

Site EKA CHIMIE à Ambès (33)

Plan de gestion pour le traitement de la contamination du sous-sol par des chlorates de sodium au droit de l'aire de chargement/déchargement et de l'atelier principal

Avril 2013

A 70100/A



AKZO NOBEL – EKA CHIMIE S.A.
ZI du Bec d'Ambès
33810 AMBES

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



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.....	4
1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	4
1.2. METHODOLOGIE	5
2. DONNEES DE BASE POUR L'ELABORATION DU PLAN DE GESTION	8
2.1. CARACTERISATION DES DEUX ZONES SOURCES	8
2.1.1. Zone de chargement/déchargement	8
2.1.2. Atelier de fabrication de chlorates.....	9
2.1.3. Données physico-chimiques sur les polluants en présence.....	9
2.2. VOIES DE TRANSFERT.....	11
2.2.1. Contexte géologique et hydrogéologique.....	11
2.2.2. Données piézométriques – Octobre 2012.....	11
2.2.3. Sens d'écoulement.....	13
2.2.4. Paramètres hydrodynamiques de la « nappe » des remblais.....	13
2.2.5. Epaisseur de la zone saturée et de la zone non saturée	14
2.2.6. Extension du panache en chlorate et évolution	14
2.3. CIBLES.....	18
2.4. SCHEMA CONCEPTUEL INITIAL	18
3. CONTRAINTES TECHNIQUES PROPRES A L'ACTIVITE DU SITE EKA CHIMIE	20
3.1. CONTRAINTES D'ACTIVITE.....	20
3.2. RESEAUX ENTERRES.....	21
4. PLAN DE GESTION	23
4.1. RAPPEL DES OBJECTIFS D'UN PLAN DE GESTION	23
4.2. USAGE ENVISAGE.....	23
4.3. OBJECTIFS DE DEPOLLUTION	24
4.4. BILAN COUTS-AVANTAGES DES TECHNIQUES DE DEPOLLUTION	25
4.4.1. Méthodologie et sources d'informations.....	25
4.4.2. Traitement/maîtrise des sources sol.....	26
4.4.3. Traitement des eaux souterraines	29
4.5. ETUDE DE SOLUTIONS.....	32
4.5.1. Principales contraintes à l'origine des choix techniques.....	32
4.5.2. Stratégie de dépollution proposée.....	32
4.5.3. Etude de solutions traitement des sources sol.....	34
4.5.4. Etude de solutions de traitement des eaux souterraines au niveau des sources..	34
4.5.5. Etude de solutions de confinement des eaux souterraines par réduction chimique	38
4.5.6. Variante - Solution de confinement par méthode physique	42
4.5.7. Estimation financière des coûts des mesures de gestion.....	44
4.6. PLANNING GENERAL DE MISE EN ŒUVRE DES MESURES DE GESTION	44
4.7. ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS POUR LA SANTE HUMAINE.....	46

5.	RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE DES MESURES DE GESTION.....	47
5.1.	CONTRAINTES EN PHASE CHANTIER	47
5.2.	SUIVI DE L'EFFICACITE DES MESURES DE TRAITEMENT ET DU PANACHE DE CONTAMINATION	47
5.3.	SERVITUDES, RESTRICTION D'USAGES.....	48
6.	SYNTHESE DU PLAN DE GESTION.....	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Localisation du site d'étude	6
Figure 2 :	Plan de l'unité chlorates du site d'Ambès.....	7
Figure 3 :	Esquisse piézométrique de la « nappe » des remblais au droit du site d'étude (mesures d'octobre 2012)	12
Figure 4 :	Cartographie de synthèse des concentrations – données diagnostic 2012.....	16
Figure 5 :	Graphiques d'évolution des concentrations en chlorate de sodium	17
Figure 6 :	Schéma conceptuel initial du site	19
Figure 7 :	Plan de l'atelier de fabrication de chlorates	20
Figure 8 :	Réseaux enterrés	22
Figure 9 :	Localisation des zones sources à traiter par injection en nappe	35
Figure 10 :	Schéma de principe – confinement par barrière biologique par injection	37
Figure 11 :	Proposition d'implantation d'un dispositif de confinement par injection.....	39
Figure 12 :	Schéma de principe – confinement nappe par réduction chimique.....	40
Figure 13 :	Schéma de principe – confinement physique de la nappe –selon 3 méthodes.....	42
Figure 14 :	Schéma de principe – confinement vertical.....	43

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Principales propriétés physico-chimiques du chlorate de sodium (Source : Dossier d'enregistrement REACH de la société AKZO NOBEL – EKA CHIMIE – Chlorate de sodium).....	10
Tableau 2 :	Principales propriétés physico-chimiques du chrome (Source : Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques de l'INERIS : « Chrome et ses dérivés »).....	10
Tableau 3 :	Vitesse approximative d'écoulement de la nappe	14
Tableau 4 :	Epaisseur des zones saturées et non saturées à l'échelle du site	14
Tableau 5 :	Techniques de réhabilitation/maîtrise des sources sols	28
Tableau 6 :	Techniques de réhabilitation des eaux souterraines	31
Tableau 7 :	Planning prévisionnel avant travaux	45

LISTE DES ANNEXES

Annexe A :	Codification des prestations selon la norme NFX31-620
Annexe B :	Estimation financière des mesures de gestion

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 d'avril 2012 (hautes eaux) réalisée par ANTEA GROUP pour EKA CHIMIE, des teneurs en chlorates ont été dosées en Pz 3 (2 g/l), et dans une moindre mesure en Pz2 (0,6 mg/l). Cette contamination a été confirmée en juin 2012. Le chrome VI n'est pas détecté.

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

Le 28 août 2012, la DREAL Aquitaine 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 :

- La caractérisation de la source sol et l'extension de la contamination dans la nappe (délai : 3 mois) ;
- 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. Ce diagnostic (cf. rapport ANTEA GROUP A68692/A), réalisé entre octobre et décembre 2012, a été présenté à la DREAL Aquitaine le 11 janvier 2013. Au cours de cette réunion, il a été convenu :

- De proposer à la date de fin mars 2013, des solutions de remédiation sous la forme d'un plan de gestion ;
- Puis, à l'issue du plan de gestion, de prévoir le cas échéant des essais pilotes au préalable à la réalisation d'éventuels travaux de dépollution.

Le présent rapport fait donc état de l'élaboration du plan de gestion (hors essais pilotes). 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.

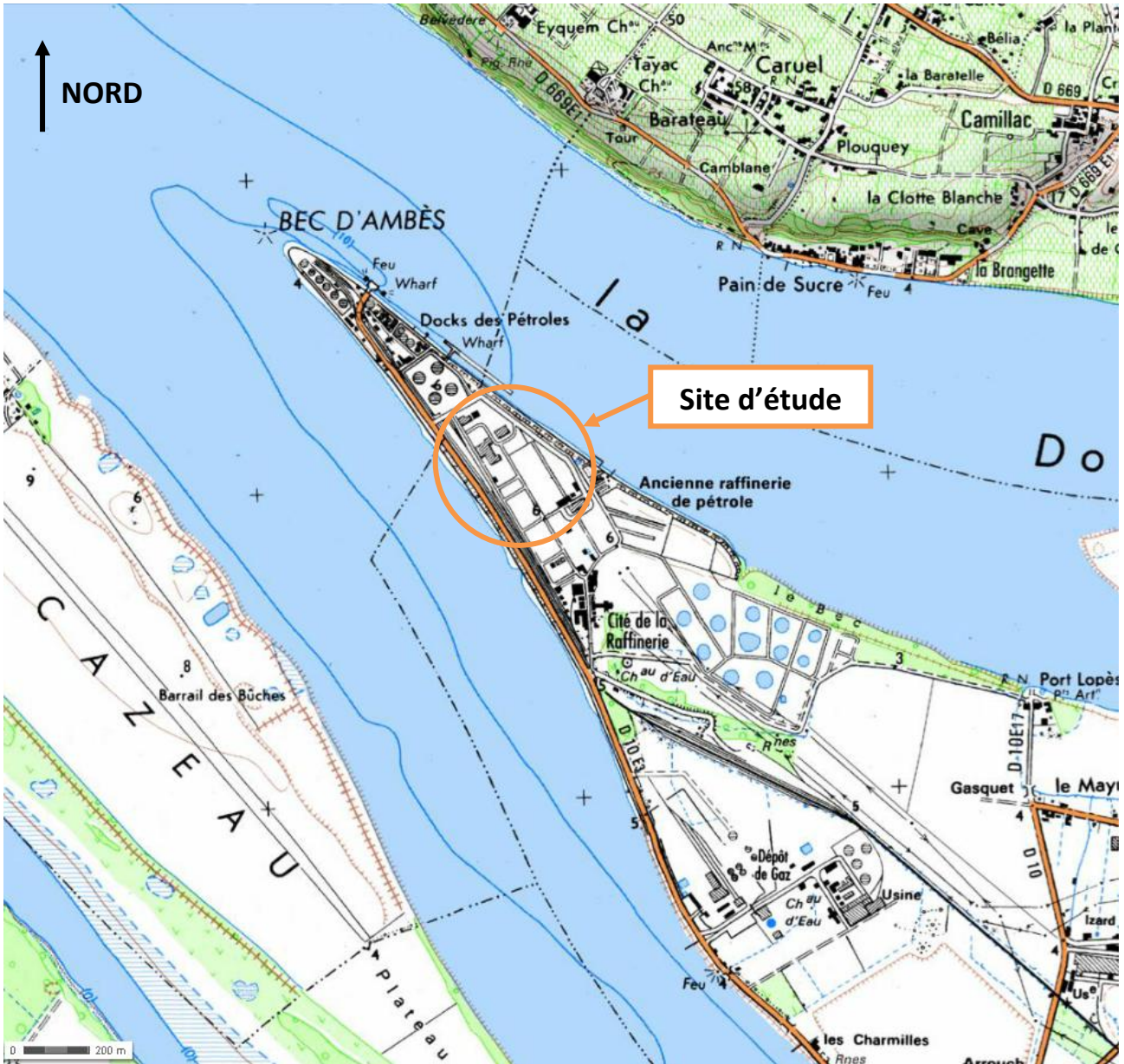
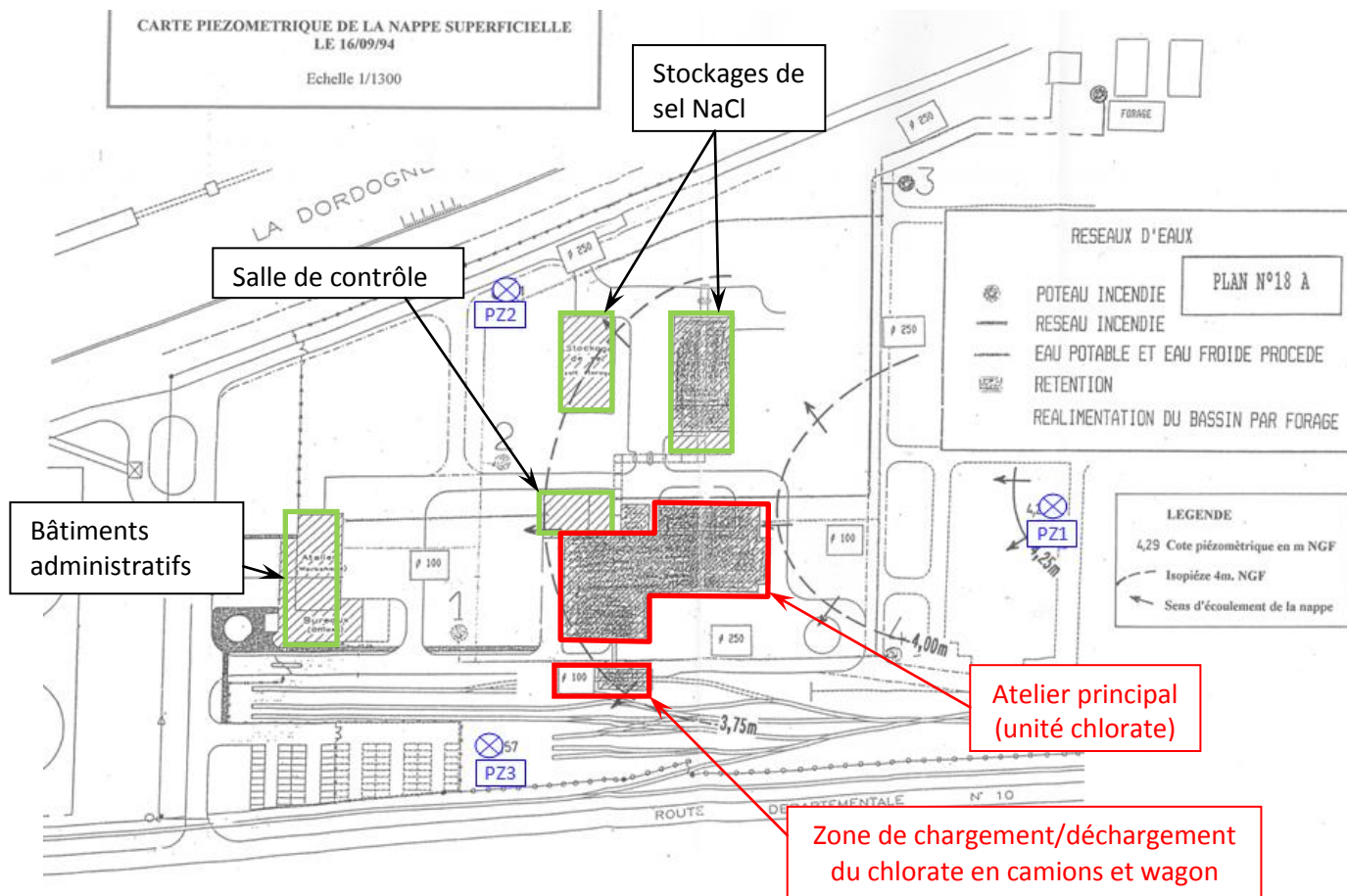


Figure 1 : Localisation du site d'étude



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

Figure 2 : Plan de l'unité chlorates du site d'Ambès

2. Données de base pour l'élaboration du plan de gestion

Remarque : L'atelier de fabrication de chlorates du site d'EKA CHIMIE à Ambès (33) a fait l'objet d'un diagnostic du sous-sol réalisé par Antea Group entre octobre et décembre 2012 (cf. rapport ANTEA GROUP A68692/A). Les paragraphes suivants synthétisent les informations recueillies au cours de cette étude.

2.1. Caractérisation des deux zones sources

2.1.1. Zone de chargement/déchargement

2.1.1.1. Localisation

EKA CHIMIE avait identifié la zone de chargement des camions et des wagons de chlorates (solide) comme **source sol potentielle de contamination en chlorates**. Les investigations de sols menées au droit de ce secteur et les prélèvements d'eau souterraine sur le panache de chlorates confirment cette zone source.

La localisation de la zone de chargement/déchargement est présentée en Figure 2.

2.1.1.2. Extension de la zone source

La présence d'une source sol en chlorates en limite extérieure de la zone stricte de chargement des camions et des wagons a été mise en évidence lors des investigations de sol d'octobre 2012. **Le volume de sol, en zone non saturée, contaminé aux chlorates est estimé à 135 m³** sur la base :

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

2.1.1.3. Substances et teneurs constatées dans les sols

La source sol au droit de la zone de chargement/déchargement des camions et des wagons est caractérisée par la valeur maximale analysée lors des 4 sondages de sol (octobre 2012), à savoir 1 900 mg/kg MS (teneurs constatées entre 150 et 1900 mg/kg MS).

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. Le chrome n'a pas été analysé au droit de cette zone (absence de chrome attendue du fait de la nature de la solution en présence ne contenant pas cette substance).

Les données relatives à la qualité de la nappe sont rappelées au chapitre 2.2.6.

2.1.2. Atelier de fabrication de chlorates

2.1.2.1. Localisation

Les teneurs en chlorates et en chrome VI dosées au droit du piézomètre Pz B (cf. localisation en figure 4) situé en amont de la zone de chargement, ainsi que l'absence de ces substances dans les ouvrages amont (Pz1) conduisent à **suspecter une seconde source sol (chlorates et chrome VI)** au droit de l'atelier 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.

La localisation de cet atelier principal est présentée en Figure 2.

2.1.2.2. Extension de la zone source

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 en zone non saturée par la seconde source sol serait de l'ordre de 50 m³.**

Aucun sondage de sol n'a été réalisé au droit de l'atelier de fabrication de chlorate ne permettant pas ainsi la caractérisation de la source sol en terme d'extension et qualité.

Les données relatives à la qualité de la nappe sont rappelées au chapitre 2.2.6.

2.1.3. Données physico-chimiques sur les polluants en présence

Le tableau ci-dessous synthétise les principales propriétés physico-chimiques du chlorate de sodium.

Propriété physico-chimique	Valeur
Apparence à 20°C et 1013 hPa	Solide cristallin jaune clair, sans odeur
Température de fusion	255-259°C à 936 hPa
Point d'ébullition	> 250 °C à 936 hPa
Densité	2,54 g/cm ³ à 20,2°C
Pression de vapeur saturante	< 3.5 x 10 ⁻⁷ hPa à 25°C
Tension superficielle	72,9 mN/m à 1 g/l et 20,2/20,3°C
Solubilité	696 - 736 g/l à 20°C pour un pH compris entre 4,49 et 8,70
Point d'éclair	Non pertinent
Adsorption	Non
Inflammabilité	Ininflammable
Propriétés explosives	Non explosif

Tableau 1 : Principales propriétés physico-chimiques du chlorate de sodium (*Source : Dossier d'enregistrement REACH de la société AKZO NOBEL – EKA CHIMIE – Chlorate de sodium*)

Les points à retenir sont les suivants :

- **Très forte solubilité du chlorate** ; à ce titre, la persistance d'un sol contaminé soumis à lessivage ou ruissellement est peu probable, le transfert du chlorate vers les eaux (dont eaux souterraines) étant a priori très rapide ; toutefois, la persistance de sols contaminés protégés par une dalle béton est possible si ces sols ne sont pas soumis aux battements de nappe ou à des infiltrations ;
- Le **chlorate n'est pas volatil** – à ce titre, aucune émission de vapeur n'est à attendre ;
- **L'adsorption sur les sols du chlorate est improbable** du fait de sa forme ionique ; à ce titre, aucun « effet retard » n'est à attendre par rapport à l'écoulement de la nappe (la vitesse de propagation du panache de chlorate dans la nappe peut être assimilée à la vitesse d'écoulement de la nappe).

Le tableau ci-dessous synthétise les principales propriétés physico-chimiques du chrome.

Propriété physico-chimique	Valeur
Masse molaire	51,996 g/mol
Point d'ébullition (à pression normale)	2 657 °C
Densité	7,19
Volatilité	Non volatil
Solubilité dans l'eau	Importante pour le Chrome VI

Tableau 2 : Principales propriétés physico-chimiques du chrome (*Source : Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques de l'INERIS : « Chrome et ses dérivés »*)

2.2. Voies de transfert

Rappelons que les substances en jeu (chlorates et chrome VI) ne sont pas volatiles.

2.2.1. Contexte géologique et hydrogéologique

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 constitués de sables fins légèrement argileux de 1,7 m à 3,4 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.

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 flamandais.

2.2.2. Données piézométriques – 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.

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

A 68692/A



Figure 3 : 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 (en limite de partage des eaux) évolue au centre du site avec un écoulement orienté vers le nord-ouest.

La Figure 3 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).

2.2.3. Sens d'écoulement

Les eaux souterraines s'écoulent au droit du site dans 3 directions :

- A l'est vers la Dordogne,
- Au nord vers le site industriel pétrolier de SPBA,
- A 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.

2.2.4. Paramètres hydrodynamiques de la « nappe » des remblais

Deux pompages d'essai de nappe ont été mis en œuvre le 15 octobre 2012 de façon à évaluer localement les paramètres hydrodynamiques de la « nappe » des remblais au droit du site. Les caractéristiques de la nappe définie par ces deux pompages d'essai sont les suivantes :

- Transmissivité T : $1,4 \cdot 10^{-4}$ à $1,45 \cdot 10^{-4}$ m²/s,
- Perméabilité estimée K : $1,11 \cdot 10^{-4}$ à $1,05 \cdot 10^{-4}$ m/s,
- Coefficient d'emmagasinement S : $1,2 \cdot 10^{-2}$ à $8 \cdot 10^{-3}$.

On a donc des matériaux en surface de perméabilité médiocre.

Sur cette base, la vitesse d'écoulement de la « nappe » des remblais au droit du site peut être estimée par la formule suivante :

$$\text{Vitesse} = K \times i / w \quad \text{avec :} \quad \begin{array}{l} K \text{ perméabilité en m/s} \\ i \text{ gradient hydraulique [] ou [m/m]} \\ w \text{ porosité} \end{array}$$

| Remarque : L'emmagasinement S est assimilable à la porosité en nappe libre.

	perméabilité (K)	gradient hydraulique i	Vitesse (v)		
	en m/s		-	en m/s	en m/h
PzK	1.11E-04	3.00E-03	2.77E-05	9.96E-02	2.39
		4.00E-03	3.69E-05	1.33E-01	3.19
PzJ	1.05E-04	3.00E-03	3.95E-05	1.42E-01	3.41
		4.00E-03	5.26E-05	1.89E-01	4.55

Tableau 3 : Vitesse approximative d'écoulement de la nappe

Ainsi, d'après le Tableau 3, la vitesse d'écoulement de la « nappe » des remblais au droit du site est donc comprise entre $2,77 \cdot 10^{-5}$ et $5,26 \cdot 10^{-5}$ m/s, soit entre 2 et 4 m/jour.

2.2.5. Epaisseur de la zone saturée et de la zone non saturée

L'épaisseur des zones saturées et non saturées est relativement hétérogène à l'échelle du site (cf. Tableau 4). En effet, l'épaisseur de la zone non saturée est globalement comprise entre 0,50 et 1,50 m, tandis que l'épaisseur de la zone saturée varie entre 0,60 et 2,60 m.

Ouvrage	Présence des argiles (en m/sol)	Niveau de nappe (en m/sol)	Epaisseur de la zone non saturée (en m)	Epaisseur de la zone saturée (en m)
PzA	3,4	1,1	1,10	2,3
PzB	3,4	0,85	0,85	2,55
PzC	1,7	0,55	0,55	1,15
PzD	2,4	0,6	0,60	1,8
PzE	2,4	0,88	0,88	1,52
PzF	2,9	0,51	0,51	2,39
PzG	3,2	1,41	1,41	1,79
PzH	2	1,4	1,40	0,6
PzI	2,5	1,07	1,07	1,43
PzJ	2,4	0,83	0,83	1,57
PzK	2,9	1,38	1,38	1,52
PzL	2,4	0,91	0,91	1,49
PzM	3,2	0,81	0,81	2,39
PzN	2	0,54	0,54	1,46
PzO	2	1,18	1,18	0,82

Tableau 4 : Epaisseur des zones saturées et non saturées à l'échelle du site

2.2.6. Extension du panache en chlorate et évolution

La figure ci-après rappelle l'extension du panache en chlorate constatée lors de la réalisation du diagnostic en 2012. Elle précise également les lieux où ponctuellement du chrome VI est constaté.

Compte tenu des travaux mis en œuvre par EKA CHIMIE (réfection de la zone de chargement/déchargement), le transfert d'eaux contenant du chlorate de sodium vers le sous-sol a été totalement supprimé. Le suivi des piézomètres permet de visualiser l'évolution dans le temps des teneurs en nappe sur les derniers mois.

On constate très nettement la diminution significative des teneurs en chlorate au droit de l'ouvrage PzA (à proximité immédiate de l'aire de chargement/déchargement), ainsi qu'au droit de l'ouvrage PzB (entre l'aire de chargement/déchargement et l'atelier principal), laissant ainsi supposer un apport vers cet ouvrage par l'aire de chargement.

On ne constate pas de tendances d'évolution (à la hausse ou à la baisse) de la teneur en chlorate au droit du PzP, situé à l'aval du bâtiment principal côté Dordogne.

La cartographie des concentrations montre que l'essentiel des teneurs en chlorates sont identifiées à proximité de la zone de chargement /déchargement. **Ceci laisse supposer qu'en terme de contribution, la source « atelier » est a priori très minoritaire au flux de chlorate vers le sous-sol.**

En ce qui concerne le chrome VI, sa présence est très localisée (détecté au PzB uniquement).



Figure 4 : Cartographie de synthèse des concentrations – données diagnostic 2012

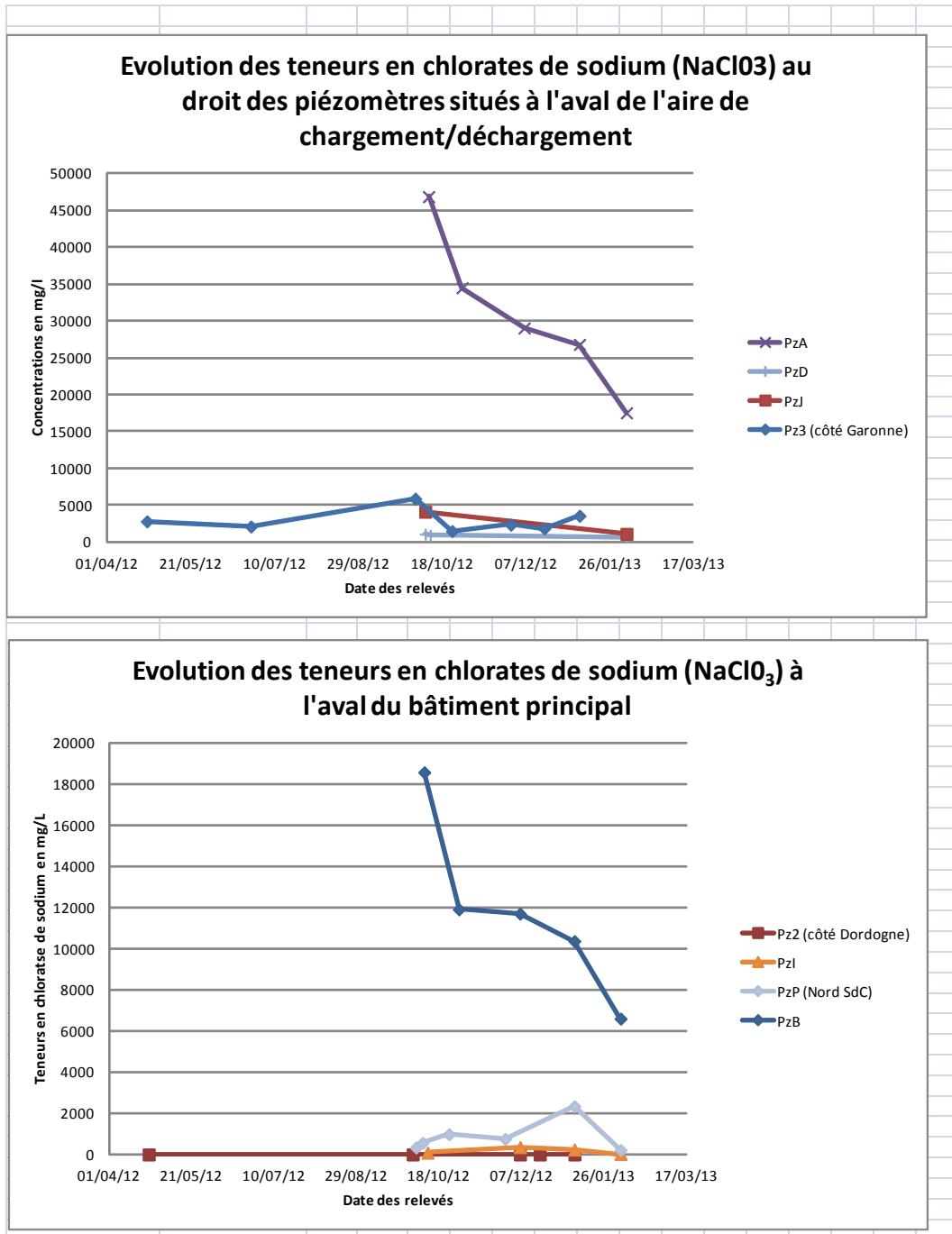


Figure 5 : Graphiques d'évolution des concentrations en chlorate de sodium

2.3. Cibles

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 épaisse, vulnérable et de qualité médiocre naturellement, 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.

En ce qui concerne l'exposition potentielle par les salariés du site, celle-ci n'est pas envisagée du fait de l'absence de volatilité des substances en présence (chlorate et chrome VI) et du recouvrement des sols dans les 2 zones sources (dalle béton).

NB : on ne tient pas compte ici des expositions potentielles aux hydrocarbures, qui ne font pas l'objet spécifiquement du présent plan de gestion.

2.4. Schéma conceptuel initial

La politique nationale de gestion des sites et sols pollués repose, dans le cadre de l'évaluation quantitative des risques sanitaires, sur la réalisation du schéma conceptuel permettant de déterminer un état factuel des milieux et des enjeux à protéger.

Ce schéma (cf. Figure 8) reprend les 3 termes « source-vecteur-cible » :

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

Le schéma conceptuel a été bâti sur la base d'un usage futur industriel.

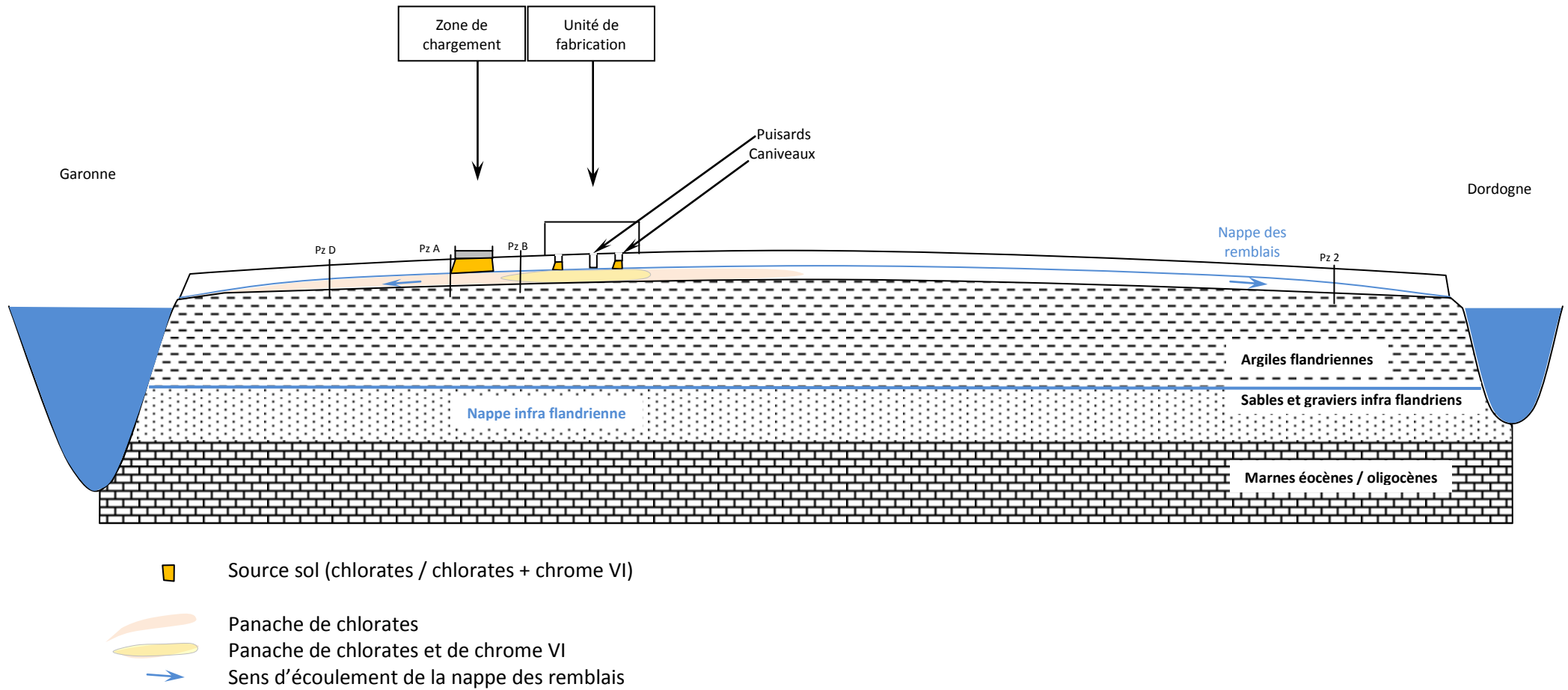


Figure 6 : Schéma conceptuel initial du site

3. Contraintes techniques propres à l'activité du site EKA chimie

3.1. Contraintes d'activité

Les zones concernées par la contamination des sols et des eaux souterraines présentent plusieurs contraintes d'exploitation liées à la nature de l'activité du site.

Ces zones accueillent :

- L'aire de chargement et de déchargement du chlorate recouverte d'un revêtement étanche (dallage en béton) récemment rénové. Il faut noter la présence fréquente de camions et de wagons dans ce secteur. Enfin, afin de faciliter l'acheminement du chlorate des rails sont présents au sol.
- L'unité de production de chlorates. Le plan du bâtiment de production des chlorates est joint sur la Figure 7.

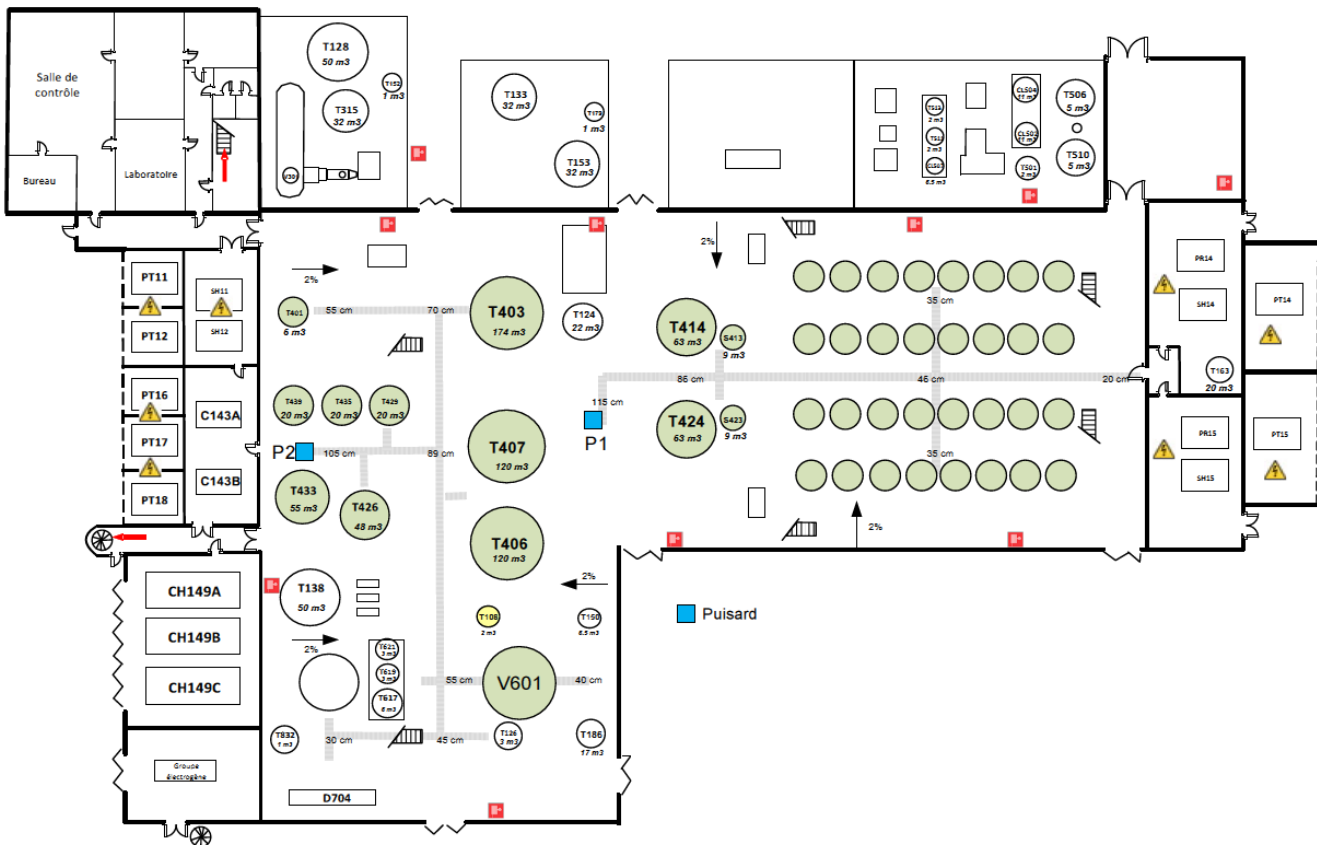


Figure 7 : Plan de l'atelier de fabrication de chlorates

Le plan du bâtiment met en évidence la présence de :

- Sols en béton pentes à 2% vers le centre du bâtiment,
- Deux réseaux de caniveaux de collecte des égouttures et eaux de lavage des sols,
- Deux puisards P1 et P2 d'environ 1,2 m de profondeur équipés de pompes de relevage qui injectent les liquides pompés dans le circuit de process.

Il est important de signaler qu'une technique de traitement qui engendrerait un arrêt de l'exploitation de l'aire de chargement et de déchargement et/ou la fermeture permanente ou temporaire de l'atelier de fabrication de chlorates n'est techniquement et financièrement pas envisageable pour EKA CHIMIE.

En outre, le choix du type de traitement et de l'emplacement des installations se fera en fonction des conditions d'accès au site et aux zones polluées.

De par l'ensemble de ces contraintes, la méthode de dépollution choisie devra permettre la poursuite de l'activité du site EKA CHIMIE d'Ambès.

3.2. Réseaux enterrés

La zone de l'aire de chargement/déchargement est concernée par peu de réseaux. On note toutefois la présence :

- Des infrastructures en surface de la voie ferrée selon un axe nord/sud,
- Le départ d'un réseau d'eau pluviale en bordure nord/est de l'aire de chargement /déchargement.

En ce qui concerne l'atelier principal, on observe :

- La présence du réseau eau pluviale en bordure nord du bâtiment, puis au-delà, le réseau eau incendie.
- La présence du réseau eau pluviale et eau incendie en bordure ouest du bâtiment.
- La présence d'un réseau haute tension le long de l'atelier.

Compte tenu de la présence de ces infrastructures enterrées ou en surface, la création de dispositifs de confinement éventuels devra soit éviter ces réseaux, soit prévoir des moyens de détournement/dévoisement temporaires.

4. Plan de gestion

4.1. Rappel des objectifs d'un plan de gestion

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

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

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

Lorsque le Plan de Gestion proposé ne permet pas de supprimer les sources de contamination ou les voies de transfert (contact possible entre les pollutions et les personnes), les risques sanitaires potentiels liés aux expositions résiduelles doivent être évalués : l'Analyse des Risques Résiduels (ARR) est l'outil dédié à cet effet.

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

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

Par conséquent, elle se décline en plusieurs étapes :

- **Bilan coûts avantages des solutions de maîtrise ou traitement ;**
- **Etude de solutions.**

4.2. Usage envisagé

Conformément à la politique nationale de gestion et sites et sols potentiellement pollués, les mesures de gestion se définissent en fonction de l'usage auquel le site est destiné. Le site EKA CHIMIE d'Ambès est en activité, et aucun changement d'usage n'est envisagé à ce jour (maintien d'un usage industriel).

Toute évolution de ce projet devra donner lieu à une actualisation du plan de gestion. A *fortiori*, tout changement d'usage ultérieur devra conduire à l'établissement d'un nouveau plan de gestion.

4.3. Objectifs de dépollution

Enjeux sanitaires

En l'absence d'usages des eaux souterraines au droit ou en aval du site, aucun scénario d'exposition n'est identifié vis-à-vis de la contamination des eaux souterraines par les chlorates.

On rappelle que les chlorates sont des composés extrêmement solubles et non volatils ; par conséquent, aucune exposition via l'inhalation de vapeurs n'est à attendre.

En ce qui concerne les scénarios d'exposition via un éventuel impact en Garonne ou Dordogne, ceux-ci ne sont pas envisagés compte tenu des phénomènes de dilution assurée par les eaux de surface.

Dans ce contexte, aucun objectif de dépollution pour les sols ou la nappe ne peut être fixé à l'aide de critères sanitaires.

Enjeux environnementaux

Le diagnostic a mis en évidence le possible transfert, via la nappe, du chlorate en direction principalement de la Garonne, et dans une moindre mesure en direction de la Dordogne.

Au droit du site, les terrains sont occupés par l'activité industrielle. Le milieu naturel potentiellement impacté est donc constitué par le milieu aquatique des cours d'eau voisins.

Les données écotoxicologiques (selon document du CSR (Chemical Safety Report) précisent les informations suivantes :

- Des tests d'écotoxicologie pour les poissons et organismes aquatiques invertébrés ont montré des valeurs de DL50 (dose létale 50 pour des effets aigus) supérieures à 1000 mg/l, ainsi qu'une NOEC (no observed effect concentration) pour des effets chroniques supérieure à 500 mg/l. (document du CSR, chapitre 7.1)
- Le chlorate de sodium n'est pas directement toxique pour les plantes ; toutefois, dans certaines conditions, il se transforme en chlorite qui lui est toxique pour les plantes.
Des tests d'écotoxicologie pour les plantes aquatiques ont mis en évidence une NOEC de 10 mg/l ; pour les algues, les études réalisées mettent en évidence les plus basses valeurs suivantes : 129 mg/l pour la DL50 (effets aigus) et de 62.5 mg/l pour la NOEC (effets chroniques).
- Une PNEC (predicted no effect concentration) de 1 mg/l est proposée pour l'eau douce vis-à-vis de la toxicité pour les plantes aquatiques.

Compte tenu des concentrations aujourd'hui constatées en bordure de site (maximum 700 à 3200 mg/l), et compte tenu de la dilution importante assurée par les cours d'eau, l'atteinte des valeurs citées précédemment n'est pas attendu (cf. estimation de l'impact en Garonne évalué dans le cadre du diagnostic, chapitre 6.5, rapport A68692/A).

Rappel

- *La DL₅₀ est définie comme étant la dose létale. C'est la dose provoquant la mort de 50% des organismes exposés au bout d'une période de temps fixée, généralement entre 24 et 96h.*
- *NOEC : concentration la plus élevée sans effet décelable selon tests d'écotoxicité;*
- *PNEC « predicted no effect concentration » : plus forte concentration sans risque pour l'environnement.*

Dans ce contexte, aucun objectif de dépollution pour la nappe ne peut être fixé à l'aide de critères environnementaux selon les données écotoxicologiques connues.

- **Par conséquent, la détermination des objectifs de dépollution sera approchée sur la base de l'analyse des techniques envisageables et de leur efficacité attendue.**

4.4. Bilan coûts-avantages des techniques de dépollution

4.4.1. Méthodologie et sources d'informations

Nous étudierons ici successivement :

- Les techniques envisageables pour le traitement/maîtrise des sources sols,
- Les techniques envisageables pour le traitement/confinement des eaux souterraines.

La revue des techniques envisageables a été réalisée à l'aide :

- De l'expérience d'ANTEA GROUP dans la mise en œuvre des différentes techniques envisagées pour le traitement dans des contextes de contamination non spécifique au chlorate ;
- De l'expérience d'ANTEA GROUP US dans la faisabilité de mise en œuvre de traitement biologique in situ ainsi que dans le domaine de la dépollution des chlorates ;
- Du guide du BRGM « Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts bénéfiques – juin 2010 » ;
- D'entretiens informels avec des entreprises de travaux ;
- De la revue de la bibliographie interne à EKA CHIMIE (groupe AKZO NOBEL) concernant les chlorates ainsi que les différentes expériences de remédiation du chlorate et du chrome VI du groupe AKZO NOBEL :

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE

Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)

Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal
A 70100/A

- Chemical Safety Report – Sodium Chlorate, février 2011 (“dossier REACH”) ;
- “Reduction of NaClO₃ and Na₂Cr₂O₇ with NaHSO₃ – process support for paper chemicals”, août 2000 ;
- “reduction of chromium in groundwater at Trollhättan, choice of process and results from full scale experiment”, mars 1996 ;
- “Removal of chlorate from contaminated subsoil water with biological treatment – Process Support for Paper Chemicals”, septembre 2000 ;
- “Comparison of chemical and biological reduction of ClO₃⁻ and results from continuous reduction with HSO₃ – Process Support for Paper Chemicals”, September 2000 ;
- “In Situ Bio Remediation system design, Eka Chemicals Facility, Columbus, Mississippi”, mai 2009.

NB :

Le plan de gestion est établi ici au regard de la problématique spécifique au chlorate. Il prend en compte la présence d’une contamination croisée (présence localement d’hydrocarbures liés à l’historique du site, ainsi que présence localement de chrome VI lié à l’activité du site), sans toutefois traiter ces problématiques de façon exhaustive.

4.4.2. Traitement/maîtrise des sources sol

On rappelle que 2 sources ont été identifiées :

- Source 1 : sols contaminés par des chlorates au droit de l’aire de chargement/déchargement ; la présence de traces d’hydrocarbures (< 1000 ppm) est constatée. Il n’est pas attendu de traces de chrome VI au droit de cette zone.
- Source 2 : sols contaminés par des chlorates au droit de l’atelier ; la caractérisation des sols au droit de cette zone n’a pas été réalisée. Toutefois, on peut supposer qu’ils sont d’extension limitée et que dans l’hypothèse où des sols contaminés persistent, les chlorates y sont vraisemblablement associés avec du chrome VI (traceurs de l’activité de l’atelier).

Les coûts fournis ci-après sont donnés à titre indicatif. Il s’agit de notions de coût fournis par le guide méthodologique du BRGM « Quelles techniques pour quels traitements-analyse coûts bénéfiques », permettant globalement de comparer les coûts des techniques entre elles.

Le tableau ci-dessous permet de comparer les différentes techniques envisageables pour le traitement des sources sols, ainsi que les avantages et inconvénients présentés par chacune d’entre elles.

	Techniques de dépollution	Principe	Coûts moyens estimatifs	Avantages	Inconvénients	Adaptabilité au site étudié
TRAITEMENT	Excavation et transport/élimination hors site	Excavation puis envoi en centre de stockage autorisé	200 €/T	Traitement total de la zone source	Les centres d'enfouissement ne disposent pas de critères d'acceptation sur le chlorate (risque de refus) L'excavation nécessite au préalable le démontage/arrêt des installations de surface (atelier/aire de chargement)	(----) Les solutions comprenant une phase d'excavation nécessiterait l'arrêt de l'activité EKA CHIMIE – à ce titre, ces techniques ne sont pas envisageables économiquement sans remettre en question la viabilité de l'activité (en effet, que ce soit l'atelier ou l'aire de chargement, ces installations sont en fonctionnement quasi continu, ne permettant pas des phases d'arrêt prolongées – par ailleurs, l'excavation nécessiterait leur démantèlement)
	Excavation et traitement sur site par lavage	Excavation puis traitement sur site par lavage Traitement des eaux de lavage par une installation dédiée	30 à 150 €/T	Traitement efficace de la zone source pour le chlorate (très soluble) Permet d'éviter du transport hors site	La technique du lavage est inefficace pour le traitement des hydrocarbures présents localement. Son efficacité n'a pas été évaluée pour le chrome VI. Le traitement des eaux de lavage nécessite des moyens spécifiques (cf. chapitre traitement des eaux souterraines) L'excavation nécessite au préalable le démontage/arrêt des installations de surface (atelier/aire de chargement)	
	Excavation et traitement sur site traitement biologique en terre	Excavation puis traitement sur site par voie biologique (type compostage)	30 à 70 €/T	Traitement de la source Permet d'éviter du transport hors site	Pas de retour d'expérience connu sur le traitement biologique en terre de sols contaminés par du chlorate L'excavation nécessite au préalable le démontage/arrêt des installations de surface (atelier/aire de chargement)	
	Lavage in situ (soil flushing)	Injection d'eau (via des tranchées ou puits ou système d'arrosage en surface) dans la zone non saturée puis entraînement du chlorate par percolation vers les eaux souterraines Installation d'extraction des eaux souterraines à associer (puits ou tranchées en aval) + traitement en surface	20 à 120 €/T	Traitement a priori efficace de la zone source pour le chlorate (très soluble) Permet d'éviter les nuisances du transport hors site	Des zones de passages préférentielles des eaux injectées peuvent conduire à minimiser l'efficacité du système La présence d'installation en surface (atelier/aire de chargement) est fortement limitant pour réaliser l'infiltration d'eau Efficacité non avérée pour le chrome.	(+) permettrait un traitement a priori efficace des sols résiduels contaminés en chlorate (-) présence d'installations de surface en activité qui vont générer des contraintes vis-à-vis des moyens d'injection d'eau
	Traitement biologique in-situ	Injection (via des dispositifs de sprinklage ou via des injections directes) d'amendements liquides de composés pour mise en saturation et création de conditions favorables à l'activité des microorganismes responsables de la biodégradation des contaminants	50 à 120 €/T	Permet de traiter les sols contaminés Compétitif en terme de coût/performance Technique qui limite les perturbations du sol	La présence d'installation en surface (atelier/aire de chargement) est fortement limitant pour réaliser des injections de produits dans la zone non saturée. Le traitement devrait être réalisé via par exemple des forages horizontaux (coûts importants).	(+) permettrait un traitement a priori efficace des sols résiduels contaminés en chlorate (-) nécessité de tests pilotes pour valider l'efficacité de ce type de traitement (-) présence d'installations de surface en activité qui vont générer des contraintes vis-à-vis des moyens d'injection sauf à créer des forages horizontaux sous bâtiment/aire de chargement (--) coûts importants pour des dispositifs d'injection en périphérie des installations
	Réduction in-situ	Injection (via des dispositifs de sprinklage ou via une injection directe) d'une solution réductrice pour mise en saturation et permettant de détruire totalement ou partiellement les polluants, ou les stabiliser	30 à 120 €/T	Efficacité Permet de réduire à la fois les chlorates et le chrome VI	La présence d'installation en surface (atelier/aire de chargement) est fortement limitant pour réaliser des injections de produits dans la zone non saturée. Le traitement devrait être réalisé via par exemple des forages horizontaux (coûts importants).	(+) permettrait un traitement a priori efficace des sols résiduels contaminés en chlorate (-) nécessité de tests pilotes pour valider l'efficacité de ce type de traitement (-) présence d'installations de surface en activité qui vont générer des contraintes vis-à-vis des moyens d'injection sauf à créer des forages horizontaux sous bâtiment/aire de chargement (--) coûts importants pour des dispositifs d'injection en périphérie des installations

	Techniques de dépollution	Principe	Coûts moyens estimatifs	Avantages	Inconvénients	Adaptabilité au site étudié
CONFINEMENT	Stabilisation/ solidification in-situ	L'objectif est de piéger les contaminants afin de réduire leur mobilité. Différentes techniques sont envisageables : mélange mécanique « deep soil mixing », injection forcée ou « jet grouting », ...	50 à 160 €/T	Permet de minimiser les transferts vers le sous-sol	La contamination n'est pas traitée Risques d'efficacité moindre sur des matériaux non homogènes type remblais Le traitement nécessite l'accès à la zone non saturée en surface	(---) Compte tenu des contraintes d'accès (présence d'un atelier et de l'aire de chargement en surface), cette technique n'est pas envisageable
	Confinement étanche de surface	Confinement physique des sols contaminés par mise en place d'une étanchéité en surface	75 à 400 €/m2	Permet de limiter les infiltrations vers le sous-sol Prix abordables Faisabilité technique simple	Ne permet pas de gérer les éventuels transferts vers la nappe lors des remontées de niveau d'eau	(+) le confinement de surface est déjà existant sur le site (dalle béton de l'aire de lavage, sols béton des ateliers) (--) Cette solution reste insuffisante pour les sols contaminés piégés sous dalle au regard de la proximité de la nappe et des risques de lixiviation vers le sous sol compte tenu de la forte solubilité du chlorate

Tableau 5 : Techniques de réhabilitation/maîtrise des sources sols

4.4.3. Traitement des eaux souterraines

Les techniques présentées ici peuvent avoir 2 objectifs différents :

- traiter la nappe (traiter le panache)
- confiner la contamination et stopper la migration de la nappe vers l'extérieur du site.

Certaines des techniques peuvent être utilisées dans les 2 objectifs.

Le tableau ci-après présente le bilan coûts avantage des techniques passées en revue qui répondent à l'un ou l'autre ou aux 2 objectifs.

Objectifs visé		Techniques de dépollution	Principe	Coûts moyens	Avantages	Inconvénients	Adaptabilité au site étudié
Traitement de panache	Confinement						
	x	Pompage par puits / traitement des eaux	Mise en place de puits de rabattement de nappe. Les eaux extraites sont ensuite traitées par une installation spécifique puis rejetée dans le milieu naturel. Deux techniques de traitement d'eau sont envisageables d'après la bibliographie pour des eaux chargées à la fois en chrome VI et chlorate : <ul style="list-style-type: none"> • traitement par réduction au Fer II du chrome VI suivie d'une réduction biologique des chlorates en milieu anaérobie ; • réduction simultanée des chlorates et du chrome VI à l'aide d'hydrogène sulfite (HSO₃) 	20 à 40€/m ³ hors traitement	Efficacité éprouvée	Peu envisageable techniquement du fait de la très faible épaisseur de l'aquifère (pompages rendus très difficiles)	(--) très faible profondeur de nappe ne permettant pas d'assurer des conditions de pompage/rabattement optimales (--) installation de traitement en surface nécessitant des moyens d'exploitation/maintenance potentiellement important (+) système de traitement des eaux déjà testés et efficacité prouvée
	x	Pompage par tranchée drainante /traitement des eaux	Rabattement de la nappe par drainage (barrière hydraulique). Les eaux pompées sont acheminées vers un dispositif de traitement en surface (cf. technique traitement des eaux ci-dessus).	20 à 40€/m ³ hors traitement	Important retour d'expérience Blocage de l'alimentation du panache Peu de nuisances Envisageable sous des installations Blocage de la migration des polluants hors site	Consommation d'énergie, coût et durée de traitement. Contraignant pour les faibles perméabilités Pas d'action sur la source Sans action sur la source les durées de traitement sont indéterminées Emprise au sol	(--) installation de traitement en surface nécessitant des moyens d'exploitation/maintenance potentiellement important (-) incompatibilité avec la présence de réseaux (nécessite de dévoiement) (+) système de traitement des eaux déjà testés et efficacité prouvée
x	x	Traitement/barrière biologique par injection	Création de puits d'injection Injection (via des puits) d'amendements solides ou visqueux (donneurs d'électrons) dans le panache, ou en ligne (perpendiculaire à l'écoulement), de type huile de soja pour créer les conditions géochimiques favorables à la dégradation du chlorate (en chlorures) ; selon la bibliographie, la dégradation du chlorate est réalisée par réduction anaérobie en condition réductrice moyenne . Le chrome VI est réduit en chrome III en conditions fortement réductrices. Selon la littérature, des sources de carbone type lactate, huile de soja ou produits combinés type 3DMe (produit commercial) peuvent être utilisés.	25 à 60 €/m ³	Mise en œuvre par puits injection ou injection directe (direct push) adaptée aux contraintes du site (réseaux) Efficacité éprouvée pour la dégradation du chlorate Le chrome VI peut également être réduit (en chrome III) par réduction anaérobie (réduction de la mobilité et de la toxicité)	Nécessite de réaliser des tests pilote avant la mise en œuvre à l'échelle réelle afin de dimensionner correctement le dispositif d'injection Durée de vie du dispositif de l'ordre de 5 ans – d'où nécessité de revenir si source sol persistante Conditions géochimiques locales limitantes en ce qui concerne l'oxygène dissous à maîtriser correctement par le dispositif d'injection	(+) efficacité de confinement et traitement (++) Permet a priori de traiter conjointement chrome VI et chlorate (-) technique ne permettant pas le traitement total de la source ni du panache de pollution si utilisée en confinement (-) nécessité de tests in situ pour le choix du produit à injecter/le dimensionnement du nb de points d'injection
	x	Barrière étanche	Barrière constituée de matériaux étanches entourant partiellement ou totalement le panache de nappe contaminé (à l'aval du site ou à l'aval de la zone source). L'objectif est d'empêcher l'écoulement des eaux souterraines contaminées hors site. Aucun traitement n'est réalisé. Plusieurs technologies existent : Soil mixing, rideaux palplanches, ...	75 à 400 €/m ²	Applicables pour un très grand nombre de polluant Fiabilité de la technique Contexte géologique du site favorable (très faible épaisseur de l'aquifère)	Pas d'action de traitement sur la source ni sur le panache Ne permet pas de contrôler les éventuels flux verticaux Travaux potentiellement lourds et coûteux selon le périmètre du dispositif – coût d'amenée et repli élevés Peut entraîner une perturbation de la piézométrie (dôme piézométrique, changement sens d'écoulement...) – une modélisation des écoulements est donc recommandée Pérennité du confinement à surveiller dans le temps Compatibilité confinement/contaminant à vérifier Contraintes vis-à-vis des réseaux existants (dévoiement nécessaires)	(+) efficacité de confinement (-) technique ne permettant pas le traitement de la source ni du panache de pollution (-) entraîne une perturbation des sens d'écoulement (-) nécessité d'un dimensionnement hydrogéologique vis-à-vis des sens d'écoulement (-) coûts potentiellement élevés

Objectifs visé		Techniques de dépollution	Principe	Coûts moyens	Avantages	Inconvénients	Adaptabilité au site étudié
Traitement de panache	Confinement						
	x	Barrière perméable réactive (barrière passive) ou porte active « funnel and gate »	Barrière/Porte constituée d'une zone perméable comportant des matériaux réactifs et située sur le passage du panache d'eau souterraine polluée En traversant la barrière, les polluants sont dégradés par le réactif	150 à >500€/m ² de barrière	Technique passive, peu d'entretien, intercepte l'ensemble du panache Pas de rejet et donc pas de traitement d'eau ou de gaz	Mise en œuvre lourde, encombrement important en surface en phase travaux nécessitant de la place Action limitée dans le temps (nécessité de changer le réactif) Nécessite une phase de caractérisation hydrogéochimique pour déterminer si la barrière est réalisable Nécessite une gestion des réseaux enterrés (coupure et dévoiement) Encombrement / emprise au sol	(+) efficacité de confinement (-) technique ne permettant pas le traitement total de la source ni du panache de pollution (-) incompatibilité avec la présence de réseaux enterrés
x	x	Réduction chimique In-situ	Injection d'un produit réducteur dans le sous sol qui va détruire totalement ou partiellement les polluants par une réaction d'oxydo réduction. Selon la bibliographie, la réduction des chlorates peut être réalisée dans des conditions moyennement réductrices et le chrome VI en conditions fortement réductrices. Selon la littérature, les produits suivants peuvent être utilisés : <ul style="list-style-type: none"> • solution de thiosulfate de sodium (5%) pour le traitement du chlorate (dégradation en chlorure), • polysulfure de calcium pour la conversion du chrome VI en chrome III (moins mobile et moins toxique) Ces produits n'ont toutefois a priori jamais été utilisés conjointement pour les 2 produits.	30 à 115 €/m ³	Forte efficacité selon bibliographie/retour d'expérience Traitement conjoint chlorate et chrome VI envisageable a priori. La technique via des installations d'injection en ligne permet de stopper le transfert via les eaux souterraines Peut traiter efficacement y compris des teneurs élevées	Durée de vie d'un dispositif d'injection relativement faible (environ 2 ans) – d'où nécessité de traitement complémentaire si la source sol n'est pas traitée Risque de transfert des contaminants et réducteurs dans les eaux souterraines L'hétérogénéité des sols peut interférer sur l'homogénéité de la distribution des réducteurs et donc l'efficacité Le choix du produit à injecter doit faire l'objet de tests préalables in situ.	(+) efficacité de confinement et traitement (++) Permet a priori de traiter conjointement chrome VI et chlorate (-) technique ne permettant pas le traitement total de la source ni du panache de pollution (-) nécessité de tests in situ pour le choix du produit à injecter

Tableau 6 : Techniques de réhabilitation des eaux souterraines

4.5. Etude de solutions

Sur la base de l'analyse proposée par le bilan coût/avantage (tableaux 5 et 6), les solutions qui semblent les plus adaptées à la problématique du site font l'objet d'une étude plus précise ci-dessous.

4.5.1. Principales contraintes à l'origine des choix techniques

On rappelle que les principales contraintes ou caractéristiques du site identifiées sont les suivantes :

- Contraintes d'accès aux zones de sols contaminés,
- Nécessité de maintien de l'activité EKA CHIMIE pendant les travaux,
- Présence concomitante de différents contaminants (chlorates et localement chrome VI et hydrocarbures),
- Faibles enjeux environnementaux ou sanitaires,
- Contexte géologique/hydrogéologique plutôt « favorable » à la réalisation de travaux (nappe à faible profondeur, faible épaisseur de l'aquifère),
- Comportement du chlorate (très soluble, pas d'adsorption).

4.5.2. Stratégie de dépollution proposée

Les principales orientations que nous retenons sont les suivantes :

- **Traitement sources sols sous bâtiment**

L'accès à la source sol étant impossible sans stopper l'activité d'EKA CHIMIE, toutes les solutions nécessitant l'excavation de sols sont exclues. Seules des **solutions in situ peuvent être considérées.**

Toutefois, l'accès aux sols contaminés est également soumis à des contraintes d'accès fortes ce qui limite la faisabilité des travaux et leur efficacité :

- Aire de chargement : pour des questions environnementales, la réalisation de points d'accès (forages) dans la dalle béton est exclue.
- Atelier principal :
 - L'intérieur de l'atelier (en activité) n'est pas accessible à une machine,
 - La taille de l'atelier est importante et les zones sources vraisemblablement placées au centre du bâtiment, ce qui ne permet pas de traiter les sols en se plaçant en bordure du bâtiment,
 - Pour des questions de stabilité, la réalisation de surcreusement en périphérie du bâtiment est exclue.
 Pour ce cas, aucune intervention directe sur les sols n'est envisageable.

Compte tenu de ces contraintes, **aucune action directe sur les sols n'est envisagée.**

- **Traitement de la nappe**

Afin de diminuer le « stock » de chlorate piégé sous les zones sources, **des actions de traitement sur la nappe au niveau des sources** sont proposées.

Elles seront focalisées sur les zones concentrées les plus contributrices au transfert vers l'extérieur du site.

Pour ce faire, **la réduction par voie biologique peut être envisagée** et permettra de traiter les chlorates et réduire le chrome VI en chrome III (moins mobile).

Ces travaux de traitement sont à envisager en priorité.

- **Confinement de la nappe**

Compte tenu du comportement des chlorates (très soluble, absence d'adsorption), et de l'évolution favorable déjà constatée depuis la mise en œuvre de travaux de réfection sur l'aire de chargement, nous proposons, **dans un second temps et après une période d'observation**, la réalisation d'un confinement.

La réalisation de celui-ci pourra être envisagée ou non selon l'évolution des teneurs en chlorate et chrome VI en aval du site, après mise en œuvre des mesures de gestion sur la nappe au niveau des sources.

Dans l'hypothèse où sa nécessité est confirmée, et compte tenu du sens d'écoulement des eaux souterraines (sens divergents du fait de la présence d'un dôme piézométrique) nous **privilegierons un confinement de nappe en aval immédiat des zones sources** (et non en bordure de site), ce qui permet de dimensionner un dispositif sur une longueur plus faible (et par conséquent d'en diminuer les coûts).

Pour ce faire, un **dispositif de confinement par réduction chimique** est envisagé via un système d'injection.

- **Traitement du panache**

En ce qui concerne le **panache résiduel à l'aval** du ou des futurs dispositifs de traitement ou confinement, nous proposons l'approche suivante :

- **Dans un premier temps, absence de mise en place de traitement**, et surveillance de l'évolution des teneurs en aval des dispositifs de traitement/confinement ; compte tenu du comportement du chlorate et des vitesses d'écoulement estimées, une amélioration de la qualité de la nappe en aval est vraisemblablement à attendre dans des délais courts (< 1 an).
- A l'issue d'une période de suivi de 1 à 2 ans, **réalisation d'un bilan sur l'évolution de la qualité des eaux souterraines en aval** des dispositifs, et si nécessaire, proposition de mesures de gestion concernant le traitement du panache résiduel.

4.5.3. Etude de solutions traitement des sources sol

Comme déjà développé ci-dessus, aucune intervention directe sur les sols n'est envisagée.

4.5.4. Etude de solutions de traitement des eaux souterraines au niveau des sources

4.5.4.1. Localisation

Afin de diminuer le « stock » de chlorate piégé en nappe au droit des zones sources, des injections d'une solution de réducteurs en bordure immédiate des zones sources peuvent être envisagée.

Dans ce contexte, nous proposons :

- **La réalisation d'injection d'une solution d'un produit réducteur (réduction par voie biologique), dans la zone saturée, en amont immédiat et en bordure de l'aire de chargement.**

L'injection en solution permettra en outre de faire monter le niveau de la nappe sous la zone de chargement, et favoriser ainsi le transfert des chlorates vers les eaux souterraines. Il pourra toutefois subsister des sols contaminés (zone non saturée) malgré ces mesures.

- Compte tenu de la contribution limitée du bâtiment principal et de sa taille, **les injections seront restreintes à la bordure ouest du bâtiment (proche PzB)** où un transfert de chlorate en quantité significative ainsi que de chrome VI est mis en évidence.

Les zones à traiter sont précisées ci-dessous.

La surface considérée représente environ 1000 m² incluant l'aire de chargement (soit au global < 700 m² accessibles).

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE
 Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)
 Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal

A 70100/A

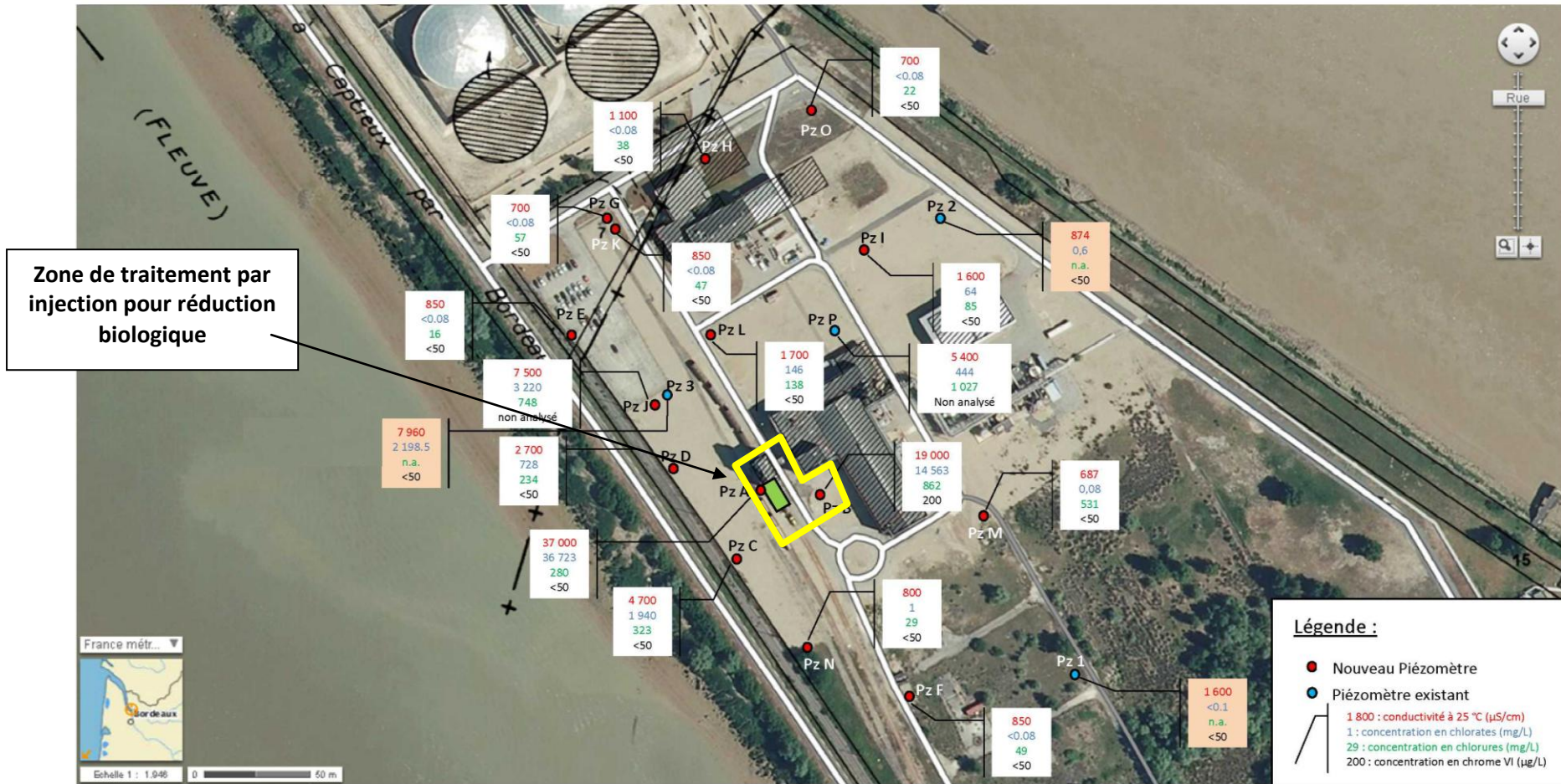
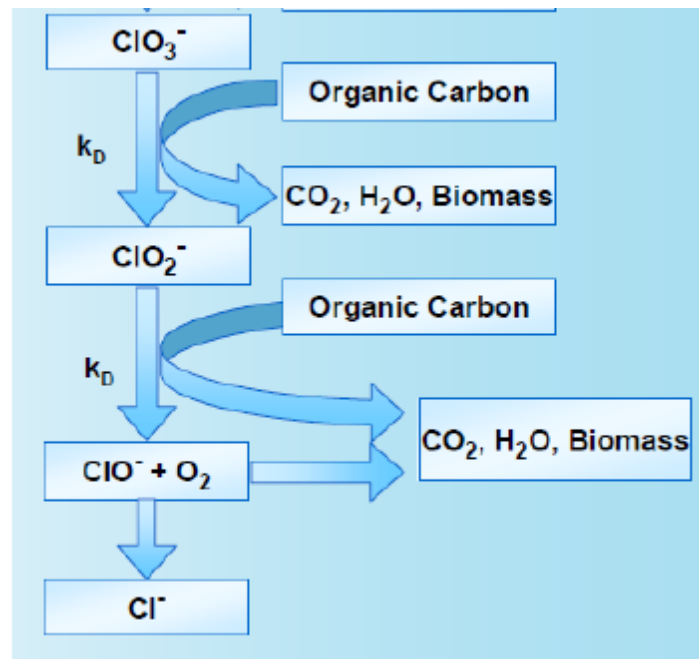


Figure 9 : Localisation des zones sources à traiter par injection en nappe

4.5.4.2. Principe de la technique de réduction anaérobie par voie biologique

Le traitement biologique consiste à injecter en nappe des composés spécifiques afin de créer des conditions favorables à l'activité des microorganismes responsables de la biodégradation des contaminations, selon le schéma ci-dessous.



Une source de carbone (lactate, émulsion d'huile végétale, ou produits combinés type 3DMe) est ajoutée dans la nappe afin de stimuler les bactéries à utiliser l'oxygène présent et ainsi créer des conditions réductrices.

Pour ce faire, les microorganismes sont maintenus dans des conditions optimales (oxygène, pH, température, rédox) et les nutriments sont ajoutés essentiellement sous forme liquide, via des sprinklers, des puits d'injection ou des drains (cf. schéma ci-dessous).

Le chlorate est ainsi dégradé en oxygène et chlorure.

Dans des conditions plus réductrices, le chrome VI peut également être réduit en chrome III (chrome trivalent) qui est moins mobile (car insoluble).

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE
 Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)
 Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal
 A 70100/A

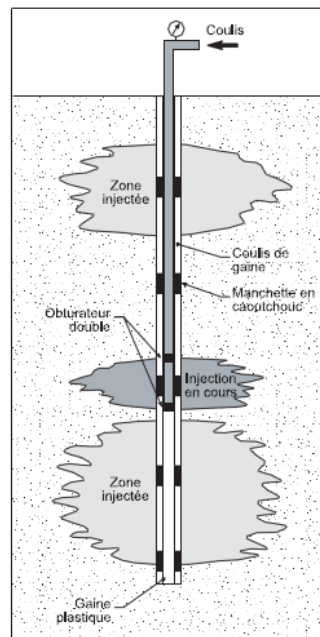


Figure 10 : Schéma de principe – confinement par barrière biologique par injection

Les moyens matériels à prévoir sont les suivants :

- Moyens de stockage/production de donneurs d'électrons et des nutriments (cuve, pompe, réseau...),
- Système de points d'injection verticaux ou horizontaux (puits, drains...),
- Système de surveillance piézométrique,
- Source de carbone.

Les produits potentiellement utilisés sont :

- Lactate : faible coût, mais rapidement consommé ; nécessitera des réinjections très régulières (quelques semaines),
- Huile de soja : peut être injecté via des puits ou en injection directe après mélange dans de l'eau ; son efficacité peut durer environ 3 à 5 ans ;
- Produits commerciaux combinés (type « 3DMe ») de microémulsions comprenant des produits à consommation rapide d'oxygène (type lactate) et des produits à consommation moyenne (durée 1 à 2 ans) ou lente (durée 3 à 4 ans).

4.5.4.2.1 Rendements

Le rendement de ce type de traitement varie fortement en fonction des conditions du milieu. Il peut atteindre plus de 90 %.

La cinétique de biodégradation peut représenter un facteur limitant contraignant et **ce procédé s'inscrit dans la durée.**

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE
 Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)
 Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal
 A 70100/A

4.5.4.2.2 Application au site EKA CHIMIE

Dans le cas du site EKA CHIMIE, la réduction par voie biologique conduirait à :

- Dégrader le chlorate en chlorure,
- Réduire le chrome VI (toxique et mobile) lorsqu'il est présent, en chrome III (moins toxique et peu mobile).

Les principales caractéristiques du traitement seraient les suivantes :

- Source de carbone à injecter : type huiles de soja ou produit commercial type 3DMe ;
- Mode d'injection : en voie liquide par le biais de puits d'injection à créer ou en injection directe dans la zone définie ;
- Caractéristiques des puits d'injection ou points d'injection :
 - selon le type de produits injectés, l'espacement entre les puits ou points d'injection peut être adapté. En première approche, la réalisation d'injection à minima tous les 3 mètres peut être envisagée.
 - profondeur d'injection entre environ 1 et 3 mètres (jusqu'à l'atteinte des argiles flandriennes),
- Contraintes particulières :
 - Les durées de traitement peuvent être importantes par voie biologique (plusieurs mois potentiellement),
 - La faisabilité du système nécessiterait avant sa mise en œuvre la réalisation de tests pilotes. Des tests in situ pourraient être réalisés dans la zone du PzA sur une aire d'extension limitée.

4.5.5. Etude de solutions de confinement des eaux souterraines par réduction chimique

4.5.5.1. Localisation

Sur la base des sens d'écoulements constatés et de la position des « zones sources » à l'origine de la présence de chlorates dans la nappe, la figure ci-après propose la localisation du confinement à prévoir.

De façon à optimiser le dimensionnement, et couper au mieux les transferts en direction de la Garonne, le confinement sera positionné au plus proche des sources.

Il inclut le confinement de l'aire de chargement/déchargement ainsi que celui de l'atelier principal, et est proposé en aval proche de ces 2 zones.

Sur cette base, la longueur du confinement à envisager est **de l'ordre de 80 mètres**.

Dans le cas d'un confinement physique, la position de celui-ci sera revue en périphérie des bâtiments.

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE
 Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)
 Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal

A 70100/A

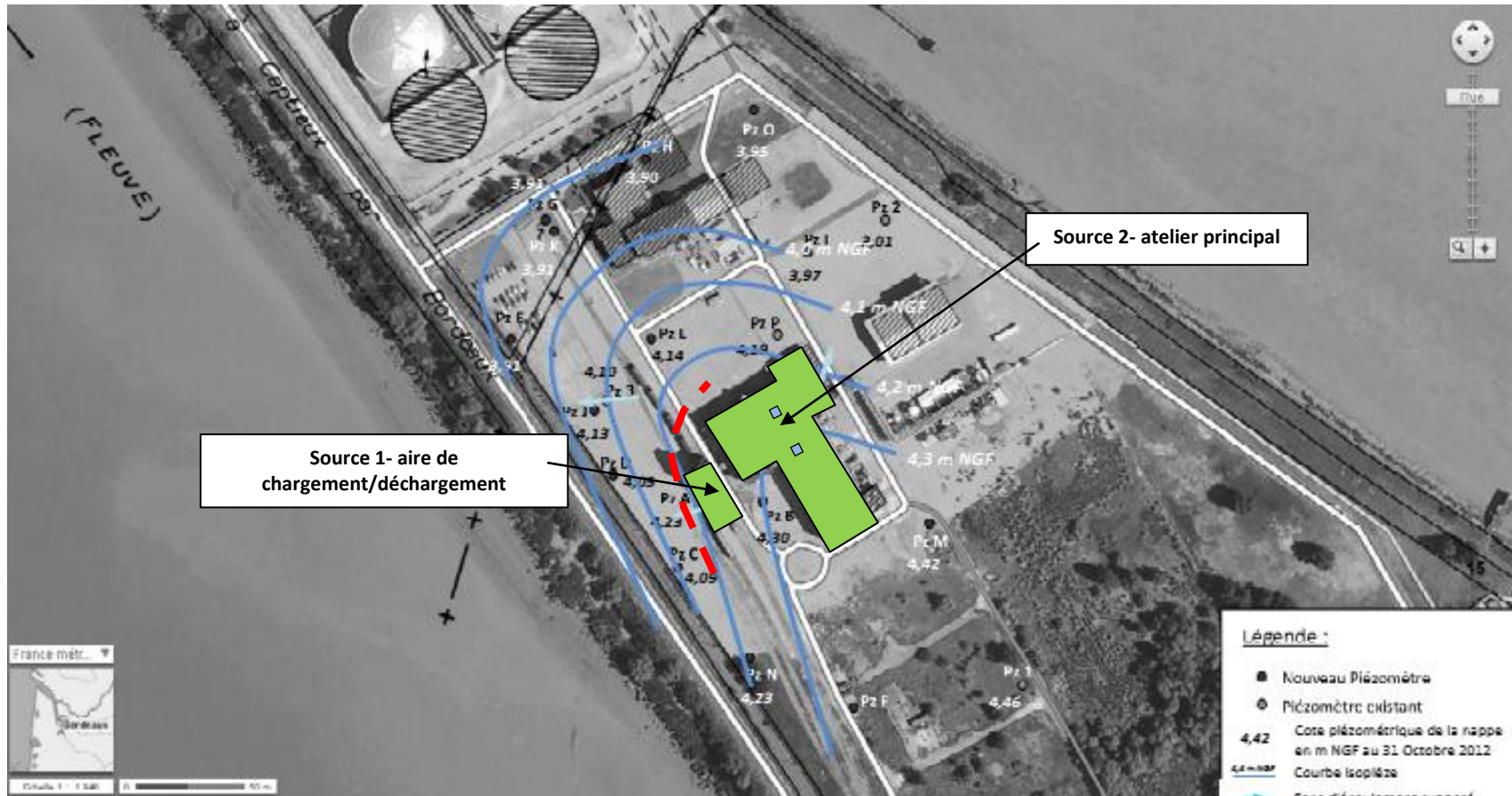


Figure 11 : Proposition d’implantation d’un dispositif de confinement par injection — — — — — Imolantation proposée pour le confinement
 □ PUISARD dans le bâtiment

4.5.5.2. Principe de la technique de confinement par réduction chimique

La réduction chimique in situ consiste à injecter un réducteur dans la nappe sans excavation afin de :

- Soit détruire (totalement ou partiellement) la contamination,
 - Soit de réduire le contaminant afin de le stabiliser ou le rendre moins toxique.
- Il s'agit d'une réaction d'oxydo réduction entre la contamination et le réducteur utilisé.

L'injection peut être mise en œuvre via différentes techniques :

- Injection de réducteurs liquides,
- Injection de réducteurs gazeux,
- Malaxage in situ (type deep soil mixing) avec injection de réducteurs sous forme de poudre soluble ou sous forme liquide.

Elle s'applique de préférence sur des sols homogènes et relativement perméables.

Les moyens matériels à prévoir sont les suivants :

- Moyens de stockage/mélange du réducteur (cuves, pompes, alimentation en eau...);
- Moyens d'injection : puits, pompes...
- Dispositifs de surveillance des eaux (qualité et écoulements)

Le schéma ci-dessous permet de schématiser sa mise en œuvre.

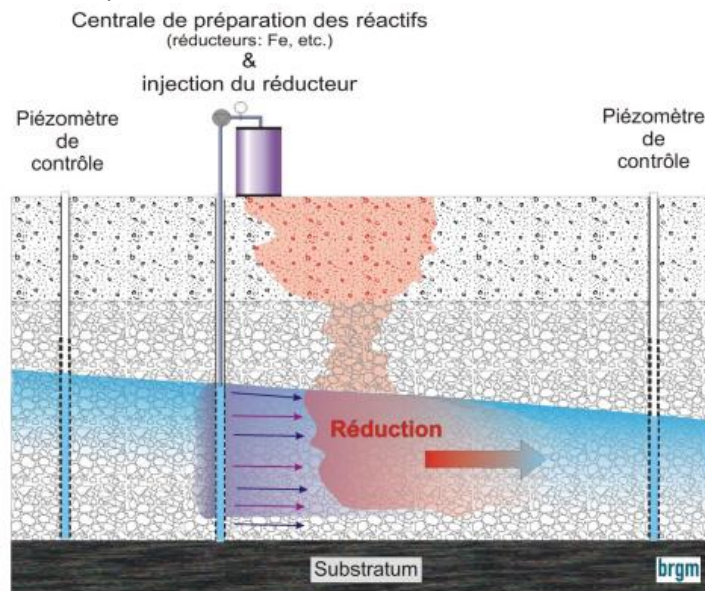


Figure 12 : Schéma de principe – confinement nappe par réduction chimique

Produits à utiliser

Selon la bibliographie, l'usage d'une solution de thiosulfate de sodium à 5% permet de réduire le chlorate.

L'usage de polysulfure de calcium est cité en ce qui concerne la transformation du chrome hexavalent en chrome trivalent, sans toutefois risque une transformation dans le sens inverse.

Toutefois, il n'est pas connu de cas de traitement du chlorate par l'usage de polysulfure de calcium, et pas de traitement de chrome VI par l'usage de thiosulfate de sodium.

Aucun des produits n'est donc avéré comme reconnu pour traiter les 2 contaminants (chrome VI et chlorate). A ce titre, des essais in situ sont recommandés.

4.5.5.3. Rendements

Selon la bibliographie, les rendements épuratoires peuvent varier entre 70 et 95 %.

4.5.5.4. Application au site EKA CHIMIE

Dans le cas du site EKA CHIMIE, la réduction chimique conduirait à :

- Dégrader le chlorate en chlorure,
- Réduire le chrome VI (toxique et mobile) lorsqu'il est présent, en chrome III (moins toxique et peu mobile).

Les principales caractéristiques du traitement seraient les suivantes :

- Produits à injecter : solutions réductrices type solutions de thiosulfate de sodium (produit non classé dangereux) ou polysulfure de calcium ;
- Mode d'injection : en voie liquide par le biais de puits d'injection à créer ;
- Caractéristiques des puits d'injection : profondeur environ 3 mètres (jusqu'à l'atteinte des argiles flandriennes), diamètre 50 mm, espacement entre puits : environ 3 mètres.
- Contraintes particulières :
 - Compte tenu de la perméabilité moyenne des terrains en place, et des possibles hétérogénéités (remblais), une efficacité plutôt dans la fourchette basse est à attendre.
 - Une dispersion du produit réducteur est possible en aval de la zone d'injection,
 - Une phase de tests in situ est à prévoir afin de choisir le produit à injecter, ainsi que d'estimer le nombre/espacement des puits d'injection. Par exemple, des tests à proximité du PzA pourraient être réalisés.

4.5.6. Variante - Solution de confinement par méthode physique

Compte tenu des incertitudes (choix du produit, efficacité) pour la solution de confinement par réduction chimique, une variante de confinement par méthode physique est présentée ci-après.

4.5.6.1.1 Principe de la technique

Le confinement physique consiste à isoler la contamination de façon à prévenir sa propagation.

Il peut être réalisé de 3 façons différentes (cf. schéma ci-dessous) :

- Confinement périphérique complet, autour de la source de contamination,
- Confinement en amont, afin de dévier les eaux souterraines et de diminuer le contact eaux/contaminants ;
- Confinement en aval.

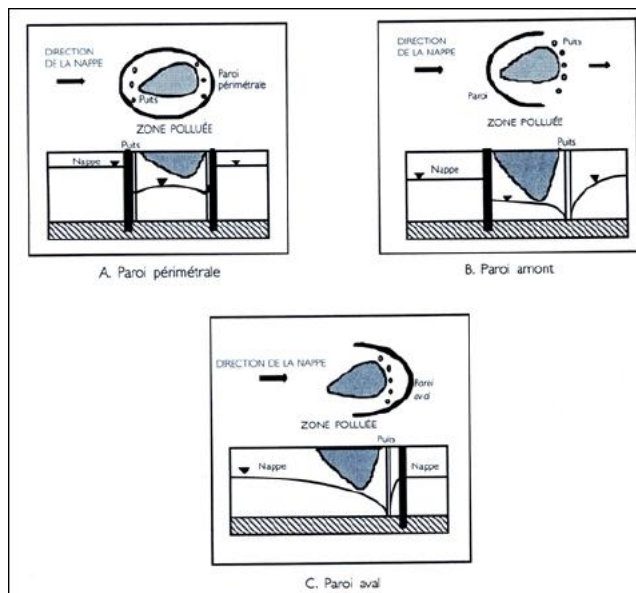


Figure 13 : Schéma de principe – confinement physique de la nappe –selon 3 méthodes

Les solutions de confinement doivent éventuellement être associées à des solutions de pompages d’eaux souterraines.

Le confinement vertical (cf. schéma ci-dessous) est assuré selon différentes techniques :

- Excavation sol et mise en place matériau étanche type paroi bentonite/ciment,
- Déplacement du sol et mise en place matériau étanche type palplanche ou parois minces,
- Réduction de perméabilité in situ (jet grounding, soil mixing).

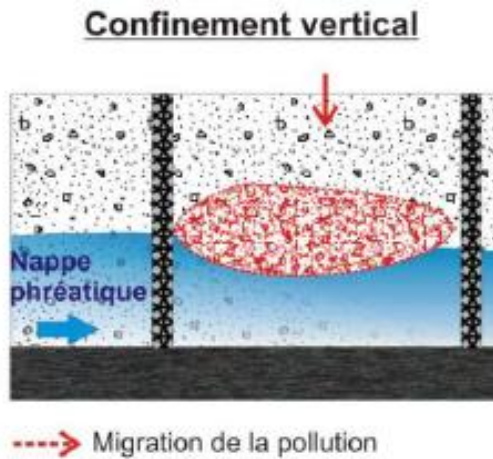


Figure 14 : Schéma de principe – confinement vertical

Ce type de confinement est adapté à tout type de contamination. La mise en place du confinement nécessite les moyens techniques suivants :

- Pelle rétro pour excavation, ou benne preneuse,
- Engins de malaxage, foreuse en ligne...

Les engins sont spécifiques selon la technique employée.

4.5.6.1.2 Rendements

Dans le cas où le confinement est correctement mis en place, il a été démontré que ce type de confinement permet de réduire de plus de 95 % les flux de contamination.

4.5.6.1.3 Application au site EKA CHIMIE

Le confinement à créer présenterait les caractéristiques suivantes :

- Profondeur : jusqu'à 3 mètres (ancrage dans les argiles flamandaises)
- Techniques à employer : deep soil mixing ou équivalent (compte tenu de la profondeur d'ancrage, tout type de technique est envisageable)
- Localisation :
 - Périphérie de la zone de chargement/déchargement
 - Périphérie de l'atelier principal
- Contraintes particulières :
 - présence de réseaux en périphérie des aires de contamination (surcoûts)
 - surveillance piézométrique à prévoir au sein du confinement

4.5.7. Estimation financière des coûts des mesures de gestion

Les différentes solutions présentées ci-dessus ont fait l'objet d'une évaluation financière (cf. annexe B).

Il faut toutefois noter qu'il s'agit d'estimations, nécessitant pour être affinées, de réaliser des phases pilotes ainsi que des consultations d'entreprises de travaux.

4.6. Planning général de mise en œuvre des mesures de gestion

Le planning prévisionnel envisagé est le suivant :

Compte tenu de la possibilité de réaliser un traitement biologique, le planning tient compte de la possibilité de réaliser des tests pilotes.

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE
 Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)
 Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal

A 70100/A

Objet	Durée (en mois)	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11+2 ans				
Travaux de traitement de la nappe en zone source – par voie biologique	Consultation d'entreprises et choix d'une entreprise	Préparation cahier des charges														
		consultation														
		Analyse des offres – choix de l'entreprise														
	Réalisation des travaux	Préparation des travaux														
		Phase pilote in situ (environ 4/6 mois)														
		Phase opérationnelle (mise en place du dispositif et exploitation)														
Surveillance de l'efficacité et de l'évolution du panache																
Bilan de l'efficacité et révision si nécessaire des mesures de gestion															x	

Tableau 7 : Planning prévisionnel avant travaux

4.7. Analyse des risques résiduels pour la santé humaine

En l'absence d'usages des eaux souterraines au droit ou en aval du site, aucun scénario d'exposition n'est identifié vis-à-vis de la contamination des eaux souterraines par les chlorates.

On rappelle que les chlorates sont des composés extrêmement solubles et non volatils ; par conséquent, aucune exposition via l'inhalation de vapeurs n'est à attendre.

Par ailleurs, compte tenu du recouvrement (dalle béton et bâtiment) au droit des zones sources, aucune exposition via l'inhalation de poussières n'est envisageable pour les usagers du site.

En ce qui concerne les scénarios d'exposition via un éventuel impact en Garonne ou Dordogne, ceux-ci ne sont pas envisagés compte tenu des phénomènes de dilution assurée par les eaux de surface.

A ce titre, aucune voie d'exposition n'est envisagée, peu importe les moyens de remédiation qui seront mis en œuvre.

5. Recommandations pour la mise en œuvre des mesures de gestion

5.1. Contraintes en phase chantier

L'entreprise de dépollution devra prendre en compte les contraintes de sécurité suivante :

- Intervention en site SEVESO seuil haut ; une accréditation MASE est requise.
- Exposition potentielle à la contamination (selon méthodologie de dépollution) : chlorate, chrome VI, localement hydrocarbures dont BTEX.

L'analyse des risques à réaliser par l'entreprise devra permettre de prévoir les moyens de protection/prévention adaptée.

5.2. Suivi de l'efficacité des mesures de traitement et du panache de contamination

A l'issue de la réalisation des travaux, un suivi/monitoring est recommandé avec :

- Le contrôle de la répartition du produit de traitement pour les solutions d'injection,
- La surveillance de la qualité de la nappe à l'aval immédiat du dispositif de confinement, ainsi qu'en limite de site. Un réseau de piézomètres de surveillance est donc à conserver. Les modalités de surveillance proposées sont les suivantes :
 - Contrôle sur un réseau d'environ 10 piézomètres (aval immédiat de la source, limite du site) ;
 - Analyses en laboratoire des paramètres caractéristiques de la contamination : chlorates, chrome VI, hydrocarbures,
 - Mesure des produits de dégradation : chlorures, chrome III,
 - Mesures in situ des conditions physico-chimiques : O₂ dissous, potentiel rédox, conductivité, pH, température.
 - Fréquence de contrôle : mensuelle pendant les 3 premiers mois d'exploitation, puis à fréquence trimestrielle ; en fonction des résultats, la fréquence/le nombre d'ouvrages à contrôle pourrait être revu à la baisse.
- Monitoring des éventuelles installations de surface le cas échéant.

5.3. Servitudes, restriction d'usages

En l'absence de traitement des sources sols, le maintien d'un usage industriel du terrain est prévu. Tous travaux d'excavation (terrassement) envisagés dans les zones sources devront faire l'objet d'une procédure de traçabilité et de moyens d'évacuation des terres dans des filières adaptées.

En l'absence d'usages de la nappe des remblais dans le secteur du site, aucune restriction d'usages par rapport à la situation actuelle n'est à prévoir.

La compatibilité entre la présence de chlorates en nappe et la nature des canalisations du site est toutefois à vérifier.

Compte tenu de la contamination en nappe, la création de forages dans la nappe superficielle à usage de prélèvement est à éviter.

La création de forages dans la nappe des sables infra flandriens devra faire l'objet de mesures de protection afin d'éviter la mise en relation des 2 aquifères et le transfert de la contamination vers la nappe inférieure.

Tout projet de changement d'usages des sols ou de la nappe devra faire l'objet d'une évaluation de risques sanitaires, ainsi que le cas échéant, de la mise en œuvre de mesures de gestion complémentaires.

6. Synthèse du plan de gestion

Schéma conceptuel

Le présent plan de gestion est établi pour le site EKA CHIMIE d'Ambès pour 2 sources :

- L'aire de chargement/déchargement qui a conduit via des fissures dans la dalle béton, à impacter le sous sol de la zone par une solution de chlorate concentrée. La dalle a été totalement rénovée et maintenant étanche. Des sols contaminés restent en place sous la dalle.
- L'atelier de fabrication qui a conduit à des infiltrations d'une solution contenant du chlorate ainsi que des traces de chrome VI via des puisards et caniveaux non étanches placés ponctuellement sous le niveau de la nappe. Ces puisards et caniveaux ont été totalement rénovés il y a environ 2 ans. Des sols contaminés sous le bâtiment peuvent subsister mais n'ont pas fait l'objet d'investigations.

Ces 2 sources ont conduit à générer un panache de contamination dans la nappe superficielle des remblais (terrains essentiellement sableux de perméabilité moyenne) placée à très faible profondeur de la surface du sol (environ 1 mètre).

Des teneurs en chlorate dans la nappe sont constatées à des teneurs significatives à proximité immédiate de l'aire de chargement (jusqu'à 36 g/l). Le panache est constaté jusqu'à la Garonne (côté ouest), mais n'est pas constaté côté Dordogne (côté est) à l'exception du piézomètre PzP qui présente des teneurs non nulles en chlorate en bordure immédiate de l'atelier.

Localement, la présence de chrome VI est constatée dont l'origine est à relier à l'atelier principal. Par ailleurs, il faut noter la présence d'hydrocarbures en nappe, sans relation avec l'activité EKA CHIMIE (passif environnemental lié à l'historique du site).

Dans le secteur du site EKA CHIMIE, il n'est recensé aucune cible pouvant être exposée à la contamination (absence d'usage eau potable et absence d'impact en Garonne du fait de la forte dilution assurée). Le plan de gestion est par conséquent établi dans un contexte peu sensible.

Mesures de gestion

Les principales informations ayant orienté le plan de gestion sont les suivantes :

- L'aire de chargement et l'atelier sont en activité et il n'est pas envisageable de réaliser des travaux d'excavation dans ces zones sans être dommageable à l'activité EKA CHIMIE ; par conséquent des mesures de rémediation in situ sont privilégiées ;
- Les 2 aires ont fait l'objet de travaux d'étanchéité et l'accès direct aux sols résiduels (via des forages) n'est pas possible et n'est pas souhaitable d'un point de vue environnemental pour le maintien de l'intégrité de l'étanchéité mise en œuvre ;
- Le diagnostic déjà mis en œuvre a mis en évidence le potentiel de traitement par voie biologique ;

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE

Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)

Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal
A 70100/A

- La bibliographie et le retour d'expérience au sein du groupe AKZO NOBEL met en évidence la possibilité de traiter le chlorate ainsi que le chrome VI par voie de réduction anaérobie.

Sur la base du bilan coût avantage établi et des éléments précisés ci-dessus, le plan de gestion a permis de proposer les mesures de gestion suivante :

Objectif		Moyens
Sources sols résiduels	Traiter/confiner les sols chargés en chlorate sous l'aire de chargement et sous l'atelier	Pas d'action de traitement Maintien de l'intégrité du confinement de surface (dalle béton)
Nappe	Favoriser la dégradation du chlorate en nappe, Diminuer la mobilité du chrome VI en le réduisant en chrome III	Mise en œuvre d'un traitement par voie biologique (réduction anaérobie) par injection d'une solution (type huile de soja) dans les zones concentrées (amont et bordure aire de chargement, bordure ouest de l'atelier). Ces moyens permettent de traiter le chlorate (dégradation en chlorure) et stabiliser le chrome VI sous forme de chrome III (moins mobile).
	Diminuer le stock de chlorate sous les sources	L'injection sous forme liquide permettrait également de faire monter le niveau piézométrique sous l'aire de chargement et favoriser le transfert du chlorate des sols non saturés vers la zone saturée.
	Stopper les transferts de chlorate et chrome VI hors site (côté Garonne)	Si nécessaire après une période d'observation suite à la mise en œuvre du traitement de la nappe en zone source, mise en œuvre d'un confinement chimique en aval de l'atelier et de l'aire de chargement côté Garonne (environ 80 ml) par le biais de puits d'injection en lignes : <ul style="list-style-type: none"> • injection d'une solution de réducteur chimique (réduction anaérobie) Un dispositif de confinement physique (type soil mixing) pourrait également être envisagé pour l'aire de chargement.
	Surveillance efficacité du traitement – bilan sur l'évolution du panache en nappe	Mise en œuvre de contrôles réguliers sur les piézomètres de surveillance de la nappe – contrôle du panache de contamination et des paramètres de dégradation (chrome III, chlorures...)

A noter que les dispositifs prévus ne permettront a priori pas de traiter conjointement les hydrocarbures constatés localement. Ceux-ci pourraient être traités par des phases ultérieures de travaux qui ne peuvent être réalisés simultanément, les conditions de dégradation des produits étant différentes.

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE

Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)

Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal

A 70100/A

Des phases de test pilote in-situ est recommandé afin d'affiner le dimensionnement (nombre/espacement) des dispositifs d'injection pour traitement ou confinement.

Moyens de contrôle

Il est recommandé la mise en place d'un dispositif de contrôle de la qualité de la nappe (réseau de piézomètres) en aval des zones d'injection/confinement ainsi qu'en bordure du site.

Cette surveillance permettra de surveiller l'efficacité des mesures mises en œuvre.

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE

Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)

Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal

A 70100/A

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.

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE

Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)

Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal

A 70100/A

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

(1 page)

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE
 Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)
 Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal
 A 70100/A

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		A330	Réalisation du bilan coûts/avantages, identification des différentes options possibles	
PG	Plan de Gestion	X	Autres compétences		
IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux		A400	Dossiers de restriction d'usage, servitudes	
CONT	Contrôles mise en œuvre investigations - surveillance ou mesures gestion		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		B112	Essais pilote	
A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines		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	

AKZO NOBEL – EKA CHIMIE

Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33)

Contamination du sous-sol par des chlorates – Aire de chargement/déchargement et atelier principal

A 70100/A

Annexe B : Estimation financière des mesures de gestion

(2 pages)

EKA CHIMIE

Budget prévisionnel travaux

Pilotes préalables

unité coût unitaire € H.T. nb coût

pilote traitement anaérobie in situ avec suivi sur 3 mois

Budget prévisionnel **30 000 euros**

Traitement de nappe par voie biologique (réduction anaérobie)

amenée et repli, préparation de chantier

mise en place de puits d'injection (50 points à 3 m) - surface
500 m2

Budget global prévisionnel **environ 90 000 euros**

(base 60 €/m3 eau traitée)

injection - 1 campagne

divers, suivi

(consommation source de carbone 2€/kg)

++

Solutions de confinement 2 sources - réduction chimique

amenée et repli, préparation de chantier

mise en place de puits d'injection (70 points ?) en 2 lignes

sur 80 ml

injection - 1 campagne

divers, suivi

Budget global prévisionnel

environ 100 000 euros

consommation produit réducteur

+++++

Variante- confinement type soil mixing (aire de chargement uniquement)

périphérie aire de chargement - environ 120 ml sur

épaisseur 3 m - soit 360 m2 de confinement

amenée et repli (machine et usine coulis bentonite ciment)

environ 40 000.00 €

réalisation de la paroi (prix unitaire environ 150 €/m2)

environ 55 000.00 €

Budget prévisionnel 95 000.00 €

(source 1 uniquement)

Surveillance des eaux/monitoring (base 3 ans)

Campagne de suivi des eaux et interprétation

- sélection de 10 points amont site + aval

barrière+limite site en aval)

tournée 3 400.00 € 16 54 400.00 €

- analyse chlorates/chlorites/chlorure

- fréquence mensuelle (sur 6 mois) puis

trimestrielle (30 mois)

Réunions, notes de suivi

an 3 000.00 € 3 9 000.00 €

Budget suivi divers yc analyses 63 400.00 €

postes non compris

maîtrise d'œuvre

dévoisement réseaux

...

EKA CHIMIE

Budget prévisionnel travaux

Pilotes préalables

unité coût unitaire € H.T. nb coût

pilote traitement anaérobie in situ avec suivi sur 3 mois

Budget prévisionnel **30 000 euros**

Traitement de nappe par voie biologique (réduction anaérobie)

amenée et repli, préparation de chantier

mise en place de puits d'injection (50 à 100 points ? à 3 m) -
surface 500 m2

injection - 1 campagne

divers, suivi

(consommation source de carbone 2€/kg)

Budget global prévisionnel **environ 60 à 80 000 euros**
(base 60 €/m3 eau traitée)

++

Solutions de confinement 2 sources - réduction chimique

amenée et repli, préparation de chantier

mise en place de puits d'injection (100 points ?) en 2 lignes
sur 150 ml

injection - 1 campagne

divers, suivi

Budget global prévisionnel **environ 80 à 100 000 euros**

consommation produit réducteur

+++++

Variante- confinement type soil mixing (aire de chargement uniquement)

périphérie aire de chargement - environ 120 ml sur

épaisseur 3 m - soit 360 m2 de confinement

amenée et repli (machine et usine coulis bentonite ciment)

réalisation de la paroi (prix unitaire environ 150 €/m2)

environ 40 000.00 €

environ 55 000.00 €

Budget prévisionnel **95 000.00 €**

(source 1 uniquement)

Surveillance des eaux/monitoring (base 3 ans)

Campagne de suivi des eaux et interprétation

- sélection de 10 points amont site + aval

barrière+limite site en aval)

- analyse chlorates/chlorites/chlorure

- fréquence mensuelle (sur 6 mois) puis

trimestrielle (30 mois)

Réunions, notes de suivi

tournée 3 400.00 € 16 54 400.00 €

an 3 000.00 € 3 9 000.00 €

Budget suivi divers yc analyses **63 400.00 €**

postes non compris

maîtrise d'œuvre

dévoisement réseaux

...

Rapport

Titre : Définition du plan de gestion du site EKA Chimie à Ambès (33) - Contamination du sous-sol par des chlorates de sodium – Aire de chargement/déchargement et atelier principal

Numéro et indice de version : A 70100/A

Date d'envoi : Avril 2013

Nombre d'annexes dans le texte : 2

Nombre de pages : 53

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 Virginie REYNAUD

Secrétariat : Céline GRAVEJAT

Qualité

Contrôlé par : H. FAY DE LESTRAC

Date : Avril 2013 - Version A

N° du projet : AQUP130020

Références et date de la commande : n°2100221602 du 25/01/2013

Mots clés : NAPPE, CHIMIE, PLAN DE GESTION, EAU-SOUTERRAINE, POLLUTION-CHIMIQUE