

Site EKA CHIMIE à Ambés (33)- Atelier de fabrication de chlorates

Diagnostic du sous-sol Impact sur la nappe des remblais

Décembre 2012

A 68692/A



eka

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE S.A.

ZI du Bec d'Ambès
33810 AMBES



Agence Ouest Sud-ouest - Implantation de Bordeaux

Métier Sites et sols pollués

Parc technologique Europarc - 19, avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC

Tél : 05.57.26.02.80

Fax : 05.57.26.80.13

Sommaire

	Pages
1. INTRODUCTION.....	5
1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	5
1.2. METHODOLOGIE	6
2. HISTORIQUE DU SITE.....	9
3. CONTEXTE GEOLOGIQUE, HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE.....	10
4. CARACTERISATION DE LA SOURCE SOL.....	11
4.1. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS.....	11
4.2. OBSERVATIONS DE TERRAIN.....	12
4.3. ANALYSES EN LABORATOIRE.....	13
4.4. VALEURS DE REFERENCE.....	14
4.5. RESULTATS D'ANALYSES.....	14
4.6. INTERPRETATION DES RESULTATS	16
4.6.1. <i>Extension latérale de la source sol.....</i>	<i>16</i>
4.6.2. <i>Estimation de la masse de chlorates contenue dans la source sol</i>	<i>16</i>
5. IDENTIFICATION DE L'EXTENSION DU PANACHE DE CHLORATES DANS LA NAPPE DES REMBLAIS.....	18
5.1. EXTENSION LATERALE	18
5.1.1. <i>Implantation de nouveaux ouvrages piézométriques.....</i>	<i>18</i>
5.1.2. <i>Coupes géologiques des piézomètres</i>	<i>20</i>
5.1.3. <i>Campagne de prélèvement d'eau – Octobre 2012</i>	<i>20</i>
5.1.4. <i>Source sol.....</i>	<i>26</i>
5.2. EXTENSION VERTICALE	28
6. ACQUISITION DE DONNEES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES	29
6.1. DONNEES PIEZOMETRIQUES – OCTOBRE 2012.....	29
6.2. POMPAGES D'ESSAI DE NAPPE.....	31
6.2.1. <i>Essai de pompage n°1 : pompage par paliers sur Pz G et interprétation sur le piézomètre d'observation Pz K.....</i>	<i>31</i>
6.2.2. <i>Essai de pompage n°2 : Pompage par paliers sur Pz3 et mesures-interprétation sur le piézomètre d'observation PzJ</i>	<i>33</i>
6.3. INFLUENCE DE LA MAREE.....	36
6.3.1. <i>Présentations des opérations mises en place</i>	<i>36</i>
6.3.2. <i>Coefficients des marées.....</i>	<i>37</i>
6.3.3. <i>Interprétation des résultats.....</i>	<i>38</i>
6.4. ESTIMATION DU FLUX DE CHLORATES SORTANT DU SITE.....	38
6.5. ESTIMATION DE L'IMPACT SUR LA GARONNE	39
6.6. USAGES DE LA NAPPE DES REMBLAIS.....	39
7. SCHEMA CONCEPTUEL	40
7.1. SOURCES SOL CHLORATE	40

7.2.	VECTEURS DE TRANSFERT	40
7.3.	CIBLES.....	40
7.4.	SCHEMA CONCEPTUEL	40
8.	ACQUISITION DE DONNEES DE CARACTERISATION DES POTENTIALITES DE BIODEGRADATION DU MILIEU.....	42
8.1.	PRELEVEMENT ET ECHANTILLONNAGE	42
8.2.	PROGRAMME ANALYTIQUE	42
8.3.	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	43
8.4.	RESULTATS D'ANALYSES AGROLAB.....	44
8.5.	RESULTATS DE LA RECHERCHE SUR LA BIODEGRADATION DES CHLORATES REALISEE PAR LA SOCIETE SPECIALISEE ENOVEO	45
8.5.1.	<i>Caractérisation du potentiel microbien de dégradation du chlorate.....</i>	<i>45</i>
8.5.2.	<i>Résultats</i>	<i>48</i>
8.5.3.	<i>Interprétation des résultats.....</i>	<i>48</i>
8.5.4.	<i>Synthèse et recommandations</i>	<i>49</i>
9.	ACQUISITION DE DONNEES TOXICOLOGIQUES SUR LE CHLORATE.....	51
9.1.	SOURCES D'INFORMATIONS	51
9.2.	DONNEES TOXICOLOGIQUES SUR LE CHLORATE	51
9.2.1.	<i>Dose létale</i>	<i>51</i>
9.2.2.	<i>Concentration Maximale Admissible</i>	<i>51</i>
10.	CONCLUSIONS.....	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Localisation du site d'étude	7
Figure 2 :	Localisation du réseau de surveillance de l'unité chlorates du site d'Ambès.....	8
Figure 3 :	Débit de la Garonne sur la période de 1913-1988.....	10
Figure 4 :	Plan de localisation des investigations.....	12
Figure 5 :	Plan de localisation des piézomètres (<i>Source : www.geoportail.gouv.fr</i>)	19
Figure 6 :	Concentration en chlorates en fonction de la concentration en chlorures dans l'eau prélevée sur les 15 ouvrages piézométriques créés.....	23
Figure 7 :	Synthèse cartographiques de la conductivité et des résultats d'analyses portant sur les chlorates, les chlorures et le chrome VI (<i>Source : www.geoportail.gouv.fr</i>).....	24
Figure 8 :	Plan de l'atelier de fabrication de chlorates	27
Figure 9 :	Esquisse piézométrique de la « nappe » des remblais au droit du site d'étude (mesures d'octobre 2012)	30
Figure 10 :	Niveaux piézométriques au droit de Pz G et Pz K lors de l'essai de pompage n°1	32
Figure 11 :	Niveaux piézométriques au droit de Pz 3 et Pz J lors de l'essai de pompage n°2.....	34
Figure 12 :	Evolution de la hauteur des niveaux d'eau au droit des 3 piézomètres suivis sur une durée de 17 jours.....	36
Figure 13 :	Schéma conceptuel.....	41
Figure 14 :	Illustrations des situations pouvant se présenter lors de la recherche de bio-marqueurs	45
Figure 15 :	Dégradation par déhalogénéation réductive du chlorate (Bardiya et al, 2011).	46
Figure 16 :	Bio-marqueurs sélectionnés pour le suivi de la dégradation du chlorate	47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Présentation des 4 sondages de sols réalisé le 9 octobre 2012	11
Tableau 2 : Présentation des paramètres analysés sur les 12 échantillons de sol	13
Tableau 3 : Résultats d'analyses sur les échantillons de sols.....	15
Tableau 4 : Récapitulatif des faciès géologiques rencontrés pour les piézomètres	20
Tableau 5 : Observations organoleptiques relevées lors de la création des piézomètres	21
Tableau 6 : Conductivité in-situ et résultats d'analyses sur les chlorates, les chlorures et le chrome VI (laboratoire interne EKA CHIMIE).....	22
Tableau 7 : Niveaux piézométriques de la nappe au droit du site Campagne du 31 octobre 2012	29
Tableau 8 : Tableau de synthèse des pompages d'essai et de leurs interprétations	35
Tableau 9 : Coefficients de pleine mer en octobre 2012 (source : http://maree.info - Service Hydrographique et Océanographique de la Marine)	37
Tableau 10 : Présentation des paramètres analysés sur les 12 échantillons de sol	43
Tableau 11 : Mesures in situ réalisés sur les piézomètres.....	43
Tableau 12 : Résultats des analyses chimiques réalisées par AGROLAB portant sur la « nappe » des remblais au droit des piézomètres.....	44
Tableau 13 : Résultats des quantifications des bio-marqueurs du suivi de la dégradation du chlorate (en copies par litre).	48

LISTE DES ANNEXES

Annexe A : Fiches de prélèvement de sol	
Annexe B : Bordereaux d'analyses sur laboratoire AGROLAB sur les sols	
Annexe C : Coupes géologiques et techniques des ouvrages	
Annexe D : Graphiques d'interprétation des deux pompages d'essai	
Annexe E : Fiches de prélèvement d'eau pour les ouvrages Pz A, Pz D, Pz J, Pz L et Pz N	
Annexe F : Bordereaux d'analyses du laboratoire AGROLAB pour les eaux souterraines	
Annexe G : Rapport ENOVEO référencé ENOVEORAP031-1210v2 « Réalisation d'un test de traitabilité en vue de caractériser l'activité des Communautés Microbiennes Indigènes impliquées dans la dégradation du chlorate » – Novembre 2012	
Annexe H : Codification des prestations selon la norme NFX31-620	

1. Introduction

1.1. Contexte et objectifs

La société EKA CHIMIE exploite une unité de fabrication de chlorates de soude sur son site d'Ambès, dans le département de la Gironde (Figure 1). L'activité est soumise à autorisation selon la nomenclature des ICPE. Elle est régie par arrêté préfectoral. Le suivi de la qualité des eaux souterraines n'est pas prescrit. Toutefois, l'unité dispose de trois piézomètres créés par Antea Group en septembre 1994 dont un en amont hydraulique (Pz 1), et deux en aval hydraulique (Pz 2 côté Dordogne et Pz 3 côté Garonne). La localisation de ses 3 ouvrages est présentée en Figure 2.

Lors de la campagne de prélèvements et d'analyses des chlorates et du chrome VI de hautes eaux (avril 2012), des teneurs en chlorates ont été dosées en Pz 3 (2 g/l), et dans une moindre mesure en Pz2 (0,6 mg/l). Le chrome VI n'est pas détecté. En Pz 3, la couleur blanchâtre des eaux prélevées et la forte conductivité (8 mS/cm, 0,8 mS/cm en Pz2) constituent des indices de contamination identifiables dès le stade de prélèvement.

Un contrôle complémentaire de la qualité de la nappe en chlorates a été mené en juin 2012 au droit de Pz3 qui a confirmé les teneurs (1,6 g/l).

Une information à la DREAL a été transmise par EKA CHIMIE le 4 juillet 2012.

Le 28 août 2012, la DREAL a communiqué à EKA CHIMIE un projet d'arrêté préfectoral de prescriptions complémentaires demandant de prendre en urgence des mesures de mise en sécurité du site et de dépollution.

La Direction départementale des territoires et de la mer (DDTM) a notifié le 7 septembre 2012 à EKA CHIMIE un arrêté préfectoral de prescriptions complémentaires imposant notamment :

- 1) la caractérisation de la source sol et l'extension de la contamination dans la nappe (délai : 3 mois) ;
- 2) la réalisation du plan de gestion (délai : 4 mois).

Ainsi, EKA chimie a confié à Antea Group la réalisation d'un diagnostic de la qualité du sol et du sous-sol dans le but répondre à la caractérisation de la source sol et l'extension de la contamination dans la nappe. Le programme a été dimensionné par Antea Group sur la base des données relatives à la source sol transmises par EKA Chimie, et suite aux échanges entre EKA Chimie/ Antea Group et la DREAL Aquitaine.

Antea Group a de plus proposé à EKA Chimie de réaliser, durant le diagnostic, des compléments d'investigations permettant d'acquérir un certain nombre d'informations dont l'exploitation est pressentie pour le plan de gestion à venir :

- collecte de données géologiques et hydrogéologiques nécessaires à l'orientation des choix de solutions de traitement envisageables : mise en place de pompes d'essai de nappe et mise en place de capteurs de pression à demeure dans 3 ouvrages,
- acquérir des données bibliographiques sur le produit lui-même (caractéristiques physico-chimiques, toxicité et écotoxicité, biodégradabilité, etc.), en particulier par la réalisation de recherche in situ de biomarqueurs (ADN/ARN), ainsi que le dosage de substances dans les eaux souterraines et la mesure de paramètres physico-chimiques de la nappe susceptibles de favoriser ou non l'activité bactérienne.

Le présent rapport fait donc état des investigations menées dans le cadre des demandes spécifiques de la DDTM (source sol / extension de la contamination dans la nappe) et présente également des résultats d'investigations complémentaires qui seront exploitées dans le cadre du plan de gestion à venir. Ce dernier aura pour but de confirmer la faisabilité technico-économique de la ou les solution(s) envisageable(s). La problématique hydrocarbures devra être prise en compte dans le choix des solutions techniques.

1.2. Méthodologie

Antea Group réalise ses prestations d'études relatives aux Sites et Sols (potentiellement) Pollués en conformité avec les principes de la norme NFX 31-620. Elle applique la méthodologie définie par les Circulaires du 8 février 2007 et leurs notes d'accompagnement. Cette politique, tirée du retour d'expérience depuis une dizaine d'années, reste fondée sur une gestion des sites selon les risques sanitaires et environnementaux mis en évidence.

De manière générale, les textes font clairement apparaître des préférences pour les approches pragmatiques et de « bon sens », en privilégiant par exemple des mesures directes aux points d'exposition. Cette démarche a vocation à être progressive et évolutive.

Pour la présente étude, les outils suivants ont notamment été utilisés :

- l'annexe 2 de la note ministérielle sur les modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués,
- le guide « Diagnostics du site » (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, février 2007).

Antea Group France réalise ses prestations dans le respect de la norme NFX 31-620. La codification des prestations selon ce référentiel est présentée en Annexe G.

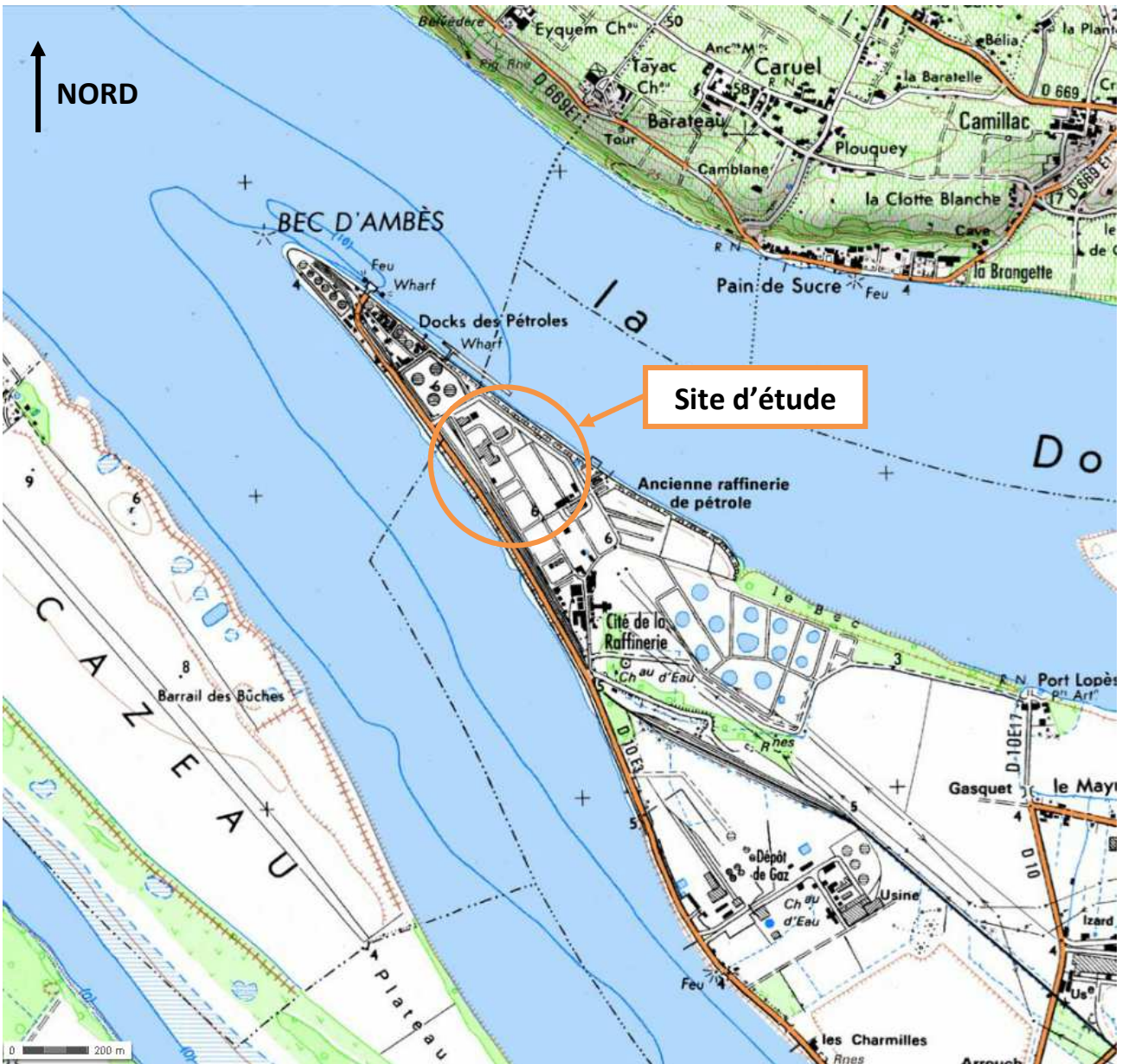
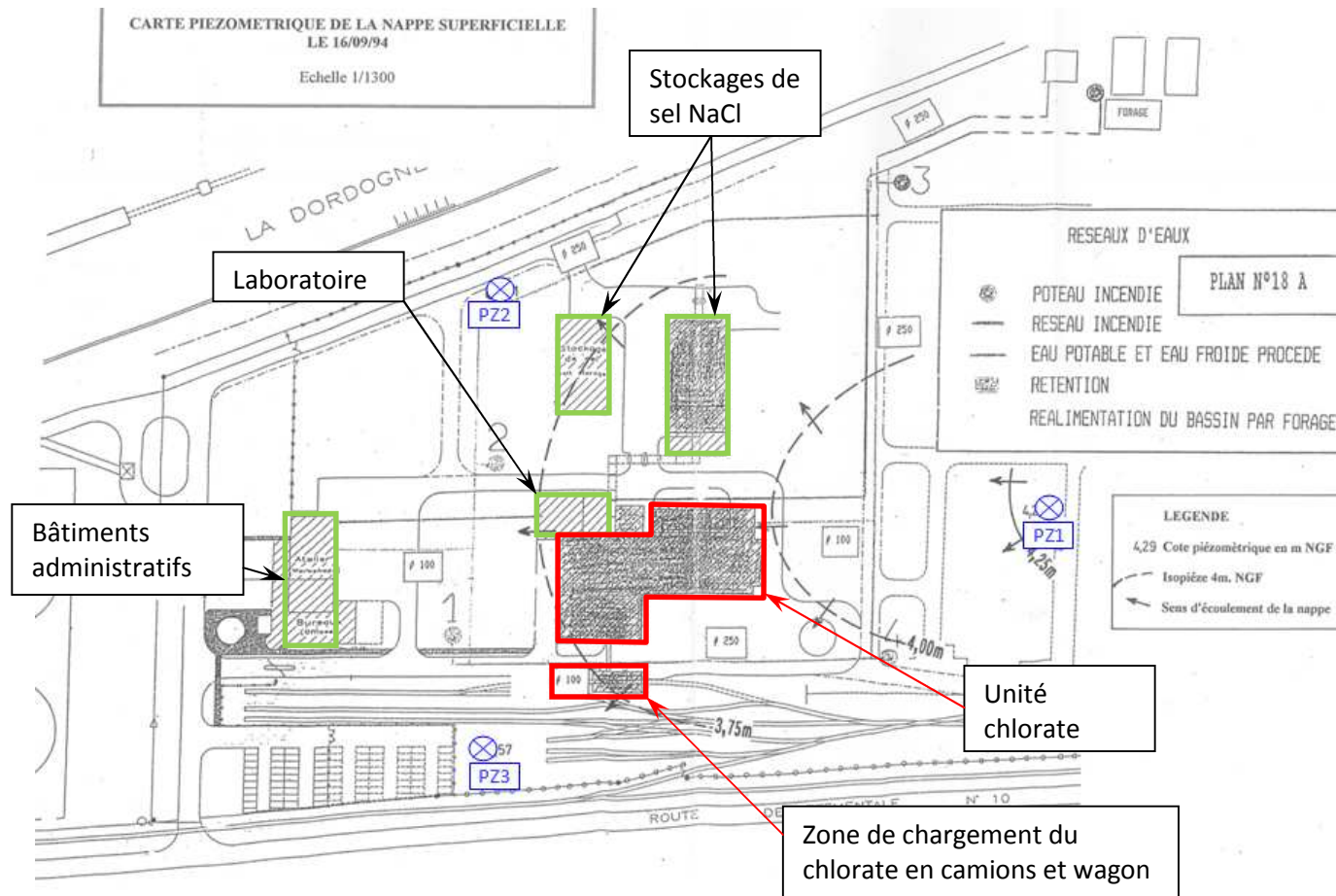


Figure 1 : Localisation du site d'étude

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE
 Diagnostic du sous-sol du site d'Ambès – Impact en chlorates sur la nappe des remblais

A 68692/A



Source : Figure extraite du rapport Antea Group n° A 01537 de novembre 1994

Figure 2 : Localisation du réseau de surveillance de l'unité chlorates du site d'Ambès

2. Historique du site

Selon la base de données BASIAS, l'emprise du site a fait l'objet durant environ 60 ans (1929 - 1986) d'activités de raffinage, distillation et rectification du pétrole et de stockage d'huile minérale par la société ELF FRANCE. Un impact en hydrocarbures sur la qualité actuelle du sous-sol du site a été mis en évidence.

EKA Chimie a acquis le site en 1992 pour la construction de deux unités de production :

- au sud une unité de fabrication d'adjuvants pour papier « Size » (produit de résistance à l'eau et agents de collage pour l'amélioration des caractéristiques des papiers et cartons),
- au nord une unité de fabrication de chlorates de sodium pour le blanchiment de la pâte à papier.

Suite à la découverte de teneurs en chlorates en Pz3 en avril 2012, une recherche des **sources potentielles de contamination du sous-sol** a été menée par EKA CHIMIE. Elle a permis d'identifier la zone de chargement des camions et des wagons de chlorates (solide) située, au regard de l'étude hydrogéologique de 1994, en amont hydraulique de Pz 3. Des activités de lavage à l'eau des capacités (citernes) y sont pratiquées (production d'eau blanchâtre). Les eaux de lavage s'écoulent sur un dallage en béton puis rejoignent deux fosses reliées à un puisard étanche. Une pompe de relevage vidange le puisard dans le process.

Le dallage en béton localement fissuré de la zone de lavage a fait l'objet de **travaux de réfection** débutés le 29 août 2012. Les sols sous-jacents ne sont, par conséquent, plus accessibles pour envisager des prélèvements et des analyses sans dégrader le nouveau revêtement.

Le bâtiment de l'unité de fabrication de chlorates n'a pas été suspecté dans la mesure où un quatrième ouvrage (Pz P localisé sur la Figure 5 page 19), situé en aval hydraulique du bâtiment, ne mettait pas en évidence de trace de chlorates au regard des analyses de suivi interne réalisées à l'initiative d'EKA Chimie.

3. Contexte géologique, hydrogéologique et hydrologique

Comme le montre la Figure 1, le site d'EKA Chimie se trouve à la pointe du Bec d'Ambès, encadré à l'ouest par la Garonne, à l'est par la Dordogne et au nord par un site de stockage pétrolier (SPBA) occupant la dernière parcelle avant la confluence des deux rivières. Les débits (hors influence maritime) sont de l'ordre de 600 m³/s pour la Garonne, 450 m³/s pour la Dordogne.

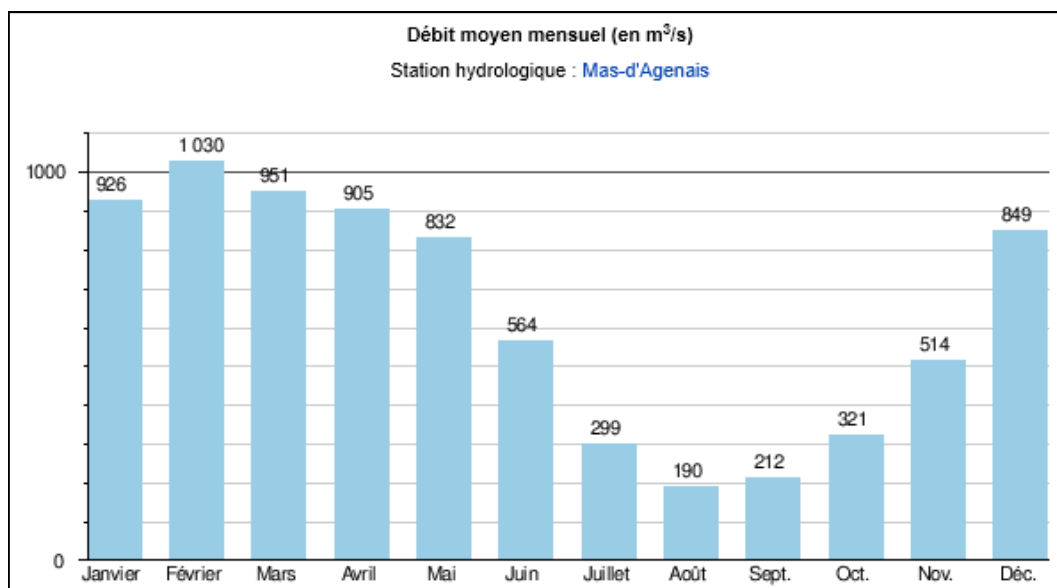


Figure 3 : Débit de la Garonne sur la période de 1913-1988

D'un point de vue géologique et hydrogéologique, au regard des données connues à ce jour (coupe géologique des trois piézomètres et du forage de l'usine), les terrains rencontrés au droit du site sont les suivants, de la surface vers la profondeur :

- remblais de sables fins de 0,7 m à 1,5 m d'épaisseur où circulent des eaux souterraines (« nappe » des remblais, d'épaisseur limitée en Pz3 : 1 m en septembre 1994, 0,3 m en avril 2012) ;
- argiles limoneuses jusqu'à environ 10 à 15 m de profondeur (argiles flamandaises) ;
- sables et graviers jusqu'à environ 25 m de profondeur où circule la nappe des sables infra-flamandais ;
- marnes jusqu'à plus de 50 m.

Au regard des données piézométriques de septembre 1994 (confirmées en octobre 2012), on observe un drainage de la « nappe » des remblais par la Garonne à l'ouest et par la Dordogne à l'est. Un dôme piézométrique évolue au centre du site avec un sens d'écoulement de la nappe des remblais orienté vers le nord-ouest.

4. Caractérisation de la source sol

Comme indiqué en introduction, suite à une recherche des sources potentielles de contamination du sous-sol en chlorates, EKA CHIMIE a identifié la zone de chargement des camions et des wagons de chlorates (solide) comme source sol potentielle de contamination. Par ailleurs, les investigations menées sur le panache de chlorates (cf. chapitre 5.1.3.5) confirment la localisation de cette source sol.

4.1. Programme d'investigations

Les investigations sur les sols ont été réalisées le 9 octobre 2012. Le programme a consisté en la réalisation de 4 sondages de sols conduits à 3 m de profondeur maximum implantés, à la demande d'EAK Chimie, à proximité immédiate du dallage en béton de la zone de chargement récemment rénové (29 août 2012). En l'absence de sondage au droit de la source sol allant dégrader le nouveau revêtement étanche, l'objectif de la démarche est de confirmer ou non la source sol au-delà des limites envisagées, et de donner d'une part une appréciation de son extension latérale et d'autre part une estimation de la masse de chlorates présente dans la zone non saturée.

Les travaux de sondages ont été réalisés par la société SOLUM HYDROGEOLOGIE à l'aide d'une tarière mécanique. Un technicien Antea Group a procédé au relevé des coupes lithologiques et au prélèvement d'échantillons à raison d'au moins un échantillon par mètre linéaire de terrains traversé et par faciès géologique rencontré. De plus, toutes les observations utiles à la sélection des échantillons (aspects, couleur,...) ont été relevées.

Afin de surveiller la qualité des eaux souterraines au droit du site, le sondage S4 a été approfondi jusqu'à 4 m de profondeur afin de créer un piézomètre (Pz A). Les investigations visant les eaux souterraines et l'extension du panache de chlorates sont présentées dans le chapitre 5.

Sondages	Localisation du sondage	Profondeur du sondage
S1	Bordure latérale nord-est de la zone de chargement	2,5 m (refus)
S2	Bordure latérale sud-est de la zone de chargement	3 m
S3	Bordure latérale sud-ouest de la zone de chargement	3 m
S4 / Pz A	Bordure latérale nord-ouest de la zone de chargement	4 m

Tableau 1 : Présentation des 4 sondages de sols réalisé le 9 octobre 2012

La localisation des investigations est présentée en Figure 4.

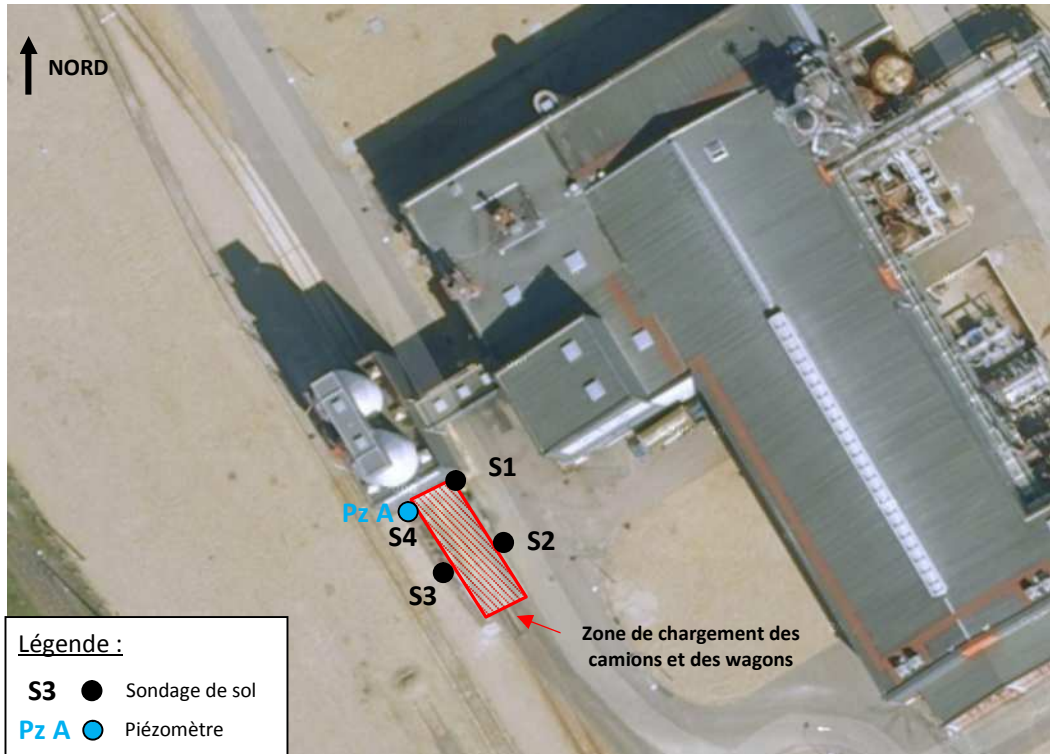


Figure 4 : Plan de localisation des investigations

4.2. Observations de terrain

Les coupes lithologiques relevées durant la réalisation des sondages sont présentées en Annexe A et ont mis en évidence la présence de :

- remblais d'origine anthropique (sables et graviers) allant de 0,1 à 0,6 m d'épaisseur ;
- remblais de sables fins de 1,9 m à 3,3 m d'épaisseur en fonction des sondages, où circulent des eaux souterraines constituant la « nappe » des remblais. Le niveau statique au droit de Pz A est de 1,4 m sous le niveau du sol ;
- argiles flandriennes dans la partie inférieure des sondages.

On peut noter la présence d'une dalle béton de 5 cm d'épaisseur au droit des sondages S1 et S2.

Les échantillons analysés ont été sélectionnés sur la base des observations de terrains, afin d'obtenir une estimation de l'extension de la source sol, et correspondent à la zone non saturée.

4.3. Analyses en laboratoire

A l'issue des investigations de sols, 12 échantillons ont été sélectionnés et envoyés au laboratoire AGROLAB, reconnu par le COFRAC, pour analyses.

Les échantillons ont fait l'objet des paramètres d'analyses suivants :

- Indices hydrocarbures C10-C40, avec répartition des fractions carbonées,
- Hydrocarbures volatils C6 – C10, avec répartition des fractions carbonées,
- BTEX (Benzène, toluène, Ethylbenzène, Xylènes) et naphtalène,
- Chlorates.

Les paramètres analysés sur chacun des 12 échantillons de sol sont présentés dans le Tableau 2.

Les bordereaux d'analyses sur les sols sont disponibles en Annexe B.

	HCT C10 – C40	HCT C6 – C10	BTEX et Naphtalène	Chlorates
S1 (0.05 - 0.6 m)				x
S1 (0.6 - 1.1m)	x	x	x	x
S1 (1.1 - 1.6m)				x
S2 (0.05 - 0.4m)				x
S2 (0.4 - 0.9m)	x	x	x	x
S2 (0.9 - 2.2m)				x
S3 (0.1 - 0.6m)				x
S3 (0.6 - 1.1 m)	x	x	x	x
S3 (1.1 - 2.0m)				x
S4 (0.1 - 0.6 m)				x
S4 (0.6 - 1.0 m)	x	x	x	x
S4 (1.0 - 1.5 m)				x

Tableau 2 : Présentation des paramètres analysés sur les 12 échantillons de sol

4.4. Valeurs de référence

La circulaire ministérielle du 8 février 2007 et ses annexes définissent une approche de la problématique des sites et sols (potentiellement) pollués basée sur une interprétation de l'état des milieux par rapport au bruit de fond géochimique national et aux valeurs réglementaires existantes. Ainsi, les résultats de l'état de qualité des sols sont interprétés en intégrant cette politique des sites et sols pollués.

Les référentiels consultés pour les analyses de sols sont les suivants :

- *pour les substances organiques*, les résultats d'analyse sont comparés, **à titre indicatif**, aux seuils de l'arrêté du 28 octobre 2010 fixant la liste des types de déchets inertes admissibles dans les installations de stockage de déchets inertes (ISDI) et les conditions d'exploitation de ces installations ;
- *pour les substances ne présentant pas de valeurs de référence*, un constat de quantification (ou de non quantification) est indiqué.

Les chlorates ne sont naturellement pas présents dans les sols ou dans les eaux souterraines.

4.5. Résultats d'analyses

Le « - » : non dosé

Tableau 3 présente la synthèse des résultats d'analyses réalisées sur les sols.

Les résultats d'analyses mettent en évidence des teneurs en BTEX, en naphthalène et en hydrocarbures volatils inférieures, pour l'ensemble des 4 échantillons analysés, au seuil de quantification du laboratoire.

Les chlorates ont été dosés sur l'ensemble des 16 échantillons analysés. Le sondage le plus contaminé est S1, situé en bordure nord-est de la zone de chargement des camions et des wagons. S1 (0,6-1,1m) présente, en effet, une teneur en chlorates de 980 mg/kg MS tandis que celle dosée au droit de S1 (1,1-1,6m) est égale à 1 900 mg/kg MS. A l'exception de ces deux échantillons, les concentrations en chlorates sont globalement du même ordre de grandeur, comprises entre 130 et 290 mg/kg MS.

Enfin, les résultats d'analyses mettent en évidence la quantification d'hydrocarbures totaux au droit de 3 des 4 échantillons analysés. Des teneurs anormales sont dosées au droit de S1 (0,6-1,1m) et S4 (0,6-1,0m) avec des concentrations respectivement égales à 432 et 767 mg/kg MS. A **titre indicatif**, la teneur au droit de S4 (0,6-1,0m) est supérieure au seuil de l'arrêté du 28 octobre 2010, fixée à 500 mg/kg MS.

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE
Diagnostic du sous-sol du site d'Ambès – Impact en chlorates sur la nappe des remblais

A 68692/A

Nom échantillon		Arrêté du	S1 (0.05 - 0.6 m)	S1 (0.6 - 1.1m)	S1 (1.1 - 1.6m)	S2 (0.05 - 0.4m)	S2 (0.4 - 0.9m)	S2 (0.9 - 2.2m)	S3 (0.1 - 0.6m)	S3 (0.6 - 1.1 m)	S3 (1.1 - 2.0m)	S4 (0.1 - 0.6 m)	S4 (0.6 - 1.0 m)	S4 (1.0 - 1.5 m)
date d'échantillonnage	Unité	28 octobre 2010	09/10/2012	09/10/2012	09/10/2012	09/10/2012	09/10/2012	09/10/2012	09/10/2012	09/10/2012	09/10/2012	09/10/2012	09/10/2012	09/10/2012
Matière sèche	%		92,2	87,3	81,8	95,1	84,2	78,9	94	89,9	84	90,4	92	89,2
BTEX et Naphtalène														
Naphtalène	mg/kg Ms		-	<0,10	-	-	<0,10	-	-	<0,10	-	-	<0,10	-
Benzène	mg/kg Ms		-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-
Toluène	mg/kg Ms		-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-
Ethylbenzène	mg/kg Ms		-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-
m,p-Xylène	mg/kg Ms		-	<0,10	-	-	<0,10	-	-	<0,10	-	-	<0,10	-
o-Xylène	mg/kg Ms		-	<0,050	-	-	<0,050	-	-	<0,050	-	-	<0,050	-
Somme Xylènes	mg/kg Ms		-	n.d.	-	-	n.d.	-	-	n.d.	-	-	n.d.	-
BTEX Total	mg/kg Ms	6	-	n.d.	-	-	n.d.	-	-	n.d.	-	-	n.d.	-
Hydrocarbures totaux														
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	500	-	432	-	-	<20	-	-	57	-	-	767	-
Fraction C10-C12	mg/kg Ms		-	<4	-	-	<4	-	-	<4	-	-	<4	-
Fraction C12-C16	mg/kg Ms		-	7	-	-	<4	-	-	<4	-	-	24	-
Fraction C16-C20	mg/kg Ms		-	34	-	-	<2	-	-	7	-	-	88	-
Fraction C20-C24	mg/kg Ms		-	57	-	-	2	-	-	10	-	-	120	-
Fraction C24-C28	mg/kg Ms		-	81	-	-	3	-	-	11	-	-	150	-
Fraction C28-C32	mg/kg Ms		-	110	-	-	<2,0	-	-	11,8	-	-	160	-
Fraction C32-C36	mg/kg Ms		-	87	-	-	3	-	-	8	-	-	130	-
Fraction C36-C40	mg/kg Ms		-	58	-	-	<2	-	-	7	-	-	84	-
Hydrocarbures volatils														
Hydrocarbures volatils C6-C10	mg/kg Ms		-	<1,0	-	-	<1,0	-	-	<1,0	-	-	<1,0	-
Fraction C6-C8	mg/kg Ms		-	<1,0	-	-	<1,0	-	-	<1,0	-	-	<1,0	-
Fraction C8-C10	mg/kg Ms		-	<1,0	-	-	<1,0	-	-	<1,0	-	-	<1,0	-
Chlorates														
Chlorates	mg/kg Ms		200	980	1900	220	150	210	160	130	290	230	290	280

« - » : non dosé

Tableau 3 : Résultats d'analyses sur les échantillons de sols

4.6. Interprétation des résultats

4.6.1. Extension latérale de la source sol

Les résultats d'analyses confirment la présence d'une source sol en chlorates en limite extérieure de la zone stricte de chargement des camions et des wagons. Les teneurs sont globalement de 225 mg/kg MS (médiane des 12 analyses). La valeur la plus faible est de 130 mg/kg MS dosée en S3 (0,6–1,1 m), confirmant la présence de la source sol au droit de l'ensemble des 4 sondages réalisés. Une valeur se distingue en S1 (1,1-1,6 m) à 1 900 mg/kg MS, que l'on peut supposer caractériser la source sol au droit de la zone de chargement des camions et des wagons.

4.6.2. Estimation de la masse de chlorates contenue dans la source sol

Le volume de sol, en zone non saturée, contaminé aux chlorates est estimé à **135 m³** sur la base de :

- une superficie de la zone de chargement 90 m² (15 mètres de long sur 6 mètres de large) ;
- une zone non saturée de 1,5 m d'épaisseur.

Sur la base de la teneur maximale dosée dans les sols en chlorates (1 900 mg/kg MS), et d'une densité de sol de 1,7, la masse de chlorates susceptible d'être contenue dans la zone non saturée sous la zone de chargement des camions et des wagons peut être estimée à environ 450 kg.

Une seconde approche peut être développée et consiste à considérer que la teneur en eau des sols de la zone non saturée est de même qualité que celle des eaux de lavage des citernes, soit 736 g/l (borne supérieure de la solubilité des chlorates dans l'eau à 20°C).

La teneur en eau des sols sous le dallage de la zone de chargement n'est pas connue. Elle peut être supposée par l'hypothèse équivalente à celle des sols dosés au voisinage immédiat. Au regard des résultats d'analyses, les sols disposent d'une teneur en eau comprise entre 4,9 % massique (sols de surface 0-0,5 m environ) et 21 % massique (sols plus profonds 0,5-2 m environ), valeurs classiques, et une valeur médiane 10,5% (moyenne 11,7%). Une teneur supérieure au droit de la zone de chargement n'est pas exclue.

Sur la base d'une concentration en chlorates de l'eau des sols de la zone non saturée de 736 g/l et d'une teneur en eau de 10,5%, la masse de chlorates susceptible d'être contenue dans la zone non saturée sous la zone de chargement des camions et des wagons peut être estimée à environ 17 000 kg. Ce calcul est vraisemblablement sécuritaire dans la mesure où la teneur en eaux des sols de l'ensemble de la zone non saturée sous la zone de chargement n'est probablement pas totalement issue des eaux de

lavage de citernes, seuls les sols au droit des fissures seraient ainsi impactés, réduisant d'autant les volumes concernés.

Enfin, un impact en hydrocarbures a également été mis en évidence au droit de cette zone (teneur maximale de 767 mg/kg MS), à mettre en relation avec les anciennes activités de raffinage et de stockage de produits pétroliers réalisées historiquement au droit du site.

5. Identification de l'extension du panache de chlorates dans la nappe des remblais

5.1. Extension latérale

5.1.1. Implantation de nouveaux ouvrages piézométriques

Avant la réalisation des travaux, l'unité de fabrication de chlorates de soude de la société EKA CHIMIE disposait de trois piézomètres créés par Antea Group en septembre 1994. Un est situé en amont hydraulique (Pz 1), et deux en aval hydraulique (Pz 2 côté Dordogne et Pz 3 côté Garonne). La localisation de ses trois ouvrages est présentée en Figure 2.

Afin de préciser l'extension latérale de la source de contamination en chlorates détectée en avril 2012 au droit de la zone source (zone de chargement des camions et wagons), 15 piézomètres courts (Pz A à Pz O) ont été implantés dans le cadre du présent diagnostic :

- un piézomètre en aval hydraulique immédiat de la zone source afin de disposer des concentrations maximales susceptibles d'être présentes (Pz A) ;
- deux ouvrages en amont hydraulique de la zone de chargement des camions et des wagons afin de confirmer la zone source suspectée (Pz B et Pz C) ;
- un ouvrage le long de la limite ouest du site (Pz E) ;
- deux piézomètres le long de la limite nord du site (Pz G et Pz H) ;
- un ouvrage à l'est de l'extension présumée du panache (Pz I).

Par ailleurs, 6 piézomètres complémentaires ont été répartis sur le site en fonction des résultats obtenus sur les ouvrages précédemment cités.

Les piézomètres ont été mis en place par la société SOLUM HYDROGEOLOGIE entre le 8 et le 12 octobre 2012. L'implantation des ouvrages a été réalisée par Antea Group.

La profondeur des ouvrages est globalement de 4 m sous le niveau du terrain actuel. Ils sont encrés dans les argiles flamandaises. Les piézomètres sont équipés de tube PVC vissé en diamètre 51 x 60 mm. Les crépines, situées à partir d'environ 1 m par rapport au niveau du sol, présentent des fentes de 0,5 mm d'ouverture. Le massif filtrant est constitué de graviers siliceux permettant une bonne filtration limitant l'entrée des fines particules. Enfin, chaque ouvrage a été équipé en tête d'un capot métallique cadenassé.

A l'issue de leur réalisation, les piézomètres ont fait l'objet d'un pompage de nettoyage par la société SOLUM HYDROGEOLOGIE.

L'implantation de ces 15 ouvrages piézométriques (géo référencés par le cabinet de géomètre-expert ABAC) est présentée en Figure 5.

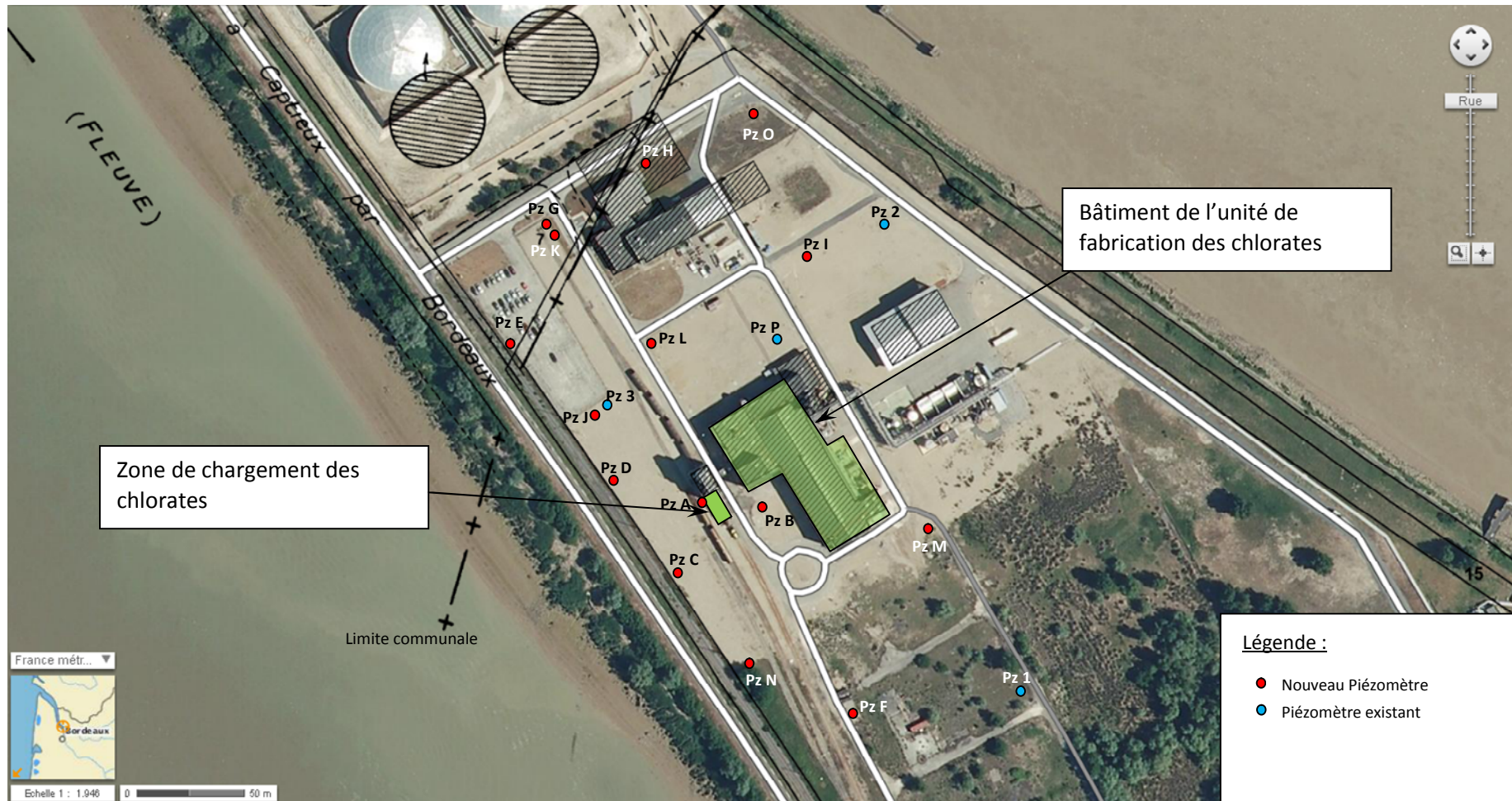


Figure 5 : Plan de localisation des piézomètres (Source : www.geoportail.gouv.fr)

5.1.2. Coupes géologiques des piézomètres

Les coupes géologiques et techniques des ouvrages sont jointes en Annexe C. Les investigations de terrain ont mis en évidence la présence de :

- remblais : d'origine anthropique sur une faible épaisseur (10 et 20 cm) au droit de deux piézomètres, puis sables fins de 1,7 m à 3,4 m d'épaisseur ;
- argiles flamandaises dans la partie inférieure des sondages (à partir de 1,70 à 3,40 m par rapport au sol).

Nom de l'ouvrage	Date création	Remblais (en m/sol)	Sables (en m/sol)	Argiles (en m/sol)
PzA	10/10/2012	0 / 0.1	0.1 / 3.4	à partir de 3,40
PzB	09/10/2012	-	0 / 3.4	à partir de 3,40
PzC	09/10/2012	-	0 / 1.7	à partir de 1,70
PzD	08/10/2012	-	0 / 2.4	à partir de 2,40
PzE	10/10/2012	0 / 0.2	0.2 / 2.4	à partir de 2,40
PzF	12/10/2012	-	0 / 2.9	à partir de 2,90
PzG	11/10/2012	-	0 / 3.2	à partir de 3,20
PzH	11/10/2012	-	0 / 2.0	à partir de 2,00
PzI	11/10/2012	-	0 / 2.5	à partir de 2,50
PzJ	08/10/2012	-	0 / 2.4	à partir de 2,40
PzK	12/10/2012	-	0 / 2.9	à partir de 2,90
PzL	11/10/2012	-	0 / 0.7 et 1.5 / 2.4	0.7 / 1.5 et à partir de 2.40
PzM	10/10/2012	-	0 / 3.2	à partir de 3,20
PzN	10/10/2012	-	0 / 2.0	à partir de 2,00
PzO	12/10/2012	-	0 / 2.0	à partir de 2,00

Tableau 4 : Récapitulatif des faciès géologiques rencontrés pour les piézomètres

5.1.3. Campagne de prélèvement d'eau – Octobre 2012

5.1.3.1. Prélèvements et échantillonnages in situ

Les prélèvements d'eau ont été réalisés sur l'ensemble des 15 ouvrages piézométriques précédemment décrits, au fur et à mesure de leur création, entre le 8 et le 12 octobre 2012.

Chacun des piézomètres a fait l'objet d'un pompage d'au moins trois fois le volume contenu dans l'ouvrage. Il permet d'assurer un renouvellement d'eau suffisant pour que l'échantillon soit représentatif de la qualité de la nappe.

Les échantillons d'eau souterraine ont ensuite été prélevés puis transmis au laboratoire interne d'EKA CHIMIE. Ce dernier dispose du matériel nécessaire au dosage des substances de son process (chlorates, chlorures, chrome VI notamment) et du personnel qualifié pour mettre en œuvre les protocoles analytiques. Les délais d'obtention des résultats est de l'ordre de la demie journée après prélèvement, ce qui a permis d'adapter l'implantation des ouvrages durant les travaux de forage en fonction des teneurs dosées. Les résultats d'analyse réalisés par le laboratoire interne d'EKA chimie sur des échantillons d'eau prélevés en doublon lors des campagnes d'avril et juin 2012 ont confirmé ceux transmis par le laboratoire SGS accrédité COFRAC (chlorates et chrome VI).

Le programme analytique a porté sur les paramètres suivants :

- Conductivité (pour confirmation des mesures réalisées in-situ par Antea Group lors de chaque prélèvement) ;
- Chlorates de sodium ;
- Chlorures de sodium,
- Chrome VI.

La relation pour passer d'une teneur en chlorate de sodium à une teneur en chlorates est la suivante :

$$[\text{Teneur en chlorate de sodium}] / 106.45 \times 83.45 = [\text{Teneur en chlorates}]$$

Elle a été appliquée aux résultats d'analyses de chlorate de sodium transmis par EKA Chimie.

5.1.3.2. Observations organoleptiques

Lors de la réalisation des quinze piézomètres, des faciès géologiques identifiés comme pollués par des hydrocarbures ont ainsi été mis en évidence sur la base d'indices organoleptiques. Le Tableau 5 synthétise ouvrages et horizons concernés.

Ouvrage	Strate polluée en HCT constatée lors des investigations (m/sol)	Niveau de nappe /sol (m)	Nappe incluse dans la strate polluée
PzA		1.10	
PzB	0.7 / 1.1	0.96	<i>oui</i>
PzC	0 / 1.7	0.60	<i>oui</i>
PzD		0.60	
PzE	0.2 / 2.4	0.88	<i>oui</i>
PzF		0.60	
PzG	1.4 / 4.0	1.46	<i>oui</i>
PzH	1.2 / 4.0	1.49	<i>oui</i>
PzI	1.5 / 2.5	1.16	<i>oui</i>
PzJ	0 / 2.4	0.86	<i>oui</i>
PzK		1.42	
PzL	1.5 / 2.4	0.95	<i>oui</i>
PzM	2.2 / 3.2	0.88	<i>oui</i>
PzN		0.59	
PzO	1.2/4.0	1.28	<i>oui</i>

Tableau 5 : Observations organoleptiques relevées lors de la création des piézomètres

La présence d'hydrocarbures semble associée à la nappe qui constitue le vecteur de transfert et conduit à une pollution des sols de sa zone de battement.

5.1.3.3. Valeurs de références utilisés

Les résultats des analyses d'eaux souterraines réalisées sont comparés, **à titre indicatif** :

- aux valeurs seuils de l'Annexe I de l'Arrêté du 11 janvier 2007, qui constituent les limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine ; ces valeurs sont communément appelées « *limites de potabilité des eaux* » ;
- aux valeurs seuils de l'Annexe II de l'Arrêté du 11 janvier 2007, qui constituent les limites de qualité des eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine ; ces valeurs sont communément appelées « *limites de potabilisation des eaux* » ;
- pour les substances ne disposant pas de valeurs de référence issues de l'Arrêté Ministériel du 11 Janvier 2007, aux valeurs guides pour les eaux de boisson issues du guide OMS « *Guideline for drinking water* », 2011 sont indiquées.

5.1.3.4. Résultats d'analyses

Le Tableau 6 regroupe les résultats d'analyses d'eaux souterraines obtenus. La Figure 7 dresse une synthèse cartographique de ces résultats.

Nom de l'ouvrage	Date de prélèvement	Conductivité à 25° C en fin de pompage (µS/cm)	Chlorates (mg/l)	Chlorures (mg/l)	Chrome VI (µg/l)
Valeurs de référence	"Limite de potabilité"	1 100	-	250	50 (*)
	"Limite de potabilisation"	-	-	200	50 (*)
	OMS 2011	-	0,7	-	50 (*)
Pz A	10/10/2012	37 000	36 723	280	<50
Pz B	09/10/2012	19 000	14 563	862	200
Pz C	09/10/2012	4 700	1 940	323	<50
Pz D	11/10/2012	2 700	728	234	<50
Pz E	10/10/2012	850	<0,08	16	<50
Pz F	12/10/2012	850	<0,08	49	<50
Pz G	11/10/2012	700	<0,08	57	<50
Pz H	15/10/2012	1 100	<0,08	38	<50
Pz I	11/10/2012	1 600	64	85	<50
Pz J	08/10/2012	7 500	3 220	748	non analysé
Pz K	12/10/2012	850	<0,08	47	<50
Pz L	11/10/2012	1 700	146	138	<50
Pz M	10/10/2012	2 100	0,08	531	<50
Pz N	11/10/2012	800	1	29	<50
Pz O	12/10/2012	700	<0,08	22	<50
Pz P	08/10/2012	5 400	444	1 027	non analysé

(*) : Valeurs de référence pour le chrome total et non pour le chrome VI.

Tableau 6 : Conductivité in-situ et résultats d'analyses sur les chlorates, les chlorures et le chrome VI (laboratoire interne EKA CHIMIE)

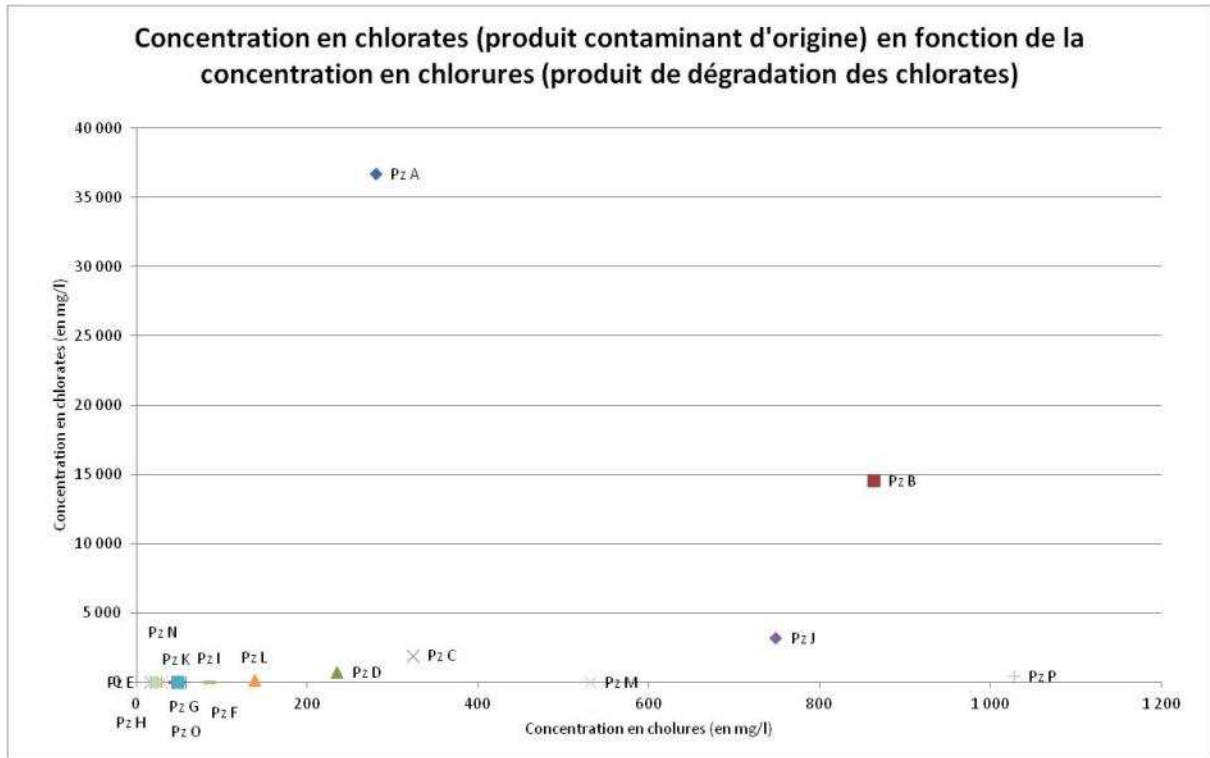


Figure 6 : Concentration en chlorates en fonction de la concentration en chlorures dans l'eau prélevée sur les 15 ouvrages piézométriques créés



Figure 7 : Synthèse cartographique de la conductivité et des résultats d'analyses portant sur les chlorates, les chlorures et le chrome VI (Source : www.geoportail.gouv.fr)

Remarque : Les encadrés orangés présentent les résultats obtenus en avril 2012.

5.1.3.5. Interprétation des résultats

Délimitation du panache de chlorates

Les analyses réalisées par le laboratoire interne d'EKA CHIMIE mettent en évidence :

- Au sud-est, une délimitation amont du panache déterminée par l'absence de détection des chlorates (<0,1 mg/l) au droit des ouvrages situés en amont hydraulique : Pz F, Pz 1. Par ailleurs, l'absence de teneurs anormales en chlorures (produit de dégradation des chlorates) au droit de ces ouvrages confirmerait l'absence de contamination en ces points,
- Au nord-est, des traces en chlorates au droit de Pz 2 (0,6 mg/l) situé en latéral hydraulique coté Dordogne,
- Au nord-ouest, une délimitation aval du panache déterminée par l'absence de détection des chlorates (<0,08 mg/l) au droit des ouvrages situés en aval hydraulique : Pz E, Pz G et Pz K, Pz H et Pz O. Par ailleurs, l'absence de teneurs anormales en chlorures (16 à 57 mg/l) au droit de ces ouvrages ne met pas en évidence un éventuel processus de dégradation des chlorates en ces points,
- Au sud-ouest, en aval hydraulique de la zone de chargement, et en limite de site, au droit des ouvrages Pz J et Pz3, Pz D et Pz C, des teneurs en chlorates de l'ordre du g/l (Pz J : 3,2 g/l, Pz3 : 2,1 g/l, Pz D : 0,7 g/l et Pz C : 1,9 g/l) témoignant de la présence du panache de chlorates.

Indices chimiques de dégradation des chlorates

La comparaison par ouvrages des teneurs en chlorates et chlorures (cf. Figure 6) semble indiquer :

- qu'au droit de Pz A les teneurs en chlorures sont particulièrement faibles au regard des teneurs en chlorates pouvant confirmer le fait que la dégradation des chlorates n'est pas encore significative car la contamination serait récente,
- qu'au droit de Pz B les teneurs en chlorures sont proportionnellement plus élevées qu'en Pz A pouvant confirmer une plus grande ancienneté de la contamination,
- que les chlorures apportés par l'emploi de sel Na Cl peuvent participer aux teneurs dosées au droit des ouvrages, en Pz P par exemple.

Linéaire de panache sortant du site

Les ouvrages Pz N (1 mg/l de chlorates) et Pz E (<0,08 mg/l de chlorates) encadrent respectivement en amont et en aval les ouvrages présentant des teneurs en chlorates significatives : Pz J et Pz3, Pz D et Pz C. Un linéaire d'environ 160 m, localisé en limite de site entre Pz N et Pz E, peut donc être défini au travers lequel le panache de chlorate (>g/l) peut migrer à l'ouest vers la Garonne.

Au regard des teneurs dosées en Pz 2 (0,6 mg/l), le transfert de chlorates vers la Dordogne semble limité.

Corrélation concentrations dosées et positionnement par rapport aux sources sols

Deux ouvrages présentent des teneurs élevées en chlorates (>10 g/l) :

- Pz A, situé en aval immédiat de la zone de chargement des camions et des wagons, est l'ouvrage le plus impacté (36 g/l). Les teneurs en chlorures sont plus élevées que le bruit de fond géochimique (environ 50 mg/l) mais restent relativement faibles (280 mg/l), ce qui peut indiquer soit une pollution récente pour laquelle le processus de biodégradation n'est pas encore effectif, soit une faible biodégradation des chlorates due à des conditions physico-chimiques du sous-sol peu favorables, soit les deux ; On note par ailleurs l'absence de teneur en chrome VI (<50 µg/l) ;
- Pz B, situé en amont hydraulique de la zone de chargement des wagons et camions et en aval du bâtiment de fabrication de chlorates, présente également une teneur significative en chlorates (19 g/l), ainsi qu'en chrome VI (200 µg/l). Le chrome VI est utilisé dans le process de fabrication de chlorates. Il n'est pas présent dans le chlorate solide manipulé au niveau de la zone de chargement. Le positionnement amont du Pz B par rapport à la zone de chargement et la présence de chrome VI conduit donc à suspecter une seconde source sol de pollution en chlorates au droit du bâtiment.

5.1.4. Source sol

Au regard des résultats d'analyses obtenus, compte tenu de la présence de chlorates en concentrations les plus élevées en Pz A, **la source sol constituée par la zone de chargement en chlorates** des camions et des wagons initialement suspectée **semble confirmée**.

Toutefois, les teneurs en chlorates et en chrome VI dosées au droit du piézomètre Pz B situé en amont de la zone de chargement conduisent à **suspecter une seconde source sol (chlorures et chrome VI)** au droit de l'unité de production de chlorates.

En effet, le process de fabrication des chlorates nécessite l'emploi de chrome VI pouvant ainsi constituer un traceur des activités du bâtiment de production.

A la suite de ces résultats, une recherche des lieux de fuites potentielles de liquide de process (chlorures et chrome VI) a été menée par EKA CHIMIE. Le plan du bâtiment de production des chlorates est joint sur la Figure 8.

Les liquides n'ont pas vocation à séjourner dans les caniveaux. Toutefois, l'infiltration à travers d'éventuels défauts d'étanchéité n'est pas exclue au cours du ruissellement dans les caniveaux vers les puisards. Une réfection des caniveaux et puisard a été menée en 2008, ces derniers ayant pu constituer une zone d'infiltration préférentielle avant les travaux.

Au regard des données piézométriques de la nappe des remblais décrites au chapitre 6.1, la cote des fonds de caniveaux les plus profonds (-0,9 / -1,0m/sol) correspond environ à la cote de la nappe mesurée au droit des ouvrages les plus proches PzB (4,3 m NGF) et PzA (4,2 m NGF). Le fond des puisards se trouve sous le niveau de la nappe (piézométrie d'octobre 2012).

La seconde source sol suspectée serait constituée par les sols situés sous les caniveaux du bâtiment de production des chlorates. Elle serait localisée au droit de ces derniers dont la surface reste limitée au regard de la géométrie des caniveaux (environ 100 m linéaire et 0,5 m de largeur, soit environ 50 m²) et dont l'épaisseur reste limitée (< 1 m) compte tenu de leur profondeur par rapport au sol et de la proximité de la nappe des remblais en hautes eaux (octobre 2012). Sur la base de ces hypothèses, le volume de sol concerné par la seconde source sol serait de l'ordre de **50 m³**. Sur la base des hypothèses retenues au chapitre 4.6.2 pour le calcul de la masse de chlorates contenue dans les sols de la source « zone de chargement », il peut être estimé une masse comprise entre 170 kg et 6 t de chlorates contenue dans les sols de la seconde source sol suspectée.

5.2. Extension verticale

Il n'a pas été jugé nécessaire de recherche des chlorates dans la nappe des sables infra-flandriens suffisamment protégée par une dizaine de mètres d'argiles limoneuses (selon avis de la DREAL su 13/09/2012).

6. Acquisition de données géologiques et hydrogéologiques

6.1. Données piézométriques – Octobre 2012

La cote NGF des repères (têtes des piézomètres) a fait l'objet d'une détermination par le cabinet de géomètre-expert ABAC, le 12 octobre 2012.

Après une période de stabilisation des niveaux d'eau dans les ouvrages, une campagne synchrone de mesures piézométriques a été réalisée le 31 octobre 2012.

Les niveaux piézométriques ont été relevés par le technicien Antea Group. L'ensemble de ces relevés figure dans le tableau ci-dessous, qui présente également, sur la base des nivellements d'ouvrages et des coupes géologiques associées, la cote du mur de la nappe des remblais.

Piézomètre de surveillance	Niveau repère (en m NGF)	Nature du repère	Campagne du 31 octobre 2012		Cote NGF du mur de la nappe des remblais
			Profondeur de la nappe (m/repère)	Cote piézométrique en m NGF	
Pz A	5,896	Dessus piézomètre	1,667	4,229	1.93
Pz B	5,829	Dessus piézomètre	1,528	4,301	1.77
Pz C	5,218	Dessus piézomètre	1,130	4,088	2.95
Pz D	5,222	Dessus piézomètre	1,174	4,048	2.21
Pz E	5,356	Dessus piézomètre	1,447	3,909	2.39
Pz F	5.087	Terrain naturel	0,505	4,582 ¹	2.19
Pz G	5,815	Dessus piézomètre	1,908	3,907	2.11
Pz H	5,886	Dessus piézomètre	1,988	3,898	3.29
Pz I	5,619	Dessus piézomètre	1,653	3,966	2.52
Pz J	5,433	Dessus piézomètre	1,300	4,133	2.54
Pz K	5,904	Dessus piézomètre	1,990	3,914	2.40
Pz L	5,603	Dessus piézomètre	1,460	4,143	2.62
Pz M	5,761	Dessus piézomètre	1,337	4,424	2.03
Pz N	5,313	Dessus piézomètre	1,085	4,228	2.74
Pz O	5,663	Dessus piézomètre	1,715	3,948	3.12
Pz P	5.143	Dessus de la bouche à clef	0,950	4,193	-
Pz 1	6,067	Dessus piézomètre	1,610	4,457	-
Pz 2	5,906	Dessus piézomètre	2,892	3,014	-
Pz 3	5,74	Dessus piézomètre	1,636	4,104	-

**Tableau 7 : Niveaux piézométriques de la nappe au droit du site
Campagne du 31 octobre 2012**

¹ Le cabinet de géomètre-expert ABAC est intervenu sur site avant la création du Pz F. Le nivellement du terrain naturel a ainsi été réalisé au droit de l'implantation théorique de cet ouvrage. Cette cote NGF n'a donc pas été intégrée à la carte piézométrique présentée ci-après.

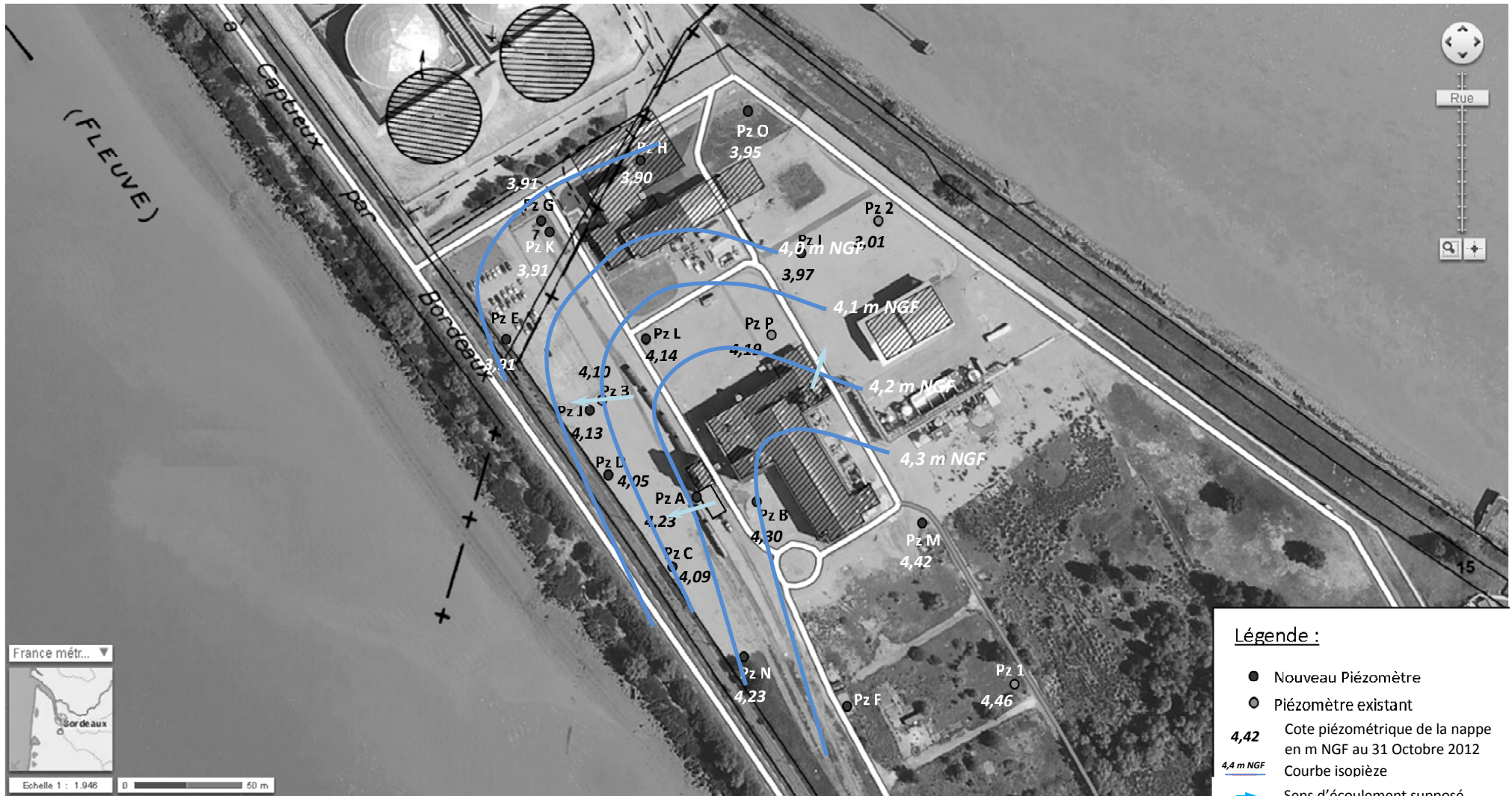


Figure 9 : Esquisse piézométrique de la « nappe » des remblais au droit du site d'étude (mesures d'octobre 2012)

Le niveau d'eau au droit du site d'étude est compris entre 3,90 et 4,46 m NGF. On observe un drainage de la « nappe » des remblais par la Garonne à l'ouest et par la Dordogne à l'est. Un dôme piézométrique évolue au centre du site avec un écoulement orienté vers le nord-ouest.

La Figure 9 représente l'esquisse piézométrique de la « nappe » superficielle des remblais au droit du site d'étude en octobre 2012.

Le gradient hydraulique est d'environ :

- 3,6 ‰ (entre les ouvrages Pz B et Pz D écoulement vers la Garonne) ;
- 2,4 ‰ (entre les ouvrages Pz M et Pz G dans l'axe du dôme piézométrique).

Le calcul de la cote du mur de la nappe met en évidence une zone particulièrement basse de plusieurs dizaines de centimètres au niveau de PzA et PzB. Notamment au droit des ouvrages situés au nord-ouest en aval hydraulique (Pz E et Pz K), le mur de la nappe se trouve environ 0,5 m plus haut qu'au droit de Pz A/Pz B. Cet écart s'accroît en Pz H et Pz O (1,2 m). Cette « remontée » du mur de la nappe vers la Dordogne peut avoir un rôle dans la limitation des écoulements dans les directions concernées.

6.2. Pompages d'essai de nappe

Deux pompages d'essai de nappe ont été mis en œuvre en le 15 octobre 2012 de façon à évaluer localement les paramètres hydrodynamiques (transmissivité T et coefficient d'emmagasinement S) de la « nappe » des remblais au droit du site.

Les débits ont été adaptés selon la productivité de l'ouvrage testé. Les niveaux piézométriques statiques et dynamiques ont été mesurés en continu à l'aide de sondes enregistreuses. En plus des ouvrages pompés, les piézomètres voisins proches ont été également suivis pour permettre un véritable essai de nappe. Ainsi, les essais ont été réalisés sur les deux doublets de piézomètres suivants :

- Pz G (puits de pompage) / Pz K (piézomètre d'observation) ;
- Pz 3 (puits de pompage) / Pz J (piézomètre d'observation).

6.2.1. Essai de pompage n°1 : pompage par paliers sur Pz G et interprétation sur le piézomètre d'observation Pz K

Les piézomètres Pz G et Pz K sont espacés de 2,17 m.

Le pompage, effectué le 15 octobre 2012, a duré environ 2h. Les débits utilisés varient de 0,156 à 0,180 m³/h. La remontée a été suivie pendant 54 min. La profondeur de Pz K est de 3,93 m/repère. Le diamètre intérieur des crépines de Pz 3 et de Pz J sont de 50 mm. Les formations productives sont constituées de sables sur Flandrien.

Par ailleurs, $NS_{PzK} = 2,18$ m.

La Figure 10 présente les niveaux d'eau lors de l'essai de pompage n°1 sur les 2 ouvrages suivis (Pz G et Pz K).

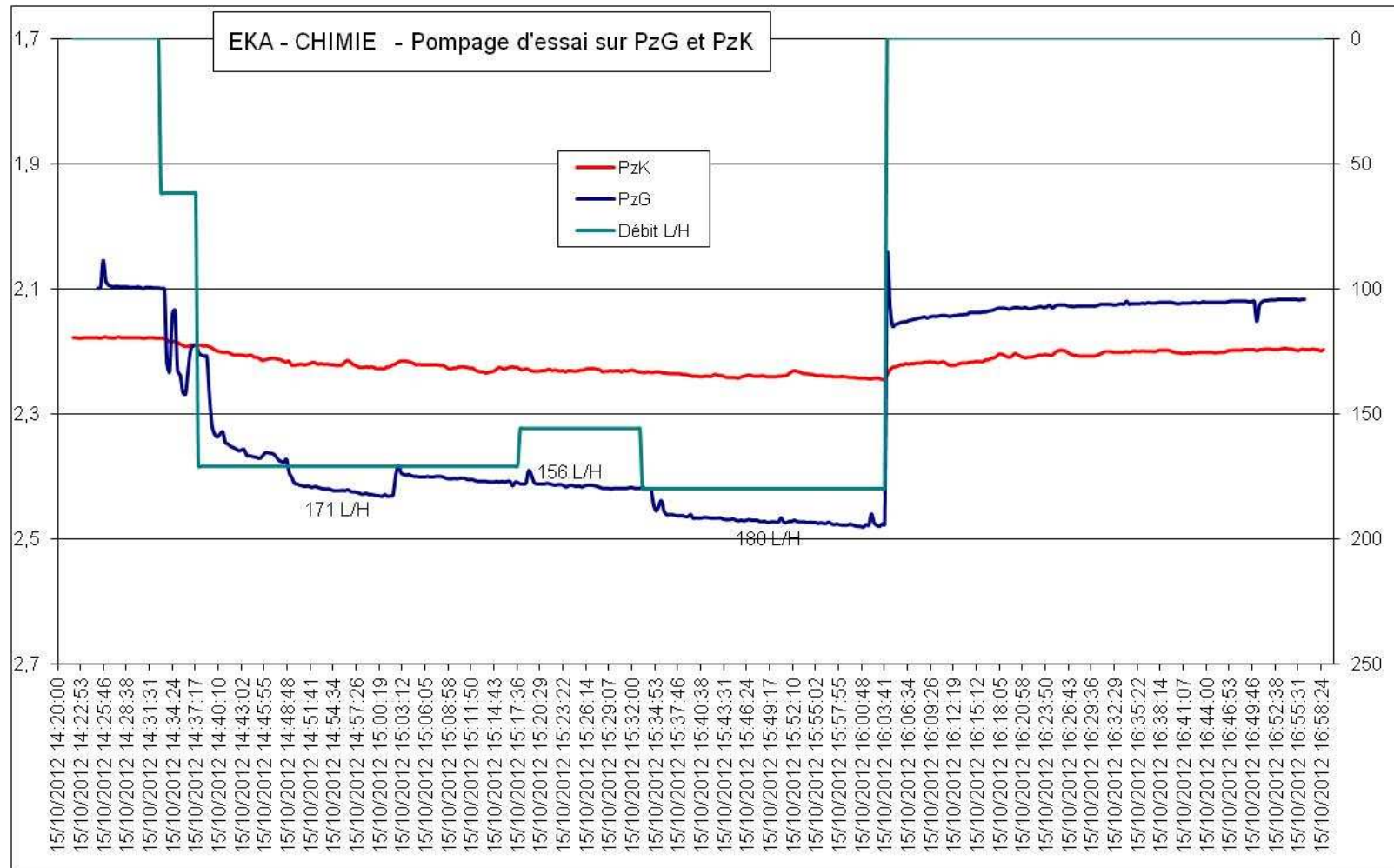


Figure 10 : Niveaux piézométriques au droit de Pz G et Pz K lors de l'essai de pompage n°1

Cet essai de pompage a été interprété afin d'estimer les paramètres hydrodynamiques (transmissivité T et coefficient d'emmagasinement S) autour des piézomètres Pz G et Pz K.

Les résultats de ces interprétations et les caractéristiques des ouvrages suivis sont présentés dans le Tableau 8.

Pour l'essai de pompage n°1 dans la « nappe » des remblais, la méthode de Theis, sans limite ni autre paramètre supplémentaire, s'est révélée la plus pertinente. En effet, la « nappe » des remblais est libre et le rabattement maximum de la nappe ($s_{\max}=7$ cm) est négligeable devant la hauteur d'eau ($e=1,31$ m).

En Annexe C se trouvent les courbes résultant de ces interprétations. Pour chaque essai de pompage sont présentés :

- la méthode d'interprétation du pompage d'essai ;
- deux graphiques de rabattements mesurés et interprétés :
 - un avec une échelle linéaire,
 - l'autre avec une échelle semi-logarithmique :

Remarques :

Le calage en semi-log est toujours moins précis vue l'exagération de l'axe des temps. Par ailleurs, du fait du logiciel Isape, les courbes de descente et de remontée de la nappe sont superposées sur les graphiques semi-logs mais cela n'a aucun effet sur l'interprétation.

Les rabattements sont tracés en négatif pour restituer l'effet de descente de la nappe au pompage puis de remontée à l'arrêt du pompage.

Le calage est globalement satisfaisant. Les paramètres obtenus à partir du calage sont les suivants :

$$T=1,45 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$S=1,2 \cdot 10^{-2}$$

6.2.2. Essai de pompage n°2 : Pompage par paliers sur Pz3 et mesures-interprétation sur le piézomètre d'observation PzJ

Les piézomètres Pz 3 et Pz J sont espacés de 2,57 m.

Le pompage, effectué le 15 octobre 2012, a duré environ 1h30. Les débits utilisés varient de 0,171 à 0,288 m³/h. La remontée a été suivie pendant 1h06min. La profondeur de Pz J est de 4,13 m/repère. Le diamètre intérieur de la crépine de Pz J est de 50 mm et celui de Pz 3 de 80 mm. Les formations productives sont constituées de sables sur Flandrien.

Par ailleurs, $NS_{PzJ} = 1,56$ m

La Figure 10 présente les niveaux d'eau lors de l'essai de pompage n°2 sur les 2 ouvrages suivis (Pz 3 et Pz J).

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE
 Diagnostic du sous-sol du site d'Ambès – Impact en chlorates sur la nappe des remblais

A 68692/A

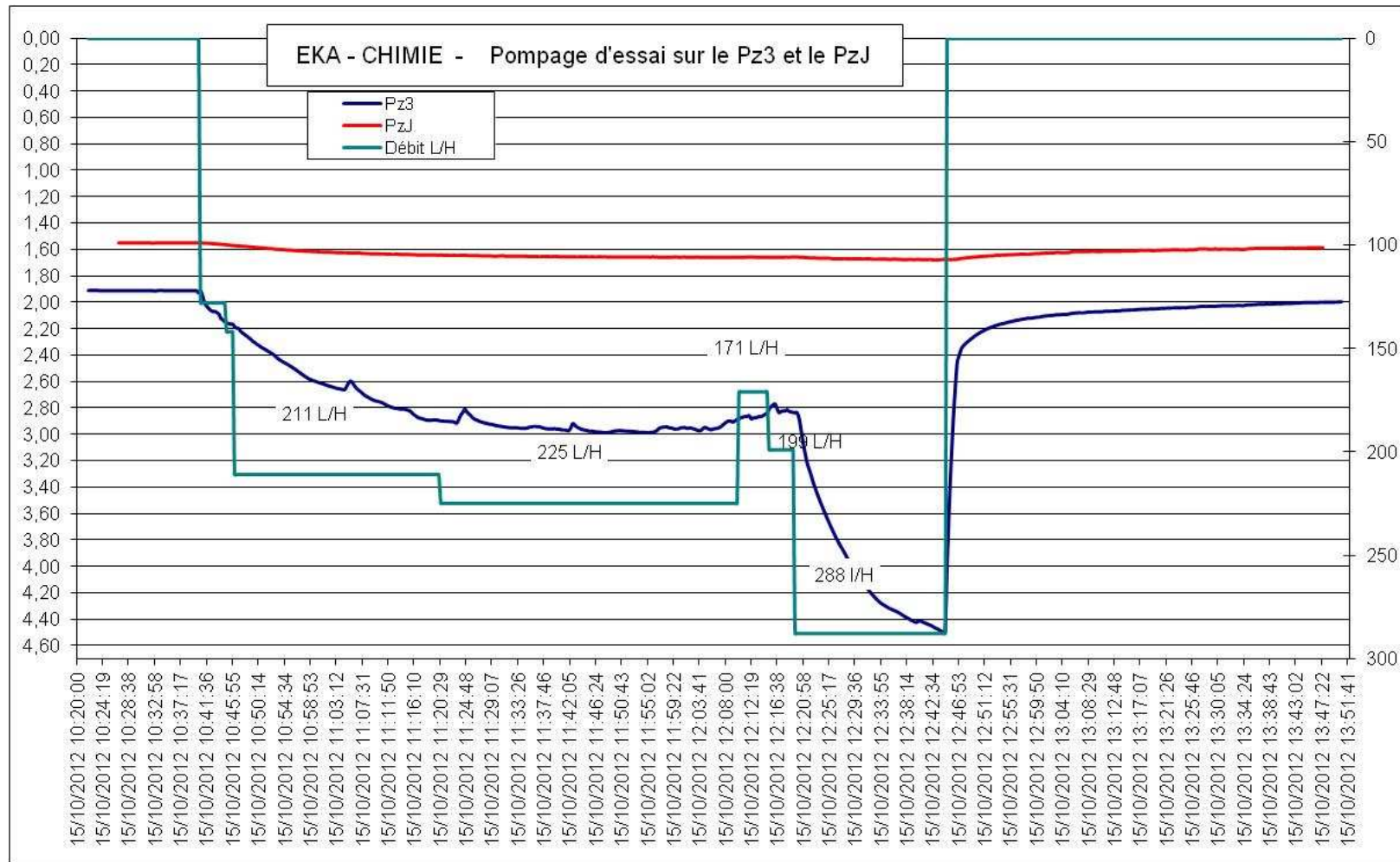


Figure 11 : Niveaux piézométriques au droit de Pz 3 et Pz J lors de l'essai de pompage n°2

Cet essai de pompage a été interprété afin d'estimer les paramètres hydrodynamiques (transmissivité T et coefficient d'emmagasinement S) autour des piézomètres Pz 3 et Pz J.

Les résultats de ces interprétations et les caractéristiques des ouvrages suivis sont présentés dans le Tableau 8.

Pour l'essai de pompage n°2 dans la « nappe » des remblais, la méthode de Theis, sans limite ni autre paramètre supplémentaire, s'est révélée la plus pertinente. En effet, la « nappe » des remblais est libre et le rabattement maximum de la nappe ($s_{\max}=12$ cm) est négligeable devant la hauteur d'eau ($e=1,33$ m).

En Annexe C se trouvent les courbes résultant de ces interprétations.

Le calage est globalement satisfaisant. Les paramètres obtenus à partir du calage sont les suivants :

$$T=1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$S=8 \cdot 10^{-3}$$

Essai de pompage	N°1		N°2	
	Remblais ou alluvions sur Flandrien	Remblais ou alluvions sur Flandrien	Remblais ou alluvions sur Flandrien	Remblais ou alluvions sur Flandrien
Aquifère testé				
Puits et piézomètres concernés	Pz G (puits de pompage)	Pz K (Piézomètre d'observation)	Pz 3 (puits de pompage)	Pz J (Piézomètre d'observation)
Distance puits – piézomètre (m)	-	2,17	-	2,57
Diamètre intérieure crépine (mm)	50	50	80	50
Longueur tube crépiné (m/sol)	3	3	non disponible	3
Profondeur de l'ouvrage (m/repère)	3,93	3,93	5,58	4,13
Hauteur sol/repère (m)	0,45	0,57	0,76	0,44
Débit de pompage (m ³ /h)	entre 0,156 et 0,180		entre 0,171 et 0,288	
Durée de pompage	≈2h		≈1h30	
Niveau statique (m/repère)	2,10	2,18	1,91	1,56
Niveau dynamique en fin de descente (m/repère)	2,48	2,24	4,49	1,68
Rabattement maximum (cm)	38	7	259	12
Méthode d'interprétation	-	Theis	-	Theis
Transmissivité (m²/s)	-	1,45.10⁻⁴	-	1,4.10⁻⁴
Hauteur captée estimée (m)	1,57	1,31	non disponible	1,33
Perméabilité estimée (m/s)	-	1,11.10⁻⁴	-	1,05.10⁻⁴
Coefficient d'emmagasinement	-	1,2.10⁻²	-	8.10⁻³

Tableau 8 : Tableau de synthèse des pompages d'essai et de leurs interprétations

6.3. Influence de la marée

6.3.1. Présentations des opérations mises en place

Trois capteurs de pression ont été mis en place le 15 octobre 2012 par un technicien Antea Group, au droit des 3 ouvrages suivants :

- Pz A, situé au droit de la source sol qui correspond à la zone de chargement des camions et des wagons ;
- Pz D, situé dans le panache de contamination en chlorates, en aval hydraulique de la zone source et à proximité immédiate de la Garonne ;
- Pz B, situé dans l'alignement de Pz A et Pz D, afin d'évaluer l'évolution du gradient hydraulique.

Les 3 piézomètres Pz B, Pz A et Pz D sont donc situés sur la ligne d'écoulement des eaux superficielles passant par la zone source sol.

Un relevé de ces 3 capteurs de pressions a été réalisé le 31 octobre 2012, soit 17 jours après leur mise en place, afin d'étudier l'influence des marées sur la « nappe » des remblais. La Figure 12 présente ces résultats, en corrélation avec le cumul des précipitations relevé à Bordeaux – Mérignac (*source* : <http://www.infoclimat.fr/>).

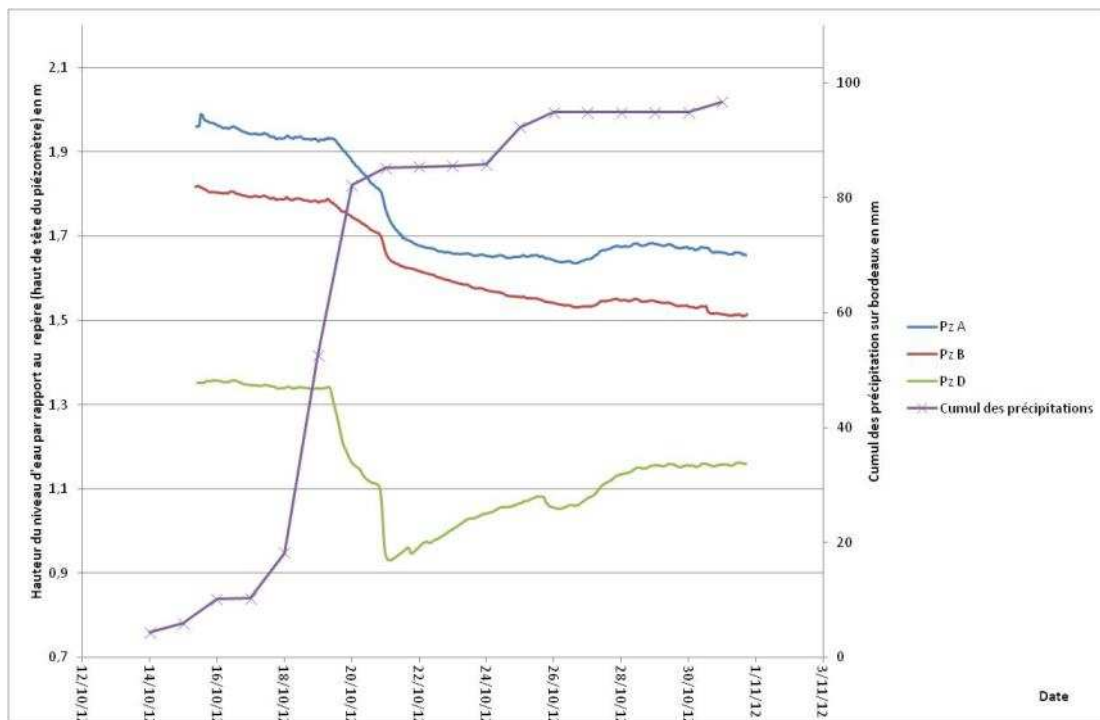


Figure 12 : Evolution de la hauteur des niveaux d'eau au droit des 3 piézomètres suivis sur une durée de 17 jours

6.3.2. Coefficients des marées

Le site d'étude est localisé entre les stations de Bordeaux et de Pauillac. Pour rappel, le coefficient des marées s'exprime en centièmes, varie de 20 à 120 et indique sa force. Le coefficient moyen est 70. On peut classer les marées en fonction de leur coefficient :

- supérieur à 100 : grande marée ;
- entre 70 à 99 : marée de vive-eau ;
- entre 69 à 20 : marée de morte-eau.

Le Tableau 9 indique les coefficients de pleine mer rencontrés pour les stations de Bordeaux et de Pauillac en octobre 2012.

Octobre 2012		Octobre 2012	
01 L Thérèse...	92 91	01 L Thérèse...	92 91
02 M Léger	89 87	02 M Léger	89 87
03 M Gérard	84 80	03 M Gérard	84 80
04 J François...	76 71	04 J François...	76 71
05 V Fleur	66 60	05 V Fleur	66 60
06 S Bruno	55 49	06 S Bruno	55 49
07 D Serge	44	07 D Serge	44 38
08 L Pélagie	36 34	08 L Pélagie	34
09 M Denis	31 30	09 M Denis	31 30
10 M Ghislain	32 36	10 M Ghislain	32 36
11 J Firmin	42 49	11 J Firmin	42 49
12 V Wilfried	57 65	12 V Wilfried	57 65
13 S Géraud	73 80	13 S Géraud	73 80
14 D Juste	87 94	14 D Juste	87 94
15 L Thérèse...	99 104	15 L Thérèse...	99 104
16 M Edwige	107 109	16 M Edwige	107 109
17 M Baudoin	109 108	17 M Baudoin	109 108
18 J Luc	105 101	18 J Luc	105 101
19 V René	95 89	19 V René	95 89
20 S Adeline	81 74	20 S Adeline	81 74
21 D Céline	66	21 D Céline	66 59
22 L Elodie	59 53	22 L Elodie	53
23 M Jean...	49 48	23 M Jean...	49 48
24 M Florentin	48 51	24 M Florentin	48 51
25 J Crépin	55 60	25 J Crépin	55 60
26 V Dimitri	64 69	26 V Dimitri	64 69
27 S Emeline	73 77	27 S Emeline	73 77
28 D Jude	80 82	28 D Jude	80 82
29 L Narcisse	83 84	29 L Narcisse	83 84
30 M Bienvenu	85 84	30 M Bienvenu	85 84
31 M Quentin	83 82	31 M Quentin	83 82

Station de Bordeaux
Station de Pauillac

Période de mesures :
du 15 au 31 octobre 2012

Tableau 9 : Coefficients de pleine mer en octobre 2012 (source : <http://maree.info> - Service Hydrographique et Océanographique de la Marine)

On peut remarquer que les coefficients des marées sont globalement similaires pour les stations de Bordeaux et de Pauillac. Ils ont varié de 48 à 109 sur les 17 jours de mesures. A titre indicatif, entre le 15 et le 18 octobre 2012, il s'agit d'une période de grandes marées.

6.3.3. Interprétation des résultats

Sur une période de 17 jours, les niveaux piézométriques au droit des 3 ouvrages captant la « nappe » des remblais sont globalement stables, malgré l'alternance des marées hautes et des marées basses.

Au regard des résultats de mesures piézométriques en continu, la nappe des remblais ne semble pas influencée par les marées de la Garonne et de la Dordogne.

En revanche, les capteurs de pressions mettent en évidence une influence visible des précipitations sur les niveaux piézométriques. En effet, entre le 18 et le 21 octobre 2012, les fortes précipitations (environ 75 mm en 4 jours) peuvent être corrélées à la hausse des niveaux piézométriques (cf. Figure 12). L'écart maximal entre les niveaux au droit des piézomètres Pz A, Pz B et Pz D varie entre 31 et 43 cm sur cette période.

6.4. Estimation du flux de chlorates sortant du site

Au regard :

- des coupes géologiques de terrains et des mesures piézométriques réalisées au droit des nouveaux ouvrages ayant permis de déterminer l'épaisseur ($e = 1,3$ à $1,6$ m) de la nappe des remblais,
- des caractéristiques de la nappe définies par les pompages d'essai (transmissivité : $T = 1,4E-04$ m²/s et coefficient d'emménagement : $S = 1,2E-02$ à $8,0E-03$),
- de la carte piézométrique établie en octobre 2012 et du gradient hydraulique de la nappe ($i = 0,3\%$ à $0,4\%$) qui en découle,
- de la largeur ($L = 160$ m) du panache recoupant perpendiculairement la limite ouest du site,
- de la teneur moyenne ($C = 2,5$ g/l) en chlorates dosée dans les ouvrages situés en limite ouest du site,

et de l'application de la formule de débit (Q) : $Q = T \cdot i \cdot L$ qui représente le volume d'eau de nappe transitant au travers d'une section verticale perpendiculaire au sens d'écoulement,

le flux de chlorates (F) transitant vers la Garonne a été estimé à environ 440 à 600 kg/mois par l'application de la formule suivante : $F = Q \cdot C$.

Le flux de la nappe est variable dans le temps car il est directement conditionné notamment par le gradient hydraulique, lui-même fluctuant au cours du temps.

6.5. Estimation de l'impact sur la Garonne

Sur la base :

- d'un flux de chlorates de 440 à 600 kg/mois, soit environ 1,68 à 2,32E-04 kg/s,
- un débit de Garonne de 600 m³/s,

la concentration en chlorates dans la Garonne issus du panache en provenance du site EKA Chimie est de l'ordre de 0,28 µg/l à 0,38 µg/l, soit une teneur inférieure à la limite inférieure de quantification du laboratoire (100 µg/l).

6.6. Usages de la nappe des remblais

Le site se trouve à la pointe du Bec d'Ambès, encadré à l'ouest par la Garonne, à l'est par la Dordogne et au nord par un site de stockage pétrolier (SPBA) occupant la dernière parcelle avant la confluence des deux rivières.

La nappe des remblais s'écoule au droit du site d'EKA Chimie dans ces 3 directions. Peu épaisseur, vulnérable et de mauvaise qualité, elle ne fait l'objet d'aucun usage. Elle rejoint toutefois les deux rivières, classées Natura 2000, où les eaux souterraines sont largement diluées compte tenu des débits importants des deux cours d'eau.

7. Schéma conceptuel

7.1. Sources sol chlorate

Les sources sol suspectées sont constituées par :

- les sols au droit de la zone de chargement en chlorates des camions et wagon
- les sols sous les caniveaux de collecte des égouttures de liquides de process situés dans le bâtiment de l'unité de fabrication de chlorates.

Les sondages de sol, prélèvements d'échantillons et dosage des chlorates ont permis d'approcher les concentrations en chlorates de la source sol au droit de la zone de chargement.

Les volumes estimés sont d'environ 135 m³ pour la source sol zone de chargement et de 50 m³ pour la source sol caniveaux de collecte.

La présence de chrome VI est également suspectée dans les sols de la source caniveaux de collecte.

7.2. Vecteurs de transfert

Les substances en jeu (chlorates et chrome VI) ne sont pas volatiles.

La voie de transfert est constituée par la nappe des remblais dont le mur est constitué d'une dizaine de mètres d'argiles des Flandres. Cet horizon peu perméable constitue une bonne protection de l'aquifère sous-jacent des sables et graviers infra flandriens.

Les eaux souterraines s'écoulent au droit du site dans 3 directions : à l'est vers la Dordogne, au nord vers le site industriel pétrolier de SPBA, à l'ouest vers la Garonne. Les sources sol se trouvent plus proches de la Garonne que de la Dordogne. Aucun impact de la nappe n'est identifié en limite nord.

On rappelle que la présence d'hydrocarbures d'origine historique a été mise en évidence dans la zone de battement de la nappe des remblais.

7.3. Cibles

La nappe des remblais ne fait l'objet d'aucun usage en aval du site. Les eaux souterraines impactées en chlorates rejoignent la Garonne où elles se diluent.

7.4. Schéma conceptuel

Le schéma conceptuel est présenté sur la Figure 13.

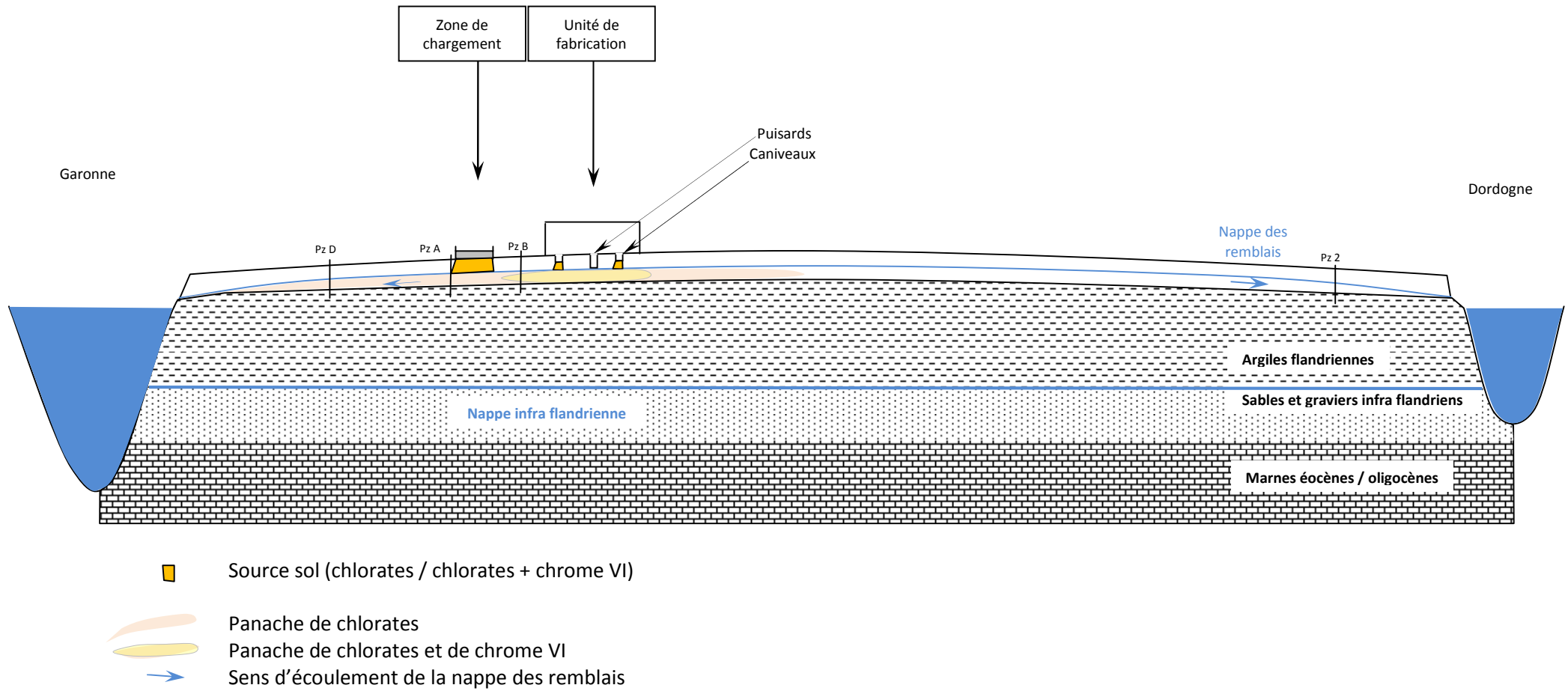


Figure 13 : Schéma conceptuel

8. Acquisition de données de caractérisation des potentialités de biodégradation du milieu

Comme indiqué en introduction, Antea Group a proposé à EKA Chimie de réaliser, durant le diagnostic, des compléments d'investigations permettant d'acquérir un certain nombre d'informations dont l'exploitation est pressentie pour le plan de gestion à venir. Le présent chapitre et le suivant présentent les résultats de ce complément d'investigations.

8.1. Prélèvement et échantillonnage

Une campagne de prélèvement des eaux souterraines a été réalisée le 15 octobre 2012 sur 5 ouvrages piézométriques : Pz A, Pz D, Pz J, Pz L et Pz N.

Un relevé du niveau piézométrique a été effectué, par un technicien Antea Group, sur l'ensemble de ces piézomètres.

Chacun des piézomètres a fait l'objet d'un pompage d'au moins trois fois le volume contenu dans l'ouvrage. Il permet d'assurer un renouvellement d'eau suffisant pour que l'échantillon soit représentatif de la qualité de la nappe.

Les échantillons d'eau souterraines ont ensuite été prélevés et stockés en glacière et / ou en chambre froide jusqu'à réception par le laboratoire d'analyses. Les analyses ont été réalisées par le laboratoire AGROLAB, à l'exception de la recherche des biomarqueurs codant la biodégradation des chlorates réalisée par la société spécialisée ENOVEO (conseil et expertise en Bio-ingénierie Environnementale, créée en 2008 par une équipe de microbiologistes, de bio-ingénieurs et de chercheurs à l'Ecole Centrale de Lyon).

L'échantillonnage des eaux souterraines a donné lieu à l'établissement d'une fiche de prélèvements par piézomètre. Ces données sont présentées en Annexe D.

8.2. Programme analytique

Le programme analytique a porté sur les paramètres organiques suivants :

- Pack analytique HCT / BTEX-N :
 - Indices hydrocarbures C10-C40, avec répartition des fractions carbonées,
 - Hydrocarbures volatils C6 – C10,
 - BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes) et naphthalène,
- Nutriments, accepteurs d'électrons et bio-toxiques :
 - ammonium et azote total (nitrites, nitrates, azote Kjeldahl),

- Carbone Organique Dissous (COD) et Carbone Organique Total (COT),
- Fer (II) / Fer (III),
- Sulfates et sulfures,
- chlorates et chlorures,
- Métaux (fer, manganèse, molybdène et sélénium),
- Phosphore total,
- 3 bio-marqueurs codant la biodégradation des chlorates (société ENOVEO).

Les paramètres analysés sur chacun des 5 échantillons d'eau sont présentés dans le Tableau 10.

	Pack HCT et BTEX-N	Nutriment, accepteurs d'électrons et bio-toxiques	3 bio-marqueurs
Pz A	X	X	
Pz D	X	X	X
Pz J	X	X	X
Pz L	X		
Pz N	X		

Tableau 10 : Présentation des paramètres analysés sur les 12 échantillons de sol

Remarque : Le choix des ouvrages Pz D et Pz J sur lesquels ont été réalisés une recherche des 3 bio-marqueurs codant la biodégradation des chlorates a été effectué en concertation avec la société spécialisée ENOVEO. Selon celle-ci, ces deux puits « présentent des concentrations de chlorate différentes, des concentrations en chlorure différentes et des ratio différents, ce qui pourraient être des indicateurs d'activité de dégradation différentes ».

8.3. Paramètres physico-chimiques

Des mesures in-situ ont été effectuées pour les paramètres suivants, à l'aide de sondes spécifiques : oxygène dissous, potentiel d'oxydoréduction, pH, température et conductivité.

Le tableau ci-après synthétise les résultats des mesures des paramètres physico-chimiques réalisés lors des prélèvements.

	Oxygène dissous (mg/L)	Température (°C)	pH	Potentiel d'oxydoréduction (mV)	Conductivité. (µS/cm)
Pz A	7,50	20,2	7,00	151	38 500
Pz D	5,32	20,5	6,63	154	2 460
Pz J	6,00	20,4	6,16	127	6 160
Pz L	3,60	19,5	6,90	71	1 700
Pz N	4,74	18,7	7,12	14	710

Tableau 11 : Mesures in situ réalisés sur les piézomètres

8.4. Résultats d'analyses AGROLAB

Les bulletins d'analyses AGROLAB sont présentés en Annexe E. Le Tableau 12 regroupe les résultats d'analyses d'eaux souterraines obtenus ainsi que les valeurs guide décrites au chapitre 5.1.3.3.

Nom échantillon	Unité	Arrêté ministériel du 11 janvier 2007		OMS (2011)	PzA	PzD	PzJ	PzL	PzN
		Limite de potabilité Annexe 1 (eaux potables)	Limite de potabilisation Annexe 2 (eaux brutes)		15/10/2012	15/10/2012	15/10/2012	15/10/2012	15/10/2012
Ammonium et azote global									
Ammonium - N	mg/l	0,1	4	-	0,92	2,6	5,5	-	-
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/l	-	-	-	<1,0	3,2	4,9	-	-
Nitrates - N	mg/l	50	100	50	1	0,08	0,09	-	-
Nitrites - N	mg/l	0,5	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Azote global (calcul)	mg/l	-	-	-	1	3,28	4,99	-	-
Bilan ionique									
Carb. Org. Dissous (COD)	mg/l	-	-	-	23	14	20	-	-
COT	mg/l	2	10	-	25	15	24	-	-
Fer (II)	mg/l	200 (*)	-	-	<0,10	<0,10	0,14	-	-
Fer (III)	mg/l	200 (*)	-	-	<0,10	<0,10	<0,10	-	-
Sulfates (SO4)	mg/l	250	250	-	31	18	150	-	-
Sulfures totaux	mg/l	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Chlorate	mg/l	-	-	0,7	21 000	320	890	-	-
Chlorures (Cl)	mg/l	250	200	-	220	110	470	-	-
Orthophosphates (P)	mg/l	-	-	-	0,03	0,04	0,03	-	-
Phosphore total (P)	µg/l	-	-	-	25	<10	<10	-	-
Métaux									
Manganèse (Mn)	µg/l	50	-	-	880	2 500	7 800	-	-
Molybdène (Mo)	µg/l	-	-	-	5,7	<2,0	2,2	-	-
Fer (Fe)	µg/l	200	-	-	<20	<20	230	-	-
Sélénium (Se)	µg/l	10	10	40	7	<5,0	15	-	-
BTEX et Naphtalène									
Naphtalène	µg/l	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	1,1	0,2
Benzène	µg/l	1	-	10	0,3	<0,2	0,7	38	<0,2
Toluène	µg/l	-	-	700	<0,5	<0,5	1,1	5,9	<0,5
Ethylbenzène	µg/l	-	-	300	<0,5	<0,5	<0,5	1,3	<0,5
m,p-Xylène	µg/l	-	-	-	<0,2	<0,2	0,3	8,1	0,3
o-Xylène	µg/l	-	-	-	<0,50	<0,50	1,4	2,6	<0,50
Somme Xylènes	µg/l	-	-	500	n.d.	n.d.	1,7	11	0,3
Hydrocarbures totaux									
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	-	1000	-	<50	<50	197 000	9 610	97
Fraction C10-C12	µg/l	-	-	-	<10	<10	15 000	1 160	27
Fraction C12-C16	µg/l	-	-	-	<10	<10	63 200	2 430	27
Fraction C16-C20	µg/l	-	-	-	<5,0	<5,0	55 200	2 020	<5,0
Fraction C20-C24	µg/l	-	-	-	<5,0	<5,0	27 000	1 400	<5,0
Fraction C24-C28	µg/l	-	-	-	<5,0	<5,0	15 000	1 100	5,9
Fraction C28-C32	µg/l	-	-	-	<5,0	<5,0	11 000	730	5,9
Fraction C32-C36	µg/l	-	-	-	<5,0	<5,0	7 700	520	13
Fraction C36-C40	µg/l	-	-	-	<5,0	<5,0	4 600	240	7,7
Hydrocarbures volatils									
Hydrocarbures volatils C6-C10	µg/l	-	-	-	<10	<10	300	330	<10
Hydrocarbures C6-C8	µg/l	-	-	-	<10	<10	96	200	<10
Hydrocarbures C8-C10	µg/l	-	-	-	<10	<10	210	130	<10

Tableau 12 : Résultats des analyses chimiques réalisées par AGROLAB portant sur la « nappe » des remblais au droit des piézomètres

Les résultats seront exploités dans le cadre du plan de gestion à venir.

Par comparaison des résultats en chlorates fournis par le laboratoire d'EKA Chimie et présentés dans le Tableau 6 page 22, avec ceux relatifs à des échantillons prélevés une semaine plus tard et dont les résultats d'analyse Agrolab sont présentés ci-dessus, on constate que les teneurs en chlorates dosées par Agrolab sont inférieures à celles dosées par celui d'EKA chimie (par exemple Pz A : 21 mg/l Agrolab pour 36 mg/l EKA, Pz J : 0,89 mg/l Agrolab pour 3,2 mg/l EKA).

8.5. Résultats de la recherche sur la biodégradation des chlorates réalisée par la société spécialisée ENOVEO

Antea Group a fait appel à la société spécialisée ENOVEO afin d'évaluer la capacité des bactéries présentes dans la « nappe » des remblais du site d'étude à biodégrader la pollution identifiée en chlorates.

Le rapport complet ENOVEO est présenté en Annexe F. Les paramètres physico-chimiques mesurés in situ (cf. paragraphe 8.3) et les résultats envoyés par le laboratoire AGROLAB (cf. paragraphe 8.4) ont été intégrés à la réflexion d'ENOVEO sur le potentiel microbiologique de la nappe pour la dégradation des chlorates.

La recherche concernant la biodégradation des chlorates a été réalisée par ENOVEO, en concertation avec Antea Group, sur deux puits présentant des profils physico-chimiques différents (concentrations de chlorates différentes, concentrations en chlorures différentes et ratios différents), potentiellement indicateurs d'activité de dégradation différente. Il s'agit des ouvrages :

- Pz J : beaucoup de chlorates et peu de chlorures (Piézomètre) ;
- Pz D : peu de chlorate et beaucoup de chlorures (Piézomètre Pz D).

8.5.1. Caractérisation du potentiel microbien de dégradation du chlorate

8.5.1.1. Principe

La caractérisation du potentiel de dégradation du chlorate est réalisée en recherchant et quantifiant des bio-marqueurs, gènes spécifiquement impliqués dans la dégradation de ce polluant. La recherche de bio-marqueurs dans l'ADN extrait permet de déterminer si les gènes responsables de la dégradation de polluants sont présents. La recherche des bio-marqueurs dans l'ARN extrait permet de déterminer si les gènes sont actifs. Ainsi, lors de la recherche de bio-marqueurs, 3 situations peuvent se présenter :

- le bio-marqueur est absent ;
- le bio-marqueur est présent mais n'est pas actif (présent seulement dans l'ADN extrait) ;
- le bio-marqueur est présent et actif (présent dans l'ADN et dans l'ARN extraits).

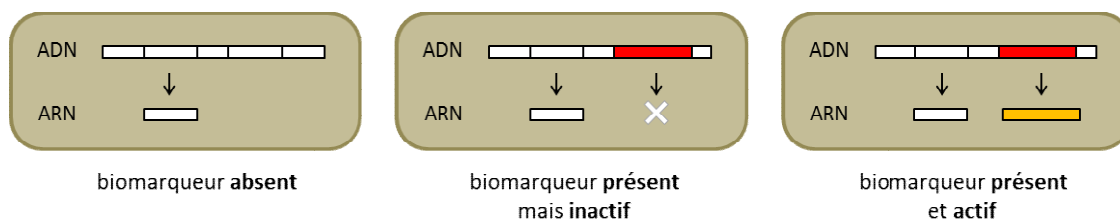


Figure 14 : Illustrations des situations pouvant se présenter lors de la recherche de bio-marqueurs

8.5.1.2. Processus de dégradation du chlorate

La dégradation du chlorate est une réaction de déhalogénéation réductive qui va conduire à l'élimination d'un atome de chlore présent dans la molécule. Dans ce processus, la molécule de chlorate sert d'accepteur d'électron (on parle aussi de respiration du chlorate). Plusieurs systèmes enzymatiques sont connus pour directement catalyser cette réduction.

- les (per)chlorate réductases ;
- les chlorates réductases.

La dernière étape de la dégradation consiste en une réaction de dismutation catalysée par les « chlorites dismutases » (dismutation du chlorite).

De manière plus marginale, le chlorate peut être également réduit par les « nitrate réductases ». Toutefois le chlorate étant moins favorable énergétiquement pour ces bactéries, le métabolisme de respiration du chlorate (par rapport à la respiration des nitrates) n'est pas favorisé par les bactéries. En conséquence la présence de concentrations importantes (>16 mg/L) en nitrates ou nitrites vont avoir pour effet d'inhiber la biodégradation du perchlorate et/ou chlorate. Dans le cas présent, les concentrations en nitrates détectées sur le site sont inférieures à 1 mg/L (cf. Tableau 12).

La voie de dégradation complète du chlorate est donnée dans la Figure 15.

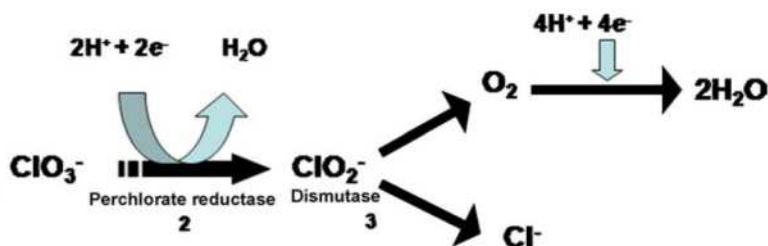


Figure 15 : Dégradation par déhalogénéation réductive du chlorate (Bardiya et al, 2011).

La dernière étape ($\text{ClO}_2^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{O}_2$) est importante pour les bactéries car l'accumulation de chlorite est toxique. Dès lors, une voie de biodégradation incomplète peut générer une toxicité vis-à-vis des bactéries et donc un arrêt de l'activité microbienne de dégradation du chlorate.

Les bactéries capables de dégrader les chlorates sont réparties en quatre sous-groupes suivant leurs profils de dégradation :

- Le 1^{er} groupe comprend les « perchlorate reducing bacteria » (PRB) comme le genre *Dechloromonas*. Elles peuvent réduire le perchlorate et le chlorate.
- Le 2^{ème} groupe comprend les « chlorate reducing bacteria » (CRB) comme le genre *Ideonella*. Elles ne peuvent réduire que le chlorate.

- Le 3^{ème} groupe comprend les « high chlorate accumulating bacteria » (HCAP) comme la souche bactérienne *Dechloromonas sp. PC1*. Ces bactéries peuvent réduire le perchlorate et le chlorate mais avec une accumulation de chlorate transitoire qui permet au PRB et CRB conventionnelle d'utiliser ce chlorate. (On parle d'association syntrophique).
- Le 4^{ème} groupe comprend les bactéries dénitrifiantes (respiration des nitrates) comme le genre *Rhodobacter*. Elles peuvent réduire le chlorate et dans certaines conditions de laboratoire le perchlorate. Ce métabolisme reste marginal d'un point de vue environnemental.

D'un point de vue écologique bien qu'en conditions anaérobie, la dernière réaction de dismutation ($\text{ClO}_2^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{O}_2$) provoquant la production d'oxygène, les bactéries capables de dégrader les chlorates sont anaérobies facultatives (capables de croître en condition aérobie et anaérobie) ou microaérophiles (anaérobies capables de survivre en présence de faibles concentrations d'oxygène). Cette production d'oxygène permet des métabolismes concomitants d'oxydation d'autres polluants comme les BTEX.

8.5.1.3. Sélection des bio-marqueurs pour la dégradation du chlorate

Les bio-marqueurs sélectionnés pour l'étude de la dégradation du chlorate ciblent les 2 systèmes enzymatiques de déhalogénéation réductive et l'enzyme de dismutation :

- (per)chlorate réductases (réduction du perchlorate et du chlorate) => bio-marqueur EP 1601 ;
- chlorate réductases (réduction du chlorate) => bio-marqueur EP 1604 ;
- chlorite dismutases (dismutation du chlorite) => bio-marqueur EP 1606.

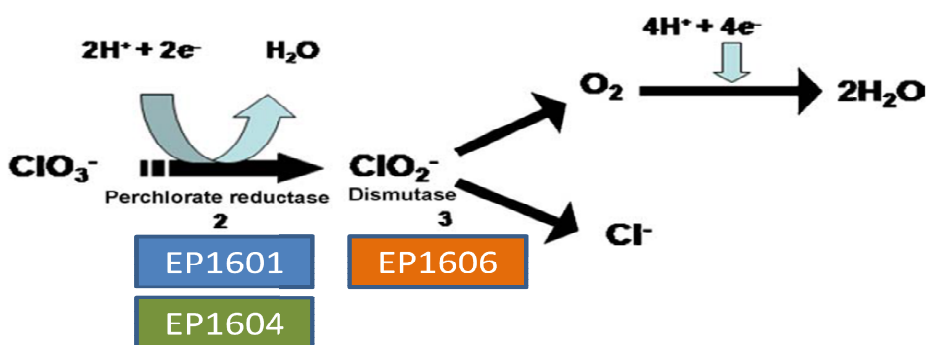


Figure 16 : Bio-marqueurs sélectionnés pour le suivi de la dégradation du chlorate

Le 4^{ème} groupe, correspondant aux bactéries dénitrifiantes, n'est pas recherché dans ce contexte en raison de la prépondérance environnementale de la respiration des nitrates (présent chez de nombreuses bactéries). Le suivi d'un bio-marqueur de cette activité sur un échantillon environnemental n'apporterait pas de réponse discriminante vis-à-vis d'une éventuelle dégradation du chlorate.

8.5.2. Résultats

L'évaluation du potentiel de biotraitabilité du site par la communauté microbienne indigène est évaluée par la quantification des gènes impliqués dans la dégradation du chlorate et de leurs activités respectives. Rappelons que l'ADN est synonyme de présence tandis que l'ARN démontre une activité.

Les résultats des quantifications pour chacun des bio-marqueurs sont donnés dans le Tableau 13.

		EP 1601 <i>(per)chlorate réductases</i>		EP 1604 <i>chlorate réductases</i>		EP 1606 <i>chlorite dismutases</i>	
		Moy.	Ec. Typ.	Moy.	Ec. Typ.	Moy.	Ec. Typ.
PzD	ADN	2,08E+05	2,22%	<1000		2,46E+05	2,81%
	ARN	<1000		n.d.		<1000	
PzJ	ADN	8,84E+06	4,07%	<1000		1,11E+06	10,51%
	ARN	3,22E+04	6,59%	n.d.		<1000	

<1000 : inférieur à la limite de quantification.

n.d. : inférieur à la limite de détection (inférieur à 10 copies/L).

Ec. Typ. : Ecart type

Tableau 13 : Résultats des quantifications des bio-marqueurs du suivi de la dégradation du chlorate (en copies par litre).

La recherche des bio-marqueurs montre la présence (ADN) en quantité significative du bio-marqueur EP 1601 et du bio-marqueur EP 1606. La voie de dégradation anaérobie du chlorate est donc présente dans sa totalité avec une prépondérance des perchlorates réductases (les « chlorates réductases » - EP 1604 sont pratiquement absentes). Toutefois, les niveaux d'activité (ARN) de biodégradation de ces deux bio-marqueurs montrent que la voie de dégradation est inactive dans les échantillons prélevés sur le site.

8.5.3. Interprétation des résultats

Les données physico-chimiques (cf. Tableau 11 et Tableau 12) sont cohérentes avec les observations biologiques disponibles dans le Tableau 13.

Les mesures d'oxygène dissous laissent supposer, un milieu aqueux riche en oxygène ce qui indique une aérobiose qui n'est pas compatible avec le métabolisme de respiration du chlorate. Les potentiels d'oxydoréduction mesurés, la présence de nitrates et l'absence de nitrite (absence de respiration des nitrates) viennent confirmer que la nappe phréatique semble préférentiellement être dans des conditions oxydantes. **Ainsi, un fort potentiel de biodégradation est observé sur le site sans que celui-ci ne présente d'activité de dégradation en raison de conditions physico-chimiques non favorables.**

Malgré la présence de l'ARN du bio-marqueur (EP 1601) codant pour les « perchlorate réductases » dans le puits Pz J, l'absence d'activité des « chlorite dismutases » indique que l'activité de la voie de biodégradation ne peut pas être significative. En effet, le chlorite éventuellement produit lors de la réduction du chlorate est toxique. Ainsi une bactérie qui maintiendrait une activité de réduction du chlorate sans la dismutation du chlorite serait rapidement tuée par la toxicité de ce composé.

8.5.4. Synthèse et recommandations

L'étude réalisée met en évidence la présence d'un potentiel de biodégradation des chlorates avéré dans les échantillons d'eaux prélevés sur les ouvrages Pz D et Pz J. Ce potentiel de biodégradation est justifié par la présence importante de l'ADN des bio-marqueurs EP 1601 et EP 1606. Néanmoins, l'absence d'ARN en quantité significative de ces mêmes bio-marqueurs implique que l'activité de biodégradation du polluant n'est pas active dans les échantillons prélevés.

Les indicateurs physico-chimiques (oxygène dissous, potentiel d'oxydoréduction, nitrates, nitrites,...) et les indicateurs biologiques (ARN des gènes) montrent que la nappe est en conditions aérobies. Cette aérobiose semble être la raison de l'inactivité des gènes du métabolisme du chlorate. En effet, il a été démontré en laboratoire que certaines «perchlorate réductases» étaient inhibées par de très faibles concentrations d'oxygène dissous (quelques dizaines de µg/L). Dans le cas présent, la valeur d'oxygène dissous mesurée sur le site est de l'ordre du mg/L.

L'abondance de l'ADN des bio-marqueurs EP 1601 et EP 1606 pourrait être expliquée par la présence de ces gènes dans le génome de bactéries pouvant utiliser différentes sources de carbone organique pour se développer. Ainsi, sur le site étudié, la source de carbone utilisée par les bactéries peut être les hydrocarbures (pollution déjà mise en évidence par la société ARCADIS). En outre, l'utilisation des hydrocarbures comme source de carbone et de croissance est communément répandue dans le monde bactérien. Lorsque les bactéries dégradant ce polluant se multiplient, le nombre d'individus et, par conséquent, de copies des gènes dans leur génome augmentent. Dans le cas présent, les conditions physico-chimiques n'étant pas favorables à la biodégradation du chlorate (anaérobiose), les bactéries n'expriment pas l'ARN de ces gènes (ou bio-marqueurs).

Les analyses chimiques (cf. Tableau 12) et l'interprétation des données de biologie moléculaire réalisée sur les deux puits, suggèrent donc un fort potentiel de biorémédiation du chlorate présent dans la nappe au droit des piézomètres Pz D et Pz J. La présence des nitrates en concentration limitée (<1mg/L) et largement inférieure à celle du chlorate ne devrait pas provoquer d'inhibition de la respiration des chlorates. De plus, la présence de sélénium, de molybdène et de fer est bénéfique puisqu'il s'agit de cofacteurs nécessaires à l'activité enzymatique des réductases.

Si les conditions physico-chimiques relevées lors du prélèvement sont représentatives des conditions moyennes du site, particulièrement en termes de potentiel d'oxydoréduction, le phénomène d'atténuation naturelle est faible. L'oxygénation de la nappe, probablement due à sa faible épaisseur (2 mètres environ) et sa faible profondeur, est très certainement le facteur responsable de l'inactivité de la respiration du chlorate.

Les conclusions sont les suivantes :

- **la présence d'un fort potentiel de dégradation du chlorate (présence abondante des gènes de dégradation) mais qui ne s'exprime pas (pas ou peu d'atténuation naturelle) ;**
- **le développement des bactéries possédant les gènes de dégradation du chlorate grâce à d'autres métabolismes (dégradation des hydrocarbures) ;**
- **l'inactivité de la respiration du chlorate due aux conditions d'oxydoréduction et aux fortes concentrations d'oxygène (aérobiose).**

Dans la perspective de la mise en place d'un traitement de la pollution au chlorate, tous les éléments nécessaires à une biodégradation efficace sont réunis. Le facteur limitant étant lié aux conditions physico-chimiques, celles-ci devront être contrôlées afin de générer un milieu réducteur anoxique. Cependant, les gènes de dégradation étant présents, le démarrage de l'activité devrait être rapide.

Néanmoins, un traitement par basculement du site en conditions réductrices va fortement réduire l'éventuelle atténuation naturelle des hydrocarbures déjà présents sur le site. **Dans ce contexte, l'installation d'une barrière réactive semble la meilleure option de traitement biologique du site. Des tests de faisabilité confirmeraient la pertinence de ce choix.**

Une « cartographie microbiologique » du site permettrait d'étendre ces conclusions à l'ensemble du site et de définir des stratégies de traitements *in situ*. L'étude d'un puits non impacté en chlorures en amont hydraulique du site (Pz F par exemple) permettrait :

- de caractériser la prépondérance du métabolisme dans cet environnement ;
- de vérifier que les hydrocarbures (une source de carbone) sont bien à l'origine de l'abondance de gène.

Enfin, étant donné que de fortes concentrations en chlorate peuvent être toxiques pour la flore microbienne, l'étude d'un puits fortement impacté (Pz A ou Pz B) permettrait d'évaluer le risque pour les bactéries du site.

9. Acquisition de données toxicologiques sur le chlorate

9.1. Sources d'informations

Pour la réalisation de cette partie de l'étude, les sources d'informations suivantes ont été consultées :

- *Chlorite and Chlorate in Drinking-water - Background document for development of World Health Organization (WHO) Guidelines for Drinking-water Quality, 2005, page 18 ;*
- *Guidelines for drinking-water quality, fourth edition, World Health Organization (WHO), 2011 ;*
- *Chemical Safety Report Sodium chlorate, AKZONOBEL, 2010.*

9.2. Données toxicologiques sur le chlorate

9.2.1. Dose létale

À cause de son utilisation comme désherbant, un grand nombre de cas d'empoisonnement au chlorate a été rapporté (NAS, 1987). Les symptômes incluent la méthémoglobinémie (taux trop important de méthémoglobine dans le sang), l'anurie (diminution du volume urinaire), les douleurs abdominales et l'insuffisance rénale. Pour un homme adulte, la dose orale létale est évaluée à 20 g de chlorate de sodium (soit 15,68 g de chlorate). Cette valeur correspond à 230 mg de chlorate par kg de poids corporel « p.c. » (NAS, 1980).

9.2.2. Concentration Maximale Admissible

L'exposition à une dose de chlorate de 0,036 mg/kg de poids corporel « p.c. » par jour pendant 12 semaines n'a pas causé d'effets nocifs chez les sujets humains volontaires (Lubbers et coll., 1981). Une étude menée sur 90 jours chez le rat établit la dose sans effets nocifs observables (NOAEL) à 30 mg/kg de poids corporel par jour.

On peut donc calculer la Dose Journalière Admissible (DJA) pour le chlorate comme suit :

$$DJA = \frac{30 \text{ mg/kg p.c. par jour}}{1000} = 0,03 \text{ mg/kg p.c.}$$

où :

- 30 mg/kg de poids corporel par jour est la NOAEL établie d'après la déplétion de la colloïde de la glande thyroïde dans une étude de 90 jours sur le rat;
- 1000 est le facteur d'incertitude (×10 pour les variations entre les espèces; ×10 pour les variations à l'intérieur d'une même espèce; ×10 pour tenir compte de la courte durée de l'étude).

Cette Dose Journalière Admissible (DJA) concorde avec les résultats d'études réalisées avec des sujets humains volontaires.

On calcule la Concentration Maximale Admissible (CMA) pour le chlorate dans l'eau potable à partir de la DJA comme suit :

$$CMA = \frac{0,03 \text{ mg/kg p.c.} \times 60 \text{ kg p.c.} \times 0,80}{2 \text{ L/jour}} = 0,72 \text{ mg/L (arrondi à 0,7 mg/L)}$$

où :

- 0,03 mg/kg de poids corporel est la Dose Journalière Admissible (DJA), telle que calculée plus haut ;
- 60 kg est le poids corporel moyen d'un adulte ;
- 0,80 est la proportion de la dose quotidienne totale attribuée à l'eau potable (l'eau potable étant la principale source d'exposition);
- 2 L/jour représentent la consommation quotidienne moyenne d'eau potable pour un adulte.

Cette CMA est cohérente avec la valeur guide proposé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2011 pour **les chlorates : 700 µg/L**. Cette teneur est également utilisée comme valeur guide pour les chlorites (produit de dégradation du chlorate).

Une étude à long terme est en cours qui devrait fournir de plus amples informations sur les effets de l'exposition chronique au chlorate.

10. Conclusions

Le diagnostic mis en œuvre en octobre 2012 (15 piézomètres / 4 sondages de sol au droit de la source sol – dosages d'échantillons d'eaux souterraines et de sols) a permis de :

Sources sol :

- Caractériser la source sol suspectée (zone de chargement en chlorates des camions et wagon) par l'estimation de sa géométrie (environ 15 m de long sur 6 m de large et 1,5 m d'épaisseur soit 135 m³) et de la masse de chlorates susceptible d'être présente dans la zone non saturée (450 kg à >1 t selon les hypothèses de calcul retenues),
- Identifier une seconde source sol au droit du bâtiment de fabrication des chlorates, dont la géométrie serait plus limitée (*environ 50 m³ répartis sur un linéaire important d'environ 100 m et sur une épaisseur limitée d'environ 0,5 m, correspondant aux sols situés sous les caniveaux enterrés de collecte des liquides de process*). A à ce niveau, le Chrome VI, substance utilisée dans le process de fabrication mais non présent dans le chlorate solide manipulé au niveau de la zone de chargement, est également suspecté dans les sols,

Panache de chlorates :

- Délimiter le panache de chlorates d'une part en amont (Pz F, Pz 1), et d'autre part en limite de site, en aval des sources sol, dans l'axe du dôme piézométrique s'écoulant vers le nord-ouest parallèlement aux deux rivières (Pz E, Pz G et Pz K, Pz H et Pz O),
- Identifier, au nord-est coté Dordogne, en latéral hydraulique des sources sol, des traces de chlorates (Pz 2) laissant supposer une sortie possible du panache faiblement concentré dans cette direction,
- Identifier, au sud-ouest coté Garonne, en aval hydraulique des sources sol, et en limite de site (Pz J et Pz3, Pz D et Pz C) une sortie du panache de chlorates de l'ordre du g/l sur un linéaire estimé de l'ordre de 160 m (absence de chrome VI),
- Identifier au droit d'un unique ouvrage (Pz B) situé à proximité du bâtiment de fabrication de chlorates la présence de chrome VI (200 µg/l) témoignant d'une contamination du sous-sol par les liquides de process.

Concernant la nouvelle source sol, il convient de signaler que les liquides de process n'ont pas vocation à séjourner dans les caniveaux, ces derniers étant reliés gravitairement à 2 des puisards équipés de pompes de relevage injectant les liquides pompés dans le process. Toutefois, l'infiltration vers les sols n'est pas exclue en cas de défauts d'étanchéité. Une réfection des caniveaux et puisard a été menée en 2008, ces derniers ayant pu constituer une zone d'infiltration préférentielle avant les travaux.

Le diagnostic a également permis de préciser la faible épaisseur de la nappe des remblais (0,6 m à 2,5 m en fonction des ouvrages, environ 1,5 m en moyenne), sa piézométrie et sens d'écoulement, son gradient.

On notera qu'au droit du site d'EKA Chimie la nappe des remblais est également vulnérable et de mauvaise qualité, et qu'elle ne fait l'objet d'aucun usage. Elle rejoint toutefois les deux rivières (Garonne et Dordogne), classées Natura 2000, où les eaux souterraines sont largement diluées compte tenu des débits importants des deux cours d'eau.

L'acquisition de données complémentaires hydrogéologiques (définition des caractéristiques de la nappe par pompage d'essai), chimiques (dosages de substances dans les eaux souterraines et mesure de paramètres physico-chimiques de la nappe susceptibles de favoriser ou non l'activité bactérienne) et bactériologiques (recherche in situ de biomarqueurs ADN/ARN) a été menée au cours du diagnostic et est décrite dans le présent rapport. Les données obtenues seront exploitées dans le cadre d'un plan de gestion à venir.

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 : Fiches de prélèvement de sol

(2 pages)

N° de sondage:	S1		AQUP120255 - AKZO NOBEL / EKA CHIMIE Diagnostic du sous sol du site d'Ambès (33)	
Sondage : Tarière				
Date du sondage : mardi 9 octobre 2012				
Tranche explorée	Lithologie du sol	Indices de pollution potentielle, PID	Echantillons prélevés	
0,05 - 0,6 m	Remblais	/	0,05 - 0,6	
0,6 - 2,5 m	Sables (nappe estimée à 1,6 m)	/	0,6 - 1,1	
		/	1,1 - 1,6	
		/	1,6 - 2,5	
2,5	Refus			

N° de sondage:	S2		AQUP120255 - AKZO NOBEL / EKA CHIMIE Diagnostic du sous sol du site d'Ambès (33)	
Sondage : Tarière				
Date du sondage : mardi 9 octobre 2012				
Tranche explorée	Lithologie du sol	Indices de pollution potentielle, PID	Echantillons prélevés	
0.05 / 0.4	Remblais	/	0.05 - 0.4	
0.4 / 2.7	Sables (nappe estimée à 2,2 m)	/	0.4 - 0.9	
		/	0.9 - 2.2	
2.7 - 3.0	Argile	/	2.7 - 3.0	

N° de sondage:	S3			AQUP120255 - AKZO NOBEL / EKA CHIMIE Diagnostic du sous sol du site d'Ambès (33)
Sondage : Tarière				
Date du sondage :		mardi 9 octobre 2012		
Tranche explorée	Lithologie du sol	Indices de pollution potentielle, PID	Echantillons prélevés	
0.0 - 0.1 m	Remblais	/	/	
0.1 - 2.7 m	Sables (nappe estimée à 2 m)	/	0.1 - 0.6	
		/	0.6 - 1.1	
		/	1.1 - 2.0	
		/	2.0 - 2.7	
2.7 - 3.0 m	Argile	/	2.7 - 3.0	

N° de sondage:	S4			AQUP120255 - AKZO NOBEL / EKA CHIMIE Diagnostic du sous sol du site d'Ambès (33)
Sondage : Tarière				
Date du sondage :		mardi 9 octobre 2012		
Tranche explorée	Lithologie du sol	Indices de pollution potentielle, PID	Echantillons prélevés	
0.0 - 0.1 m	Remblais	/	/	
0.1 - 3.4 m	Sables (niveau statique Pz A à 1,4 m)	/	0.1 - 0.6	
		/	0.6 - 1.0	
		/	1.0 - 1.5	
		/	1.5 - 3.4	
3.4 - 4.0 m	Argile	/	3.4 - 4.0	

Annexe B : Bordereaux d'analyses sur laboratoire AGROLAB sur les sols

(13 pages)



AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date	30.10.2012
N° Client	27010909
N° commande	231140 / 2
Page	1

RAPPORT D'ANALYSES

Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511

Madame, Monsieur

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-joint les résultats pour les analyses demandées.

Le rapport d'analyses N°231140 / 2 , inclut les échantillons (n) 233128 / 2, 233129 / 2, 233130 / 2, 233131 / 2, 233132 / 2, 233133 / 2, 233134 / 2, 233135 / 2, 233136 / 2, 233137 / 2, 233138 / 2, 233139 / 2. La barre oblique après la commande et/ou le numéro de l'analyse correspond à la version actuelle du rapport d'essai. Cette version remplace toutes les versions précédentes de ce rapport d'essai.

Respectueusement,

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2
Service clientele

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Début des analyses: 11.10.12

Fin des analyses: 29.10.12

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..

**AWV-Dr. Busse GmbH**

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012
N° Client 27010909
Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233128 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S1 a 0.05 - 0.6**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 92,2	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	200	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service clientele

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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4



AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012

N° Client 27010909

Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233129 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S1 b 0.6 - 1.1**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 87,3	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	980	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service 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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4



AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012

N° Client 27010909

Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233130 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S1 c 1.1 - 1.6**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 81,8	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	1900	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service 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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4

**AWV-Dr. Busse GmbH**

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012

N° Client 27010909

Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233131 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S2 a 0.05 - 0.4**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 95,1	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	220	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service clientele

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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4

**AWV-Dr. Busse GmbH**

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012

N° Client 27010909

Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233132 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S2 b 0.4 - 0.9**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 84,1	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	150	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

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

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service clientele

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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4

**AWV-Dr. Busse GmbH**

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012

N° Client 27010909

Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233133 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S2 c 0.9 - 2.2**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 78,9	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	210	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service clientele

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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4

**AWV-Dr. Busse GmbH**

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012

N° Client 27010909

Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233134 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S3 a 0.1 - 0.6**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 94,0	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	160	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service 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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4

**AWV-Dr. Busse GmbH**

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012

N° Client 27010909

Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233135 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S3 b 0.6 - 1.1**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 90,4	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	130	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service 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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4

**AWV-Dr. Busse GmbH**

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012

N° Client 27010909

Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233136 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S3 c 1.1 - 2.0**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 84,0	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	290	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service 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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4

**AWV-Dr. Busse GmbH**

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012

N° Client 27010909

Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233137 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S4 a 0.1 - 0.6**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 90,4	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	230	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service 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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4

**AWV-Dr. Busse GmbH**

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012
N° Client 27010909
Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233138 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S4 b 0.6 - 1.0**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 90,4	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	290	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service 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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4

**AWV-Dr. Busse GmbH**

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc
19 avenue Léonard de Vinci
33600 PESSAC
FRANCE

Date 30.10.2012

N° Client 27010909

Page 1 de 1

RAPPORT D'ANALYSES**N° commande 231140 / 2**

N° échant. **233139 / 2**
N° Cde **Borp120580 - ANTEA 33-33600-101012-11V01-3699/-3511**
Réception des échantillons **11.10.2012**
Prélèvement **09.10.2012**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S4 c 1.0 - 1.5**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Parameter	Méthode
Matière solide					
Matière sèche	%	* 89,2	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Autres paramètre					
Chlorate	mg/kg	280	0,5	16449	DIN EN ISO 10304-4(IV)
Préparation					
Test de lixiviation			0	23231	DIN EN 12457-4

Les résultats des analyses marquées par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

Explication: EB=Echantillon brut, MS=Matière sèche

AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2

Service 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 et sont validés sans signature.

Copies

ANTEA GROUP Parc Technologique Europarc

Analyse par (autre laboratoire)**Analyse par (autre laboratoire)**

(IV) GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre, 99885 Luisenthal

Méthodes

DIN EN ISO 10304-4

Annexe C : Coupes géologiques et techniques des ouvrages

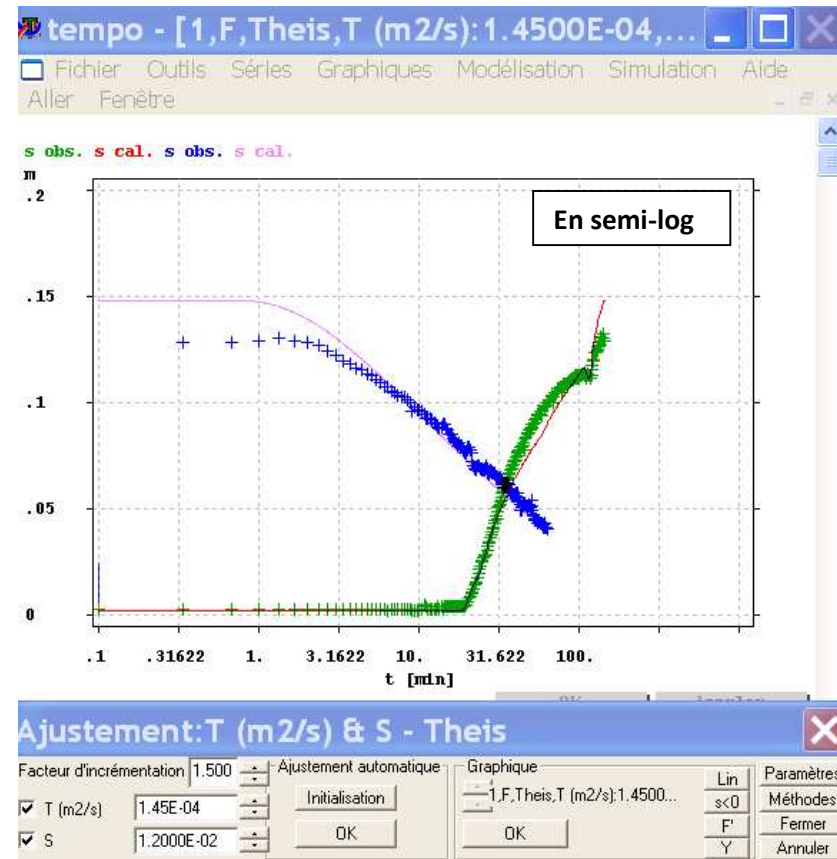
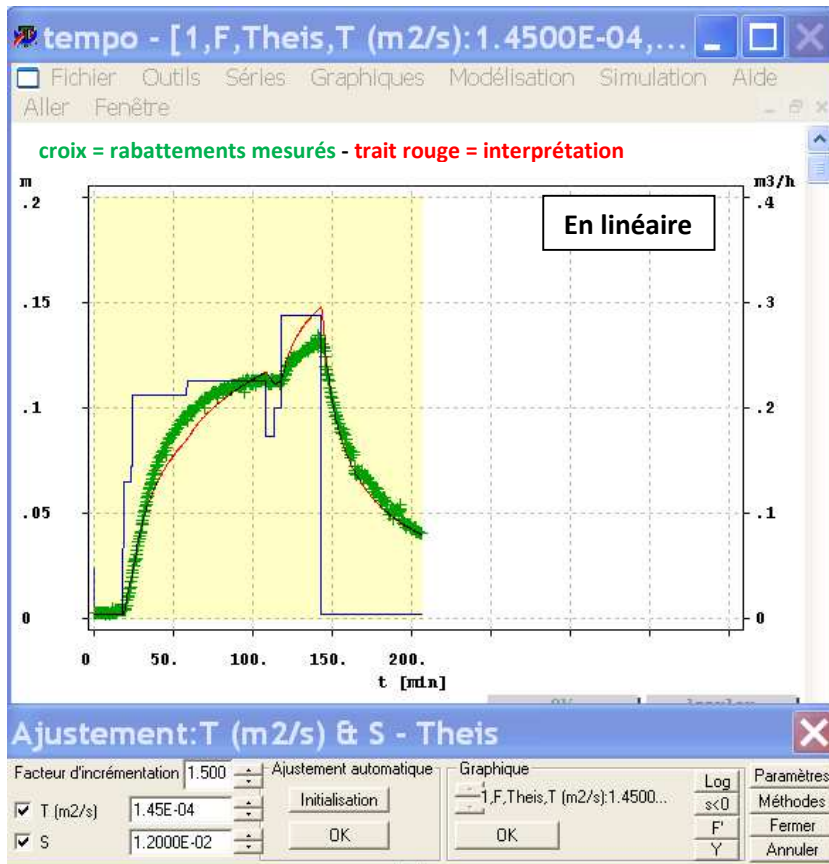
(15 pages)

Annexe D : Graphiques d'interprétation des deux pompages d'essai

(2 pages)

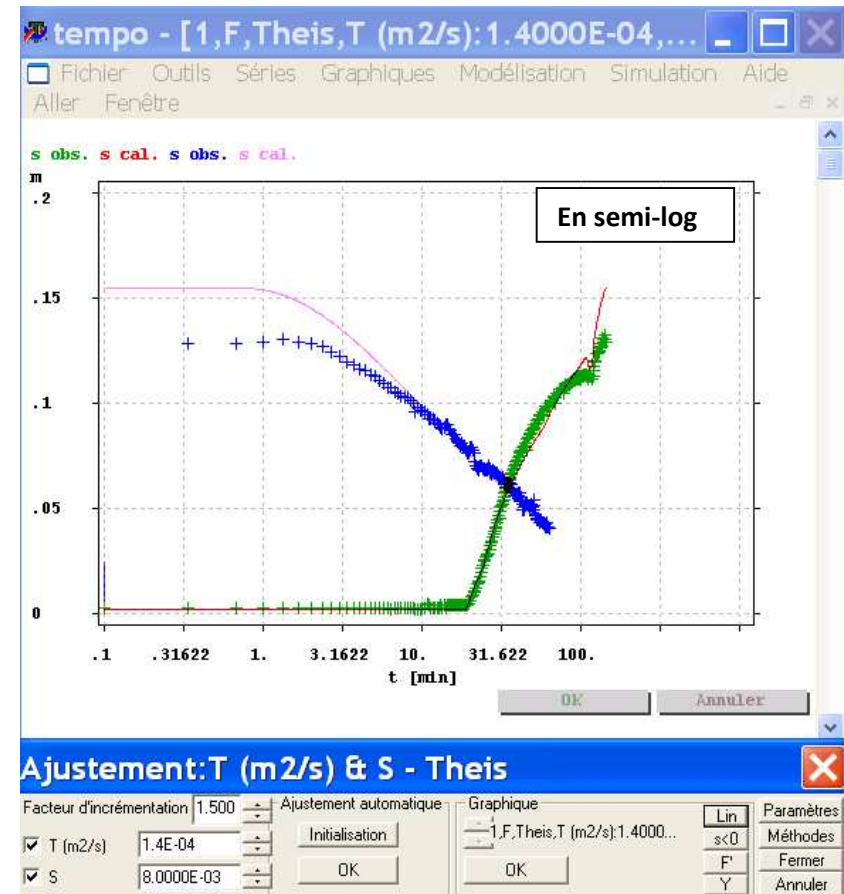
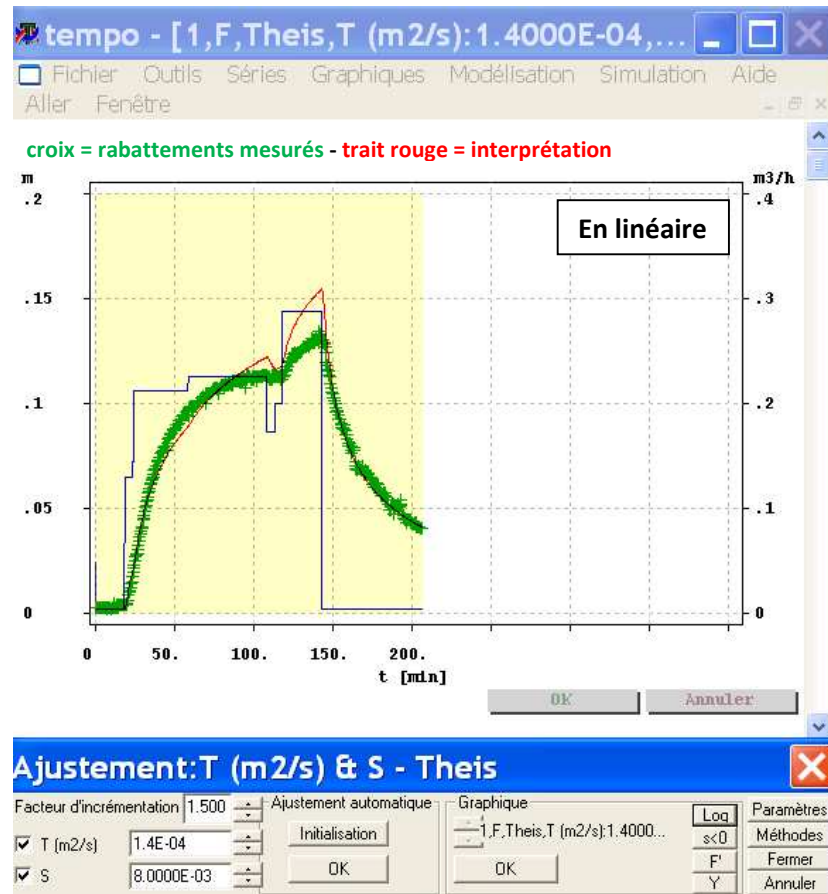
Pompage d'essai n°1 – Pz K

Méthode d'interprétation : THEIS (éponge : $e = 1,31 \text{ m}$; $K = 1,11 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$)
 $T = 1,45 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ et $S = 1,2 \cdot 10^{-2}$



Pompage d'essai n°2 – Pz J

Méthode d'interprétation : THEIS (éponge : $e = 1,33$ m ; $K = 1,05 \cdot 10^{-4}$ m/s)
 $T = 1,4 \cdot 10^{-4}$ m²/s et $S = 8 \cdot 10^{-3}$



Annexe E : Fiches de prélèvement d'eau pour les ouvrages Pz A, Pz D, Pz J, Pz L et Pz N

(5 pages)



FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU

Désignation
du point

Pz A

Intitulé : AKZO NOBEL – EKA CHIMIE - Diagnostic du sous-sol du site d'Ambès – Impact en chlorates sur la nappe des remblais

Commune : AMBES (33)

Responsable de projet : M. BAZIN N° du projet : AQUP120255

Opérateur Antea Group : C. FILLEAU		Date du prélèvement : 15 octobre 2012	
Niveau piézométrique :	1,96 m/repère	Profondeur ouvrage :	4,33 m/repère
Nature du repère :	Tête tube métal	Diamètre int. de l'ouvrage :	50 mm
Hauteur du repère :	0,56 m/sol	Volume de l'ouvrage :	5 litres
Cote du repère :		Volume minimal à purger :	14 litres
Cote du niveau d'eau :			
Outil de prélèvement :	Pompe immergée	Outil de purge :	Préleveur
Position de l'aspiration :	4,23 m/repère	Refoulement :	Sol

Conditions météorologiques : **Beau temps**

Environnement du point de prélèvement : **Site industriel**

Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

N° échantillon : Pz A

Temps de pompage (minutes)	Niveau dynamique (m/repère)	Débit de pompage (l/min)	Volume purgé (litres)	Oxygène dissous (mg/l)	Temp. (°C)	Aspect de l'eau	pH	Eh (mV)	Conduct. (µS/cm)
15	4,23	7	105	6,71	20,1	turbide	7,00	153	38 900
25	4,23	7	175	7,50	20,2	turbide	7,00	151	38 500

Observations / Remarques : **Odeurs**

Épaisseur surnageant : **0 mm** Épaisseur sounageant : **0 mm**

Echantillons délivrés au laboratoire : Agrolab le : 15/10/2012

Type de flaconnage :
2 x 100 ml réf 16-48-5/LV2446
2 x 250 ml réf 41-8-250/LV2490
8 x 100 ml réf 20-38-5/LV2609

Conditionnement, stabilisation, filtration des échantillons : **Eau brute - Transport glacière isotherme réfrigérée.**

Observations ou justification du non respect du mode opératoire :

lecteur oxygène dissous, température, pH, rédox, conductivité : **ODEAX.009**

sonde niveau : **NIV.293**



FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU

Désignation
du point

Pz D

Intitulé : AKZO NOBEL – EKA CHIMIE - Diagnostic du sous-sol du site d'Ambès – Impact en chlorates sur la nappe des remblais

Commune : AMBES (33)

Responsable de projet : M. BAZIN N° du projet : AQUP120255

Opérateur Antea Group : C. FILLEAU		Date du prélèvement : 15 octobre 2012	
Niveau piézométrique :	1,36 m/repère	Profondeur ouvrage :	4,35 m/repère
Nature du repère :	Tête tube métal	Diamètre int. de l'ouvrage :	50 mm
Hauteur du repère :	0,58 m/sol	Volume de l'ouvrage :	6 litres
Cote du repère :		Volume minimal à purger :	18 litres
Cote du niveau d'eau :			
Outil de prélèvement :	Pompe immergée	Outil de purge :	Préleveur
Position de l'aspiration :	4,25 m/repère	Refoulement :	Sol

Conditions météorologiques : Beau temps
Environnement du point de prélèvement : Site industriel

Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

N° échantillon :		Pz D							
Temps de pompage (minutes)	Niveau dynamique (m/repère)	Débit de pompage (l/min)	Volume purgé (litres)	Oxygène dissous (mg/l)	Temp. (°C)	Aspect de l'eau	pH	Eh (mV)	Conduct. (µS/cm)
15	4,25	5	75	8,25	20,4	turbide	6,73	149	2 660
25	4,25	5	125	5,32	20,5	turbide	6,63	154	2 460

Observations / Remarques : RAS
Épaisseur surnageant : 0 mm **Épaisseur sounageant :** 0 mm

Echantillons délivrés au laboratoire : Agrolab **le :** 15/10/2012

Type de flaconnage : 2 x 100 ml réf 16-48-5/LV2446 1 x 5000 ml PE
2 x 250 ml réf 41-8-250/LV2490
8 x 100 ml réf 20-38-5/LV2609

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

Observations ou justification du non respect du mode opératoire :
lecteur oxygène dissous, température, pH, rédox, conductivité : ODEAX.009
sonde niveau : NIV.293



FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU

Désignation
du point

Pz J

Intitulé : AKZO NOBEL – EKA CHIMIE - Diagnostic du sous-sol du site d'Ambès – Impact en chlorates sur la nappe des remblais

Commune : AMBES (33)

Responsable de projet : M. BAZIN N° du projet : AQUP120255

Opérateur Antea Group : C. FILLEAU		Date du prélèvement : 15 octobre 2012	
Niveau piézométrique :	1,55 m/repère	Profondeur ouvrage :	4,21 m/repère
Nature du repère :	Tête tube métal	Diamètre int. de l'ouvrage :	50 mm
Hauteur du repère :	0,48 m/sol	Volume de l'ouvrage :	5 litres
Cote du repère :		Volume minimal à purger :	16 litres
Cote du niveau d'eau :			
Outil de prélèvement :	Pompe immergée	Outil de purge :	Préleveur
Position de l'aspiration :	4,11 m/repère	Refoulement :	Sol

Conditions météorologiques : Beau temps
Environnement du point de prélèvement : Site industriel

Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

N° échantillon :		Pz J							
Temps de pompage (minutes)	Niveau dynamique (m/repère)	Débit de pompage (l/min)	Volume purgé (litres)	Oxygène dissous (mg/l)	Temp. (°C)	Aspect de l'eau	pH	Eh (mV)	Conduct. (µS/cm)
15	4,11	6	90	6,37	20,3	turbide	6,38	147	6 380
25	4,11	6	150	6,00	20,4	turbide	6,16	127	6 160

Observations / Remarques : Odeur d'hydrocarbures
Épaisseur surnageant : 1 mm **Épaisseur sounageant :** 0 mm

Echantillons délivrés au laboratoire : Agrolab **le :** 15/10/2012

Type de flaconnage : 2 x 100 ml réf 16-48-5/LV2446 1 x 5000 ml PE
2 x 250 ml réf 41-8-250/LV2490
8 x 100 ml réf 20-38-5/LV2609

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

Observations ou justification du non respect du mode opératoire :
lecteur oxygène dissous, température, pH, rédox, conductivité : ODEAX.009
sonde niveau : NIV.293



FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU

Désignation
du point

Pz L

Intitulé : AKZO NOBEL – EKA CHIMIE - Diagnostic du sous-sol du site d'Ambès – Impact en chlorates sur la nappe des remblais

Commune : AMBES (33)

Responsable de projet :

M. BAZIN

N° du projet :

AQUP120255

Opérateur Antea Group : C. FILLEAU

Date du prélèvement :

15 octobre 2012

Niveau piézométrique :

1,75 m/repère

Profondeur ouvrage :

4,22 m/repère

Nature du repère :

Tête tube métal

Diamètre int. de l'ouvrage :

50 mm

Hauteur du repère :

0,55 m/sol

Volume de l'ouvrage :

5 litres

Cote du repère :

Volume minimal à purger :

15 litres

Cote du niveau d'eau :

Outil de prélèvement : Pompe immergée

Outil de purge : Pompe immergée

Position de l'aspiration : 4,12 m/repère

Refoulement : Sol

Conditions météorologiques : Beau temps

Environnement du point de prélèvement : Site industriel

Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

N° échantillon : Pz L

Temps de pompage (minutes)	Niveau dynamique (m/repère)	Débit de pompage (l/min)	Volume purgé (litres)	Oxygène dissous (mg/l)	Temp. (°C)	Aspect de l'eau	pH	Eh (mV)	Conduct. (µS/cm)
3 ^{ème} purge	4,12			6,10	19,5	turbide	7,00	55	1 445
5 ^{ème} purge	4,12			3,55	19,5	turbide	6,90	70	1 663
7 ^{ème} purge	4,12			3,60	19,5	turbide	6,90	71	1 700

Observations / Remarques : Odeur d'hydrocarbures

Épaisseur surnageant : 0 mm

Épaisseur sounageant : 0 mm

Echantillons délivrés au laboratoire :

Agrolab

le :

15/10/2012

Type de flaconnage : 2 x 100 ml réf 16-48-5/LV2446

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

Observations ou justification du non respect du mode opératoire :

lecteur oxygène dissous, température, pH, rédox, conductivité : ODEAX.009

sonde niveau : NIV.293



FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU

Désignation
du point

Pz N

Intitulé : AKZO NOBEL – EKA CHIMIE - Diagnostic du sous-sol du site d'Ambès – Impact en chlorates sur la nappe des remblais

Commune : AMBES (33)

Responsable de projet : M. BAZIN N° du projet : AQUP120255

Opérateur Antea Group : C. FILLEAU		Date du prélèvement : 15 octobre 2012	
Niveau piézométrique :	1,41 m/repère	Profondeur ouvrage :	4,45 m/repère
Nature du repère :	Tête tube métal	Diamètre int. de l'ouvrage :	50 mm
Hauteur du repère :	0,55 m/sol	Volume de l'ouvrage :	6 litres
Cote du repère :		Volume minimal à purger :	18 litres
Cote du niveau d'eau :			
Outil de prélèvement :	Pompe immergée	Outil de purge :	Pompe immergée
Position de l'aspiration :	4,35 m/repère	Refoulement :	Sol

Conditions météorologiques : Beau temps

Environnement du point de prélèvement : Site industriel

Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

N° échantillon : Pz N

Temps de pompage (minutes)	Niveau dynamique (m/repère)	Débit de pompage (l/min)	Volume purgé (litres)	Oxygène dissous (mg/l)	Temp. (°C)	Aspect de l'eau	pH	Eh (mV)	Conduct. (µS/cm)
10	4,35	9	90	2,48	18,3	turbide	7,30	16	736
20	4,35	9	180	4,74	18,7	turbide	7,12	14	710

Observations / Remarques : Odeur d'hydrocarbures

Épaisseur surnageant : 0 mm Épaisseur sounageant : 0 mm

Echantillons délivrés au laboratoire : Agrolab le : 15/10/2012

Type de flaconnage : 2 x 100 ml réf 16-48-5/LV2446

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

Observations ou justification du non respect du mode opératoire :

lecteur oxygène dissous, température, pH, rédox, conductivité : ODEAX.009

sonde niveau : NIV.293

Annexe F : Bordeaux d'analyses du laboratoire AGROLAB pour les eaux souterraines

(5 pages)



AL-West B.V.

Handelskade 39, 7417 DE Deventer, 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 15.11.2012
N° Client 35005854
N° commande 335525
Page 1 de 5

RAPPORT D'ANALYSES

N° Cde 335525 Eau

Client 35005854 ANTEA
Référence Borp120580 - Imputation aqup120255 - Monsieur Marc BAZIN
Réception des échantillons 17.10.12
Prélèvement par: Client

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. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143
Chargé relation clientèle

Copies

ANTEA , Monsieur Marc BAZIN

**N° Cde 335525 Eau**

N° échant.	Nom d'échantillon	Prélèvement	Site du prélèvement
895945	PzA	Inconnu	
895958	PzD	Inconnu	
895959	PzJ	Inconnu	
895960	PzL	Inconnu	
895961	PzN	Inconnu	

	Unité	895945 PzA	895958 PzD	895959 PzJ	895960 PzL	895961 PzN
Analyses Physico-chimiques						
Fer (III)	mg/l	<0,10 ^{x)}	<0,10 ^{x)}	<0,10	--	--
Sulfures totaux	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
Ammonium - N	mg/l	0,92	2,6	5,5	--	--
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/l	<1,0	3,2	4,9	--	--
Chlorures (Cl)	mg/l	220	110	470	--	--
Fer (II)	mg/l	<0,10	<0,10	0,14	--	--
Nitrates - N	mg/l	1,0	0,08	0,09	--	--
Nitrites - N	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	--	--
Orthophosphates (P)	mg/l	0,03	0,04	0,03	--	--
Sulfates (SO ₄)	mg/l	31	18	150	--	--
COT	mg/l	25	15	24	--	--
Carb. Org. Dissous (COD)	mg/l	23	14	20	--	--
Prétraitement pour analyses des métaux						
Filtration métaux		++	++	++	--	--
Métaux						
Fer (Fe)	µg/l	<20	<20	230	--	--
Manganèse (Mn)	µg/l	880	2500	7800	--	--
Molybdène (Mo)	µg/l	5,7	<2,0	2,2	--	--
Phosphore total (P)	µg/l	25	<10	<10	--	--
Sélénium (Se)	µg/l	7,0	<5,0	15	--	--
Composés aromatiques						
Benzène	µg/l	0,3	<0,2	0,7	38	<0,2
Toluène	µg/l	<0,5	<0,5	1,1	5,9	<0,5
Ethylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	1,3	<0,5
<i>m,p</i> -Xylène	µg/l	<0,2	<0,2	0,3	8,1	0,3
<i>o</i> -Xylène	µg/l	<0,50	<0,50	1,4	2,6	<0,50
Naphtalène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	1,1	0,2
Somme Xylènes	µg/l	n.d.	n.d.	1,7	11	0,30 ^{x)}
Hydrocarbures totaux						
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	<50	<50	197000	9610	97
Fraction C10-C12	µg/l	<10	<10	15000	1160	27
Fraction C12-C16	µg/l	<10	<10	63200	2430	27
Fraction C16-C20	µg/l	<5,0	<5,0	55200	2020	<5,0
Fraction C20-C24	µg/l	<5,0	<5,0	27000	1400	<5,0
Fraction C24-C28	µg/l	<5,0	<5,0	15000	1100	5,9
Fraction C28-C32	µg/l	<5,0	<5,0	11000	730	5,9 ^{x)}
Fraction C32-C36	µg/l	<5,0	<5,0	7700	520	13



N° Cde 335525 Eau

	Unité	895945 PzA	895958 PzD	895959 PzJ	895960 PzL	895961 PzN
Hydrocarbures totaux						
Fraction C36-C40	µg/l	<5,0	<5,0	4600	240	7,7
Composés volatils						
Hydrocarbures volatils C6-C10	µg/l	<10	<10	300	330	<10
Autres analyses						
Chlorate	mg/l	21000	320	890	--	--
Hydrocarbures C6-C8	µg/l	<10	<10	96	200	<10
Hydrocarbures C8-C10	µg/l	<10	<10	210	130	<10

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.

Début des analyses: 17.10.12

Fin des analyses: 15.11.12

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. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143

Chargé relation clientèle

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé en accord avec les prescriptions de la NF EN ISO/IEC 17025:2005 pour les rapports simplifiés. Les rapports sont validés sans signature.

Copies

ANTEA , Monsieur Marc BAZIN

Liste des méthodes

conforme NEN 6604: Nitrates - N

Conforme NEN-EN-ISO 10304-1: n)(IV)Chlorate

EN 1484: Carb. Org. Dissous (COD) COT

EN-ISO 11423-1: Benzène Toluène Ethylbenzène Somme Xylènes

EN-ISO 11732: Ammonium - N

EN-ISO 11885: n)Phosphore total (P)

EN-ISO 11885: Fer (Fe) Manganèse (Mn) Molybdène (Mo) Sélénium (Se)

équivalent à EN-ISO 13395: Nitrites - N

équivalent à NEN-ISO 15682: Chlorures (Cl)

équivalent à NEN-ISO 15682-2: Orthophosphates (P)

équivalent à NEN-ISO 22743: Sulfates (SO4)

ISO 11423-1: Naphtalène Hydrocarbures volatils C6-C10

ISO 11423-1: n)Hydrocarbures C6-C8 Hydrocarbures C8-C10

méthode interne: Hydrocarbures totaux C10-C40

méthode interne: n)Fer (III) Fraction C10-C12 Fraction C12-C16 Fraction C16-C20 Fraction C20-C24 Fraction C24-C28 Fraction C28-C32
Fraction C32-C36 Fraction C36-C40

NEN 6482 (1999): n)Fer (II)

NEN 6608: n) Sulfures totaux

NEN 6646: Azote Kjeldahl (NTK)

sans objet: Filtration métaux

n) Non accrédité

Analyse par (autre laboratoire)

Paramètre

Chlorate

Analyse par (autre laboratoire)

GWA mbH NL Institut für Wasser- und Umweltanalytik, An der Odertalsperre,
99885 Luisenthal

AL-West B.V.

Handelskade 39, 7417 DE Deventer, 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





Annexe de N° commande 335525

Page 5 de 5

CONSERVATION, TEMPS DE CONSERVATION ET FLACONNAGE

Des écarts aux prescriptions des protocoles analytiques ont été observés. Ces différences peuvent affecter la fiabilité des résultats sur les échantillons mentionnés ci-après.

- 895945 La date d'échantillonnage est inconnue.
- 895958 La date d'échantillonnage est inconnue.
- 895959 La date d'échantillonnage est inconnue.
- 895960 La date d'échantillonnage est inconnue.
- 895961 La date d'échantillonnage est inconnue.

**Annexe G : Rapport ENOVEO référencé
ENOVEORAP031-1210v2 « Réalisation d'un test de
traitabilité en vue de caractériser l'activité des
Communautés Microbiennes Indigènes impliquées
dans la dégradation du chlorate » – Novembre 2012**

(15 pages)



ANTEA GROUP
M. Bazin Marc
Mme Kerouel Sarah
19 avenue Léonard de Vinci
Europarc
33600 PESSAC

Lyon, le 19 novembre 2012

Réalisation d'un test de traitabilité en vue de caractériser l'activité des Communautés Microbiennes Indigènes impliquées dans la dégradation du chlorate

Rapport N°ENOVERAP031-1210v2

Référence Projet Client	Chlorate
Date de réception	16/10/12

Responsable Projet	C. Malandain
Validation	O. Sibourg

ENOVEO
7, place Antonin Poncet
69002 Lyon, France

www.enoveo.com
tel : +33 (0)4.27.11.85.44

SARL au capital de 40 000 €
RCS Lyon : 504 048 851 00027 - 7211 Z
N° TVA FR 82504048851



Sommaire

Réalisation d'un test de traitabilité en vue de caractériser l'activité des Communautés Microbiennes Indigènes impliquées dans la dégradation du chlorate

1. Introduction	3
2. Méthodologie	4
2.1. Echantillons.....	4
2.2. Caractérisation du potentiel microbien de dégradation du chlorate.....	5
2.2.1. <i>Principe</i>	5
2.2.2. <i>Processus de dégradation du chlorate</i>	6
2.2.3. <i>Sélection des biomarqueurs pour la dégradation du chlorate</i>	8
3. Résultats	10
4. Discussion	11
5. Conclusion	13

1. Introduction

La société ANTEA GROUP a fait appel à ENOVEO afin d'évaluer la capacité des bactéries présentes dans une nappe souterraine à biodégrader le chlorate. Ce site se situe à la confluence de la Dordogne et de la Garonne. D'après les informations fournies par ANTEA GROUP, deux puits présentant des profils physicochimiques différents ont été sélectionnés :

- beaucoup de chlorates et peu de chlorure (Piézomètre Pz J) ;
- peu de chlorate et beaucoup de chlorures (Piézomètre Pz D).

Par l'intermédiaire des outils de biologie moléculaire, la recherche de biomarqueurs microbiens spécifiques codant pour l'activité de biodégradation du chlorate en condition réductrice permet de donner une information sur le potentiel d'atténuation naturelle du polluant dans la nappe phréatique.

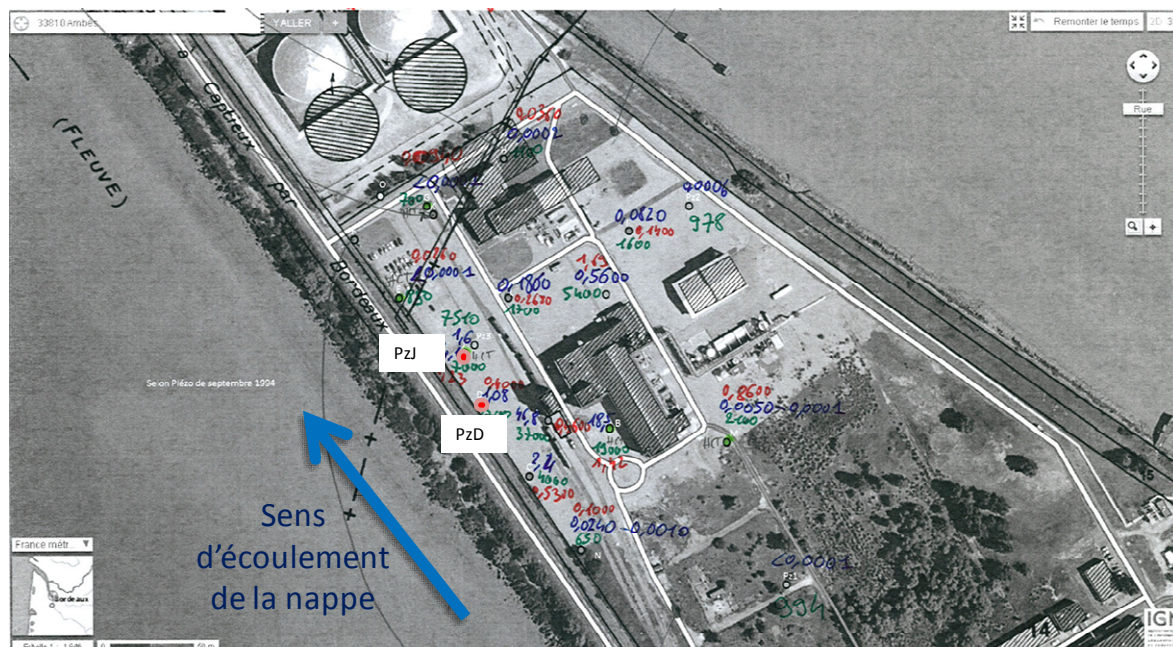


Figure 1 : Carte présentant le site et la localisation des deux puits de suivis Pz J et Pz D.

2. Méthodologie

2.1. Echantillons

Les échantillons (voir Tableau 1) sont immédiatement pris en charge dès réception suivant l'organigramme décrit dans la Figure 2.

Tableau 1 : Informations concernant les échantillons analysés

Référence échantillon	Matrice	Quantité	Prélèvement	Réception
Pz J	Eau	1 x 5L	15/10/2012	16/10/2012
Pz D	Eau	1 x 5L	15/10/2012	16/10/2012

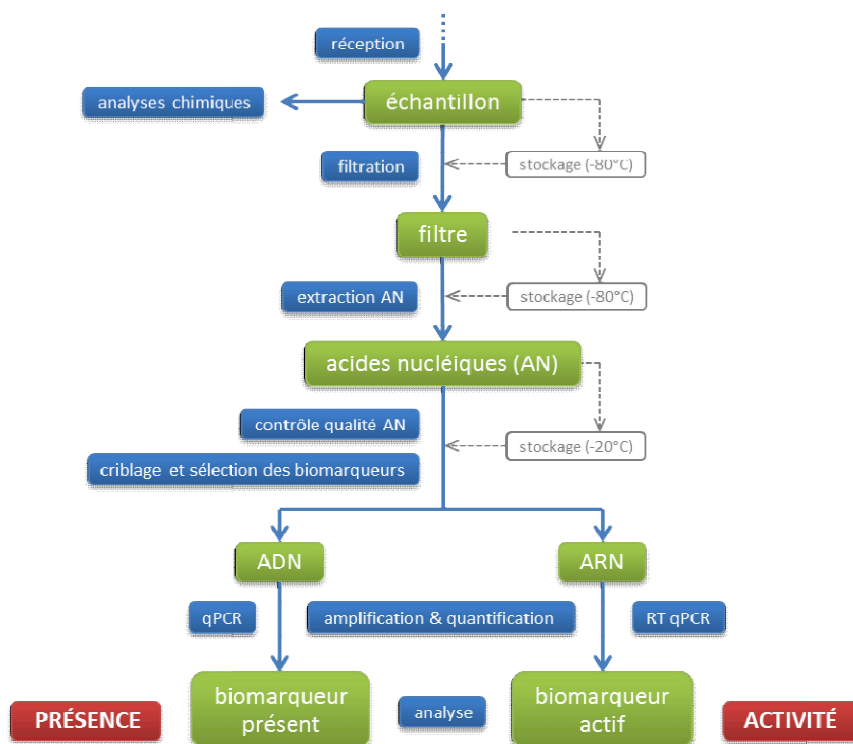


Figure 2 : Etapes de traitement des échantillons permettant de caractériser le potentiel microbien

2.2. Caractérisation du potentiel microbien de dégradation du chlorate

2.2.1. Principe

La caractérisation du potentiel de dégradation du chlorate est réalisée en recherchant et quantifiant des biomarqueurs, gènes spécifiquement impliqués dans la dégradation de ce polluant. La détection et la quantification des biomarqueurs sont réalisées par des approches de biologie moléculaire basées sur l'amplification des biomarqueurs par PCR (réaction en chaîne par polymérisation).

- La **qPCR** (PCR quantitative) est utilisée pour quantifier des séquences cibles d'**ADN** et permet de dire si un biomarqueur donné est **présent**.
- La **RT-qPCR** (qPCR précédée d'une étape de transcription inverse) est utilisée pour quantifier des séquences cibles d'**ARN** et permet de dire si un biomarqueur est **actif**.

ADN et ARN

L'ADN est le support de l'information génétique d'un individu et constitue son génome (ensemble des gènes). Lorsqu'un individu exprime un gène (activité de ce gène), l'ADN est transcrit en ARN. L'ARN constitue ainsi un reflet de l'activité de la bactérie ou de l'enzyme pour le gène ciblé. Dans le cas d'un échantillon complexe (sol, sédiment, eau de nappe...) ou plusieurs individus sont présents, on parle de metagénome (ensemble des génomes et donc de tous les gènes des microorganismes présents dans l'échantillon étudié). C'est à partir de ce metagénome que sont recherchés les gènes impliqués dans la dégradation des polluants permettant de caractériser le potentiel naturel de biodégradation d'un site.

Lors de la recherche de biomarqueurs, 3 situations peuvent se présenter :

- (1) le biomarqueur est absent ;
- (2) le biomarqueur est présent mais n'est pas actif (présent seulement dans l'ADN extrait) ;
- (3) le biomarqueur est présent et actif (présent dans l'ADN et dans l'ARN extraits).

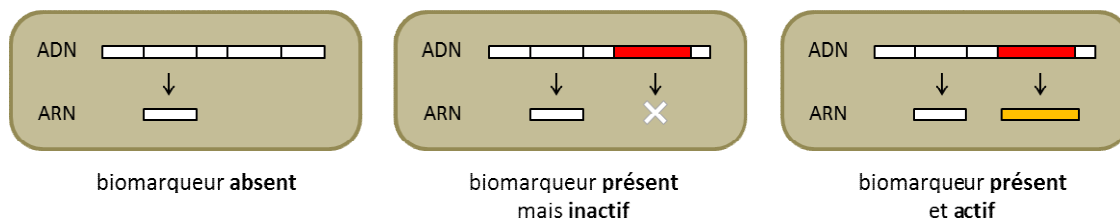


Figure 3 : Illustrations des situations pouvant se présenter lors de la recherche de biomarqueurs. La recherche de biomarqueurs dans l'ADN extrait permet de déterminer si les gènes responsables de la dégradation de polluants sont présents. La recherche des biomarqueurs dans l'ARN extrait permet de déterminer si les gènes sont actifs.

L'amplification et la quantification des biomarqueurs sont réalisées avec l'appareil Rotorgene series 6000 (Corbett Life Science). Chaque réaction réalisée en triplicat s'accompagne d'un contrôle (sans matrice) afin d'identifier une éventuelle contamination croisée, d'un minimum de cinq contrôles positifs constituant une gamme étalon permettant de quantifier les ADN et ARN cibles, d'un contrôle par dénaturation des produits d'amplification en fin de réaction afin de vérifier la spécificité des fragments d'ADN amplifiés. Le seuil de détection de cette technologie est théoriquement de 1 copie par réaction, mais est généralement considéré comme reproductible lorsque qu'au minimum de 10 à 100 copies par réaction sont présentes.

2.2.2. Processus de dégradation du chlorate

La dégradation du chlorate est une réaction de déhalogénéation réductive qui va conduire à l'élimination d'un atome de chlore présent dans la molécule. Dans ce processus, la molécule de chlorate sert d'accepteur d'électron (on parle aussi de respiration du chlorate). Plusieurs systèmes enzymatiques sont connus pour directement catalyser cette réduction.

- Les (per)chlorate réductases
- Les chlorates réductases

La dernière étape de la dégradation consiste en une réaction de dismutation catalysée par :

- Les chlorites dismutases (dismutation du chlorite)

De manière plus marginale, le chlorate peut être également réduit par les « nitrate réductases ». Toutefois le chlorate étant moins favorable énergétiquement pour ces bactéries, le métabolisme de respiration du chlorate (par rapport à la respiration des nitrates) n'est pas favorisé par les bactéries. En conséquence la présence de concentrations importantes (>16 mg/L) en nitrates ou nitrites vont avoir pour effet d'inhiber la biodégradation du perchlorate et/ou chlorate.

La voie de dégradation complète du chlorate est donnée dans la Figure 4 :

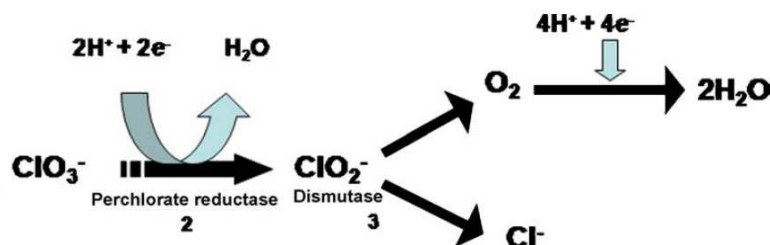


Figure 4 : Dégradation par déhalogénéation réductive du chlorate (Bardiya *et al*, 2011).

Si l'on se focalise sur la dégradation seule du chlorate, celle-ci se fait en deux étapes :

Une première étape (**réaction 2**) : $\text{ClO}_3^- \rightarrow \text{ClO}_2^-$

Une deuxième étape (**réaction 3**) : $\text{ClO}_2^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{O}_2$

La dernière étape est importante pour les bactéries car l'accumulation de chlorite est toxique. Dès lors, une voie de biodégradation incomplète peut générer une toxicité vis-à-vis des bactéries et donc un arrêt de l'activité microbienne de dégradation du chlorate.

Les bactéries capables de dégrader les chlorates et perchlorates (PCRB=perchlorate/chlorate reducing bacteria) sont réparties en quatre sous-groupes suivant leurs profils de dégradation :

- Le premier groupe comprend les « **perchlorate reducing bacteria** » (**PRB**) comme le genre *Dechloromonas*. Elles peuvent réduire le perchlorate et le chlorate.
- Le deuxième groupe comprend les « **chlorate reducing bacteria** » (**CRB**) comme le genre *Ideonella*. Elles ne peuvent réduire que le chlorate.

- Le troisième groupe comprend les « **high chlorate accumulating bacteria** » (HCAP) comme la souche bactérienne *Dechloromonas* sp. PC1. Ces bactéries peuvent réduire le perchlorate et le chlorate mais avec une accumulation de chlorate transitoire qui permet au PRB et CRB conventionnelle d'utiliser ce chlorate. (On parle d'association syntrophique).
- Le quatrième groupe comprend les bactéries dénitrifiantes (respiration des nitrates) comme le genre *Rhodobacter*. Elles peuvent réduire le chlorate et dans certaines conditions de laboratoire le perchlorate. Ce métabolisme reste marginal d'un point de vue environnemental.

D'un point de vue écologique bien qu'en conditions anaérobie, la dernière réaction de dismutation ($\text{ClO}_2^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{O}_2$) provoquant la production d'oxygène, les PCRB sont des bactéries anaérobies facultatives (capables de croître en condition aérobie et anaérobie) ou microaérophiles (anaérobie capables de survivre en présence de faibles concentrations d'oxygène). Cette production d'oxygène permet des métabolismes concomitants d'oxydation d'autres polluants comme les BTEX.

2.2.3. Sélection des biomarqueurs pour la dégradation du chlorate

Les biomarqueurs sélectionnés pour l'étude de la dégradation du chlorate ciblent les 2 systèmes enzymatiques de déhalogénéation réductive et l'enzyme de dismutation:

- (per)chlorate réductases (réduction du perchlorate et du chlorate) => biomarqueur EP1601
- chlorate réductases (réduction du chlorate) => biomarqueur EP1604
- chlorite dismutases (dismutation du chlorite) => biomarqueur EP1606

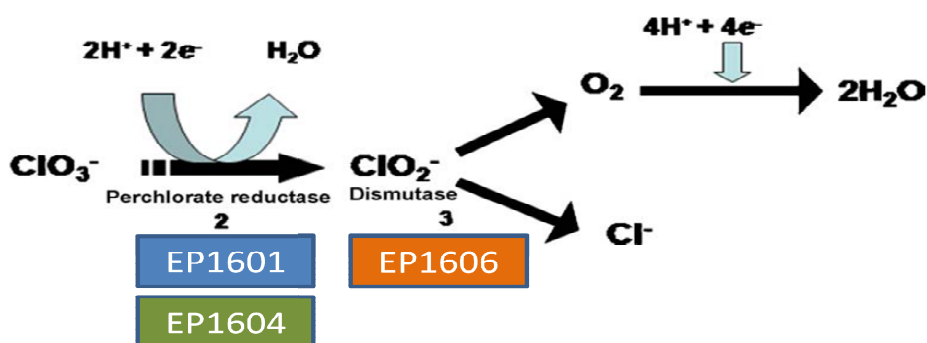


Figure 5 : Biomarqueurs sélectionnés pour le suivi de la dégradation du chlorate.

Chaque biomarqueur cible un système enzymatique spécifique.

Le 4^{ème} groupe, correspondant aux bactéries dénitrifiantes, n'est pas recherché dans ce contexte en raison de la prépondérance environnementale de la respiration des nitrates (présent chez de nombreuses bactéries), le suivi d'un biomarqueur de cette activité sur un échantillon environnemental n'apportant pas de réponse discriminante vis-à-vis d'une éventuelle dégradation du chlorate.

Résumé Méthodologie

- **Echantillons** : 2 eaux de nappe provenant de deux puits impactés par des concentrations différentes de chlorate et des concentrations différentes de chlorure.
- **Analyses Microbiologiques** : Sélection de 3 biomarqueurs permettant de caractériser le potentiel microbien de biodégradation du chlorate et du chlorite.

3. Résultats

L'évaluation du potentiel de biotraitabilité du site par la communauté microbienne indigène est évaluée par la quantification des gènes impliqués dans la dégradation du chlorate et de leurs activités respectives (ADN = Présence – ARN = Activité).

Les résultats des quantifications pour chacun des biomarqueurs sont donnés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Résultats des quantifications des biomarqueurs du suivi de la dégradation du chlorate (en copies par litre).

		EP1601		EP1604		EP1606	
		Moy.	Ec. Typ..	Moy.	Ec. Typ..	Moy.	Ec. Typ..
PzD	ADN	2,08E+05	2,22%	<1000		2,46E+05	2,81%
	ARN	<1000		n.d.		<1000	
PzJ	ADN	8,84E+06	4,07%	<1000		1,11E+06	10,51%
	ARN	3,22E+04	6,59%	n.d.		<1000	

<1000 : Inférieur à la limite de quantification.

n.d. : inférieur à la limite de détection (Inférieur à 10 copies/L).

Ec. Typ. : Ecart type

La recherche des biomarqueurs montre la présence (ADN) en quantité significative du biomarqueur EP1601 et du biomarqueur EP1606. La voie de dégradation anaérobie du chlorate est donc présente dans sa totalité avec une prépondérance des perchlorates réductases (les « chlorates réductases » sont pratiquement absentes). Toutefois les niveaux d'activité (ARN) de biodégradation de ces deux biomarqueurs montrent que la voie de dégradation est inactive dans les échantillons prélevés sur le site.

4. Discussion

Tableau 3 : Données physicochimiques et chimiques fournies par ANTEA GROUP.

	PzA	PzD	PzJ	PzL	PzN
Oxygène dissous (mg/L)	6,71-7,50	5,32-8,25	6,00-6,37	3,55-3,6-6,1	2,48-4,74
Température	20,1-20,2	20,4-20,5	20,3-20,4	19,5	18,3-18,7
pH	7	6,63-6,73	6,16-6,38	6,9-7	7,12-7,3
Eh (mV)	151-153	149-154	127-147	55-70-71	16-14
Conductivité (µS/cm)	38900-38900	2460-2660	6160-6380	1445-1663-1700	736-710
chlorate (mg/L)	21000	320	890	--	--
Ammonium-N (mg/L)	0,92	2,6	5,5	--	--
Azote Kjeldahl (NTK) (mg/L)	<1,0	3,2	4,9	--	--
chlorures (Cl) (mg/L)	220	110	470	--	--
Fer (II)	<0,1	<0,1	0,14	--	--
Nitrates-N (mg/L)	1	0,08	0,09	--	--
Nitrites-N (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	--	--
Sulfates (SO4)	31	18	150	--	--
COT (mg/L)	23	14	20	--	--
Carb. Org. Dissous(COD) (mg/L)	23	14	20	--	--
Hydrocarbures totaux C10-C40 (µg/L)	<50	<50	197000	--	--
Hydrocarbures volatils C6-C10 (µg/L)	<10	<10	300	330	<10
Hydrocarbures C6-C8 (µg/L)	<10	<10	96	200	<10
Molybdène (Mo) (µg/L)	5,7	<2,0	2,2	--	--
Fer (Fe) (µg/L)	<20	<20	230	--	--
Sélénium (Se) (µg/L)	7	<5,0	15	--	--

Les données physicochimiques fournies (Voir Tableau 3) par ANTEA GROUP sont cohérentes avec les observations biologiques (Voir Tableau 2). Les mesures d'oxygène dissous laissent supposer, un milieu aqueux riche en oxygène ce qui indique une aérobose qui n'est pas compatible avec le métabolisme de respiration du chlorate. Les potentiels d'oxydoréduction mesurés, la présence de nitrates et l'absence de nitrite (absence de respiration des nitrates) viennent confirmer que la nappe phréatique semble préférentiellement être dans des conditions oxydantes.

Nous avons donc un site sur lequel, un fort potentiel de biodégradation est présent mais qui ne présente pas d'activité de dégradation en raison de conditions physico-chimiques non favorables.

Malgré la présence de l'ARN du biomarqueur (EP1601) codant pour les « perchlorate réductases » dans le puits Pz J, l'absence d'activité des « chlorite dismutases » indique que l'activité de la voie de

biodégradation ne peut pas être significative, le chlorite éventuellement produit lors de la réduction du chlorate étant toxique pour ces mêmes bactéries. Ainsi une bactérie qui maintiendrait une activité de réduction du chlorate sans la dismutation du chlorite serait rapidement tuée par la toxicité de ce composé.

5. Conclusion

L'étude réalisée met en évidence la présence d'un potentiel de biodégradation des chlorates avéré dans les échantillons d'eaux Pz D et Pz J. Ce potentiel de biodégradation est justifié par la présence importante de l'ADN des biomarqueurs EP1601 et EP1606. L'absence d'ARN en quantité significative de ces mêmes biomarqueurs implique que l'activité de biodégradation du polluant n'est pas effective dans les échantillons prélevés.

Les indicateurs physico-chimiques (oxygène dissous, potentiel d'oxydoréduction, nitrates, nitrites,...) et les indicateurs biologiques (ARN des gènes) montrent que la nappe est en conditions aérobies. Cette aérobose semble être la raison de l'inactivité des gènes du métabolisme du chlorate. En effet, il a été démontré en laboratoire que certaines «perchlorate réductases» étaient inhibées par de très faibles concentrations d'oxygène dissous (1,6 μ moles/l).

Une des raisons pouvant expliquant l'abondance de l'ADN de ces biomarqueurs serait la présence de ces gènes dans le génome de bactéries pouvant utiliser différentes sources de carbone organique pour se développer. La source de carbone utilisée par les bactéries pourrait être les hydrocarbures. L'utilisation des hydrocarbures comme source de carbone et de croissance est communément répandue dans le monde bactérien. Ainsi les bactéries dégradant ce polluant se multipliant, le nombre d'individu et donc de copies des gènes dans leurs génome augmentent. Dans le cas du site étudié, les conditions physico-chimiques n'étant pas favorables pour orienter le mécanisme vers la biodégradation du chlorate, celles-ci n'expriment pas l'ARN de ces gènes (ou biomarqueurs).

De manière plus générale, les analyses chimiques fournies par ANTEA GROUP et l'interprétation des données de biologie moléculaire réalisée sur les deux puits, suggèrent un fort potentiel de biorémédiation du chlorate présent dans la nappe au droit des piézomètres Pz D et Pz J. La présence des nitrates en concentration limitée (<1mg/L) et largement inférieure à celle du chlorate ne devrait pas provoquer d'inhibition de la respiration des chlorates. De plus la présence de sélénium, de molybdène et de fer est bénéfique puisqu'il s'agit de cofacteurs nécessaires à l'activité enzymatique des réductases.

Si les conditions physico-chimiques relevées lors du prélèvement sont représentatives des conditions moyennes du site, particulièrement en termes de potentiel d'oxydoréduction, le phénomène d'atténuation naturelle est faible. L'oxygénation de la nappe, probablement due à sa faible épaisseur (2 mètres environ) et de faible profondeur, est très certainement le facteur responsable de l'inactivité de la respiration du chlorate.

En conclusion, le scénario privilégié sur le site est :

- Un fort potentiel de dégradation est présent (présence abondante des gènes de dégradation) mais le potentiel ne s'exprime pas (pas ou peu d'atténuation naturelle).
- Les bactéries possédant les gènes de dégradation des hydrocarbures ont pu se développer grâce à d'autres métabolismes (dégradation des hydrocarbures)
- L'inactivité de la respiration du chlorate est due aux conditions d'oxydoréduction et aux fortes concentrations d'oxygène.

Dans la perspective de la mise en place d'un traitement de la pollution au chlorate, tous les éléments nécessaires à une biodégradation efficace sont réunis. Le facteur limitant étant lié aux conditions physico-chimiques, celles-ci devront être contrôlées afin de générer un milieu réducteur anoxique. Les gènes de dégradation étant présents, le démarrage de l'activité devrait être rapide.

Néanmoins un traitement par basculement du site en conditions réductrices va fortement réduire l'éventuelle atténuation naturelle des hydrocarbures présents.

L'installation d'une barrière réactive nous semble dans ce contexte la meilleure option de traitement biologique du site. Des tests de faisabilité confirmeraient la pertinence de ce choix.

Une « cartographie microbiologique » du site apporterait des informations supplémentaires. L'étude d'un puits non impacté en amont du site permettrait de caractériser la prépondérance du métabolisme dans cet environnement et de vérifier que les hydrocarbures (une source de carbone) sont bien à l'origine de l'abondance de gène. Etant donné que de fortes concentrations en chlorate peuvent être toxiques pour la flore microbienne, l'étude d'un puits fortement impacté permettrait d'évaluer le risque pour les bactéries du site.

Synthèse

- Les gènes de dégradation du chlorate sont fortement représentés (perchlorate réductases) : le site présente un fort potentiel de dégradation du chlorate.
- Les gènes de dégradation du chlorate ne sont pas actifs.
- Les données physicochimiques et biologiques concluent à des conditions aérobies.
- Un traitement par biodégradation est envisageable en favorisant des conditions réductrices.
- L'éventuelle atténuation naturelle des hydrocarbures sera fortement ralentie en cas de passage en conditions anaérobies => traitement par barrière réactive semble le plus pertinent
- Une cartographie plus précise du site et des tests de traitabilité au niveau biologique permettrait d'étendre ces conclusions à l'ensemble du site et de définir des stratégies de traitements *in situ*.

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: Etudes, 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			Evaluation 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	X	A330	Réalisation du bilan coûts/avantages, identification des différentes options possibles	
PG	Plan de Gestion		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		DOMAINE B		
XPER	Expertise domaine SSP		Prestations élémentaires		
Diagnostic de l'état des milieux			B001	AMO - Assistance à maîtrise d'ouvrage dans la phase des travaux	
A100	Visite de site		B100	Etudes de conception	
A110	Etudes historiques, documentaires et mémorielles		B110	Etudes de faisabilité technique et financière	
A120	Etude de vulnérabilité des milieux		B111	Essais de laboratoire	
A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols	X	B112	Essais pilote	
A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines	X	B120	AP - Etudes d'avant projet	
A220	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments		B130	PRO - Etudes de projet	
A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz des sols		B200	Etablissement des dossiers administratifs	
A240	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires		B300	Maitrise d'œuvre en phase Travaux	
A250	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées		B310	ACT - Assistance aux Contrats de Travaux	
A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques		B320	DET - Direction de l'exécution des travaux	
			B330	AOR - Assistance aux opérations de réception	

Fiche signalétique

Rapport

Titre : *Diagnostic du sous-sol du site d'Ambès – Impact en chlorates sur la nappe des remblais*

Numéro et indice de version : A 68692/A

Date d'envoi : Décembre 2012

Nombre d'annexes dans le texte : 8

Nombre de pages : 54

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

Diffusion (nombre et destinataires) :

3 ex. Client

1 ex. Agence

1 ex. Auteur

Client

Coordonnées complètes : AKZO NOBEL – EKA CHIMIE S.A.

ZI du Bec d'Ambès

33810 AMBES

Téléphone : 05.56.33.45.45

Télécopie : 05.56.77.04.05

Nom et fonction des interlocuteurs : Thierry CAUSSAN, QHSE Manager

Antea Group

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

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial et responsable de projet : Marc BAZIN

Auteurs : Sarah KEROUEL et Marc BAZIN

Secrétariat : Edwige LAFITTE

Qualité

Contrôlé par : *Marc BAZIN*

Date : décembre 2012 - *Version A*

N° du projet : *AQUP120255*

Références et date de la commande : Bon de commande 2100194584 du 26/09/2012

Mots clés : NAPPE, ANALYSE-EAU, ANALYSE-SOL, CHIMIE, DIAGNOSTIC, EAU-SOUTERRAINE, POLLUTION-CHIMIQUE, POMPAGE-D'ESSAI, PIEZOMETRIE