduct. µS/cm.	pH	Oxygène dissous mg/L	Eh (mV)	Aspect de l'eau
début	2,26	Purge impossible (ouvrage obstrué)							claire
fin	-								claire

Flottants : NON

Echantillons délivrés au laboratoire : AGROLAB

le

16/04/2015

Type d'analyses : COHV

Flaconnage :

150mL verre teinté acidifié HNO3-

Observations ou justification du non respect du mode opératoire :

Mutiparamètre Neotek Antea n°013

Sonde piézométrique

Annexe D : Bordereaux des résultats des analyses en laboratoire

(14 pages)

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

ANTEA
19 AVENUE LEONARD DE VINCI
33600 PESSAC
FRANCE

Date 22.04.2015
N° Client 35005854
N° commande 497584

RAPPORT D'ANALYSES

N° Cde 497584 Eau

Client 35005854 ANTEA
Référence AQUP140417-BOR15/162
Date de validation 17.04.15
Prélèvement par: Client (Sarah Kerouel)

Madame, Monsieur

Nous avons le plaisir de vous adresser ci-joint le rapport définitif des analyses chimiques provenant du laboratoire pour votre dossier en référence.

Sauf avis contraire, les analyses accréditées selon la norme EN ISO CEI 17025 ont été effectuées conformément aux méthodes de recherche citées dans les versions les plus actuelles de nos listes de prestations des Comités d'Accréditation Néerlandais (RVA), reconnus Cofrac, sous les numéro L005.

Si vous désirez recevoir de plus amples informations concernant le degré d'incertitudes d'une méthode de mesure déterminée, nous pouvons vous les fournir sur demande.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.

Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

En vous remerciant pour la confiance que vous nous témoignez, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur l'expression de nos sincères salutations.

Respectueusement,



AL-West B.V. Mme Hélène Lemasson, Tel. 33/380681935
Chargée relation clientèle

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

N° Cde 497584 Eau

N° échant.	Nom d'échantillon	Prélèvement	Site du prélèvement
143978	P1	15.04.2015	
143979	P7	15.04.2015	

	Unité	143978 P1	143979 P7
COHV			
Dichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/l	<0,2	0,5
cis-1,2-Dichloroéthène	µg/l	<0,50	<0,50
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	<0,50	<0,50
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/l	n.d.	n.d.
Trichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Début des analyses: 17.04.2015

Fin des analyses: 22.04.2015

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon..

AL-West B.V. Mme Hélène Lemasson, Tel. 33/380681935
Chargée relation clientèle

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé Ceci est en accord avec les prescriptions de la NF EN ISO/IEC 17025:2005 pour les rapports simplifiés. Il est valide avec la signature digitale.

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



N° Cde 497584 Eau

Liste des méthodes

EN-ISO 10301: Dichlorométhane Trichlorométhane Tétrachlorométhane 1,1-Dichloroéthane 1,2-Dichloroéthane 1,1,1-Trichloroéthane
1,1,2-Trichloroéthane 1,1- Dichloroéthylène Chlorure de Vinyle Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes Trichloroéthylène
Tétrachloroéthylène

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

ANTEA (33)
19 AVENUE LEONARD DE VINCI
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.07.2015
N° Client 35005854
N° commande 516346

RAPPORT D'ANALYSES

N° Cde 516346 Eau

Client 35005854 ANTEA (33)
Référence BOR15-305-AQUP140417
Date de validation 24.07.15
Prélèvement par: FR

Madame, Monsieur

Nous avons le plaisir de vous adresser ci-joint le rapport définitif des analyses chimiques provenant du laboratoire pour votre dossier en référence.

Sauf avis contraire, les analyses accréditées selon la norme EN ISO CEI 17025 ont été effectuées conformément aux méthodes de recherche citées dans les versions les plus actuelles de nos listes de prestations des Comités d'Accréditation Néerlandais (RVA), reconnus Cofrac, sous les numéro L005.

Si vous désirez recevoir de plus amples informations concernant le degré d'incertitudes d'une méthode de mesure déterminée, nous pouvons vous les fournir sur demande.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.

Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

En vous remerciant pour la confiance que vous nous témoignez, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur l'expression de nos sincères salutations.

Respectueusement,



AL-West B.V. Mme Hélène Lemasson, Tel. 33/380681935
Chargée relation clientèle

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

N° Cde 516346 Eau

N° échant.	Nom d'échantillon	Prélèvement	Site du prélèvement
253101	PZ14	23.07.2015	
253102	PZ16	23.07.2015	
253103	fossé1	23.07.2015	
253104	fossé2	23.07.2015	

Unité	253101 PZ14	253102 PZ16	253103 fossé1	253104 fossé2
-------	----------------	----------------	------------------	------------------

Analyses Physico-chimiques

Chlorures	mg/l	250	250	78	73
Nitrates - N	mg/l	<0,05	<0,05	0,38	<0,05
Sulfates	mg/l	<1,0	10	110	95

COHV

Dichlorométhane	µg/l	<0,5	<100 ^{hb}	<0,5	<0,5
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<100 ^{hb}	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<100 ^{hb}	<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	7400	<0,5	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<100 ^{hb}	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	1100	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<100 ^{hb}	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	<0,1	110	<0,1	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/l	0,3	5700	<0,2	<0,2
cis-1,2-Dichloroéthène	µg/l	0,56	37000	<0,50	<0,50
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	<0,50	850	<0,50	<0,50
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/l	0,6 ^{x)}	38000	n.d.	n.d.
Trichloroéthylène	µg/l	<0,5	2700	<0,5	1,1
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,7	13000	<0,1	3,2

Composés aliphatiques

Éthène	µg/l	<2,0	2200	<2,0	<2,0
Éthane	µg/l	40	2300	<2,0	3,2
Méthane	µg/l	6400	6500	43	180

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

hb) Les limites de détection/quantification ont été augmentées à cause de fortes teneurs en composés individuels, n'autorisant pas de mesures sans dilution.

Début des analyses: 24.07.2015

Fin des analyses: 30.07.2015

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

N° Cde 516346 Eau



AL-West B.V. Mme Hélène Lemasson, Tel. 33/380681935
Chargée relation clientèle

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé Ceci est en accord avec les prescriptions de la NF EN ISO/IEC 17025:2005 pour les rapports simplifiés. Il est valide avec la signature digitale.

Liste des méthodes

Conforme NEN-ISO 15923-1; équivalent à NEN-ISO 15682:Chlorures

conforme NEN-ISO 15923-1; Equivalent to EN-ISO 13395:Nitrates - N

Conforme NEN-ISO 15923-1;Equivalent à ISO 22743:Sulfates

EN-ISO 10301: Dichlorométhane Tétrachlorométhane Trichlorométhane 1,1-Dichloroéthane 1,2-Dichloroéthane 1,1,1-Trichloroéthane
1,1,2-Trichloroéthane 1,1- Dichloroéthylène Chlorure de Vinyle Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes Trichloroéthylène
Tétrachloroéthylène

méthode interne: n) Éthène Éthane Méthane

n) Non accrédité

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



Annexe de N° commande 516346

CONSERVATION, TEMPS DE CONSERVATION ET FLACONNAGE

Le délai de conservation des échantillons est expiré pour les analyses suivantes :

Nitrates - N 253101, 253102, 253103, 253104

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

ANTEA (33)
Baptiste GRAPTON
19 AVENUE LEONARD DE VINCI
33600 PESSAC
FRANCE

Date 29.09.2015
N° Client 35005854
N° commande 527888

RAPPORT D'ANALYSES

N° Cde 527888 Eau

Client 35005854 ANTEA (33)
Référence BOR15-416-AQUP140417 18/09/2015
Date de validation 21.09.15
Prélèvement par: FR

Madame, Monsieur

Nous avons le plaisir de vous adresser ci-joint le rapport définitif des analyses chimiques provenant du laboratoire pour votre dossier en référence.

Sauf avis contraire, les analyses accréditées selon la norme EN ISO CEI 17025 ont été effectuées conformément aux méthodes de recherche citées dans les versions les plus actuelles de nos listes de prestations des Comités d'Accréditation Néerlandais (RVA), reconnus Cofrac, sous les numéro L005.

Si vous désirez recevoir de plus amples informations concernant le degré d'incertitudes d'une méthode de mesure déterminée, nous pouvons vous les fournir sur demande.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.

Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

En vous remerciant pour la confiance que vous nous témoignez, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur l'expression de nos sincères salutations.

Respectueusement,



AL-West B.V. Mme Hélène Lemasson, Tel. 33/380681935
Chargée relation clientèle

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



Date	29.09.2015
N° Client	35005854
N° commande	527888

Copies

ANTEA (33)

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

N° Cde 527888 Eau

N° échant.	Nom d'échantillon	Prélèvement	Site du prélèvement
308098	PZ13	18.09.2015	
308099	PZ15	18.09.2015	

Unité

308098
PZ13

308099
PZ15

Analyses Physico-chimiques

Chlorures	mg/l	43	100
Nitrates - N	mg/l	<0,05	<0,05
Sulfates	mg/l	86	5,8

COHV

Dichlorométhane	µg/l	<0,5	<50^{hb}
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<50^{hb}
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<10^{hb}
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	52
1,2-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<50^{hb}
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<50^{hb}
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<50^{hb}
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	0,2	<10^{hb}
Chlorure de Vinyle	µg/l	33	2200
cis-1,2-Dichloroéthène	µg/l	94	63
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	<0,50	<50^{hb}
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/l	94^{x)}	63^{x)}
Trichloroéthylène	µg/l	2,1	<50^{hb}
Tétrachloroéthylène	µg/l	21	12

Composés aliphatiques

Éthène	µg/l	14	2100
Éthane	µg/l	23	720
Méthane	µg/l	1300	570

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

hb) Les limites de détection/quantification ont été augmentées à cause de fortes teneurs en composés individuels, n'autorisant pas de mesures sans dilution.

Début des analyses: 21.09.2015

Fin des analyses: 29.09.2015

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

N° Cde 527888 Eau



AL-West B.V. Mme Hélène Lemasson, Tel. 33/380681935
Chargée relation clientèle

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé Ceci est en accord avec les prescriptions de la NF EN ISO/IEC 17025:2005 pour les rapports simplifiés. Il est valide avec la signature digitale.

Copies

ANTEA (33)

Liste des méthodes

? Conform NEN-ISO 15923-1 glkw NEN-ISO 15682:Chlorures

conforme NEN-ISO 15923-1; Equivalent to EN-ISO 13395:Nitrates - N

Conforme NEN-ISO 15923-1;Equivalent à ISO 22743:Sulfates

EN-ISO 10301: Dichlorométhane Trichlorométhane Tétrachlorométhane 1,1-Dichloroéthane 1,2-Dichloroéthane 1,1,1-Trichloroéthane
1,1,2-Trichloroéthane 1,1- Dichloroéthylène Chlorure de Vinyle Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes Trichloroéthylène
Tétrachloroéthylène

méthode interne: n) Éthène Éthane Méthane

n) Non accrédité

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



Annexe de N° commande 527888

CONSERVATION, TEMPS DE CONSERVATION ET FLACONNAGE

Le délai de conservation des échantillons est expiré pour les analyses suivantes :

Nitrates - N 308098, 308099

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

ANTEA (33)
19 AVENUE LEONARD DE VINCI
33600 PESSAC
FRANCE

Date 29.07.2015
N° Client 35005854
N° commande 515876

RAPPORT D'ANALYSES

N° Cde 515876 Solide / Eluat

Client 35005854 ANTEA (33)
Référence SAFT AQUP140417
Date de validation 22.07.15
Prélèvement par: FR

Madame, Monsieur

Nous avons le plaisir de vous adresser ci-joint le rapport définitif des analyses chimiques provenant du laboratoire pour votre dossier en référence.

Sauf avis contraire, les analyses accréditées selon la norme EN ISO CEI 17025 ont été effectuées conformément aux méthodes de recherche citées dans les versions les plus actuelles de nos listes de prestations des Comités d'Accréditation Néerlandais (RVA), reconnus Cofrac, sous les numéro L005.

Si vous désirez recevoir de plus amples informations concernant le degré d'incertitudes d'une méthode de mesure déterminée, nous pouvons vous les fournir sur demande.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.

Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

En vous remerciant pour la confiance que vous nous témoignez, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur l'expression de nos sincères salutations.

Respectueusement,



AL-West B.V. Mme Hélène Lemasson, Tel. +33/380681935
Chargée relation clientèle

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

N° Cde 515876 Solide / Eluat

N° échant.	Prélèvement	Nom d'échantillon
249701	21.07.2015	Pz14 (2-2,9m)
249702	21.07.2015	Pz14 (4-5m)

	Unité	249701 Pz14 (2-2,9m)	249702 Pz14 (4-5m)
Prétraitement des échantillons			
Matière sèche	%	68,6	35,4
Analyses Physico-chimiques			
Perte au feu	% Ms	5,3	26,8
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	11000	130000
Fraction (pipette)			
Fraction < 2 µm	% Ms	31	41
Fraction < 50 µm	% Ms	69	53
Fraction < 2000 µm	% Ms	83	54

Début des analyses: 22.07.2015

Fin des analyses: 29.07.2015

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

AL-West B.V. Mme Hélène Lemasson, Tel. +33/380681935
Chargée relation clientèle

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé Ceci est en accord avec les prescriptions de la NF EN ISO/IEC 17025:2005 pour les rapports simplifiés. Il est valide avec la signature digitale.

Liste des méthodes

Matière solide

conforme ISO 10694: COT Carbone Organique Total

ISO 11277: Fraction < 2 µm Fraction < 50 µm Fraction < 2000 µm

ISO11465; EN12880: Matière sèche

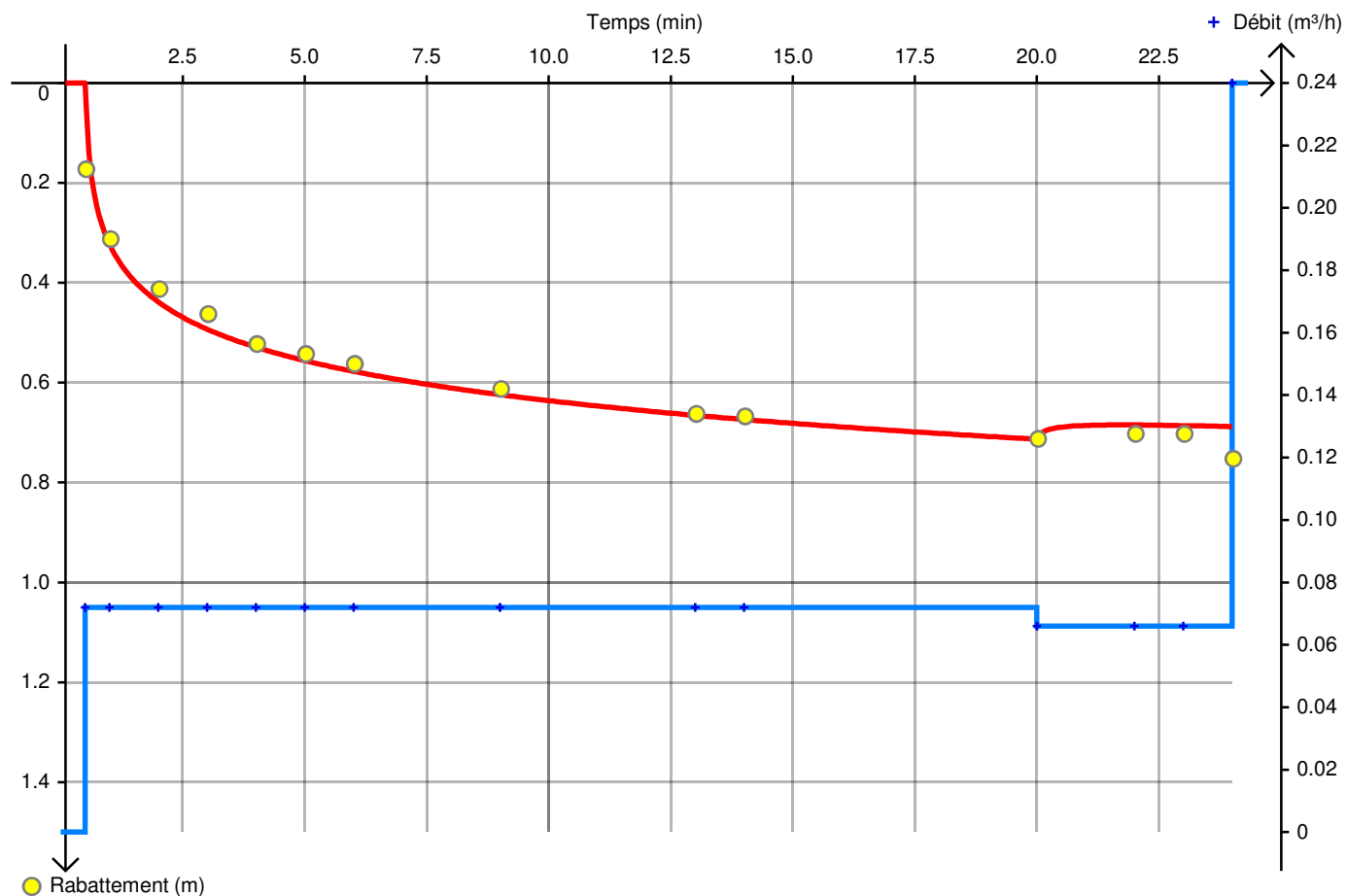
méthode interne: Perte au feu

Annexe E : Interprétation des essais de pompage

(2 pages)

Site	SAFT
Aquifère capté	Alluvions
Epaisseur de l'aquifère	5 m

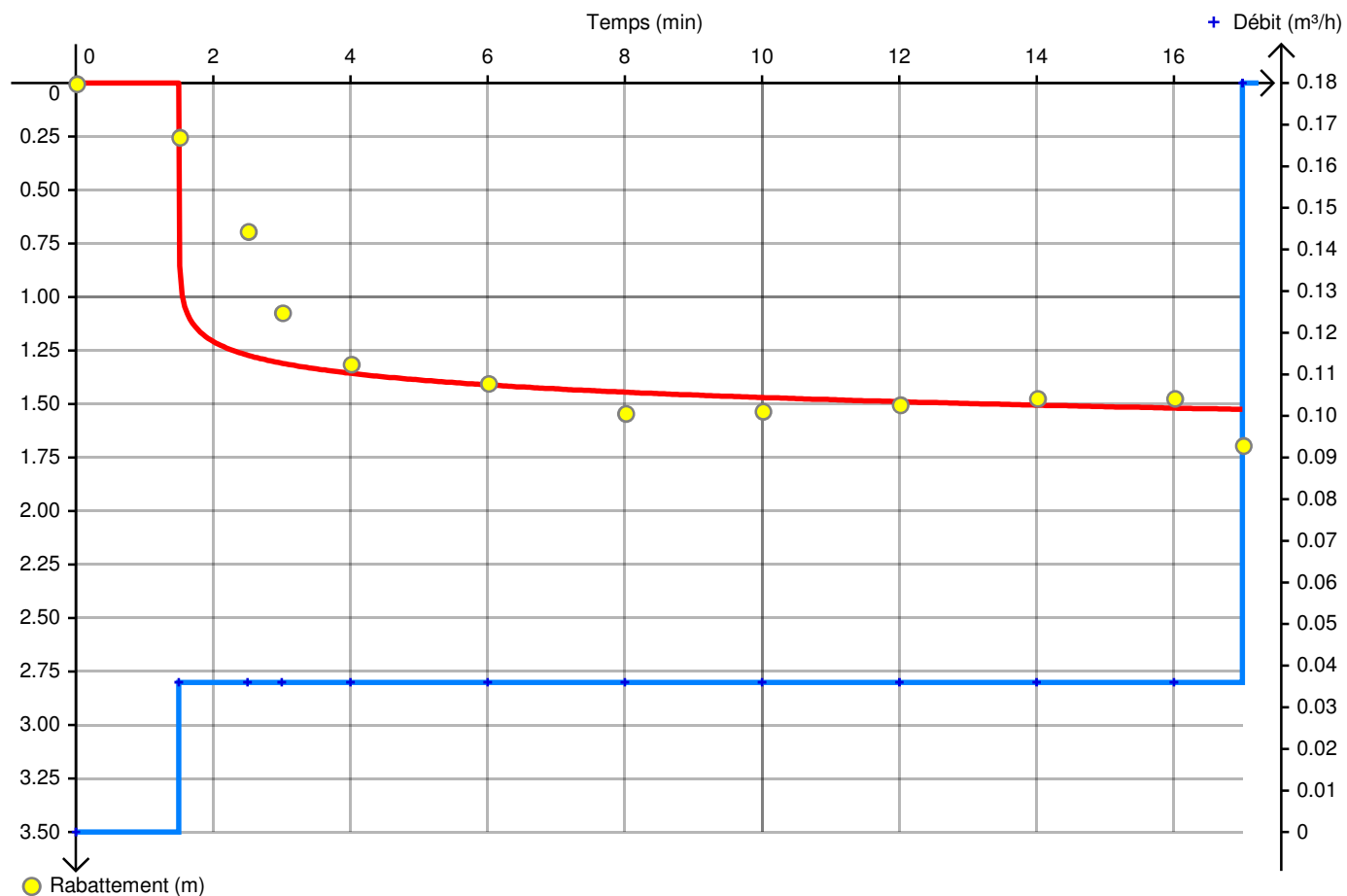
Type d'ouvrage	Puits
Rayon d'observation	4E-2 m



Légende	
	Débit
	Rabatement mesuré
	Courbe théorique
Interprétation à l'aide de la solution	
Type aquifère	Captif
Transmissivité	$1.48 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
Perméabilité	$2.96 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Site	SAFT
Aquifère capté	Alluvions
Epaisseur de l'aquifère	5 m

Type d'ouvrage	Puits
Rayon d'observation	4E-2 m



Légende	
+ Débit	
● Rabatement mesuré	
— Courbe théorique	
Interprétation à l'aide de la solution	
Type aquifère	Theis
Transmissivité	Captif
Perméabilité	$8.60 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
	$1.72 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Annexe F : Évaluation quantitative des risques sanitaires

(30 pages)

Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires hors site

1. Préambule

Les usages constatés hors site en aval et les impacts observés en nappe ont justifié de vérifier la compatibilité entre l'état du sous-sol et les usages constatés hors site.

Dans le cas présent, il s'agit d'identifier des éventuels scénarios d'exposition aux Composés OrganoHalogénés Volatils (COHV) via les voies de transfert potentielles suivantes :

- L'inhalation de vapeurs au droit d'habitation ou d'établissement scolaire (cas du transfert des COHV par volatilisation dans les maisons ou autres constructions au dessus du panache) ;
- L'ingestion de légumes arrosés par de l'eau contaminée prélevée dans la nappe des alluvions récentes (cas de l'arrosage de jardins potagers via l'eau de nappe). On rappelle qu'il n'a pas été identifié à ce jour d'utilisation de la nappe des alluvions anciennes pour ce type d'usage.

Dans cette optique et suite aux investigations menées au droit et en aval du site depuis 2007, une évaluation des risques sanitaires hors site a été exécutée dans le cadre de la démarche du plan de gestion et est l'objet de la présente Annexe.

L'évaluation des risques sanitaires réalisée est représentative uniquement du secteur situé en aval du site et en aval de la friche, au nord-ouest, à proximité des piézomètres Pz12 et Pz11, au regard des données actuellement disponibles en nappe, et en considérant les usages connus à ce jour dans ce secteur.

L'évaluation des risques pour la santé humaine repose sur le concept « sources-vecteurs-cibles » (cf. schéma conceptuel) :

- source de substances à impact potentiel ;
- transfert des substances (par un « vecteur ») vers un point d'exposition ;
- exposition à ces substances des populations (ou « cibles ») situées au point d'exposition.

La démarche d'évaluation des risques est composée de quatre étapes :

- identification des dangers ;
- présentation des relations doses-réponses pour les substances considérées ;
- évaluation des expositions ;
- caractérisation des risques.

Les informations sur les « sources » se basent sur les résultats obtenus dans les eaux souterraines dans le secteur, soit au droit des ouvrages Pz12 et Pz11, lors des campagnes de 2012 à 2015.

Pour un scénario donné, le risque par substance est obtenu en procédant au calcul du Quotient de Danger (QD) et de l'Excès de Risque Individuel (ERI). Les résultats obtenus sont ensuite comparés aux critères sanitaires en vigueur.

On retiendra donc qu'il y a, pour chaque substance et pour chaque scénario, trois niveaux de calcul : le calcul de la concentration au point d'exposition (modèle de transfert), le calcul de la dose absorbée (modèle d'exposition) et le calcul des risques sanitaires (QD pour les risques toxiques et ERI pour les risques cancérogènes).

Les risques pour un individu et pour un scénario donné sont obtenus en cumulant les risques calculés par substance, démarche qui conserve un caractère sécuritaire.

2. Identification des sources de dangers, des vecteurs et des cibles

Cette EQRS fait référence aux résultats des campagnes de suivi de la qualité des eaux souterraines réalisées en 2012 et 2015 dont une synthèse est présentée dans la présente étude et en Annexe G. Antea Group recommande donc de s'y référer.

2.1. Justification des milieux source retenus

L'ensemble des campagnes de suivi de la qualité des eaux souterraines mises en œuvre entre les années 2007 et 2015 ont permis de mettre en évidence la présence d'une problématique en COHV au droit et en aval du site SAFT. En aval du site, au nord-ouest (au-delà de la friche), cette problématique concerne la nappe des alluvions anciennes (Pz11) et, dans une moindre mesure, la nappe des alluvions récentes (Pz12).

Les résultats d'analyse pour ces deux nappes montrent des concentrations parfois supérieures aux limites de qualité (Annexes de l'arrêté du 11 janvier 2007 ou OMS). **Les eaux souterraines sont donc retenues comme source.**

Au regard du contexte hydrogéologique du site et des mécanismes de transfert dans le sous-sol, il ne semble pas justifié de prendre en compte la nappe des alluvions anciennes pour les calculs de risque pour les voies d'exposition par inhalation. En effet, dans le sous-sol, le dégazage des substances volatiles se fait à l'interface eau/sol non saturé. Toutefois, le compartiment sus-jacent aux alluvions anciennes étant constitué des alluvions récentes saturées, le transfert n'est pas possible. **Ainsi seule la nappe des alluvions récentes est retenue pour les calculs pour les voies d'exposition par inhalation, soit les données disponibles au droit de l'ouvrage Pz12.**

Dans le cadre des diagnostics antérieurs, les sources sols ont été recherchées et identifiées au droit du site SAFT uniquement. Ainsi, dans le cadre de cette EQRS les sols impactés ne sont pas retenus comme milieu source en première approche.

Par ailleurs, aucune mesure de gaz du sol ou d'air ambiant n'a été réalisée hors site à ce stade.

2.2. Vecteurs de transfert

Le secteur étudié est occupé par des habitations collectives, des établissements scolaires et des jardins familiaux.

Au vu des usages connus à ce jour dans le secteur étudié, les vecteurs de transfert pris en compte dans le cadre de cette étude sont :

- **L'air du sol puis l'air ambiant via la remontée de vapeurs depuis la nappe des alluvions récentes** dans l'air extérieur et l'air intérieur ;
- **L'eau pour l'ingestion de légumes arrosés par l'eau de la nappe des alluvions récentes.**

2.3. Cibles

Les cibles retenues pour le calcul de risques sont :

- Les résidents des habitats et les occupants des établissements scolaires (adultes et enfants), au sein de bâtiment sans sous-sol ;
- Les usagers des potagers (individuels ou familiaux), consommant les légumes arrosés par l'eau de nappe.

2.4. Scénarios retenus

Au vu des usages connus à ce jour au droit du secteur étudié (aval nord-ouest du site, au-delà de la friche) et des vecteurs de transfert identifiés, les scénarii retenus pour les calculs sont les suivants :

- Inhalation de vapeurs en intérieur au droit d'un bâtiment, issues de la nappe des alluvions récentes ;
- Ingestion de végétaux arrosés par l'eau de nappe (avec prise en compte des concentrations dans la nappe des alluvions récentes).

Ces voies d'exposition sont donc retenues pour les calculs de risque. La voie d'exposition par inhalation de vapeur en extérieur, minorante vis-à-vis d'une exposition par inhalation en intérieur, n'a pas été prise en compte à ce stade.

3. Evaluation des doses-effets pour les substances retenues (Annexe F2-1)

Cette étape concerne, d'une part, la description des symptômes pouvant être observés suite à une exposition à court ou à long terme, d'autre part le choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (V.T.R.). Si ces valeurs n'existent pas réglementairement, elles seront recherchées dans la littérature scientifique. On distingue deux types d'effets : les effets à seuil ou systémiques et les effets sans seuil ou cancérigènes, pour lesquels des VTR différentes sont disponibles.

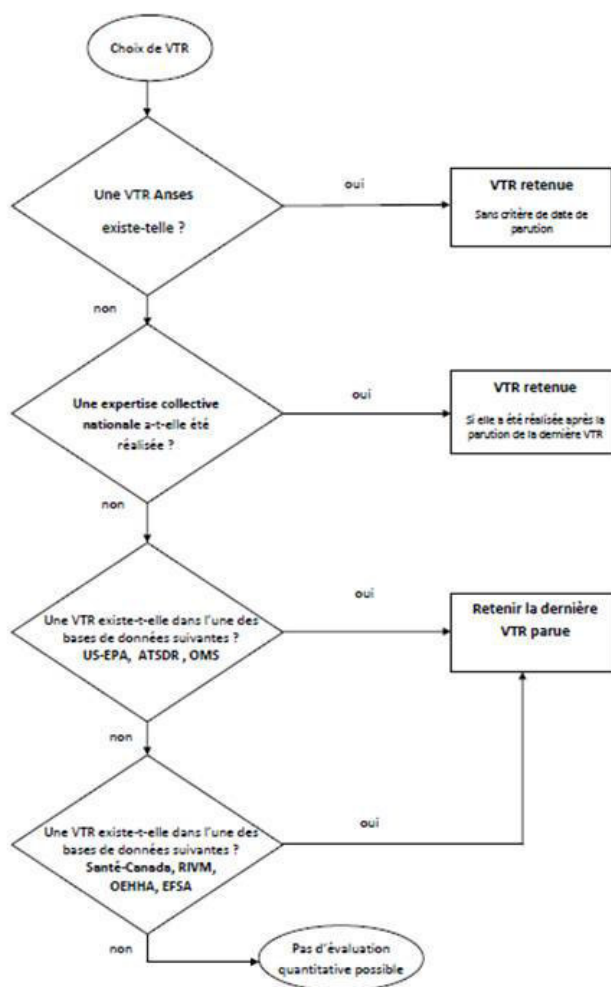
Les substances n'ayant pas de Valeurs Toxicologiques de Référence ne seront pas prises en compte dans l'étude. En effet, nous avons retenu les éléments traceurs de risques pour lesquels des Valeurs Toxicologiques de Référence étaient disponibles dans les

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B – Annexe F

bases spécialisées (US-EPA, OMS, ATSDR, PEHHA, Health Canada) conformément aux prescriptions établies par la Circulaire n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 en date du 31 octobre 2014, cosignée par la DGS et la DGPR, relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des VTR pour mener les évaluations de risque sanitaire dans le cadre des études d'impact et de la gestion de sites et sols pollués.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont recherchées parmi les 8 bases de données nationales et internationales suivantes : Anses^[1], USEPA^[2], ATSDR^[3], OMS^[4], Santé Canada, RIVM^[5], OEHHA^[6] et EFSA^[7].

La méthodologie proposée par cette circulaire et utilisée dans la présente étude pour la sélection des VTR est décrite dans le schéma ci-après.



^[1] Anses : **Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail**

^[2] USEPA : United-States Environmental Protection Agency, base de données des Etats-Unis

^[3] ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry, base de données des Etats-Unis

^[4] OMS : Organisation Mondiale de la Santé

^[5] RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, base de données des Pays-Bas

^[6] OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment, base de données de l'état de Californie

^[7] EFSA : Autorité européenne de sécurité des aliments

4. Evaluation des expositions (Annexe F2-1)

4.1. Estimation des expositions

Les trois étapes nécessaires au calcul du risque, pour un scénario donné, sont les suivantes :

- Transfert des polluants des sols vers le point d'exposition ; cette première étape permet de calculer la concentration du polluant au point d'exposition ;
- Evaluation de la Dose Journalière d'Exposition (DJE) : celle-ci dépend d'une part, de la concentration au point d'exposition et, d'autre part, du régime d'exposition des individus (taux d'inhalation, durée d'exposition ...) ;
- Calcul des risques (distinction entre les substances cancérigènes et non cancérigènes) : cette évaluation permet alors de comparer les risques calculés aux seuils définis par la circulaire du MEDDE et le guide de la « démarche d'Analyse des Risques Résiduels » du 8 février 2007.

L'annexe F2-2 détaille ces trois étapes principales.

4.2. Choix des substances à retenir et concentrations retenues

4.2.1.1. Eléments traceurs de risque considérés (source nappe)

Pour chaque scénario d'exposition, la sélection des substances est fondée sur deux critères appliqués successivement :

- Critère 1 : sélection des substances dont la concentration est supérieure au seuil de quantification et, parmi ces substances, sélection des substances dont la concentration est supérieure aux limites de qualité (par ordre de priorité : Annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007, puis OMS, puis seuils fournis aux Etats-Unis).
- Critère 2 : parmi les substances retenues selon le critère 1, sélection des substances pour lesquelles une Valeur Toxicologique de Référence (VTR) est disponible dans la bibliographie.

Le choix des substances à impact potentiel repose sur les analyses réalisées sur eaux souterraines entre 2007 et 2015. Les éléments traceurs du risque sont les Hydrocarbures C5-C40, les BTEX, les COHV et les métaux lourds.

4.2.1.2. Substances et concentrations retenues dans le milieu eaux souterraines

Les hydrocarbures totaux, les BTEX et les métaux, ne répondent pas aux critères précités (non détectés pour les hydrocarbures totaux et les BTEX) et ne sont donc pas retenus pour les calculs de risque. **Ainsi, seuls les COHV sont retenus.**

4.2.1.3. Concentrations retenues

L'EQRS a été réalisée sur la base des concentrations dans la nappe des alluvions récentes mesurées entre 2012 et 2015 au droit de l'ouvrage Pz12.

Les concentrations retenues pour la voie inhalation de vapeur en intérieur et pour l'ingestion de légume sont les **concentrations moyennes mesurées sur l'ensemble des campagnes d'analyses réalisées au droit de Pz12**.

Les concentrations retenues sont présentées dans le tableau ci-dessous. On soulignera que les autres COHV n'ont pas été retenus avec jamais détectés (teneurs inférieures à la limite de quantification du laboratoire).

Substance retenue	Concentration moyenne mesurée au Pz12 (7 campagnes) ($\mu\text{g/l}$)	Teneur maximum (pour mémoire) ($\mu\text{g/l}$)	Nombre de campagne où la substance a été détectée	Annexes de l'arrêté du 11/01/2007 ou Limite de qualité ou OMS ($\mu\text{g/l}$)	Substance retenue
Chlorure de Vinyle	0.27	0,70	1 (mai 2015)	0,5	Oui
cis-1,2-Dichloroéthylène	0.56	0,92	1 (mai 2015)	50	Non
Trichloroéthylène	0,14	0,40	1 (juillet 2012)	20	Non

Tableau 1 : Substances et teneurs retenues dans les eaux souterraines (alluvions récentes) – Voie d'exposition par inhalation de vapeur et par ingestion de légumes

4.3. Paramètres d'exposition retenus

4.3.1.1. Caractéristiques des sols et des eaux souterraines

Pour la caractérisation des sols, on distingue le sol « source » (sols impactés) et le sol « vecteur de transfert ».

Au regard des données disponibles (coupes piézomètres), au droit du secteur étudié, les sols de transferts correspondent aux remblais superficiels dont la composition est hétérogène (limons sablo-argilo-graveleux). Dans ce contexte une hypothèse sécuritaire et majorante a été retenue dans les modèles d'exposition pour tenir compte de cette hétérogénéité : les sols ont été considérés comme très perméables et ainsi assimilés à des sables.

Paramètres de calcul	Valeur	Unités	Justification
Masse volumique du sol	1,7	g/cm^3	Valeur par défaut pour tout type de sol
Différentiel de pression	40	g/cm.s^2	Valeur conservatrice par défaut du modèle Johnson & Ettinger
Fraction de carbone organique	0,002	-	Hypothèse (valeur sécuritaire)
Perméabilité à l'air milieu de transfert	$9,91.10^{-12}$	m^2	Valeur calculée à partir de Johnson et Ettinger pour un sol de type « sable »
Teneur en air du sol milieu de transfert	0,321	-	Différence entre porosité et teneur en eau pour un sol de type « sable »
Teneur en eau du sol milieu de transfert	0,054	-	Valeur moyenne du modèle Johnson et Ettinger pour un sol de type « sable »
Profondeur de la « nappe » au droit du bâtiment	1	m	Valeur moyenne mesurée hors-site

Tableau 2 : Propriétés physico-chimiques du type de sol de la zone de transfert

4.3.1.2. Scénario inhalation de vapeurs en intérieur

En l'absence de données précises sur les lieux d'exposition, des caractéristiques standards ont été retenues pour les calculs. Les tableaux ci-après présentent les hypothèses retenues.

Les caractéristiques du milieu de transfert peuvent influencer fortement sur les résultats de l'évaluation. Le choix de certains des paramètres pris en compte sera discuté dans l'analyse des incertitudes.

Paramètres de calcul	Valeur	Unités	Justification
Taux d'échange dans les bâtiments	$1,39.10^{-4}$	/s	Standard milieu résidentiel Soit un renouvellement de 0,5 fois/heure
Hauteur de la pièce	2.5	m	Standard
Longueur pièce	5	m	Valeur par défaut du modèle Johnson & Ettinger
Largeur pièce	5	m	Valeur par défaut du modèle Johnson & Ettinger
Densité des fissures	0.2	m ⁻²	Valeur modèle standard
Epaisseur de la dalle du RDC	0,20	m	Hypothèse Antea Group

Tableau 3 : Hypothèses d'aménagement retenues pour les usages actuels d'habitat ou d'établissement scolaire

4.3.1.3. Scénario ingestion de végétaux

Concernant la consommation des légumes de jardin potager, nous ne disposons pas de donnée réelle permettant d'apprécier la quantité de légumes consommés par jour (ration alimentaire). Dans ce contexte les données ont été adaptées à partir d'une étude publiée par l'INSEE (Dubeaux, 1991) et d'une étude sur le comportement alimentaire de la population du Val de marne (Preziosi, 1991).

Le Tableau 4 présente les hypothèses retenues.

Paramètres de calcul	Valeur adulte	Valeur enfant	Unités	Justification
Quantité de végétaux frais feuillus consommés	0.066	0,0287	kg/j	Donnée INSEE (1991) et étude Val de Marne
Quantité de végétaux frais racinaires consommés	0.069	0,0406	kg/j	

Tableau 4 : Caractéristiques retenues pour l'ingestion de légumes arrosés par l'eau de nappe

4.3.1.4. Budget espace/temps

Pour la voie d'exposition par inhalation en intérieur, les hypothèses d'exposition retenues sont basées sur le « guide pour le calcul des VCI » réalisé par l'INERIS¹, pour un usage de type « résidentiel ». Pour cet usage, les temps d'exposition retenus sont majorants par rapport à un usage de type « établissement scolaire ».

Concernant la consommation des légumes du jardin potager, nous ne disposons pas de donnée réelle permettant d'apprécier la fréquence d'exposition. Dans ce contexte une hypothèse sécuritaire et majorant a été retenue : consommation sur toute l'année.

Scénarii considérés	Adultes	Enfants
Inhalation de vapeurs en intérieur (usage résidentiel)	217 j/an ²	296 j/an ³
Ingestion de légumes arrosés par l'eau de nappe	365 j/an	365 j/an

NB : les jours mentionnés dans le tableau correspondent à des jours de 24H.

Tableau 5 : Hypothèses d'exposition retenues pour chaque scénario (adultes et enfants)

5. Évaluation et caractérisation des risques

5.1. Règle de cumul des effets entre voies et substances

Les niveaux de risques sont calculés en pratiquant l'additivité des risques selon les règles de l'art en la matière. Le cumul des effets entre substances sera traduit par la sommation des Quotients de Danger ou des Excès de Risques Individuels, selon les règles suivantes :

- pour les effets à seuil : addition des Quotients de Danger pour l'ensemble des substances sans distinction des organes cibles dans une première approche sécuritaire ;
- pour les effets sans seuil : addition de tous les Excès de Risque Individuel.

5.2. Résultats des calculs des risques sanitaires

Les tableaux suivants présentent la somme des Quotients de Danger (QD) et des Excès de Risques Individuels relatifs aux usages retenus.

Pour les effets à seuil, un Quotient de Danger (QD) est calculé en faisant le rapport entre la Dose Journalière d'Exposition (DJE) et la Valeur Toxicologique de Référence pour la voie considérée.

¹ Guide INERIS « Méthode de Calcul des VCI » - DRC01-25587, Novembre 2001

² Correspond à 14 h/j, 5j /7 hiver, 23 h/j, 2j /7 hiver, et 12 h/j, 7j /7 été

³ Correspond à 23 h/j, 7 j/7 hiver et 16 h/j, 7 j/7 été.

Selon le référentiel de l'INERIS, un QD inférieur à 1 (seuil préconisé) conduit à ce que la survenue d'un effet à seuil apparaît peu probable y compris pour les populations sensibles.

Pour les effets sans seuil, un Excès de Risque Individuel (ERI) est calculé en multipliant la DJE (pour les effets sans seuil) avec l'Excès de Risque Unitaire.

Selon le référentiel de l'INERIS, un ERI inférieur à 10^{-5} (seuil préconisé) conduit à ce que la survenue d'un effet sans seuil apparaît peu probable y compris pour les populations sensibles.

Le détail des calculs est joint en Annexe F2-3.

L'évaluation montre, dans le cadre des conditions actuelles pour l'ensemble des cibles étudiées :

- Un niveau de risque inférieur aux critères sanitaires en vigueur, pour les risques toxiques : QD < 1,
- Un niveau de risque inférieur aux critères sanitaires en vigueur pour les risques cancérogènes (excès de risque individuel) : ERI < 1.10^{-5} .

On notera que les concentrations en chlorure de vinyle contribuent de manière majoritaire, dans les calculs des risques sanitaires.

Substances ERI Adultes	Inhalation en intérieur (résidentiel) Source nappe "alluvions récentes"
Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	4,38E-07
Somme	4,38E-07

substances Eri Enfants	Inhalation en intérieur (résidentiel) Source nappe "alluvions récentes"
Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	1,51E-06
Somme	1,51E-06

Tableau 6 : Excès de Risques Individuels – inhalation de vapeur en intérieur (usage résidentiel)

substances QD Adultes	Inhalation en intérieur (résidentiel) Source nappe "alluvions récentes"
Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	2,69E-03
Somme	2,69E-03

substances QD Enfants	Inhalation en intérieur (résidentiel) Source nappe "alluvions récentes"
Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	3,66E-03
Somme	3,66E-03

Tableau 7 : Quotients de Danger – inhalation de vapeur en intérieur (usage résidentiel)

Substances ERI Adultes	Ingestion de végétaux arrosés par l'eau de nappe Source nappe "alluvions récentes"
Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	1,35E-07
Somme	1,35E-07

substances Eri Enfants	Ingestion de végétaux arrosés par l'eau de nappe Source nappe "alluvions récentes"
Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	6,69E-08
Somme	6,69E-08

Tableau 8 : Excès de Risques Individuels – ingestion de légumes arrosés par l'eau de nappe

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B – Annexe F

substances QD Adultes	Ingestion de végétaux arrosés par l'eau de nappe Source nappe "alluvions récentes"	substances QD Enfants	Ingestion de végétaux arrosés par l'eau de nappe Source nappe "alluvions récentes"
Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	1,68E-04	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	4,16E-04
Somme	1,68E-04	Somme	4,16E-04

Tableau 9 : Quotients de Danger – ingestion de légumes arrosés par l’eau de nappe

6. Discussion sur les calculs de risques

6.1. Incertitudes sur l'échantillonnage et l'analyse

Les analyses sur les eaux souterraines utilisées pour les calculs de risques sont issues des investigations menées hors site entre 2012 et 2015 et représentent 7 campagnes d'analyse au total. Il s'agit de données relativement récentes.

6.2. Définition des cibles, usages et scénarii d'exposition

L'évaluation des risques a été menée pour les usages connus hors site, au nord-ouest, au-delà de la friche, en l'état des connaissances à octobre 2015, soit :

- un usage résidentiel ou d'établissement scolaire au sein d'un bâtiment sans sous-sol,
- un usage de jardin potager, privé ou familial, avec ingestion potentielle de légumes arrosés par l'eau de nappe.

Dans le cadre d'une étude plus approfondie, il pourrait être intégré l'exposition à l'inhalation de vapeurs en extérieur. On rappelle néanmoins que l'exposition en intérieur est majorante. Par ailleurs, l'exposition par ingestion d'eau direct (usage domestique ou usage de piscine) n'a pas été prise en compte à ce stade au regard des usages connus. Dans le cas où ces usages seraient identifiés, une mise à jour des calculs de risque devrait être réalisée.

De manière générale, si des usages autres que ceux décrits étaient présents hors site, une nouvelle analyse des risques sanitaires devrait être réalisée.

Par ailleurs, le secteur en friche situé en aval immédiat du site SAFT n'a pas été retenu pour les calculs de risque en l'absence d'usage dans ce secteur à ce jour.

Enfin, afin de tenir compte de la possibilité de cumul des 2 usages considérés, les valeurs de niveaux de risques ont été sommées, pour les risques toxiques et cancérogènes. Les résultats montrent que les niveaux de risques restent inférieurs aux critères sanitaires en vigueur (tableaux 10 et 11).

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B – Annexe F

Substances ERI Adultes	Inhalation en intérieur (résidentiel) + ingestion de végétaux arrosés par de l'eau de nappe Source nappe "alluvions récentes"
Chlorure de vinyle	5,73E-07
Somme	5,73E-07

substances Eri Enfants	Inhalation en intérieur (résidentiel) + ingestion de végétaux arrosés par de l'eau de nappe Source nappe "alluvions récentes"
Chlorure de vinyle	1,58E-06
Somme	1,58E-06

Tableau 10 : Excès de Risques Individuels – ingestion de légumes arrosés par l’eau de nappe et inhalation en intérieur

substances QD Adultes	Inhalation en intérieur (résidentiel) + ingestion de végétaux arrosés par de l'eau de nappe Source nappe "alluvions récentes"
Chlorure de vinyle	2,85E-03
Somme	2,85E-03

substances QD Enfants	Inhalation en intérieur (résidentiel) + ingestion de végétaux arrosés par de l'eau de nappe Source nappe "alluvions récentes"
Chlorure de vinyle	4,08E-03
Somme	4,08E-03

Tableau 11 : Quotients de Danger – ingestion de légumes arrosés par l’eau de nappe et inhalation en intérieur

6.3. Choix des milieux « source »

L’objectif de la présente étude est d’évaluer les risques sanitaires pour les usages constatés en aval nord-ouest du site SAFT, sur la base des données disponibles sur la qualité de l’eau de nappe. Aussi seul ce milieu a été considéré.

Dans ce cadre, seule la nappe des alluvions récente a été prise en compte. En effet, les phénomènes de transfert depuis la nappe des alluvions anciennes ne sont pas pris en compte dans la mesure où le milieu de transfert, constitué par les alluvions récentes sus-jacentes, est un milieu saturé, non propice aux transferts.

6.4. Incertitudes liées au choix des substances et aux concentrations retenues

Les substances retenues pour les calculs de risques sont celles présentant un caractère toxique et présentes en concentrations supérieures au seuil de détection dans les eaux souterraines et supérieures aux limites de potabilité dans les eaux souterraines. Les substances n’ayant pas de valeurs toxicologiques de référence n’ont pas été prises en compte dans l’étude.

Concernant le choix des éléments traceurs de risques, les concentrations retenues pour les calculs de risques sont les valeurs moyennes dosées dans les eaux souterraines en entre 2012 et 2015 au droit de l’ouvrage Pz12 ce qui constitue un choix réaliste intégrant les variations temporelles de la qualité de la nappe.

Afin de tester la sensibilité de ce paramètre, nous avons réalisé des calculs de risques sur la base des concentrations maximales observées (chlorure de vinyle : 0,70 µg/l). Les calculs ont été réalisés pour l’inhalation de vapeur en intérieur et présente des niveaux de risque acceptables.

6.5. Choix des paramètres d'exposition

Les différents paramètres d'exposition utilisés dans l'étude sont présentés dans le paragraphe 1.4.3. Ces valeurs sont issues des banques de données scientifiques disponibles, des données de terrain connues ou bien d'hypothèses proposées par Antea Group.

D'une manière générale, nous avons retenu des hypothèses réalistes.

6.5.1. Inhalation de vapeurs en intérieur : nature des sols de transfert

Ayant considéré la nappe des alluvions récentes comme source, les sols de transfert correspondent aux sols sus-jacents d'est à dire aux remblais dont la nature est hétérogène. A titre conservateur, ces sols ont été considérés comme très perméables et ainsi assimilés à des sables.

On rappelle toutefois que le type de terrain en place peut fortement influencer les calculs et cette hypothèse peut entraîner une sur ou une sous-estimation des risques en cas de sol de perméabilité plus élevée ou plus faible.

Il en est de même pour le carbone Organique Total pour lequel, en l'absence de donnée sur les sols en place, une valeur standard, sécuritaire a été retenue.

6.5.2. Inhalation de vapeurs en intérieur : caractéristiques des lieux d'exposition

Les données sur les caractéristiques des lieux d'exposition ne sont pas connues et ont donc été définies, à titre d'hypothèse, sur la base des données « standard ».

6.5.3. Inhalation de vapeurs en intérieur : temps d'exposition

Les temps d'exposition pour l'inhalation de vapeurs en intérieurs sont basés sur les données fournies par le « guide pour le calcul des VCI » réalisé par l'INERIS⁴, pour un usage de type « résidentiel » et correspondent :

- Pour les adultes : à 14 h/j, 5j /7 et 23 h/j, 2j /7 en hiver, et, en été 12 h/j, 7j /7,
- Pour les enfants : à 23 h/j, 7 j/7 en hiver et 16 h/j, 7 j/7 en été.

Pour les usages de type établissement scolaire, les fréquences d'exposition attendues, pour les adultes et les enfants, seront moindres et donc les expositions seront moindres.

6.5.4. Ingestion de légumes : quantité de végétaux ingérés

La quantité de végétaux consommée (0,066 kg/j pour les adultes et 0,0287 kg/j pour les enfants pour des végétaux frais feuillus et 0,069 kg/j pour les adultes et 0,0406 kg/j pour les enfants pour des végétaux frais racinaires) provient du Guide pour le calcul des VCI réalisé par l'INERIS. En cas de consommation plus importante, les calculs seraient alors sous-estimés.

⁴ Guide INERIS « Méthode de Calcul des VCI » - DRC01-25587, Novembre 2001

6.5.5. *Ingestion de légumes : fréquence d'exposition pour la consommation de végétaux*

Pour l'exposition par ingestion de végétaux arrosés par l'eau de nappe, le panier de végétaux autoproduits a été considéré comme consommé toute l'année (365 jours par an). Toutefois, cette hypothèse semble relativement pénalisante et entraînera une surestimation du risque dans le cas où les végétaux autoproduits ne seraient consommés que sur une période de l'année.

6.5.6. *Ingestion de légumes*

La principale incertitude sur les paramètres liés à la voie d'exposition par ingestion de légume concerne les facteurs de Bioconcentration (BCF). En outre, on notera que l'évaporation au moment de l'arrosage, la volatilisation lors de l'arrosage ne sont pas prises en compte, ce qui constitue une hypothèse majorante.

Les BCF utilisés dans la présente étude sont soit celles disponibles en l'état actuel des connaissances soit calculées à partir du log Kow, ce qui est très majorant pour les calculs.

7. Conclusion de l'EQR

L'EQR réalisée sur la base des hypothèses décrites dans les paragraphes précédents, montre un **niveau de risque hors site, en l'état actuel, inférieur aux critères sanitaires en vigueur**, sur la base de la qualité des eaux souterraines dans la nappe des alluvions récentes connue à octobre 2015 au droit de Pz12 et des usages connus en aval nord-ouest du site.

Annexe F2-1. Relations doses-réponses

(2 pages)

Relation doses-réponses

1- Généralités

Cette étape concerne, d'une part, la description des symptômes pouvant être observés suite à une exposition à long terme et d'autre part, le choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR). Elles sont recherchées dans la littérature scientifique.

On distingue deux types d'effets : les effets à seuil ou systémiques et les effets sans seuil (correspondant globalement aux effets cancérogènes). La terminologie varie selon les organismes produisant ces différentes VTR.

• Effets à seuil

La VTR est exprimée en milligramme par kilogramme de poids corporel et par jour, pour la voie d'ingestion et en milligramme (ou microgramme) par mètre cube pour l'inhalation. C'est une estimation de l'exposition journalière d'une population humaine (y compris les sous-groupes sensibles : enfants, personnes présentant des maladies, personnes âgées...) qui, vraisemblablement, ne présente pas de risque appréciable d'effets néfastes durant une vie entière.

• Effets sans seuil

L'ERU (Excès de Risque Unitaire) est une estimation haute du risque d'apparition d'un cancer par unité de dose liée à une exposition « vie entière » applicable à tous les individus d'une population qu'ils appartiennent ou non à un groupe sensible. Cette valeur est appelée « slope factor » ou « unit risk » par les Anglo-saxons. Un ERU s'exprime en inverse de dose soit en (milligramme par kilogramme de poids corporel et par jour)⁻¹ pour la voie d'ingestion et en (milligramme par mètre cube)⁻¹ pour la voie d'inhalation.

Remarque : Les valeurs toxicologiques de référence utilisées sont calculées notamment à partir de facteurs d'incertitude afin de couvrir la variabilité intra-individuelle humaine.

2- Choix des valeurs toxicologiques de référence

La sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) est effectuée conformément aux prescriptions établies par la circulaire n° DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006 relative « aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact ».

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont recherchées parmi les 6 bases de données nationales et internationales suivantes : USEPA^[1], ATSDR^[2], OMS^[3], Health Canada, RIVM^[4] et de l'OEHA^[5].

La méthodologie proposée par la circulaire DGS du 30 mai 2006 et utilisée dans la présente étude pour la sélection des VTR est décrite ci-après.

^[1] USEPA : United-States Environmental Protection Agency, base de données des Etats-Unis

^[2] ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry, base de données des Etats-Unis

^[3] OMS : Organisation Mondiale de la Santé

^[4] RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, base de données des Pays-Bas

^[5] OEHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment, base de données de l'état de californie

SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B – Annexe F

Trois cas de figure sont présentés :

- aucune valeur toxicologique de référence n'est recensée pour une substance chimique parmi les 6 bases de données recensées ci-dessus. En l'absence de VTR pour cette substance, une quantification des risques n'est pas envisageable même si les données d'exposition sont exploitables. Aucune valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) ni aucune valeur guide de qualité des milieux ne peut être prise en compte ;
- une seule valeur toxicologique de référence existe dans l'une des 6 bases de données. Cette valeur sera retenue sauf si cette valeur est provisoire ou qu'il s'agit d'une transposition (exposition aiguë / exposition chronique, ou voie orale / voie respiratoire) ;
- plusieurs Valeurs Toxicologiques de Référence existent dans les 6 bases de données pour un même effet critique, une même voie et une même durée d'exposition. Par mesure de simplification, la VTR sélectionnée est celle retrouvée dans l'une des six bases en respectant la hiérarchisation suivante :
 - pour les substances à effets à seuil successivement US EPA puis ATSDR puis OMS/IPCS puis Health Canada puis RIVM et en dernier lieu OEHHA,
 - pour les substances à effets sans seuil successivement US EPA puis OMS/IPCS puis RIVM puis OEHHA.

Annexe F2-2. Evaluation des expositions

(2 pages)

Evaluation des expositions

Les trois étapes nécessaires au calcul du risque, pour un scénario donné, sont les suivantes :

- transfert des polluants des sols vers le point d'exposition : dosage ou calcul de la concentration du polluant au point d'exposition (évitée ici par des mesures directement au point d'exposition) ;
- évaluation de la Dose Journalière d'Exposition (DJE) : celle-ci dépend d'une part, de la concentration au point d'exposition et d'autre part, du régime d'exposition des individus (taux d'inhalation, durée d'exposition...) ;
- calcul des risques (distinction entre les substances cancérigènes et non cancérigènes) : cette évaluation permet alors de comparer les risques calculés aux seuils définis par la circulaire du 10 décembre 1999.

Les paragraphes suivants détaillent ces trois étapes principales.

Calculs de la Dose Journalière d'Exposition (DJE)

Le calcul des Doses Journalières d'Exposition (DJE) distingue les substances cancérigènes des substances non cancérigènes.

Substances non cancérigènes

La formule permettant de calculer la DJE_{ij} (exprimée en mg/(kg.j) ou la CI (exprimée mg/m³) dans le cas des substances non cancérigènes est la suivante :

$$DJE_{ij} = \frac{T \cdot Q_{ij} \cdot F}{P \cdot T_m \cdot 365} \cdot C_i \cdot ou \cdot CI = \frac{C_i \cdot t_i \cdot T \cdot F}{T_m \cdot 365}$$

où : Q_{ij} est la quantité de milieu i administrée par la voie j par jour (en kg/j ou m³/j),
 t_i est la fraction du temps d'exposition à la concentration C_i pendant une journée,
 F est la fréquence d'exposition (en j/an),
 T est la durée d'exposition (en an),
 P est le poids de l'individu (en kg),
 T_m est le temps moyen de prise en compte de l'apparition possible d'un effet néfaste sur la santé (toute la durée d'exposition T pour les substances à effets non cancérigènes) (en an),
 C_i est la concentration au point d'exposition (en mg/kg ou mg/m³),
 CI concentration moyennée d'exposition (en mg/m³),

Substances cancérigènes

La formule permettant de calculer la DJE_{ij} (exprimée en mg/(kg.j) ou la CI (exprimée mg/m³) dans le cas des substances cancérigènes est la suivante :

$$DJE_{ij} = \frac{T \cdot Q_{ij} \cdot F}{P \cdot T_m \cdot 365} \cdot C_i \cdot ou \cdot CI = \frac{C_i \cdot t_i \cdot T \cdot F}{T_m \cdot 365}$$

où : Q_{ij} est la quantité de milieu i administrée par la voie j par jour (en kg/j ou m³/j),
 t_i est la fraction du temps d'exposition à la concentration C_i pendant une journée,
 F est la fréquence d'exposition (en j/an),
 T est la durée d'exposition (en an),
 P est le poids de l'individu (en kg),
 T_m est le temps moyen de prise en compte de l'apparition possible d'un effet néfaste sur la santé (toute la vie de l'individu, soit 70 ans, pour les substances à effet cancérigène),
 C_i est la concentration au point d'exposition (en mg/kg ou mg/m³),
 CI est la concentration moyennée au point d'exposition (en mg/m³).

Mode de calcul des risques

Substances non cancérigènes

Le Quotient de Danger pour les effets non cancérigènes se calcule selon l'équation suivante (cumul pour l'ensemble des substances non cancérigènes de la zone considérée) :

$$QD = \sum_{substances} [DJE_{nc} / DJT]$$

où : DJT est la dose journalière tolérable de la substance.

Cette approche avec cumul des risques associés aux substances à effet sans seuil est sécuritaire (en théorie, le cumul des risques est justifié pour des substances ayant des effets sur un même organe).

D'après les critères du guide de la « démarche d'Analyse des Risques Résiduels », un QD inférieur à 1 signifie que le niveau de risque pour la population est tolérable pour les effets systémiques.

Substances cancérigènes

Pour les substances cancérigènes, l'excès de risque individuel se calcule selon l'équation suivante (cumul pour l'ensemble des substances cancérigènes de la zone considérée) :

$$ERI = \sum_{substances} [DJE_c \times ERU]$$

où : ERU est l'excès de risque unitaire.

L'excès de risque individuel tolérable par personne est compris entre 10⁻⁶ et 10⁻⁴. L'ERI de 10⁻⁵ a été retenu ici (guide de la « démarche d'Analyse des Risques Résiduels »).

Annexe F2-3. Calculs de risques sanitaires

(3 pages)

VTR disponibles – Effets sans seuil

Numéro CAS	Dénomination	Paramètre	Valeur adultes	Valeur Enfants	Organe cible	Année	Commentaire	Transposition	Nom source d'info	Val_Def	Classification US-EPA	Classification IARC	Valeur retenue
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	ERU Ingestion ((mg/kg/j))-1)	0.625	0.625		2012		non	ANSES	VRAI	A	1	oui
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	ERU Ingestion ((mg/kg/j))-1)	0.75	1.5	Exposition cumulée depuis la naissance	2000		non	Base de données IRIS de l'US-EPA: http://www.epa.gov/iris/index.html	FAUX	A	1	
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	ERU Ingestion ((mg/kg/j))-1)	0.0167	0.0167		2000		non	RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM); National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands).	FAUX	A	1	
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	ERU Ingestion ((mg/kg/j))-1)	0.27	0.27		2004		non	OEHHA	FAUX	A	1	

VTR disponibles – Effets à seuil

Numéro CAS	Dénomination	Paramètre	Valeur adultes	Valeur Enfants	Facteur d'incertitude	Organe cible	Année	Commentaire	Transposition	Nom source d'info	Valeur par défaut	Valeur retenue
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	DIT Ingestion (mg/kg/j)	0.003	0.003	30	Hépatotoxicité (rat)	2000		non	Base de données IRIS de l'US-EPA: http://www.epa.gov/iris/index.html	FAUX	
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	DIT Ingestion (mg/kg/j)	0.003	0.003	30	Hépatotoxicité (rat)	2006		non	ATSDR	VRAI	oui

Paramètres physico-chimiques

Numéro Cas	Dénomination	Facteur de bioconcentration Feuille (poids sec) (l)	Facteur de bioconcentration Racine (poids sec) (l)	Log de coefficient de partition octanol-eau (l)	numéro de la référence	intitulé
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	6.382665 (98)	5.848563 (98)	1.4 (1)	1	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS
					2	Base de données HSDB
					98	Calculé

Numéro Cas	Dénomination	Coefficient de partition carbone organique (koc) (l/kg)	Constante de Henry (l)	Diffusion dans l'air (cm ² /s)	Diffusion dans l'eau (cm ² /s)	Solubilité (mg/l)	numéro de la référence	intitulé
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	8 (1)	0.6455 (5)	0.106 (1)	0.0000012 (1)	1600 (1)	1	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS
							2	Base de données HSDB
							5	Soil Vapor Extraction Technology de T., A. Pedresen et J., T. Curtis (1991). (constante de Henry à 10°C)
							8	Base de données CALTOX

*SAFT – Site de Bordeaux (33)
Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion
A81576/B – Annexe F*

Calculs de risques – inhalation de vapeur en intérieur – source nappe des alluvions récentes (ouvrage Pz12) – concentrations moyennes

Paramètres de calcul				Valeur	Unités	Justification				
Masse volumique du sol				1.700000048	g/cm3	BP RISC				
Différentiel de pression				40	g/cm.s2	Valeur du modèle JOHNSON ET ETTINGER				
Epaisseur des fissures de la dalle				0.200000003	m					
Fraction de carbone organique				0.002	-					
Hauteur du bâtiment				2.5	m					
Perméabilité à l'air				9.91E-12	m2					
Largeur du bâtiment				5	m					
Longueur du bâtiment				5	m					
Profondeur des fissures				0.200000003	m					
Rayon équivalent des fissures				0.001	m	Méthode de calcul Johnson-Ettinger				
Teneur en air des fissures				0.321000001		Valeur bibliographique				
Teneur en air du sol				0.321000001						
Teneur en eau des fissures				0.0540000001		Valeur bibliographique				
Teneur en eau du sol				0.0540000001						
Taux de renouvellement d'air du bâtiment				0.000139	/s	Valeur du modèle RBCA				
Liste des substances	Dénomination	Type	Effet	Milieu	Concentration de la source	Unité	Profondeur de la source (m)	Concentration au point d'exposition		
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	COHV	Toxique et cancérigène	Nappe	0.00027	mg/l	1	0.000451922		
Id_Produit	Nom_produit	Milieu	C air du sol (mg/m3)	C_PE	C_PE2	IR_Ad	IR_Enf	ERI_Ad	ERI_Enf	ERI total
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	Nappe	0.174284995	0.00045192		0.00268677	0.0036649	4.37559E-07	1.512E-06	1.9496E-06

Calculs de risques – ingestion de légumes arrosés par l’eau de nappe – source nappe des alluvions récentes (ouvrage Pz12) – concentrations moyennes

Paramètres de calcul		Valeur	Unités	Justification	Paramètres d'exposition			Valeur	Unités	Justification
Teneur en matière sèche feuillus		0.116999999		INERIS - Méthode de Calcul des VCI - 2001	Durée d'exposition (adultes)			30	ans	INERIS - Méthode de Calcul des VCI - 2001
Teneur en matière sèche racinaires		0.202000007		INERIS - Méthode de Calcul des VCI - 2001	Durée d'exposition (enfants)			6	ans	INERIS - Méthode de Calcul des VCI - 2001
					Fréquence d'exposition (adultes)			365	j/an	INERIS - Méthode de Calcul des VCI - 2001
					Fréquence d'exposition (enfants)			365	j/an	INERIS - Méthode de Calcul des VCI - 2001
					Poids adultes			70	kg	Valeur du modèle HESP
					Poids enfant			15	kg	Valeur du modèle HESP
					Qtt de vég. frais feuillus consommée (adultes)			0.066	kg/j	INERIS - Méthode de Calcul des VCI - 2001
					Qtt de vég. frais feuillus consommée (enfants)			0.0287	kg/j	INERIS - Méthode de Calcul des VCI - 2001
					Qtt de vég. frais racinaires consommée (adulte)			0.069	kg/j	INERIS - Méthode de Calcul des VCI - 2001
					Qtt de vég. frais racinaires consommée (enfant)			0.0406	kg/j	INERIS - Méthode de Calcul des VCI - 2001
Liste des substances		Dénomination	Type	Effet	Milieu	Concentration de la source		Unité	Profondeur de la source (m)	Concentration au point d'exposition
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	COHV	Toxique et cancérigène	Nappe		0.00027		mg/L	1	0.000318981
Id_Produit	Nom_produit	Milieu	C_Pe	C_PE2	IR_Ad	IR_Enf	ERI_Ad	ERI_Enf	ERI total	
75-01-4	Chlorure de vinyle [Chloroéthène]	Nappe	0.00031898	0.000201628	0.00016818	0.000416386	1.35142E-07	6.6919E-08	2.0206E-07	

Annexe F2-4. Equations des expositions aux risques

(5 pages)

SCENARIO INHALATION DE VAPEURS EN INTERIEUR SANS SOUS SOL

Les formules exposées ici sont essentiellement tirées de : « User's guide for the **Johnson and Ettinger** (1991/2003) model for subsurface vapor intrusion into buildings », préparé par Environmental Quality Management, Inc., pour E.H. Pechan & Associates, Inc. (U.S. Environmental Protection Agency), septembre 1997. Elles proviennent principalement du chapitre 2-5 : « The infinite source solution to convective and diffusive transport ».

➤ Le transport de pollution de l'air du sol vers l'air confiné dans un bâtiment est donné par la formule suivante :

$$C_{\text{air confiné}} = \alpha \cdot C_{\text{air sol}}$$

où : $C_{\text{air confiné}}$ est la concentration dans l'air des bâtiments, pour la substance considérée (mg/m³) ;

c' est la **concentration au point d'exposition C_PE** : $C_{\text{air confiné}} = C_{\text{PE}}$

$C_{\text{air sol}}$ est la concentration dans l'air du sol, pour la substance considérée (mg/m³) ;

α est le coefficient d'atténuation (sans dimension).

Sous l'hypothèse que le transport de masse est permanent (source infinie, transport convectif et diffusif), Johnson et Ettinger (1991/2003) donnent la formule suivante pour le coefficient d'atténuation α :

$$\alpha = \frac{\left(\frac{Deff_{\text{sol}} \times A_b}{Q_{\text{bat}} \times L_s} \right) \cdot \exp\left(\frac{Q_{\text{sol}} \times ep - F}{Deff_{\text{sol}} \times A_{\text{crack}}} \right)}{\exp\left(\frac{Q_{\text{sol}} \times ep - F}{Deff_{\text{sol}} \times A_{\text{crack}}} \right) + \left(\frac{Deff_{\text{sol}} \times A_b}{Q_{\text{bat}} \times L_s} \right) + \left(\frac{Deff_{\text{sol}} \times A_b}{Q_{\text{sol}} \times L_s} \right) \cdot \left[\exp\left(\frac{Q_{\text{sol}} \times ep - F}{Deff_{\text{sol}} \times A_{\text{crack}}} \right) - 1 \right]}$$

[Equation 13 du User's guide Johnson & Ettinger]

où : $Deff_{\text{sol}}$ est le coefficient de diffusion effectif équivalent du sol (m²/s) (calcul présenté ci-après);

A_b est la surface de l'espace fermé (m²) (calcul présenté ci-après) ;

Q_{bat} est le taux de ventilation du bâtiment (m³/s) (calcul présenté ci-après) ;

L_s est la profondeur qui sépare le bâtiment de la source (m) ;

Q_{sol} est le flux de gaz du sol pénétrant dans le bâtiment (m³/s) (calcul présenté

ci-après);

$ep - F$ est l'épaisseur des fondations (m) ;

A_{crack} est la surface des fissures totales (m²) (calcul présenté ci-après) ;

$Deff_F$ est le coefficient de diffusion effectif à travers les fissures (m²/s)
 (supposé être équivalent au coefficient effectif de la couche du sol en contact avec le bâtiment) (calcul présenté ci-après).

Les étapes intermédiaires de calcul, nécessaires à la mise en œuvre de cette formule, sont détaillées ci-dessous :

Les expressions pour les deux termes Q_{bat} et Q_{sol} sont les suivantes :

$$Q_{bat} = long_b \times larg_b \times haut_b \times tra_b$$

[Equation 14 du User's guide Johnson & Ettinger]

$$Q_{sol} = \frac{2 \times \pi \times delta_P \times k_v \times X_F}{\mu \times \ln \left(\frac{2 \times prof_F}{r_{crack}} \right)}$$

[Equation 15 du User's guide Johnson & Ettinger]

où : $long_b$, $larg_b$ et $haut_b$ sont respectivement les longueur, largeur et hauteur du bâtiment (m) ;
 tra_b est le taux de renouvellement de l'air dans le bâtiment (s⁻¹) ;
 $delta_P$ est le gradient de pression entre la surface du sol et l'espace clos (g/cm-s²) ;
 k_v est la perméabilité du sol au flux de vapeur, spécifique du sol (m²) ;
 X_F est le périmètre de jonction sol-mur, c'est-à-dire le périmètre intérieur du bâtiment (m) ;
 μ est la viscosité de l'air (g/cm-s) ;
 $prof_F$ est la profondeur des fissures sous le rez-de-chaussée (m) ;
 r_{crack} est le rayon équivalent des fissures (m).

Avec :

$$A_b = long_b \times larg_b$$

$$X_F = 2 \times (larg_b + long_b)$$

$$A_{crack} = r_{crack} \times X_F$$

[Equation 16 du User's guide Johnson & Ettinger]

Ceci permet de définir η :

η est la fraction de surface occupée par les fissures dans le dallage (sans dimension).

➤ Notons que nous avons retenu, pour la mise en œuvre du modèle, une seule couche de sol.

$$Deff_{sol} = D_{air} \cdot \frac{\theta_{a,i}^{3.33}}{(\theta_{a,s} + \theta_{e,s})^2} + \frac{D_{eau}}{H} \cdot \frac{\theta_{e,s}^{3.33}}{(\theta_{a,s} + \theta_{e,s})^2}$$

[1^{ère} équation A13 du Tier 2 de RBCA ou Equation 11 du User's Guide Johnson & Ettinger]

$$Deff_F = D_{air} \cdot \frac{\theta_{a,F}^{3.33}}{(\theta_{a,F} + \theta_{e,F})^2} + \frac{D_{eau}}{H} \times \frac{\theta_{e,F}^{3.33}}{(\theta_{a,F} + \theta_{e,F})^2}$$

[4^{ème} équation A13 du Tier 2 de RBCA ou Equation 6 du User's Guide Johnson & Ettinger]

où : $Deff_{sol}$ est le coefficient de diffusion effectif équivalent du sol (m²/s) ;
 $Deff_F$ est le coefficient de diffusion effectif à travers les fissures (m²/s) ;
 D_{air} est la diffusivité dans l'air, pour la substance considérée (m²/s) ;
 $\theta_{a,s}$ est la teneur en air de la couche de sol (sans dimension) ;
 $\theta_{e,s}$ est la teneur en eau de la couche de sol (sans dimension) ;
 $\theta_{a,F}$ est la teneur en air des fissures (sans dimension) ;
 $\theta_{e,F}$ est la teneur en eau des fissures (sans dimension) ;
 D_{eau} est la diffusivité dans l'eau, pour la substance considérée (m²/s) ;
 H est la constante de Henry, pour la substance considérée (sans dimension) ;

➤ Enfin, la concentration dans l'air du sol est estimée par la formule suivante :

Pour le sol :

$$C_{air\ sol} = Min \left[\frac{H \times d_{sol} \times 1000}{\theta_{e,s} + Koc \times foc \times d_{sol} + H \times \theta_{a,s}} \cdot C_{sol} ; H \times S \times 1000 \right]$$

[1^{ère} partie de l'équation CM-3a de RBCA]

où : $C_{air\ sol}$ est la concentration dans l'air du sol (en mg/m³) ;
 C_{sol} est la concentration dans le sol (en mg/kg) ;
 S est la solubilité (en mg/l) ;
 d_{sol} est la densité du sol (en g/cm³) ;

K_{oc} est le coefficient de partage du carbone organique, spécifique du sol (cm^3/g) ;

f_{oc} est la fraction de carbone organique dans le sol (sans dimension) ;

H est la constante de Henry (sans dimension).

N.B. : Le terme $H \times S \times 1000$ correspond à la saturation de l'air du sol, pour la substance considérée (1000 étant un coefficient servant à harmoniser les unités).

Pour la nappe :

$$C_{air\ sol} = H \times C_{nappe} \times 1000$$

[Equation 15 du User's guide Johnson & Ettinger]

où : $C_{air\ sol}$ est la concentration dans l'air du sol (mg/m^3) ;

C_{nappe} est la concentration dans la nappe (mg/l) ;

H est la constante de Henry (sans dimension).

SCENARIO INGESTION DE LEGUMES ARROSES PAR L'EAU DE NAPPE

Transferts de substances via la consommation de végétaux

En se basant sur l'hypothèse que les concentrations dans la nappe qui sert à l'arrosage, sont identiques aux concentrations dans l'eau du sol où poussent les plantes arrosées (hypothèse pénalisante), les concentrations dans la plante se calculent selon les équations suivantes :

$$C_{\text{plante feuilles}} = BCF_{\text{feui}} \times C_{\text{eau}}$$

Où : $C_{\text{plante feuilles}}$ est la concentration dans les parties aériennes du végétal (mg/kg) ;
 c'est la **concentration au point d'exposition** dans les feuilles : $C_{\text{plante feuilles}} = C_{\text{PE_feui}}$;
 BCF_{feui} est le facteur de bioconcentration dans les parties aériennes du végétal ((mg/kg) frais de plante/(mg/L) dans l'eau du sol) ;
 C_{eau} est la concentration dans l'eau du sol (mg/L) ;

Et :

$$C_{\text{plante racines}} = BCF_{\text{rac}} \times C_{\text{eau}}$$

Où : $C_{\text{plante racines}}$ est la concentration dans la partie racinaire du végétal (mg/kg) ;
 c'est la **concentration au point d'exposition dans les racines** : $C_{\text{plante racines}} = C_{\text{PE_rac}}$;
 BCF_{rac} est le facteur de bioaccumulation dans les racines ((mg/kg) frais de racine/(mg/L) dans l'eau du sol) ;
 C_{eau} est la concentration dans l'eau du sol (mg/L).

Ces relations sont issues de l'équation 7-11a du chapitre 7 du guide de l'utilisateur du logiciel BP Risc (Risk Integrated Software for Clean-Ups): User's Manual Version 4.0 d'octobre 2001.

La dose d'exposition se calcule alors de la manière suivante :

$$DJE = \frac{(C_{\text{PE_rac}} \times Q_{\text{rac}} + C_{\text{PE_feui}} \times Q_{\text{feui}}) \times FE \times DE}{P \times Tm \times 365}$$

où : DJE est la dose journalière d'exposition (mg/kg.jour) ;
 $C_{\text{PE_rac}}$ la concentration au point d'exposition dans les racines (mg/kg) ;
 $C_{\text{PE_feui}}$ la concentration au point d'exposition dans les feuilles (mg/kg) ;
 Q_{rac} est la quantité journalière ingérée de végétaux racinaires (kg/jour) ;
 Q_{feui} est la quantité journalière ingérée de végétaux feuilles (kg/jour) ;
 FE est la fréquence d'exposition (jours/an) ;
 DE est la durée d'exposition (années) ;
 P est le poids corporel de la cible (kg) ;
 Tm est le temps moyenné (ans) :

Tm = DE pour les substances à seuil,

Tm = 70 ans pour les substances sans seuil

Annexe G : Synthèse de l'évolution des concentrations dans les piézomètres de suivi

(7 pages)

Pz1		jull.-07	aout.-08	nov.-10	jull.-12	nov.-12	mai-13	oct.-13	juin-14	oct.-14	mai.-15
Paramètre	Unité										
Minéralisation											
Chlorures	mg/l	96	110	87	100	100	110	100	100	100	93
Nitrates - N	mg/l	24	0,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfates	mg/l	54	19	23	35	46	89	58	37	40	<1,0
Métaux											
Arsenic (As)	µg/L										<5,0
Cadmium (Cd)	µg/L										1
Chrome (Cr)	µg/L										3
Cuivre (Cu)	µg/L										<2,0
Mercurc (Hg)	µg/L										<0,03
Nickel (Ni)	µg/L										<5,0
Plomb (Pb)	µg/L										<5,0
Zinc (Zn)	µg/L										<2,0
BTEX											
Benzène	µg/l										<0,2
Toluène	µg/l										<0,5
Ethylbenzène	µg/l										<0,5
m,p-Xylène	µg/l										<0,2
o-Xylène	µg/l										<0,50
Somme Xylènes	µg/l										n.d.
COHV											
Dichlorométhane	µg/L	<0,1	<2,0	<0,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/L	<0,1	<0,6	<0,6	<1,0	<1,0	0,1	<1,0	<1,0	<1,0	<0,1
Trichlorométhane	µg/L										<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg/L	0,1	<0,6	<0,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/L	<0,1	<0,6	<0,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/L	<0,1	<0,6	<0,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/L	<0,1	<0,6	<0,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/L	0,5	<0,6	0,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	77	<0,6	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/L	30	43	440	290	270	290	350	260	310	220
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/L	280	320	420	81	49	32	14	14	8	7
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/L	210	220	290	69	58	33	60	63	54	28
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/L										35
Trichloroéthylène	µg/L	0,1	<0,6	<0,6	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,6	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/L	<0,1	<0,6	<0,6	<0,6	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,6	0,8
Paramètres d'atténuation naturelle											
Éthène	µg/l	4	17	21	32	29	25	55	62	70	180
Éthane	µg/l	<2	<2,0	6	5	3	2	3	3	3	4
Méthane	µg/l	360	6 200	6 200	5 100	4 300	2 900	6 200	3 600	4 600	7 400
Hydrocarbures totaux											
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l										<50
Fraction C10-C12	µg/l										<10
Fraction C12-C16	µg/l										<10
Fraction C16-C20	µg/l										<5,0
Fraction C20-C24	µg/l										<5,0
Fraction C24-C28	µg/l										<5,0
Fraction C28-C32	µg/l										<5,0
Fraction C32-C36	µg/l										<5,0
Fraction C36-C40	µg/l										<5,0

Pz2		juil.-07	aout.-08	nov.-10	juil.-12	nov.-12	mai-13	oct.-13	juin-14	oct.-14	mai.-15
Paramètre	Unité										
Minéralisation											
Chlorures	mg/l	110	130	90	150	130	150	150	140	160	150
Nitrates - N	mg/l	0,2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfates	mg/l	180	190	160	140	110	110	81	86	52	100
Métaux											
Arsenic (As)	µg/L										<5,0
Cadmium (Cd)	µg/L										0
Chrome (Cr)	µg/L										<2,0
Cuivre (Cu)	µg/L										<2,0
Mercuré (Hg)	µg/L										<0,03
Nickel (Ni)	µg/L										<5,0
Plomb (Pb)	µg/L										<5,0
Zinc (Zn)	µg/L										<2,0
BTX											
Benzène	µg/l										<20
Toluène	µg/l										<50
Ethylbenzène	µg/l										<50
m,p-Xylène	µg/l										<20
o-Xylène	µg/l										<50
Somme Xylènes	µg/l										n.d.
COHV											
Dichlorométhane	µg/L	<15	<15	<15	<10	<10	<10	<100	<10	<100	<50
Tétrachlorométhane	µg/L	<15	<15	<15	<10	<10	<10	<100	<10	<100	<10
Trichlorométhane	µg/L										<50
1,1-Dichloroéthane	µg/L	22	20	<20	40	69	22	<100	19	<100	42
1,2-Dichloroéthane	µg/L	<15	<15	<0,1	<10	<10	<10	<100	<10	<100	<50
1,1,1-Trichloroéthane	µg/L	<15	<15	<15	<10	<10	<10	<100	<10	<100	<50
1,1,2-Trichloroéthane	µg/L	3,7	<15	<15	<10	<10	<10	<100	<10	<100	<50
1,1-Dichloroéthylène	µg/L	62	91	<15	120	100	190	190	150	230	160
Chlorure de Vinyle	µg/L	620	1 600	1 500	2 400	3 400	2 300	1 300	1 600	3 400	2 700
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/L	14 000	24 000	14 000	24 000	19 000	31 000	35 000	29 000	37 000	28 000
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/L	160	33	16	24	21	26	<100	24	<100	34
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/L										28 000
Trichloroéthylène	µg/L	4 500	1 500	520	1 700	150	11 000	20 000	14 000	15 000	10 000
Tétrachloroéthylène	µg/L	8 400	1 100	460	2 300	15	10 000	20 000	36 000	25 000	24
Paramètres d'atténuation naturelle											
Éthène	µg/l	150	140	69	240	260	280	450	280	540	230
Éthane	µg/l	8	10	8	16	12	16	25	19	27	23
Méthane	µg/l	3 600	3 500	2 200	5 100	4 800	7 900	10 000	5 900	7 400	4 200
Hydrocarbures totaux											
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l										<50
Fraction C10-C12	µg/l										<10
Fraction C12-C16	µg/l										<10
Fraction C16-C20	µg/l										<5,0
Fraction C20-C24	µg/l										<5,0
Fraction C24-C28	µg/l										<5,0
Fraction C28-C32	µg/l										<5,0
Fraction C32-C36	µg/l										<5,0
Fraction C36-C40	µg/l										<5,0

[illegible][illegible]

[illegible]

Pz8bis		juil.-07	aout-08	nov.-10	juil.-12	nov.-12	mai-13	oct.-13	juin-14	oct.-14	mai.-15
Paramètre	Unité										
Minéralisation											
Chlorures	mg/l			170	120	110	110	24	100	110	100
Nitrates - N	mg/l			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfates	mg/l			220	300	300	300	84	290	290	280
Métaux											
Arsenic (As)	µg/L										<5,0
Cadmium (Cd)	µg/L										0
Chrome (Cr)	µg/L										<2,0
Cuivre (Cu)	µg/L										<2,0
Mercurure (Hg)	µg/L										<0,03
Nickel (Ni)	µg/L										<5,0
Plomb (Pb)	µg/L										<5,0
Zinc (Zn)	µg/L										<2,0
BTEX											
Benzène	µg/l										<20
Toluène	µg/l										<50
Ethylbenzène	µg/l										<50
m,p-Xylène	µg/l										<20
o-Xylène	µg/l										<50
Somme Xylènes	µg/l										n.d.
COHV											
Dichlorométhane	µg/L			<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<50
Tétrachlorométhane	µg/L			<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<10
Trichlorométhane	µg/L										<50
1,1-Dichloroéthane	µg/L			<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<50
1,2-Dichloroéthane	µg/L			<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<50
1,1,1-Trichloroéthane	µg/L			<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<50
1,1,2-Trichloroéthane	µg/L			<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<50
1,1-Dichloroéthylène	µg/L			<LO	5,8	1,0	<0,1	<0,1	6,0	<0,1	<10
Chlorure de Vinyle	µg/L			1 600	490	470	16	12	7,9	34	58
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/L			9 300	1 400	640	13	450	6,0	56	1 500
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/L			19	3,1	1,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<50,0
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/L										1 500
Trichloroéthylène	µg/L			420	130	8,4	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	1 400
Tétrachloroéthylène	µg/L			1 000	55	7,6	1,9	1,1	0,8	3,6	4 700
Paramètres d'atténuation naturelle											
Éthène	µg/l			190	110	52	11	4,3	<2,0	4,0	2,4
Éthane	µg/l			1 200	140	72	3,2	2,1	<2,0	2,4	<2,0
Méthane	µg/l			2 300	280	260	100	110	130	130	130
Hydrocarbures totaux											
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l										<50
Fraction C10-C12	µg/l										<10
Fraction C12-C16	µg/l										<10
Fraction C16-C20	µg/l										<5,0
Fraction C20-C24	µg/l										<5,0
Fraction C24-C28	µg/l										<5,0
Fraction C28-C32	µg/l										<5,0
Fraction C32-C36	µg/l										<5,0
Fraction C36-C40	µg/l										<5,0

[illegible]

Pz10bis		juil.-07	aout-08	nov.-10	juil.-12	nov.-12	mai-13	oct.-13	juin-14	oct.-14	mai.-15
Paramètre	Unité										
Minéralisation											
Chlorures	mg/l				110	110	120	110	110	110	110
Nitrates - N	mg/l				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfates	mg/l				270	280	290	270	280	290	270
Métaux											
Arsenic (As)	µg/L										<5,0
Cadmium (Cd)	µg/L										0,1
Chrome (Cr)	µg/L										2,1
Cuivre (Cu)	µg/L										<2,0
Mercurure (Hg)	µg/L										<0,03
Nickel (Ni)	µg/L										<5,0
Plomb (Pb)	µg/L										<5,0
Zinc (Zn)	µg/L										<2,0
BTEx											
Benzène	µg/l				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,2	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5
Ethylbenzène	µg/l				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5
m,p Xylène	µg/l				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,2	<0,2	<0,2
o-Xylène	µg/l				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,50	<0,50	<0,50
Somme Xylènes	µg/l				nd	nd	nd	nd	n.d.	n.d.	n.d.
COHV											
Dichlorométhane	µg/L				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/L				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/L				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,1	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg/L				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/L				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/L				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/L				<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5
1,1- Dichloroéthylène	µg/L				<0,6	<0,6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/L				10	10	7,2	6,5	5,2	5,7	9,8
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/L				1,30	<0,5	<0,5	0,6	<0,50	0,6	0,7
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/L				0,83	<0,5	<0,5	<0,5	<0,50	<0,50	<0,50
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/L				2,10	nd	nd	0,6	n.d.	0,6	0,7
Trichloroéthylène	µg/L				<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/L				<0,6	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1
Paramètres d'atténuation naturelle											
Ethène	µg/l				<2	<3	<2	<2	<2,0	<2,0	<2,0
Ethane	µg/l				3,2	2,4	<2	3,1	<2,0	<2,0	<2,0
Méthane	µg/l				540	390	190	450	51	120	140
Hydrocarbures totaux											
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l										<50
Fraction C10-C12	µg/l										<10
Fraction C12-C16	µg/l										<10
Fraction C16-C20	µg/l										<5,0
Fraction C20-C24	µg/l										<5,0
Fraction C24-C28	µg/l										<5,0
Fraction C28-C32	µg/l										<5,0
Fraction C32-C36	µg/l										<5,0
Fraction C36-C40	µg/l										<5,0

Puits industriel		juil.-07	aout.-08	nov.-10	juil.-12	nov.-12	mai-13	oct.-13	juin-14	oct.-14	mai.-15
Paramètre	Unité										
Minéralisation											
Chlorures	mg/l	100	110	90	100	96	110	98	99	98	93
Nitrates - N	mg/l	<0,1	0,7	<0,05	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfates	mg/l	200	190	180	170	130	160	180	170	170	150
Métaux											
Arsenic (As)	µg/L										<5,0
Cadmium (Cd)	µg/L										<0,10
Chrome (Cr)	µg/L										3
Cuivre (Cu)	µg/L										<2,0
Mercurure (Hg)	µg/L										<0,03
Nickel (Ni)	µg/L										<5,0
Plomb (Pb)	µg/L										<5,0
Zinc (Zn)	µg/L										<2,0
BTX											
Benzène	µg/l										<0,2
Toluène	µg/l										<0,5
Ethylbenzène	µg/l										<0,5
m,p-Xylène	µg/l										<0,2
o-Xylène	µg/l										<0,50
Somme Xylènes	µg/l										n.d.
COHV											
Dichlorométhane	µg/L	<0,1	<0,6	<0,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/L	<0,1	<0,6	<0,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,1
Trichlorométhane	µg/L										<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg/L	<0,1	<0,6	<0,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	3,1
1,2-Dichloroéthane	µg/L	2,9	2,5	2,8	3,4	3,0	3,6	5,4	4,4	5,3	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/L	<0,1	<0,6	<0,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/L	<0,1	<0,6	<0,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5
1,1- Dichloroéthylène	µg/L	0,3	<0,6	<0,1	0,1	0,1	<0,1	0,2	110	0,2	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/L	66	57	78	110	110	120	190	160	180	63
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/L	93	79	57	100	68	85	160	110	140	43
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/L	1,7	1,3	1,2	1,9	1,6	2,0	3,4	2,8	3,6	0,7
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/L										44
Trichloroéthylène	µg/L	1,4	<0,6	0,1	<0,6	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/L	0,2	<0,6	0,3	<0,6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
Paramètres d'atténuation naturelle											
Éthane	µg/l	4	3	3	6	5	8	17	17	12	3
Éthane	2	<2	<2	<2	2	3	4	6	5	5	<2,0
Méthane	µg/l	380	140	170	2 000	640	1 100	1 300	620	930	200
Hydrocarbures totaux											
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l										<50
Fraction C10-C12	µg/l										<10
Fraction C12-C16	µg/l										<10
Fraction C16-C20	µg/l										<5,0
Fraction C20-C24	µg/l										<5,0
Fraction C24-C28	µg/l										<5,0
Fraction C28-C32	µg/l										<5,0
Fraction C32-C36	µg/l										<5,0
Fraction C36-C40	µg/l										<5,0

Pz11		juil.-07	aout-08	nov.-10	juil.-12	nov.-12	mai-13	oct.-13	juin-14	oct.-14	mai.-15
Paramètre	Unité										
Minéralisation											
Chlorures	mg/l				91	73	83	91	98	96	89
Nitrates - N	mg/l				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfates	mg/l				130	78	130	250	290	250	180
Métaux											
Arsenic (As)	µg/L										<5,0
Cadmium (Cd)	µg/L										<0,10
Chrome (Cr)	µg/L										<2,0
Cuivre (Cu)	µg/L										<2,0
Mercure (Hg)	µg/L										<0,03
Nickel (Ni)	µg/L										<5,0
Plomb (Pb)	µg/L										<5,0
Zinc (Zn)	µg/L										<2,0
BTX											
Benzène	µg/l				<0,6	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l				<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ethylbenzène	µg/l				<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
m,p-Xylène	µg/l				<0,60	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
o-Xylène	µg/l				<0,60	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Somme Xylènes	µg/l				n.d.	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
COHV											
Dichlorométhane	µg/L				<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/L				<0,6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/L				<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg/L				<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	2,1	2,7	1,3
1,2-Dichloroéthane	µg/L				<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/L				<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/L				<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1- Dichloroéthylène	µg/L				<0,6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/L				11	28	22	150	240	280	120
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/L				6,6	14	11	60	99	160	94
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/L				<0,6	1,1	0,9	7,5	14	17	7,9
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/L				6,6	15	12	68	110	180	100
Trichloroéthylène	µg/L				<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/L				<0,6	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
Paramètres d'atténuation naturelle											
Éthène	µg/l				<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	8,7	25	15
Éthane	µg/l				<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Méthane	µg/l				7 500	6 800	8 800	1 500	100	340	2 700
Hydrocarbures totaux											
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l										<50
Fraction C10-C12	µg/l										<10
Fraction C12-C16	µg/l										<10
Fraction C16-C20	µg/l										<5,0
Fraction C20-C24	µg/l										<5,0
Fraction C24-C28	µg/l										<5,0
Fraction C28-C32	µg/l										<5,0
Fraction C32-C36	µg/l										<5,0
Fraction C36-C40	µg/l										<5,0

Pz12		juil.-07	août.-08	nov.-10	juil.-12	nov.-12	mai-13	oct.-13	juin-14	oct.-14	mai.-15
Paramètre	Unité										
Minéralisation											
Chlorures	mg/l				60	63	63	52	46	44	44
Nitrates - N	mg/l				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfates	mg/l				<1,0	<1,0	160	<1	15	<1,0	31
Métaux											
Arsenic (As)	µg/L										<5,0
Cadmium (Cd)	µg/L										<0,10
Chrome (Cr)	µg/L										<2,0
Cuivre (Cu)	µg/L										<2,0
Mercure (Hg)	µg/L										<0,03
Nickel (Ni)	µg/L										<5,0
Plomb (Pb)	µg/L										<5,0
Zinc (Zn)	µg/L										4,2
BTX											
Benzène	µg/l				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ethylbenzène	µg/l				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
m,p-Xylène	µg/l				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
o-Xylène	µg/l				<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Somme Xylènes	µg/l				n.d.	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
COHV											
Dichlorométhane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/L				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1- Dichloroéthylène	µg/L				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/L				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,7
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,92
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/L				n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,90
Trichloroéthylène	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/L				0,40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Paramètres d'atténuation naturelle											
Éthène	µg/l				<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Éthane	µg/l				<2,0	7,1	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Méthane	µg/l				12 000	9 300	4 500	1 100	2 100	>10000	4 000
Hydrocarbures totaux											
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l										<50
Fraction C10-C12	µg/l										<10
Fraction C12-C16	µg/l										<10
Fraction C16-C20	µg/l										<5,0
Fraction C20-C24	µg/l										<5,0
Fraction C24-C28	µg/l										<5,0
Fraction C28-C32	µg/l										<5,0
Fraction C32-C36	µg/l										<5,0
Fraction C36-C40	µg/l										<5,0

Pz1SNCF		juil.-07	août.-08	nov.-10	juil.-12	nov.-12	mai-13	oct.-13	juin-14	oct.-14	mai.-15
Paramètre	Unité										
Minéralisation											
Chlorures	mg/l				120	90	94	41	98	99	97
Nitrates - N	mg/l				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfates	mg/l				39	29	31	10	49	28	38
Métaux											
Arsenic (As)	µg/L										<5,0
Cadmium (Cd)	µg/L										0,28
Chrome (Cr)	µg/L										<2,0
Cuivre (Cu)	µg/L										<2,0
Mercuré (Hg)	µg/L										<0,03
Nickel (Ni)	µg/L										<5,0
Plomb (Pb)	µg/L										<5,0
Zinc (Zn)	µg/L										3,80
BTX											
Benzène	µg/l				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ethylbenzène	µg/l				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
m,p-Xylène	µg/l				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
o-Xylène	µg/l				<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Somme Xylènes	µg/l				n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
COHV											
Dichlorométhane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/L				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/L				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/L				0,30	0,20	0,40	<0,2	0,50	<0,2	0,70
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/L				0,63	0,55	0,61	<0,5	0,54	0,53	0,61
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/L				<0,50	<0,50	<0,50	<0,5	<0,50	<0,50	<0,50
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/L				0,60	0,60	0,60	n.d.	0,50	0,50	0,60
Trichloroéthylène	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/L				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Paramètres d'atténuation naturelle											
Éthène	µg/l				<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Éthane	µg/l				<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Méthane	µg/l				5 500	6 300	4 100	4 900	2 500	4 600	3 800
Hydrocarbures totaux											
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l										<50
Fraction C10-C12	µg/l										<10
Fraction C12-C16	µg/l										<10
Fraction C16-C20	µg/l										<5,0
Fraction C20-C24	µg/l										<5,0
Fraction C24-C28	µg/l										<5,0
Fraction C28-C32	µg/l										<5,0
Fraction C32-C36	µg/l										<5,0
Fraction C36-C40	µg/l										<5,0

P23NCF		juil.-07	août.-08	nov.-10	juil.-12	nov.-12	mai-13	oct.-13	juin-14	oct.-14	mai.-15
Paramètre	Unité										
Minéralisation											
Chlorures	mg/l				72	79	98	45	71	98	67
Nitrates - N	mg/l				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfates	mg/l				31	6	7,2	<1,0	1,5	<1,0	38
Métaux											
Arsenic (As)	µg/L										<5,0
Cadmium (Cd)	µg/L										<0,10
Chrome (Cr)	µg/L										<2,0
Cuivre (Cu)	µg/L										<2,0
Mercurure (Hg)	µg/L										<0,03
Nickel (Ni)	µg/L										<5,0
Plomb (Pb)	µg/L										<5,0
Zinc (Zn)	µg/L										<2,0
BTX											
Benzène	µg/l				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ethylbenzène	µg/l				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
m,p-Xylène	µg/l				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
o-Xylène	µg/l				<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Somme Xylènes	µg/l				n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
COHV											
Dichlorométhane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/L				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1- Dichloroéthylène	µg/L				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/L				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/L				<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/L				<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/L				n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Trichloroéthylène	µg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/L				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Paramètres d'atténuation naturelle											
Éthène	µg/l				<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Éthane	µg/l				<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Méthane	µg/l				9 400	5 600	6 600	8 200	5 100	7 300	6 800
Hydrocarbures totaux											
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l										<50
Fraction C10-C12	µg/l										<10
Fraction C12-C16	µg/l										<10
Fraction C16-C20	µg/l										<5,0
Fraction C20-C24	µg/l										<5,0
Fraction C24-C28	µg/l										<5,0
Fraction C28-C32	µg/l										<5,0
Fraction C32-C36	µg/l										<5,0
Fraction C36-C40	µg/l										<5,0

Annexe H : Codification des prestations selon la norme NFX31-620

(1 page)

Norme NF X31-620 - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués
Codification des prestations :

Domaine A: Études, assistance et Contrôles

Domaine B : Ingénierie des Travaux de Réhabilitation

Code		Prestation(s) Antea Group	Code	Prestation	Prestation(s) Antea Group
DOMAINE A					
Offres globales prestations			Évaluation des impacts sur les enjeux à protéger		
AMO	Assistance Maîtrise Ouvrage		A300	Analyses des enjeux sur les ressources en eaux	
LEVE	Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthode		A310	Analyses des enjeux sur les ressources environnementales	
EVAL	Audit environnemental sols et eaux lors vente/acquisition		A320	Analyses des enjeux sanitaires	
CPIS	Conception programme investigations et surveillance, suivi, interprétation, schéma concept, bilan quadriennal		A330	Réalisation du bilan coûts/avantages, identification des différentes options possibles	X
PG	Plan de Gestion	X	Autres compétences		
IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux		A400	Dossiers de restriction d'usage, servitudes	
CONT	Contrôles mise en œuvre investigations - surveillance ou mesures gestion				
XPER	Expertise domaine SSP		DOMAINE B		
Diagnostic de l'état des milieux			Prestations élémentaires		
A100	Visite de site		B001	AMO - Assistance à maîtrise d'ouvrage dans la phase des travaux	
A110	Etudes historiques, documentaires et mémorielles		B100	Etudes de conception	
A120	Etude de vulnérabilité des milieux	X	B110	Etudes de faisabilité technique et financière	
A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols		B111	Essais de laboratoire	
A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines	X	B112	Essais pilote	
A220	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments	X	B120	AP - Etudes d'avant projet	
A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz des sols		B130	PRO - Etudes de projet	
A240	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires		B200	Établissement des dossiers administratifs	
A250	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées		B300	Maîtrise d'œuvre en phase Travaux	
A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques		B310	ACT - Assistance aux Contrats de Travaux	
			B320	DET - Direction de l'exécution des travaux	
			B330	AOR - Assistance aux opérations de réception	

Rapport

Titre : SAFT – Site de Bordeaux (33) - Diagnostic complémentaire et mise à jour des mesures de gestion

Numéro et indice de version : A 81576/B

Date d'envoi : Novembre 2015

Nombre de pages : 45

Diffusion (nombre et destinataires) :

3 ex. Client

1 ex. Agence

Nombre d'annexes dans le texte : 8

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

1 ex. Auteur

Client

Coordonnées complètes : SAFT S.A.
111/113 Boulevard Alfred Daney
33074 Bordeaux Cedex

Nom et fonction des interlocuteurs : Mme. MARTY, responsable environnement

Antea Group

Unité réalisatrice : Agence Ouest – Sud-ouest / Implantation de Bordeaux

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Responsable de projet : B. GRAPTON

Auteurs : B. GRAPTON

Secrétariat : B. BIROU

Qualité

Contrôlé par : V. REYNAUD, V. GAROT

Date : Novembre 2015 – Version B

N° du projet : AQUP140417

Références et date de la commande : Bon de commande ii210563 rev.0 du 27/03/2015

Mots clés : DIAGNOSTIC, EAU-SOUTERRAINE, PLAN DE GESTION

Codification : A120, A210, A220, A330, PG