

SEINE AVAL

Gestion des sols pollués excavés sur le site des prétraitements de l'usine
d'épuration de Seine Aval

DOSSIER D'INFORMATION

HISTORIQUE DES REVISIONS

VERSION	DATE	COMMENTAIRES	REDIGE PAR :	VERIFIE PAR :
4	06/2016	Remarques DRIEE	GMG	AG
3	03/2016	Relecture SIAAP	GMG	AG
2	02/2016	Ajout analyse eaux souterraines	GMG	AG
1	02/2016	Relecture	GMG	AG
0	02/2016	Rédaction initiale	GMG	AG

Contact(s)

Geneviève MAILLET-GUY
genevieve.maillet-guy@naldeo.com

Arnaud GILLI
arnaud.gilli@naldeo.com

Claude RE
claudio.re@naldeo.com

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	3
1 INTRODUCTION.....	5
2 SYNTHESE NON TECHNIQUE	7
3 SYNTHESE TECHNIQUE	8
4 PROCEDURE DE TRI DES TERRES POLLUEES EXCAVEES	9
4.1 Logigramme	9
4.2 Localisation des pollutions	10
4.2.1 Pollutions le long de la route digue	10
4.2.2 Zones K et A	12
4.2.3 Zone « coquilles d'huitres »	13
5 STOCKAGES TEMPORAIRES DES TERRES POLLUEES	14
5.1 Confinement temporaire des terres très polluées : sarcophage	14
5.2 Confinement temporaire des terres polluées	15
5.3 Stockage temporaire des terres non polluées.....	16
6 ANALYSES DES RESULTATS DES CONCENTRATIONS EN POLLUTION.....	17
6.1 Périmètre d'investigation	17
6.2 Référentiels utilisés	19
6.3 Campagne de septembre 2012.....	21
6.4 Campagne de mai 2014	25
6.5 Campagne d'octobre 2014	27
7 PLAN DE GESTION DES TERRES	30
7.1 Lieu de stockage des terres du stockage I.....	30
7.2 Lieu de confinement pour les terres du stockage II	32
7.3 Lieu de confinement pour les terres du stockage III	34
7.4 Sols pollués en place	35
7.5 Mode de transfert	35
8 ANALYSE RESIDUEL DE RISQUES	37
8.1 Schéma conceptuel.....	37
8.1.1 Sources de pollution.....	40
8.1.2 Cibles	40
8.1.3 Budget espace-temps et caractérisation des cibles	41
8.1.4 Mode de transfert de la source vers les autres milieux	41
8.1.5 Milieux d'exposition	41
8.2 ARR	42
8.2.1 Méthodologie ARR	42
8.2.2 Méthode de quantification des risques sanitaires.....	43
8.2.3 Scénario 1 : confinement des terres du stockage I	44
8.2.3.1 Description du scénario.....	44
8.2.3.2 Concentrations des vapeurs dans l'air intérieur et extérieur	44

8.2.3.3	Evaluation des risques sanitaires pour les gaz inhalés en intérieur et extérieur	45
8.2.4	Scénario 2 : Confinement des terres du stockage II.....	46
8.2.4.1	Description du scénario.....	46
8.2.4.2	Concentrations des vapeurs dans l'air intérieur et extérieur	46
8.2.5	Scénario 3 : Terres restées en place au niveau de la route digue, terres très polluées	46
8.2.5.1	Description du scénario.....	46
8.2.5.2	Concentrations des vapeurs dans l'air extérieur.....	47
8.2.5.3	Evaluation des risques sanitaires pour les gaz inhalés en extérieur.....	48
8.2.6	Scénario 4 : Terres restées en place au niveau de l'auvent, terres polluées	48
8.2.6.1	Description du scénario.....	48
8.2.6.2	Concentrations des vapeurs dans l'air extérieur.....	49
8.2.6.3	Evaluation des risques sanitaires pour les gaz inhalés en extérieur.....	49
8.2.7	Scénario 5 : Terres restées en place au niveau de la zone G6 des coquilles d'huitres, terres très polluées 50	
8.2.7.1	Description du scénario.....	50
8.2.7.2	Concentrations des vapeurs dans l'air extérieur.....	50
8.2.7.3	Evaluation des risques sanitaires pour les gaz inhalés en extérieur.....	51
8.2.8	Conclusion de l'ARR	51
9	BILAN COUTS/AVANTAGES	52
10	MESURES DE GESTION DES TERRES POLLUEES.....	52
10.1	Protection des sols	52
10.2	Mesures de restriction d'usages	53
10.3	Mesures concernant les eaux souterraines	54
10.4	Localisation des terres polluées.....	54
11	MOYENS DE SURVEILLANCE	55
11.1	Pendant le confinement des terres	55
11.2	Après travaux	55
11.2.1	Vérification de la pérennité du confinement	56
12	INFORMATIO N	58

1 INTRODUCTION

L'usine de dépollution des eaux usées Seine aval est la principale station de traitement de l'agglomération parisienne. Installée sur la plaine d'Achères, c'est aussi le site historique de dépollution des effluents. Les premières constructions ont débuté en 1940 et se sont vues complétées au fil des décennies par de nouveaux équipements et de nouvelles unités, répondant aux besoins d'absorber l'augmentation des flux entrants.

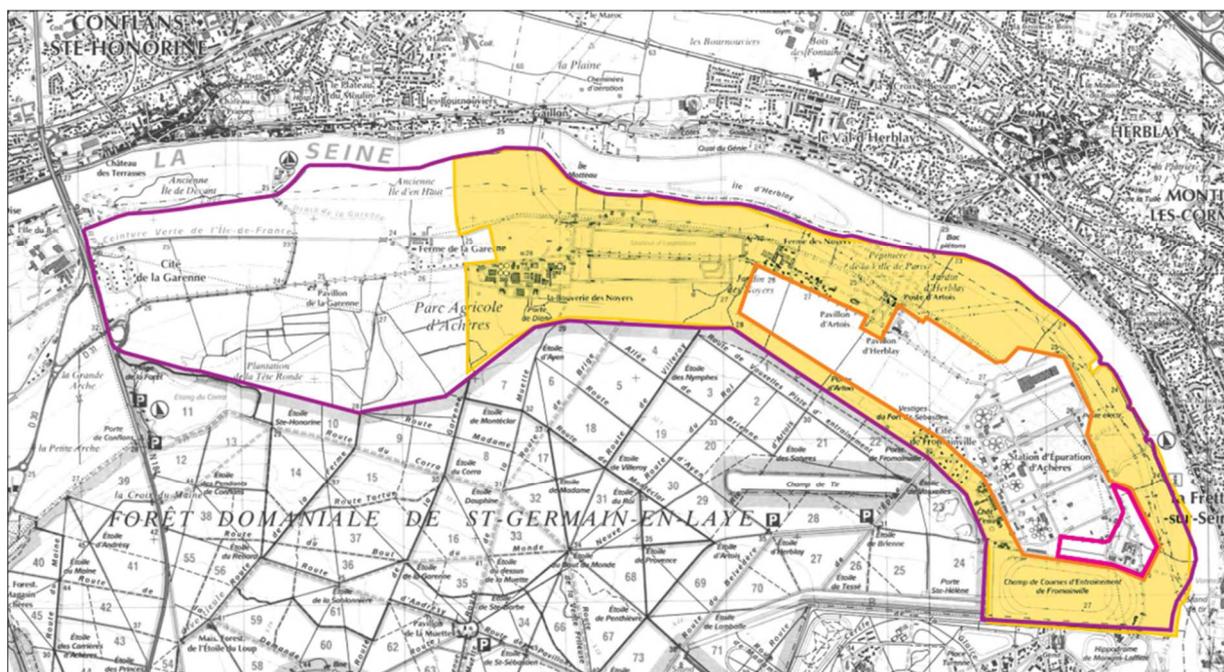
Seine Aval est une installation classée autorisée par arrêté préfectoral n°10-371/DRE du 15/12/2010.

La nécessité de la refonte et de la modernisation de cette usine a été adoptée en 2008.

La première étape de cette modernisation est la rénovation des prétraitements, unité qui réceptionne les effluents, assure le dégrillage, la décantation et le dégraissage.

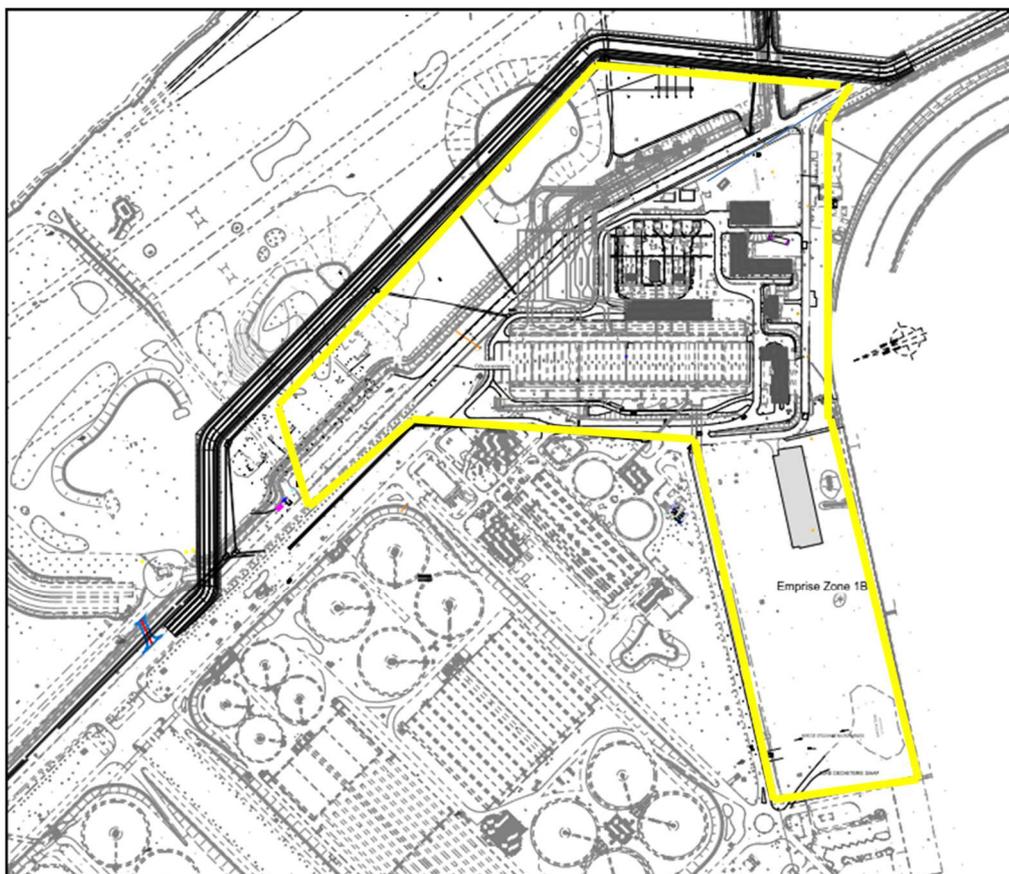
Cette rénovation s'effectue dans l'emprise du site de Seine Aval. Les ouvrages sont agrandis, rénovés et reconstruits sur eux-mêmes

Les prétraitements sont situés au Sud Est du site de Seine Aval, sur les communes d'Achères et de Saint Germain en Laye.



— Péri-mètre de Seine Aval — Péri-mètre des prétraitements

Localisation des prétraitements au sein de Seine Aval



Périmètre de la zone des prétraitements

Au cours des travaux des prétraitements, le groupement d'entreprises a découvert lors des excavations, nécessaires à la réalisation des nouveaux ouvrages, des sols pollués.

Ce dossier d'information a pour objectif de décrire :

- La procédure de tri des terres excavées lors du chantier
- Les stockages temporaires des différentes terres en attente de leur gestion
- L'interprétation des résultats d'analyses
- le plan de gestion des terres et sols pollués du périmètre d'investigation
- le schéma conceptuel des futurs confinements
- les résultats de l'Analyse Résiduelle de Risques (ARR).
- les coûts et avantages des solutions de gestion des sols pollués
- les moyens de surveillance

Ces sols pollués ont été découverts dans l'emprise foncière de l'ICPE Seine Aval. Le confinement et la réutilisation des terres excavées se feront à l'intérieur de cette emprise, Le traitement des terres polluées excavées n'est donc pas une activité classable.

2 SYNTHÈSE NON TECHNIQUE

Suite à des travaux de démolition et de terrassement au droit des prétraitements de la station de traitement de Seine Aval, plusieurs zones sources de pollution ont été identifiées.

Les terres excavées ont été triées et stockées temporairement sur site dans l'attente de la détermination de leur devenir.

Une Analyse des Risques Résiduels au droit de 5 zones sources identifiées au cours des travaux, a été effectuée par BURGEAP.

L'ARR a été réalisée pour les 5 scénarii suivants :

- Scénario 1 : terres polluées du stockage I confinées sous un ouvrage béton et terre végétale pour une exposition des travailleurs en intérieur et en extérieur ;
- Scénario 2 : terres polluées du stockage II confinées sous un ouvrage béton et terre végétale pour une exposition des travailleurs en intérieur et en extérieur ;
- Scénario 3 : terres in situ très polluées, sous couverture de terre pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur ;
- Scénario 4 : terres in situ polluées, sous couverture béton pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur ;
- Scénario 5 : terre in situ très polluées, sous couverture de terre pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur.

Les cibles pour lesquelles le risque sanitaire a été évalué sont des adultes (travailleurs) pour les scénarii 1 et 2 et les adultes (travailleurs et visiteurs) pour les scénarii 3, 4 et 5.

Les terres étant confinées ou stockées sous couverture, les voies d'exposition retenues dans le cadre de cette étude sont l'inhalation de vapeur en intérieur de bâtiment et en extérieur.

L'analyse des risques résiduels montre qu'il n'y a pas de dépassement des seuils de risques acceptables tels que définis par la politique nationale de gestion des sites pollués et l'état environnemental du site est compatible avec les usages prévus après la mise en place des mesures de gestion.

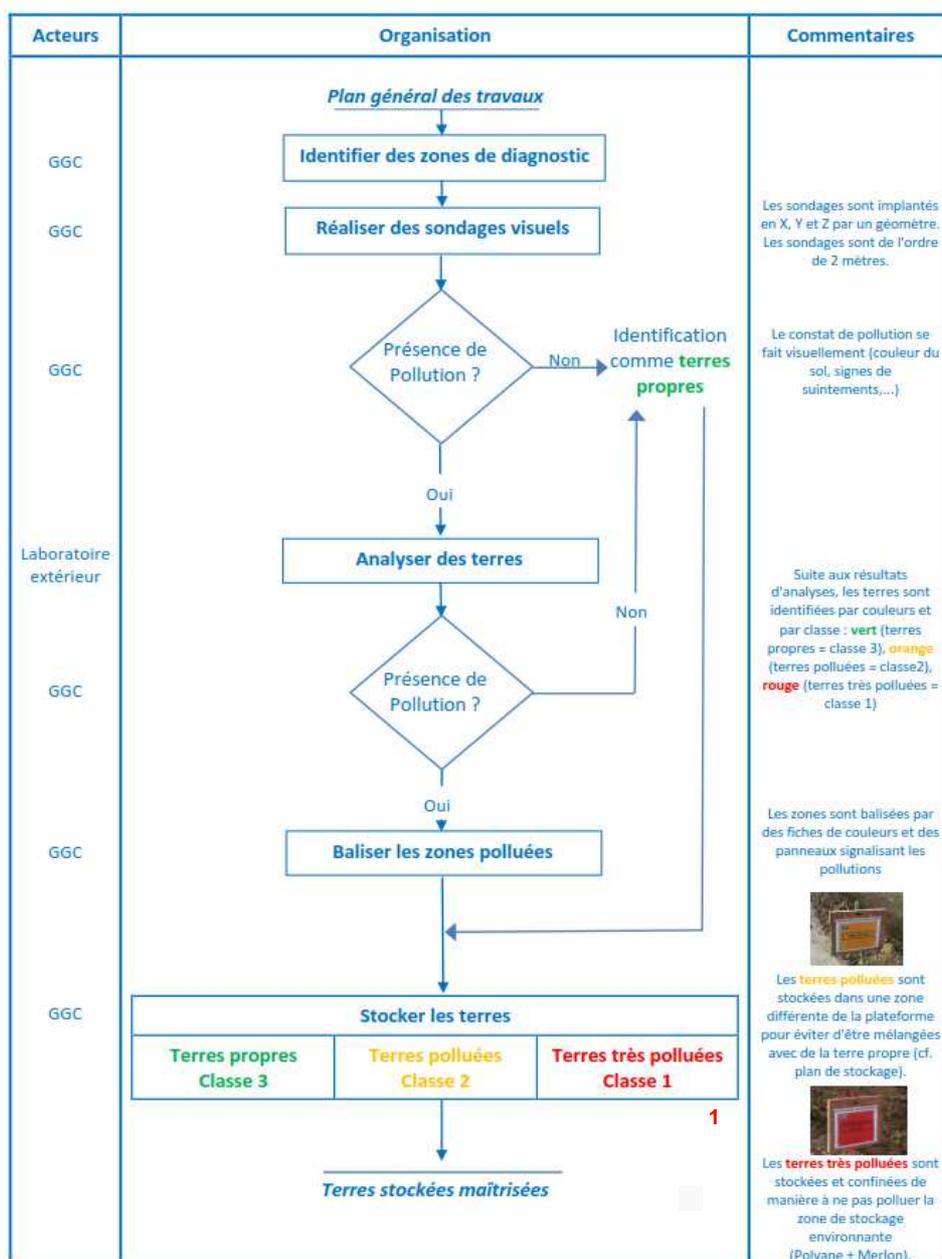
3 SYNTHÈSE TECHNIQUE

Client	SIAAP
Informations sur le site lui-même	<ul style="list-style-type: none"> • Adresse du site : STEP SEINE AVAL • Site en activité • Propriétaire actuel : SIAAP • Usage actuel : SIAAP <p>Le site est une actuelle ICPE soumise à Autorisation pour son activité de collecte et traitement des eaux usées. Le site est également référencé dans la base de données BASIAS (IDF7800024).</p>
Projet d'aménagement	Refonte du prétraitement de SEINE AVAL.
Scénarii retenus	<p>L'ARR a été réalisée pour les 5 scénarii suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Scénario 1 : terres polluées de classe 1 confinées sous un ouvrage béton et terre végétale pour une exposition des travailleurs en intérieur et en extérieur ; • Scénario 2 : terres polluées de classe 2 confinées sous un ouvrage béton et terre végétale pour une exposition des travailleurs en intérieur et en extérieur ; • Scénario 3 : terres in situ de classe 1, sous couverture de terre pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur ; • Scénario 4 : terres in situ de classe 2, sous couverture béton pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur ; • Scénario 5 : terre in situ de classe 1, sous couverture de terre pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur.
Conclusions	<p>Les cibles pour lesquelles le risque sanitaire a été évalué sont des adultes (travailleurs) pour les scénarii 1 et 2 et les adultes travailleurs et visiteurs pour les scénarii 3, 4 et 5.</p> <p>Les voies d'exposition retenues dans le cadre de cette étude sont l'inhalation de vapeur en intérieur du bâtiment et à l'extérieur.</p> <p>Il n'y a pas de dépassement des seuils de risques acceptables tels que définis par la politique nationale de gestion des sites pollués (annexe 2 de la lettre aux préfets du 8 février 2007) et l'état environnemental du site est compatible avec les usages prévus après la mise en place des mesures de gestion.</p>

4 PROCEDURE DE TRI DES TERRES POLLUEES EXCAVEES

Au cours du déroulement du chantier des prétraitements, qui nécessitait des excavations de terres pour pouvoir construire de nouveaux ouvrages ou réaliser des extensions d'ouvrages, l'entreprise en charge des travaux a constaté la présence de pollution en limite Est du site, le long de la route digue. Les terrassements ont été arrêtés et des échantillonnages de terres ont été effectués sur les zones à excaver. La procédure d'identification, d'échantillonnage puis de de tri des terres à excaver, a respecté le logigramme suivant.

4.1 Logigramme



Logigramme de gestion des terres excavées

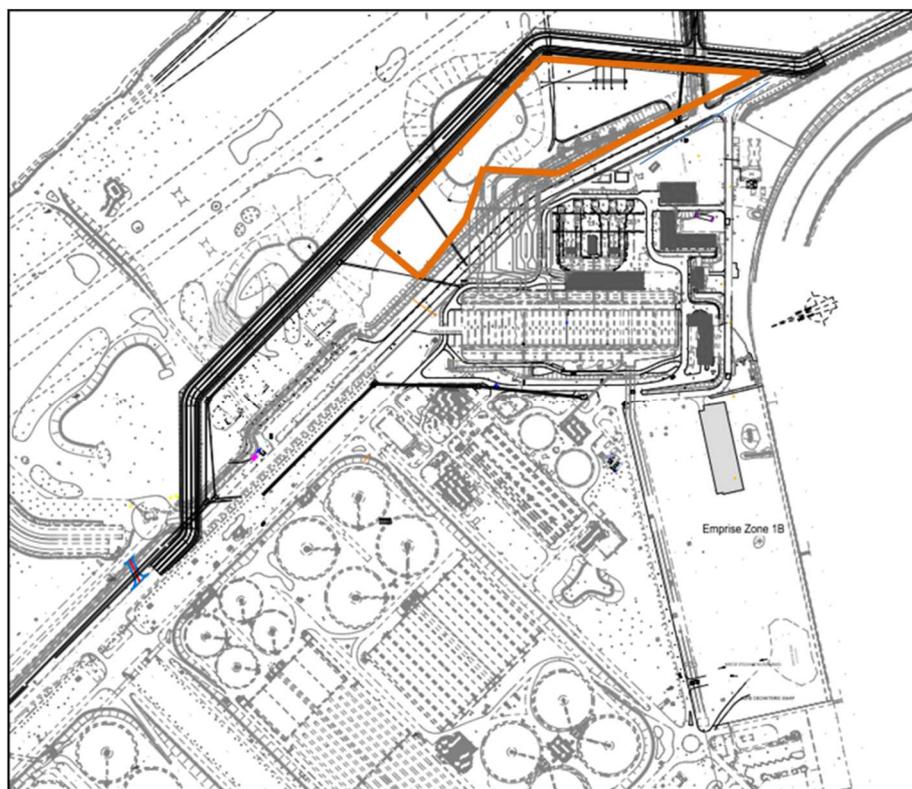
4.2 Localisation des pollutions

Trois zones ont été diagnostiquées :

- Le long de la route digue
- Les zones A et K
- La zone « coquilles à huitres »

4.2.1 Pollutions le long de la route digue

Les sondages réalisés au niveau de la piste d'accès chantier, le long de la route digue, ont permis de mettre en évidence différents types de pollution.

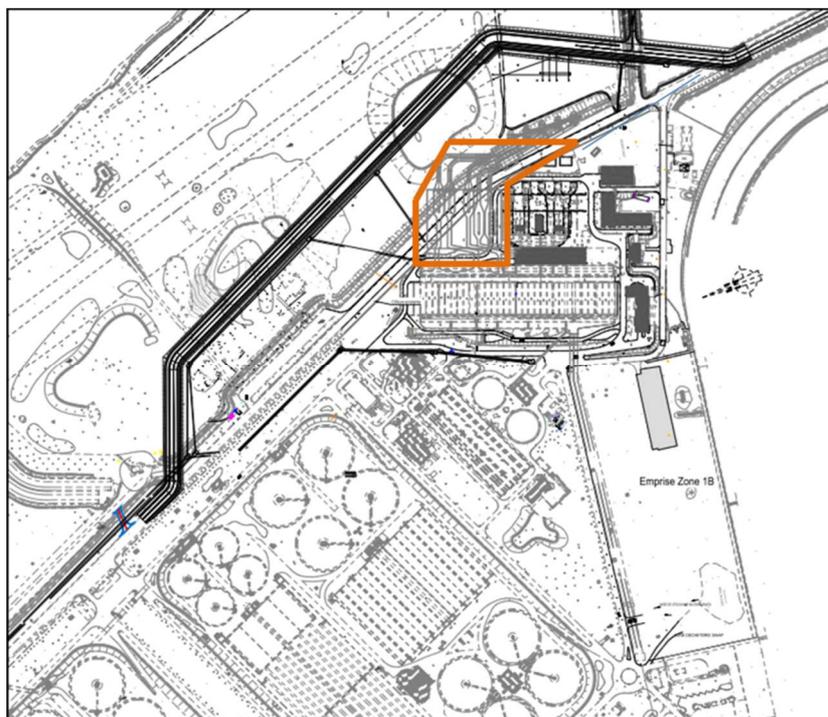


Localisation de la zone le long de la route digue

Les sondages ont été implantés par le géomètre et les zones de pollutions ont été repérées à l'aide de fiches de couleurs (rouge : terres très polluées, orange : terres polluées, vert : terres non polluées). Des panneaux ont été confectionnés pour renforcer l'aspect visuel des zones et optimiser le transport des terres jusqu'aux différentes zones de stockage.



4.2.2 Zones K et A

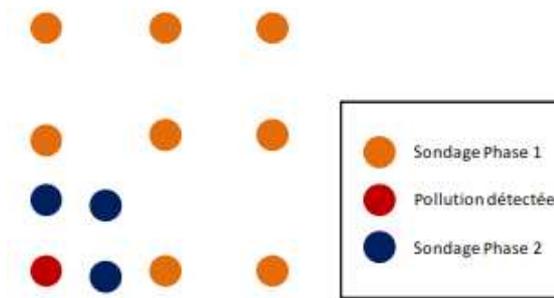


Localisation des zones K et A

Un maillage a été réalisé sur les zones K et A. Des sondages ont été réalisés à l'aide d'une pelle mécanique, selon le maillage 26mx26m, présenté ci-dessous.



Les constats de terrain et les indices organoleptiques (couleur du sol, suintement, odeur), ont induit un maillage plus resserré dans le but d'affiner la zone polluée.

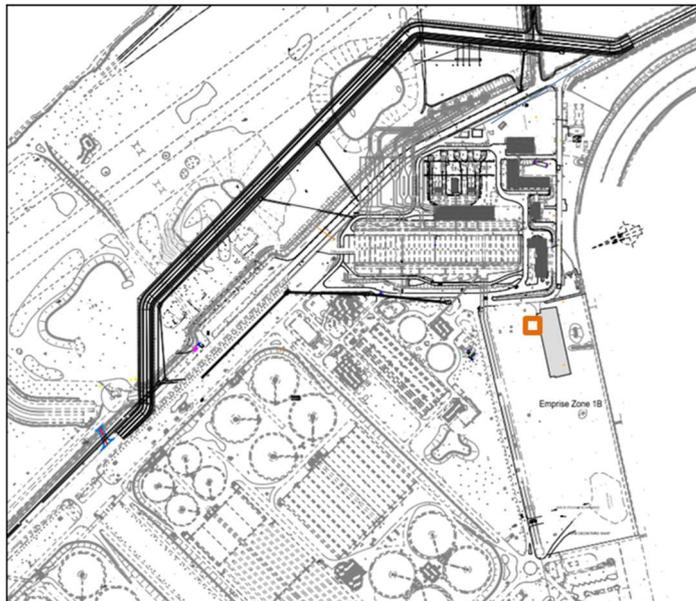


28 sondages ont été réalisés à une profondeur de minimum 2 mètres. Un contrôle de la profondeur a été fait à l'aide d'un mètre déroulant.



4.2.3 Zone « coquilles d'huitres »

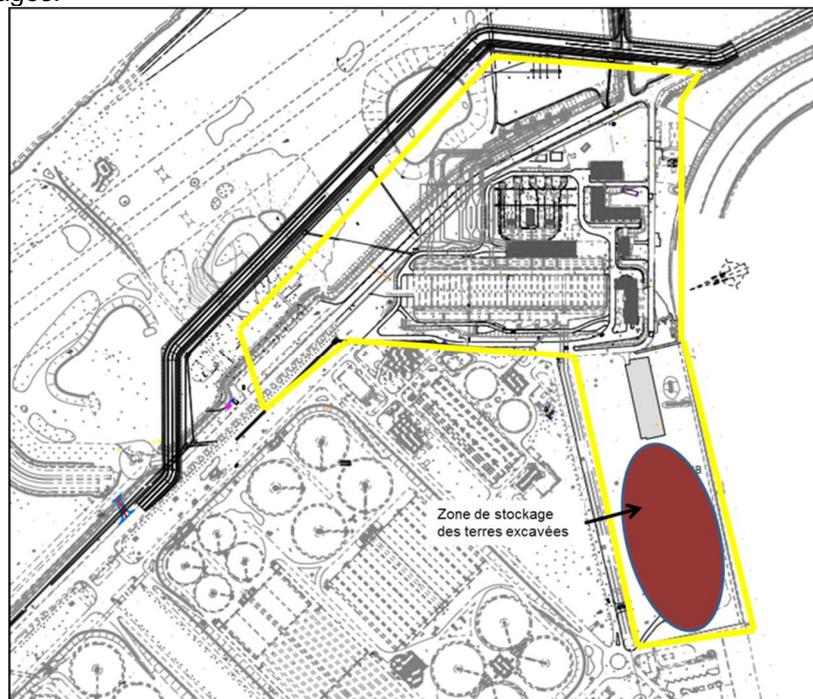
Deux veines de pollution ont été repérées au niveau de dépôts de coquilles d'huitres, situés à proximité du futur bâtiment de désodorisation.



Localisation de la zone « coquilles d'huitres »

5 STOCKAGES TEMPORAIRES DES TERRES POLLUEES

Les zones de stockage des pollutions ont été réalisées sur un secteur du prétraitement non concerné par la construction d'ouvrages.



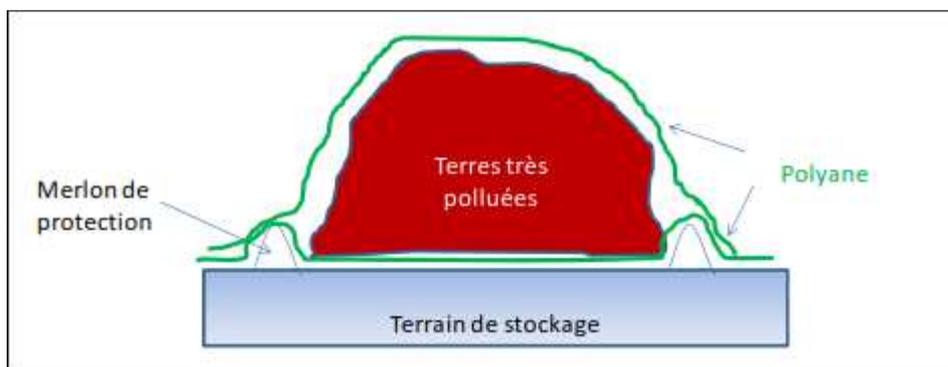
Localisation du stockage des terres excavées

Lors des terrassements, les zones de stockage ont été identifiées à l'aide de panneaux, pour éviter les erreurs de destination :



5.1 Confinement temporaire des terres très polluées : sarcophage

Les terres très polluées sont stockées temporairement, à l'Ouest de la zone de chantier des prétraitements. Ce stockage (stockage I) est réalisé sous forme d'un sarcophage. Les terres ont été déposées sur une géo-membrane recouvrant le terrain naturel et ont été recouvertes d'une géo-membrane soudée, selon le schéma suivant :



Le volume des terres très polluées représente 309 m³ excavé (450 m³ foisonnés).



Photo du stockage I

Des visites régulières sont organisées pour surveiller l'état de stockage des terres très polluées et leur confinement et particulièrement l'état de la bâche qui assure l'étanchéité du dispositif.

5.2 Confinement temporaire des terres polluées

Les terres polluées ont été stockées en andain de 1,7 mètre de haut (stockage II), à l'Ouest de la zone de chantier des prétraitements, le long de l'Hippodrome de Maison Laffite. Ce stockage a été réalisé sur un géotextile placé sur le terrain naturel et recouvert par un géotextile avant d'être recouvert par les terres « propres ».



Photo du stockage II recouvert par les terres du stockage III

Leur volume représente 1480 m³ (2 150 m³ foisonnés).

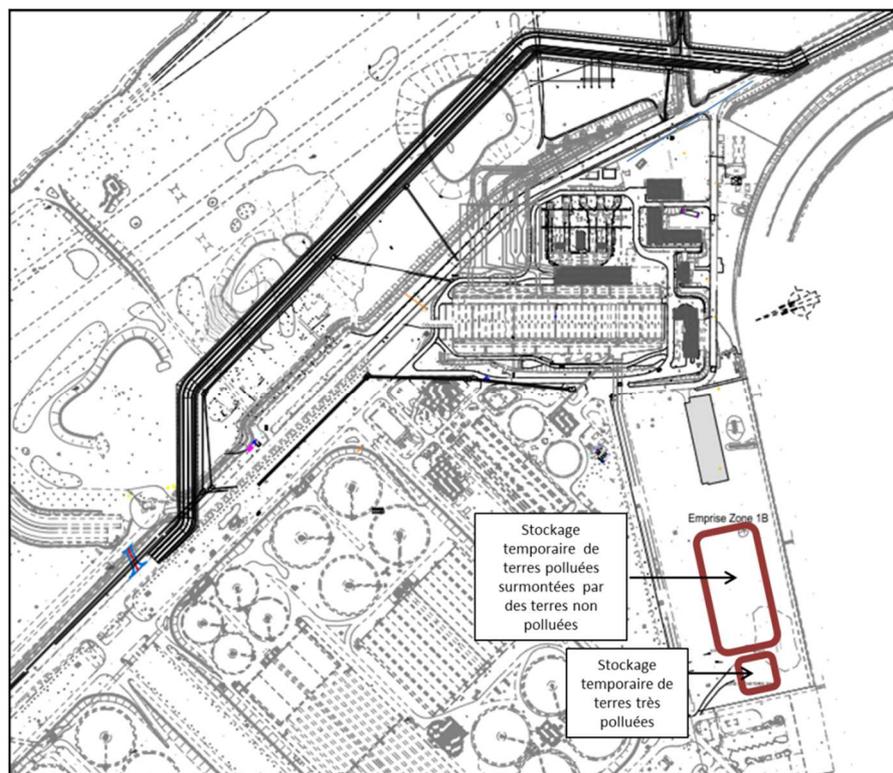
5.3 Stockage temporaire des terres non polluées

Les terres excavées non polluées sont stockées au dessus des terres polluées et séparées de celles-ci par un géotextile, à l'Ouest de la zone de chantier des prétraitements, le long de l'Hippodrome de Maison Laffite.

Leur volume représente 41400 m³ (60 000 m³ foisonnés).



Photo du stockage III



Localisation des stockages temporaires des terres excavées

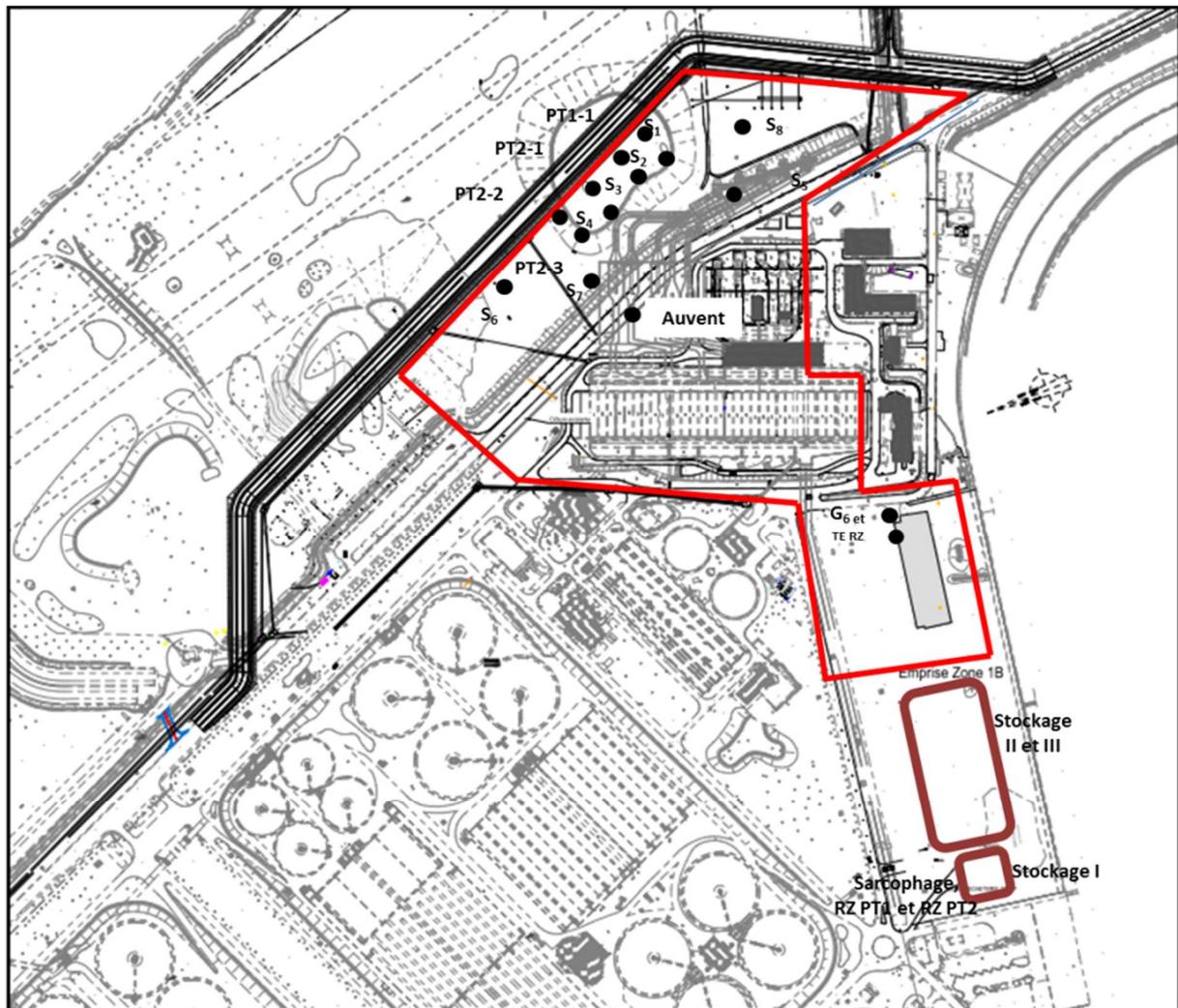
6 ANALYSES DES RESULTATS DES CONCENTRATIONS EN POLLUTION

6.1 Périmètre d'investigation

Le périmètre sur lequel les investigations de recherche de terres polluées ont eu lieu, est présenté sur l'extrait de carte qui suit.

Comme décrit précédemment, des sondages ont été effectués au fil des travaux pour caractériser les terres excavées et les terres restant en place.

Les résultats d'analyses et les référentiels utilisés pour leurs interprétations sont présentés ci-dessous.



— Périmètre d'investigation □ Stockage de terres excavées

Plan du périmètre d'investigation et localisation des sondages

6.2 Référentiels utilisés

Lors des premières découvertes de terres polluées en 2012, la destination des terres n'était pas arrêtée et leur évacuation hors du site possible. Aussi les seuils d'acceptation en décharge ont été utilisés par l'entreprise, comme les seuils de l'Ineris sur la réutilisation des terres soit :

	INERIS			A	B	C	Charte FNADE		
	VS1	VS2	NR				K3	K2	K1
	En mg/kg de MS sur Brut						En mg/kg de MS sur lixiviats		
HCT C5-C10	40	400	>400						
HCT C10-C40	50	500	>500						
HCT ttx C10-C40							<500	<2000	<10000
HAP ttx							<20	<100	<500
Benzène	0,05	0,3	>0,3				<0,5	<6	<30
Somme TEX	2,5	6	>6						
BTEX							<6	<30	>30
Naphtalène	0,05	1,5	>1,5				<1	<5	>5
Tétrachloroéthène	0,2	1	>1						
Trichloroéthène	0,9	5	>5						
cis-dichloroéthène	0,3	2	>2						
chlorure de vinyle	0,3	1,5	>1,5						
PCB	0,1	0,1	>0,1				<1	<10	<50
	En mg/kg de MS sur lixiviats								
Indice phénol	8	20	>20	<1	<50	<100			
Chlorures				<800	<15000	<25000			
Fluorures				<10	<150	<500			
Sulfates				<1000	<20000	<50000			
COT				<500	<800	<1000			
Fraction soluble				<4000	<60000	<100000			
Antimoine				<0,06	<0,7	<5			
Arsenic				<0,5	<2	<25	<10	<37	>37
Baryum				<20	<100	<300			
Cadmium				<0,04	<1	<5	<2	<10	>10
Chrome				<0,5	<10	<70	<65	<130	>130
Cuivre				<2	<50	<100	<400	<1800	>1800
Mercuré				<0,01	<0,2	<2	<1	<7	>7
Molybdène				<0,5	<10	<30			
Nickel				<0,4	<10	<40	<70	<140	>140
Plomb				<0,5	<10	<50	<85	<400	>400
Sélénium				<0,1	<0,5	<7			
Zinc				<4	<50	<200	<400	<1600	>1600

Avec :

Ineris : Guide de l'INERIS du 29/02/2012 : réutilisation des terres excavées sur des projets d'aménagement : élaboration de seuils vis-à-vis des risques sanitaires. Trois seuils de concentration de polluants sur matières sèches brutes sont distingués sur :

- VS1 : Seuils à respecter pour réutilisation sous bâtiment (bureau, industriel, commercial)
- VS2 : Seuils à respecter pour réutilisation sous couverture (revêtement bitumeux ou béton ou terre végétale 30 centimètres)
- NR : Non réutilisable

Ce guide permet de gérer sur site les terres polluées si on respecte les seuils exprimés en concentration dans les sols, sans étude de risques sanitaires supplémentaires.

Mais ce guide ne considère pas tous les polluants rencontrés sur le présent projet et ne permet pas de classer les résultats sur lixiviats d'où la nécessité d'utiliser d'autres référentiels.
Les textes, alors utilisés ont été ceux qui fixent les seuils d'acceptation en centre de stockage, ils sont réglementaires (arrêté) ou indicatif (charte).

Les textes sur les lixiviats utilisés sont :

- L'arrêté du 28/10/2010 modifié par l'arrêté du 12 mars 2012 relatif aux installations de stockage de déchets inertes, seuil A, avec ratio liquide sur solide =10 l/kg
- Décision n° 2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges, conformément à l'article 16 et à l'annexe II de la directive 1999/31/CE, Seuil B, ratio liquide sur solide =10 l/kg
- La charte FNADE, seuil C avec ratio liquide sur solide =10 l/kg, limite d'acceptation en centre de stockage de déchets dangereux.

Les seuils sur la matière brute pour les métaux, PCB, hydrocarbures sont issus de la charte FNADE avec :

- K1 : Valeurs seuils d'acceptation en Centre de Stockage de Déchets Ultimes de Type 1, ou CSDU 1 (déchets industriels dangereux)
- K2 : Valeurs seuils d'acceptation Centre de Stockage de Déchets Ultimes de Type 2, ou CSDU 2 (déchets ménagers et assimilés)
- K3 : Valeurs seuil d'acceptation Centre de Stockage de Déchets Ultimes de Type 3, ou CSDU 3 (déchets dits inertes)

Le tri des terres a été basé sur ces référentiels.

A ceux-ci, il peut être ajouter, le référentiel de l'Aspitet donnant le bruit de fond des métaux sur terres brutes:

	valeur couramment observée	Anomalies modérées	Fortes anomalies
Antimoine			
Arsenic	25	60	284
Baryum			
Cadmium	0,45	2	46,3
Chrome	90	150	3180
Cuivre	20	62	160
Mercure	0,1	2,3	
Molybdène			
Nickel	60	130	2076
Plomb	50	90	10180
Sélénium	0,7	2	4,5
Zinc	100	250	11426

	valeur couramment observée	Anomalies modérées	Fortes anomalies
Antimoine			
Arsenic	25	60	284
Baryum			
Cadmium	0,45	2	46,3
Chrome	90	150	3180
Cuivre	20	62	160
Mercure	0,1	2,3	
Molybdène			
Nickel	60	130	2076
Plomb	50	90	10180
Sélénium	0,7	2	4,5
Zinc	100	250	11426

Pour les Composés Organiques Volatils (COV), excepté pour le mercure, on ne dispose pas de valeur guide réglementaires sur ces paramètres dans les sols (cf chapitre toxicologie et physico-chimie des composés retenus de l'annexe 4).

6.3 Campagne de septembre 2012

On notera que ces analyses ont été effectuées le long de la route digue, lors des travaux de réalisation de la plateforme de stockage et de la piste de chantier. Ces terres ont été excavées en partie et triées.

Les résultats d'analyses nommés « S X-1 » ont été réalisés à une profondeur de 0 à 1 mètre et représentent la qualité supposée des terres excavées et triées.

Les résultats d'analyses nommés « S X-2 » ont été réalisés au même endroit, entre -1 et -2 mètres et représentent la qualité des terres excavées ou demeurant en place, en fonction de la cote de la plateforme.

Tous ces sondages ont été réalisés à la pelle mécanique.

Les métaux sur terres brutes n'ont pas été analysés au cours de cette campagne.

Pour les COV, les concentrations rencontrées sont les suivantes :

	S1-1	S1-2	S2-1	S2-2	S3-1	S3-2	S4-1	S4-2	S5-1	S5-2	S6-1	S6-2	S7-1	S7-2	S8-1	S8-2
Composés organiques volatils (mg/kg)																
Naphtalène	<0,05	0,18	0,068	0,25	0,078	0,21	0,098	0,068	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toluène	<0,1	<0,1	0,11	0,23	<0,1	<0,1	0,24	0,11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,24	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m+p-xylènes	<0,1	<0,1	<0,1	0,23	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,35	<0,1	<0,1
o-xylènes	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,24	<0,1	<0,1
Isopropylbenzène (cumène)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène	<0,1	<0,1	<0,1	0,23	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,59	<0,1	<0,1
pseudocumène (1,2,4-triméthylbenzène)	<0,1	<0,1	<0,1	0,23	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,59	<0,1	<0,1
Hydrocarbures nC>10-nC12	<10	<10	240	95	23	15	21	15	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Hydrocarbures nC>12-nC16	<10	<10	550	220	58	40	42	28	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

6.4 Campagne de mai 2014

Les analyses des sondages RZ PT 1-1 et RZ PT 1-2 ont été réalisées sur les terres du stockage I ou sarcophage. Le prélèvement a été réalisé sous la géo-membrane via une ouverture qui a été soudée ensuite. Ces analyses sont un contrôle de la qualité des terres excavées placées dans le sarcophage.

Les analyses des sondages G6 RZ PC 2-1 et TE RZ PC 2-2 ont été réalisées sur des terres en place, dans la zone dites de « coquilles d'huitres ». Les prélèvements ont été réalisés in situ avec une pelle.

Les analyses des sondages PT 1-1 RZ, PT 2-1 RZ, PT 2-2 RZ et PT 2-3 RZ ont été réalisées sur des terres en place, le long de la route digue. Les prélèvements ont été réalisés in situ avec une pelle.

		mai-14						
Sondages	RZ PT 1-1	RZ PT 1-2	G6 RZ PC 2-1	TE RZ PC 2-2	PT 1-1 RZ	PT 2-1 RZ	PT 2-2 RZ	PT 2-3 RZ
	Sarcophage	Sarcophage	En place	En place	En place	En place	En place	En place
Paramètres sur brut en mg/kg de MS								
HCT C10-C40	920	730	130	40	3100	2800	380	80
HAP ttx	1	0,72	4,4	1,1	6,4	1,7	1,8	2,4
Benzène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme TEX	<0,132	<0,106	<0,066	<0,041	1,47	<0,37	0,08	<0,04
BTEX								
Naphtalène	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,31	<0,06	<0,06	<0,06
PCB	0,69	0,47	/	/	1,5	1,3	0,43	0,02
Paramètres sur brut en mg/kg de MS								
COT	11000	9900	71000	140000	13000	12000	12000	5600
Antimoine	<1	<1	21	22	1,6	1,4	4,2	<1
Arsenic	6,9	6,8	57	26	7,7	5,9	7	13
Baryum	120	120	240	540	140	77	180	110
Cadmium	4,3	3,8	4	2,2	12	5,5	3,6	0,81
Chrome	41	37	140	49	66	44	42	25
Cuivre	62	60	1200	540	120	74	340	41
Mercure	0,83	0,81	8,1	6,9	0,96	0,52	0,44	0,58
Molybdène	0,62	0,51	7,9	4,3	1,5	1,3	1	0,21
Nickel	11	11	91	45	14	12	23	12
Plomb	69	70	2000	640	87	47	140	56
Sélénium	<1	<1	1,8	1,2	<1	<1	<1	<1
Zinc	230	210	4600	620	430	33	520	150

PARAMETRES

Code couleur : La couleur des chiffres indique le classement de la concentration du polluant par rapport au référentiel « guide de l'Ineris : réutilisation des terres polluées ». Vert : VS1, jaune : VS2, Rouge : NR.

La couleur de la case reprend le classement de la concentration en polluant par rapport :

- Aux textes s'intéressant aux lixiviats : Vert : A, jaune : B, Rouge : C.
- A la charte FNADE pour les concentrations sur les terres : Vert : K3, jaune : K2, Rouge : K1.

Comparaison au bruit de fond pour les métaux :

	RZ PT 1-1	RZ PT 1-2	G6 RZ PC 2-1	TERZ PC 2-2	PT 1-1 RZ	PT 2-1 RZ	PT 2-2 RZ	PT 2-3 RZ
	Sarcophage	Sarcophage	En place	En place	En place	En place	En place	En place
Antimoine	<1	<1	21	22	1,6	1,4	4,2	<1
Arsenic	6,9	6,8	57	26	7,7	5,9	7	13
Baryum	120	120	240	540	140	77	180	110
Cadmium	4,3	3,8	4	2,2	12	5,5	3,6	0,81
Chrome	41	37	140	49	66	44	42	25
Cuivre	62	60	1200	540	120	74	340	41
Mercur	0,83	0,81	8,1	6,9	0,96	0,52	0,44	0,58
Molybdène	0,62	0,51	7,9	4,3	1,5	1,3	1	0,21
Nickel	11	11	91	45	14	12	23	12
Plomb	69	70	2000	640	87	47	140	56
Sélénium	<1	<1	1,8	1,2	<1	<1	<1	<1
Zinc	230	210	4600	620	430	33	520	150

Les valeurs des composés volatils sont les suivantes :

	RZ PT 1-1	RZ PT 1-2	G6 RZ PC 2-1	TERZ PC 2-2	PT 1-1 RZ	PT 2-1 RZ	PT 2-2 RZ	PT 2-3 RZ
Composés organiques volatils	Sarcophage	Sarcophage	En place	En place	En place	En place	En place	En place
Mercur	0,83	0,81	8,1	6,9	0,96	0,52	0,44	0,58
Naphtalène	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,31	<0,06	<0,06	<0,06
Toluène	0,077	0,054	0,023	0,011	0,16	0,24	0,056	<0,01
Ethylbenzène	0,011	<0,01	<0,01	<0,01	0,13	0,033	<0,01	<0,01
m+p-xylènes	0,044	0,032	0,023	<0,01	0,6	0,087	<0,01	<0,01
o-xylènes	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,14	<0,01	<0,01	<0,01
Isopropylbenzène (cumène)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,023	<0,01	<0,01	<0,01
Mésitylène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,64	<0,01	<0,01	<0,01
pseudocumène (1,2,4-triméthylbenzène)	0,033	0,032	0,023	<0,01	2,3	0,14	0,078	0,022
Hydrocarbures nC>10-nC12	<7	<7	<7	<7	65	23	<7	<7
Hydrocarbures nC>12-nC16	8,8	<7	<7	<7	230	140	10	<7

Les analyses sur les terres du sarcophage, des sols le long de la route digue et du secteur « coquilles d'huîtres », confirment la nécessité de réaliser une analyse de risques résiduels, en fonction de leur utilisation sur site.

6.5 Campagne d'octobre 2014

On notera que l'ensemble de ces analyses a été effectué sur des terres en place, au niveau de l'auvent. Au cours des travaux, cette zone a été remodelée mais aucune excavation n'a été effectuée. Les prélèvements ont été réalisés in situ avec une pelle.

Sondages	oct-14					
	Auvent 1	Auvent 2	Auvent 3	Auvent 4	Auvent 5	Auvent 6
	Paramètres sur brut en mg/kg de MS					
HCT C10-C40	36	<10	<10	<10	21	170
HAP ttx	0.9	<0.03	0.071	<0.03	1.4	0.5
Benzène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme TEX	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
BTEX						
Naphtalène	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
PCB	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Paramètres sur brut en mg/kg de MS					
Indice phénol	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
COT	17000	14000	8800	9700	21000	17000
Antimoine	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Arsenic	27	13	11	12	21	17
Baryum	250	120	110	130	230	180
Cadmium	3,3	0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,5
Chrome	59	31	25	27	32	30
Cuivre	78	19	11	11	24	25
Mercure	1,5	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4
Molybdène	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nickel	29	20	16	18	21	19
Plomb	120	26	19	19	41	44
Sélénium	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Zinc	360	80	57	58	110	110

Code couleur :

La couleur des chiffres indique le classement de la concentration du polluant par rapport au référentiel « guide de l'Ineris : réutilisation des terres polluées ». Vert : VS1, jaune : VS2, Rouge : NR.

La couleur de la case reprend le classement de la concentration en polluant par rapport :

1. Aux textes s'intéressant aux lixiviats : Vert : A, jaune : B, Rouge : C.
2. A la charte FNADE pour les concentrations sur les terres : Vert : K3, jaune : K2, Rouge : K1.

Comparaison au bruit de fond pour les métaux :

	Auvent 1	Auvent 2	Auvent 3	Auvent 4	Auvent 5	Auvent 6
Antimoine	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Arsenic	27	13	11	12	21	17
Baryum	250	120	110	130	230	180
Cadmium	3,3	0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,5
Chrome	59	31	25	27	32	30
Cuivre	78	19	11	11	24	25
Mercure	1,5	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4
Molybdène	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nickel	29	20	16	18	21	19
Plomb	120	26	19	19	41	44
Sélénium	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Zinc	360	80	57	58	110	110

Les valeurs des composés volatils sont les suivantes :

	Auvent 1	Auvent 2	Auvent 3	Auvent 4	Auvent 5	Auvent 6
Composés organiques volatils						
Mercure	1,5	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4
Naphtalène	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Toluène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m+p-xylènes	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-xylènes	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Isopropylbenzène (cumène)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
pseudocumène (1,2,4-triméthylbenzène)	<0,1	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures nC>10-nC12	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Hydrocarbures nC>12-nC16	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Les analyses des sols du secteur « Auvent » et particulièrement quatre de ces sondages, confirment la nécessité de réaliser une analyse de risques résiduels, en fonction de l'utilisation du site.

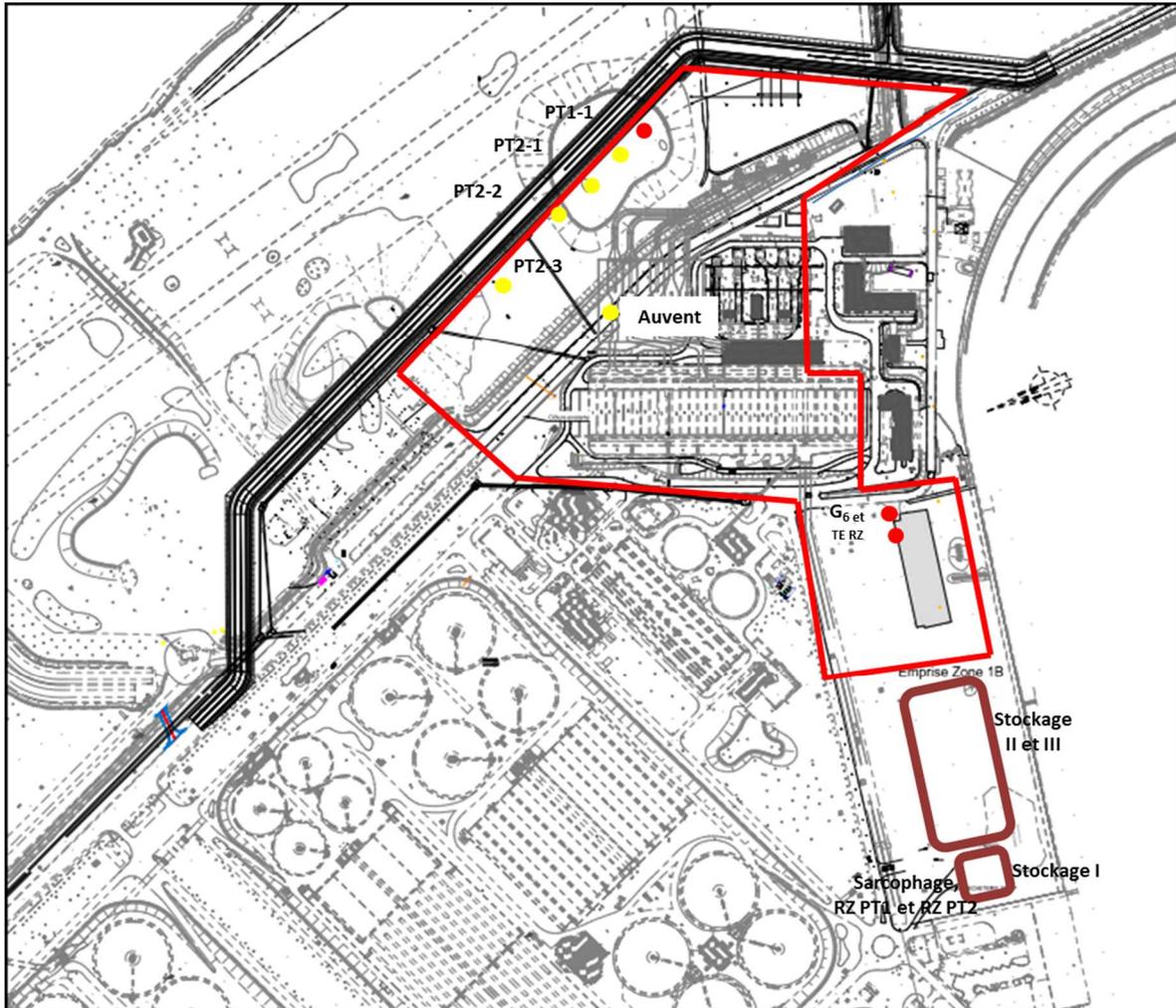


Schéma représentant les terres polluées in situ

7 PLAN DE GESTION DES TERRES

Lors des travaux de terrassement des prétraitements, les différentes terres excavées ont été triées et regroupées en fonction des résultats d'analyses obtenus au niveau de trois zones de stockage temporaire. On distingue :

- Un stockage I (sarcophage), contenant les terres les plus polluées
- Un stockage II, contenant des terres polluées
- Un stockage III, contenant des terres dites « inertes »

L'activité de prétraitement des effluents étant maintenue sur le site, la gestion des terres dans le périmètre de l'opération, dans des conditions respectueuses de la santé humaine et de l'environnement, apparaît comme une solution durable.

Le bilan remblai déblai du projet, tel qu'il a été conçu par l'architecte est neutre. Aussi l'exportation de terres polluées nécessiterait de trouver des matériaux propres pour réaliser le projet.

Le Groupement d'entreprises en charge de la réalisation de cette opération propose de laisser les terres polluées sur place et des les stocker en trois lieux.

Ces trois lieux permettent de confiner les volumes des trois stockages temporaires, sur le site du prétraitement.

7.1 Lieu de stockage des terres du stockage I

Les anciens carneaux, conduits d'effluents situés entre la fosse à bâtards et les décanteurs seront maintenus dans le sol. Un de ceux-ci constituera le contenant des terres du stockage I. Celles ci seront placées dans une géo-membrane étanche. Une obturation étanche aux extrémités et au dessus du carneau sera mise en place. Elle sera constituée par du béton étanche de 20 centimètres d'épaisseur, un remblaiement en terre (merlon paysager) de 2,7 m surmontera l'ensemble.

Etant donné les teneurs en pollution des terres stockées, une Analyse des Risques Résiduels doit être entreprise pour confirmer l'absence d'impact sanitaire de ce stockage pour les travailleurs du site.

Les résultats de cette ARR sont présentés au chapitre 7 du présent rapport.

La zone de confinement prévue est présentée sur le plan en coupe suivant :

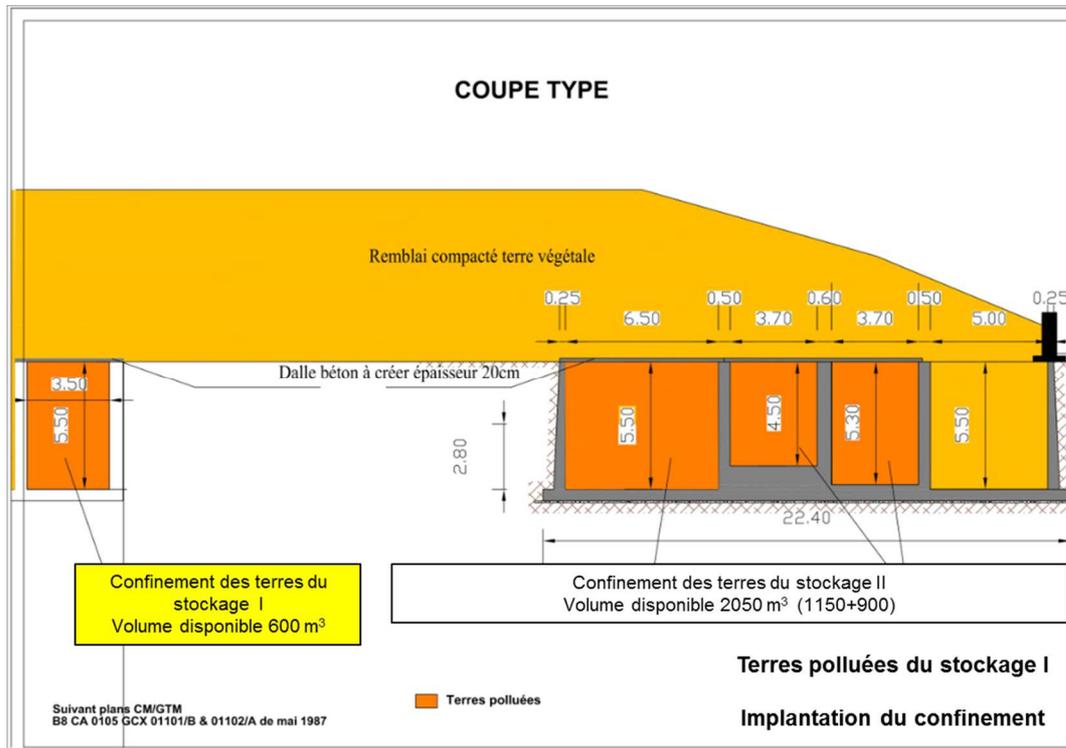


Schéma présentant le confinement prévu pour les terres du stockage I

La localisation de ces stockages sur le site est présentée sur l'extrait de plan qui suit :

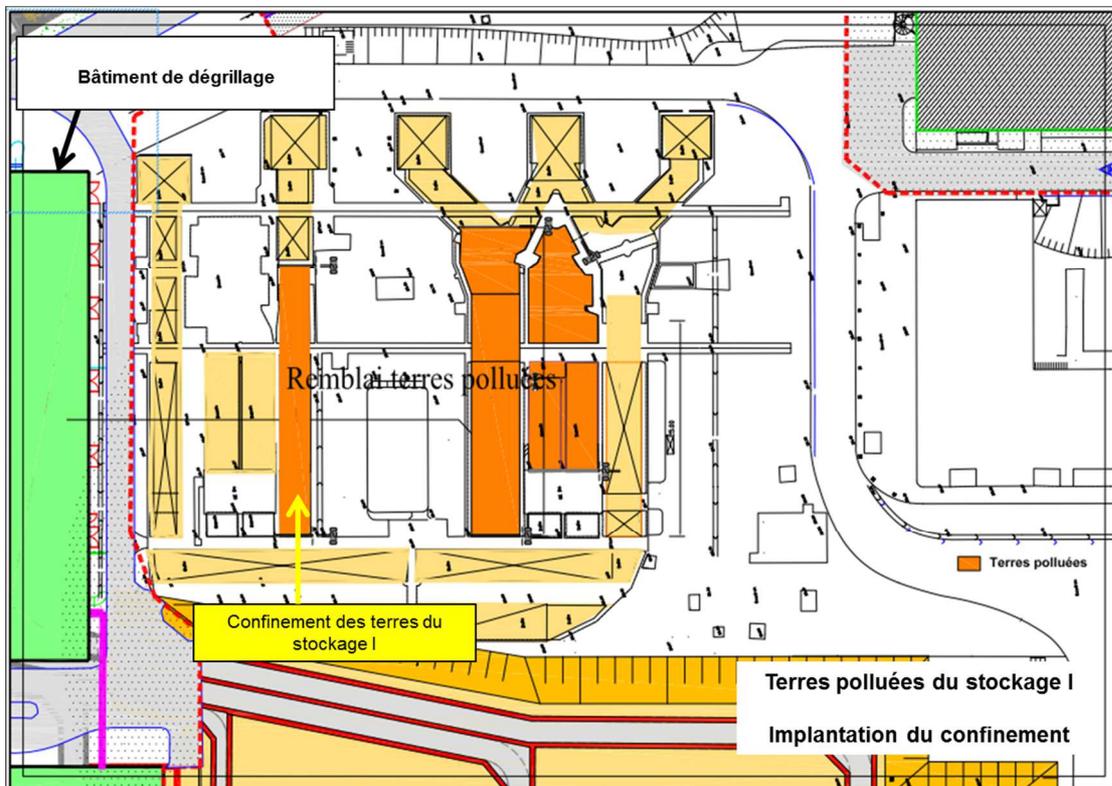
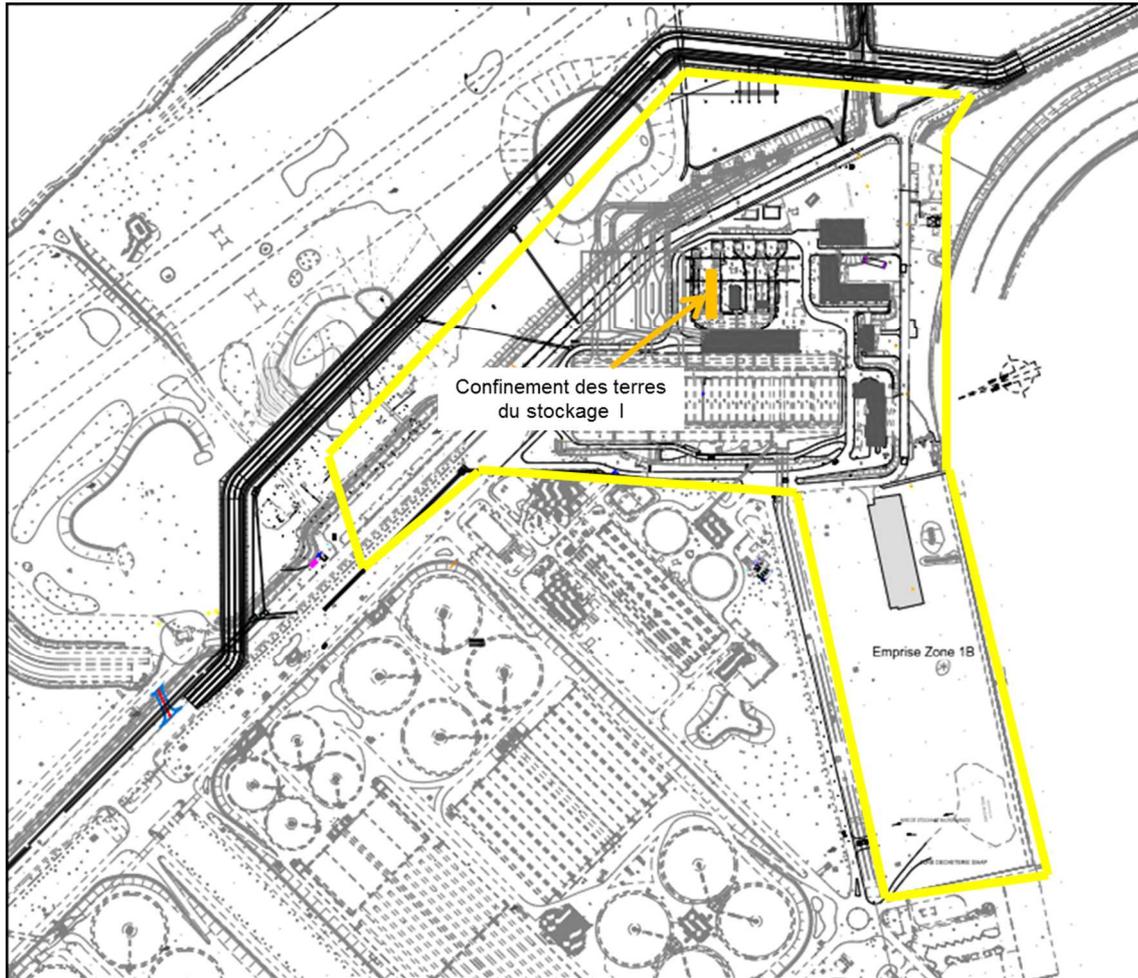


Schéma présentant la localisation de la zone de confinement prévu pour les terres du stockage I



Plan de localisation du confinement des terres du stockage I

7.2 Lieu de confinement pour les terres du stockage II

Les anciens carnaux, conduits d'effluents situés entre la fosse à bâtards et les décanteurs seront maintenus dans le sol. Trois de ceux-ci constitueront le contenant des terres du stockage II. Celles-ci seront placées dans une géo-membrane étanche. Une obturation étanche aux extrémités et au dessus de chacun des carnaux sera mise en place. Elle sera constituée par du béton étanche de 20 centimètres d'épaisseur, un remblaiement en terre (merlon paysager) de 2,7 m surmontera l'ensemble.

Etant donné les teneurs en pollution des terres stockées, une Analyse des Risques Résiduels doit être entreprise pour confirmer l'absence d'impact sanitaire de ce stockage pour les travailleurs du site.

Les résultats de cette ARR sont présentés au chapitre 7 du présent rapport.

Les zones de confinement prévues sont présentées sur le plan en coupe suivant :

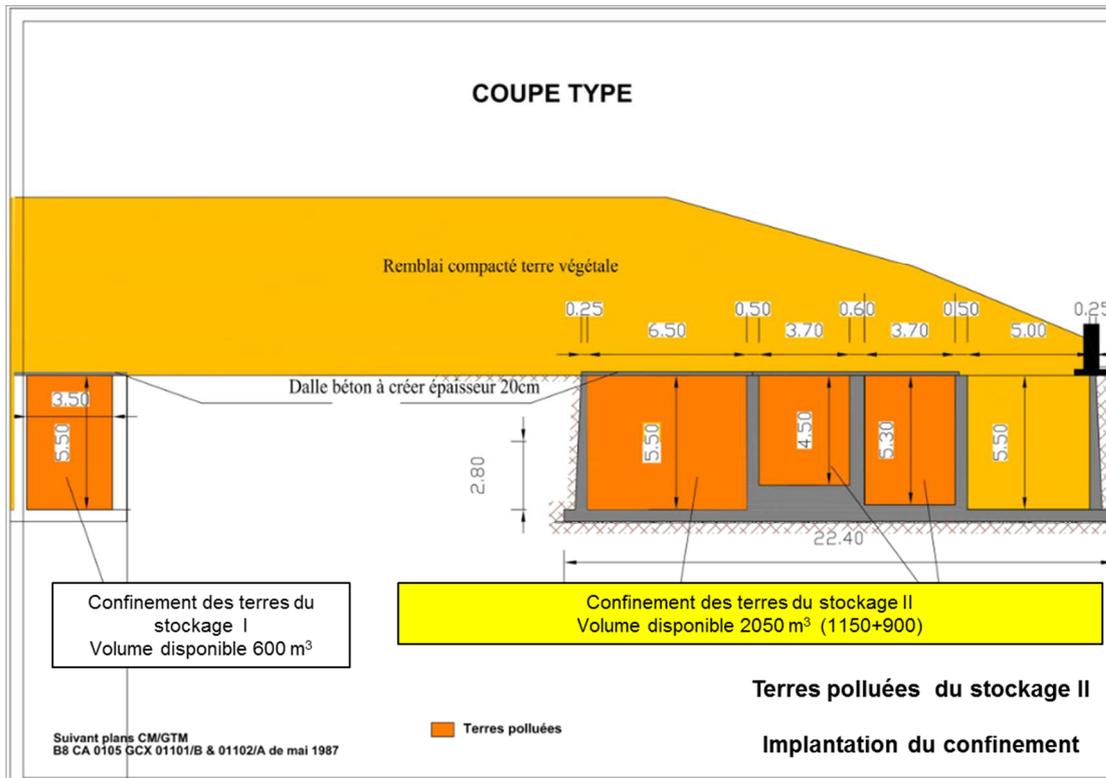


Schéma présentant le confinement prévu pour les terres du stockage II

La localisation de ces stockages sur le site est présentée sur l'extrait de plan qui suit :

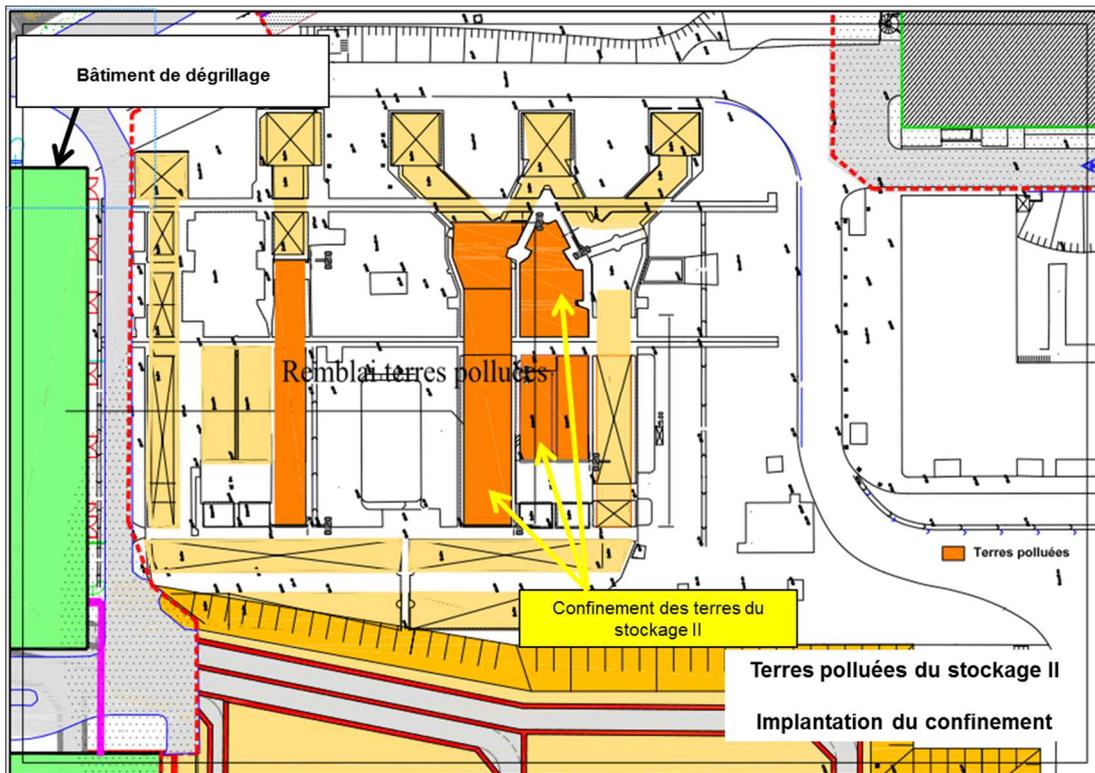
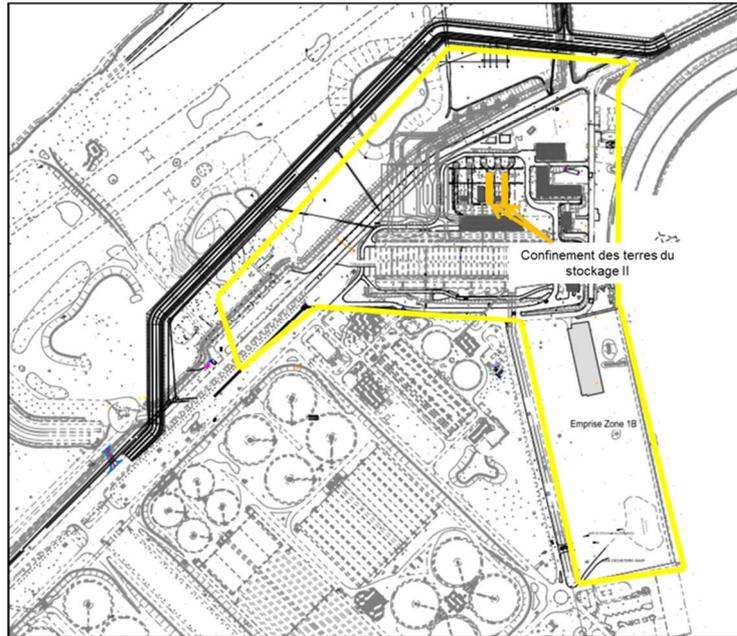


Schéma présentant la localisation des zones de confinement prévu pour les terres du stockage II



Plan de localisation du confinement des terres du stockage II

7.3 Lieu de confinement pour les terres du stockage III

Ces terres seront réutilisées pour des opérations de remblaiement lors des différentes phases de chantier. Elles seront en particulier utilisées pour constituer le remblai compacté nécessaire au modelage paysager du bâtiment principal. (cf photo montage ci-dessous).

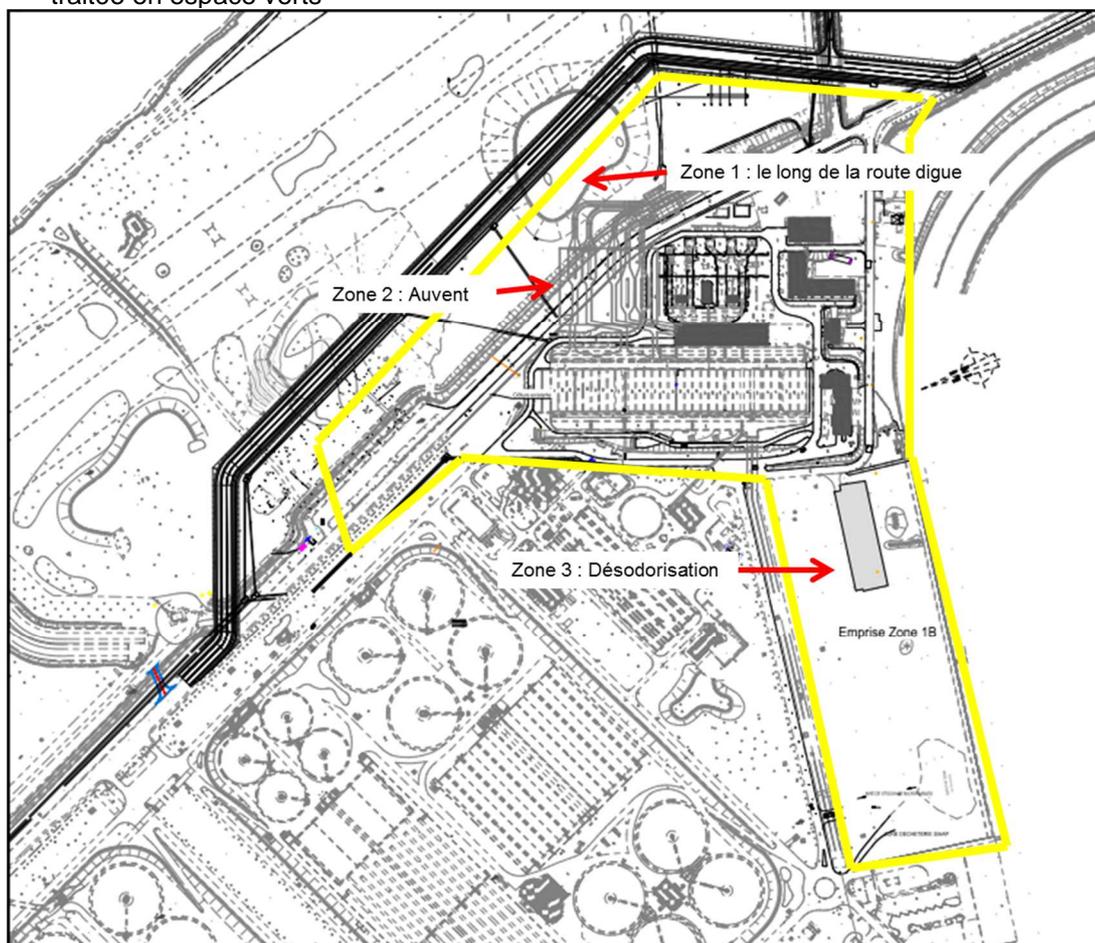


Présentation du site futur : localisation des terres du stockage III

7.4 Sols pollués en place

Trois zones présentent des sols pollués en place. Leur excavation n'a pas été nécessaire pour la réalisation du projet :

- Zone I : Le long de la route digue. Cette zone sera aménagée en voie de circulation et en espaces verts
- Zone II : Vers l'auvent. Cette zone est une zone imperméabilisée par du bitume.
- Zone III : A côté de la désodorisation (Zone des « coquilles d'huîtres »), cette zone sera traitée en espace verts



Localisation des zones de pollution en place

7.5 Mode de transfert

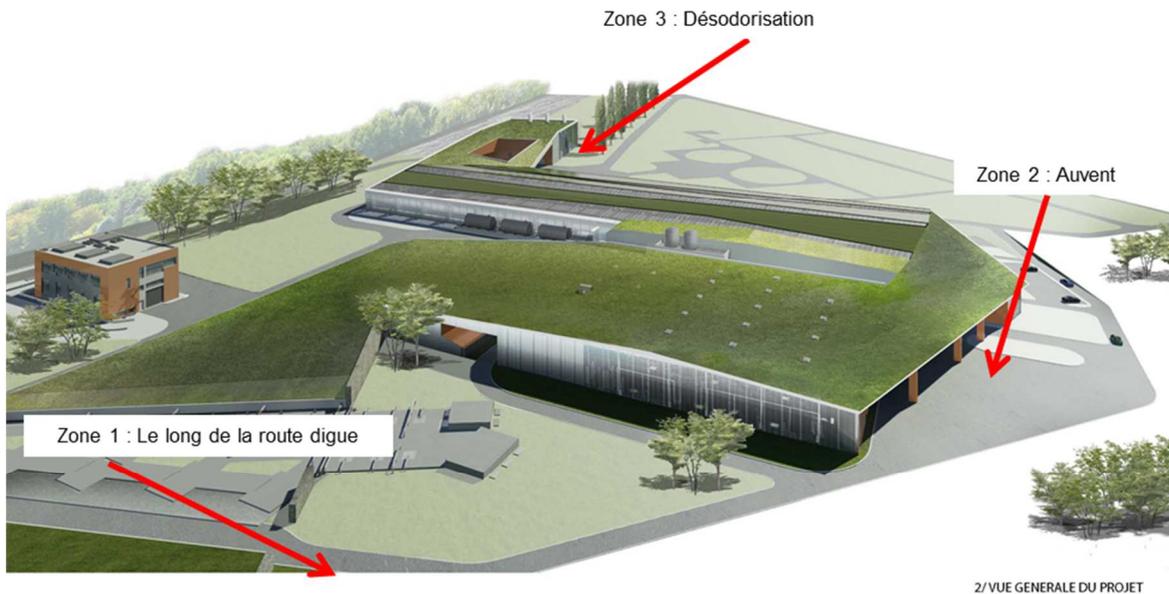
Compte tenu des pollutions mises en évidence et du projet de réaménagement du site (cibles considérées), **le mode de transfert** de la source vers les autres milieux est le suivant :

- **la volatilisation depuis les sols et dispersion atmosphérique ou transfert au travers des parois d'un bâtiment.** Les milieux d'exposition sont l'air atmosphérique et l'air intérieur d'un bâtiment et l'air extérieur au droit des espaces verts.

Ont été exclus :

- **le contact direct** : l'ensemble des zones sources identifiées seront recouvertes soit par une couverture béton, bitume ou une couche de terre végétale ;
- **la perméation** au travers des conduites d'amenée d'eau potable. En effet, si des conduites d'eau potable sont amenées à passer au droit des zones sources, elles seront mises dans une tranchée de terres saines rapportées ou seront imperméables aux vapeurs ;
- **ingestion** de végétaux ou d'animaux produits sur site, en effet aucun jardin potager ni élevage d'animaux n'est envisagé sur le site ;
- **la migration vers les milieux aquatiques** hors site, non étudiée dans le cadre de cette étude puisque
 - Le site des prétraitements sera protégé des inondations par la présence de la route digue qui empêchera l'entrée des eaux de débordement de la Seine dans le périmètre de l'installation
 - La nappe alluviale se situe à plus de 5 mètres de profondeur (cf annexe 2) au droit du site
 - La qualité des eaux souterraines au droit du prétraitement ne montre pas de trace de pollution. Au cours des travaux, une analyse de qualité des eaux souterraines du site a été effectuée. Les résultats figurent en annexe 3. Les quelques substances détectées : Cuivre, Nickel, HAP, sont en dessous des normes de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Paramètres	Concentration mesurée µg/l		Norme de potabilité Arrêté du 11 janvier 2007
	P1	P2	
Cuivre	14 µg/l	35µg/l	2 mg/l
Nickel	<5 µg/l	7.1 µg/l	20 µg/l
HAP	0.03 µg/l	-	0.1 µg/l



Localisation des zones de pollution en place

Compte tenu des teneurs en pollution des terres en place, une Analyse des Risques Résiduels doit être entreprise pour confirmer l'absence d'impact sanitaire de ce stockage pour les usagers du site.

8 ANALYSE RESIDUEL DE RISQUES

L'analyse résiduel de risques a été réalisée par BURGEAP, conformément aux exigences de la norme AFNOR NF X 31-620 « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués », pour laquelle BURGEAP est certifiée.

Les chapitres suivants sont un résumé de la prestation de Burgeap, dont l'étude complète figure en annexe 4 du présent document.

8.1 Schéma conceptuel

Pour qu'il y ait un risque sanitaire, il faut qu'existent simultanément une source de pollution, un moyen de transfert de celle-ci et une cible (ou enjeu).

Généralement, une source de pollution peut être un dépôt de déchets ou de produits liquides, des sols ou un aquifère pollués, des rejets aqueux ou atmosphériques.

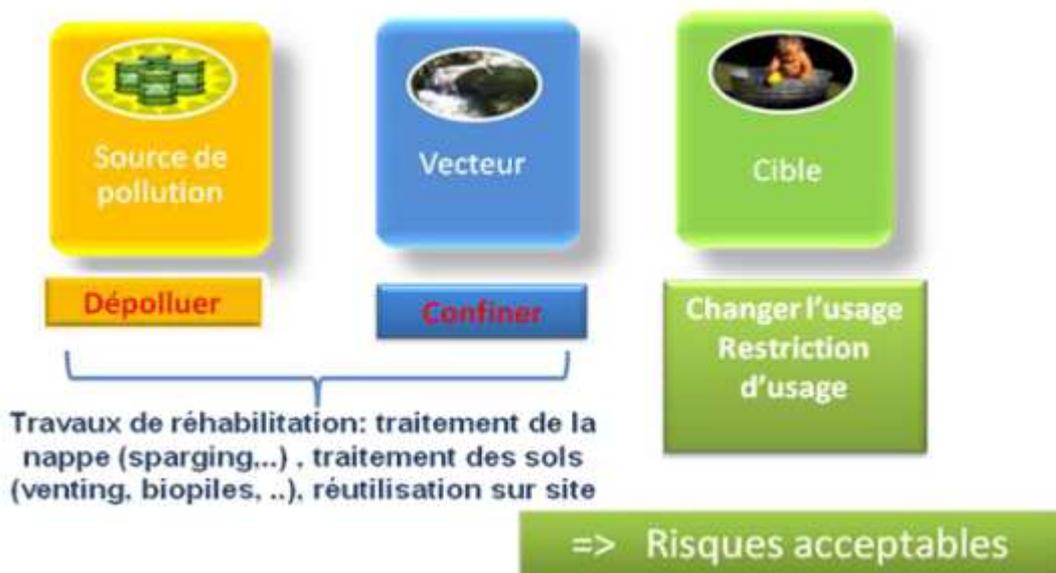
Le transfert d'une pollution entre la source et la cible peut se faire par écoulement gravitaire, par percolation des pluies, par ruissellement de surface, par migration suivant l'écoulement des nappes phréatiques, par dispersion du vent, par dégazage dans l'air.

Enfin, la cible (ou l'enjeu) d'une pollution sera :

- soit une population exposée directement au contact de la pollution ou indirectement via un captage d'eau potable par exemple ;
- soit une ressource naturelle à protéger (nappe phréatique, réserve écologique,...).

Pour supprimer le risque sanitaire, donc réhabiliter un site, il est possible d'agir sur la source et/ou la voie de transfert et/ou la cible (usage) :

- agir sur la source consiste à réduire ou éliminer le stock de polluants en éliminant des déchets, en traitant les sols ou la nappe phréatique, en contrôlant les rejets ;
- supprimer une voie de transfert, cela peut être par exemple de confiner une pollution dans un « sarcophage » étanche ou d'étancher un sol pollué avec de la terre saine, un revêtement de bitume, ou construire un sous-sol ou un vide sanitaire ;
- éliminer une cible consiste à modifier les choix d'aménagement d'un site et ainsi déterminer les types de populations (adultes, enfants) et les durées d'exposition aux pollutions, donc les niveaux de risques sanitaires.



Extrait de BURGEAP

Le schéma conceptuel établi sur la base de l'ensemble des informations disponibles et tenant compte des mesures de gestion, est présenté de façon à visualiser :

- la ou les sources de pollution,
- les voies de transfert possibles,
- les cibles potentielles,
- les milieux d'exposition.

Il est présenté en figure suivante pour les scénarii envisagés :

- Scénario 1 : confinement des terres issues du stockage I
- Scénario 2 : confinement des terres issues du stockage II
- Scénario 3 : Terres en place le long de la route digue
- Scénario 4 : Terres en place vers l'auvent
- Scénario 3 : Terres en place à côté de la désodorisation

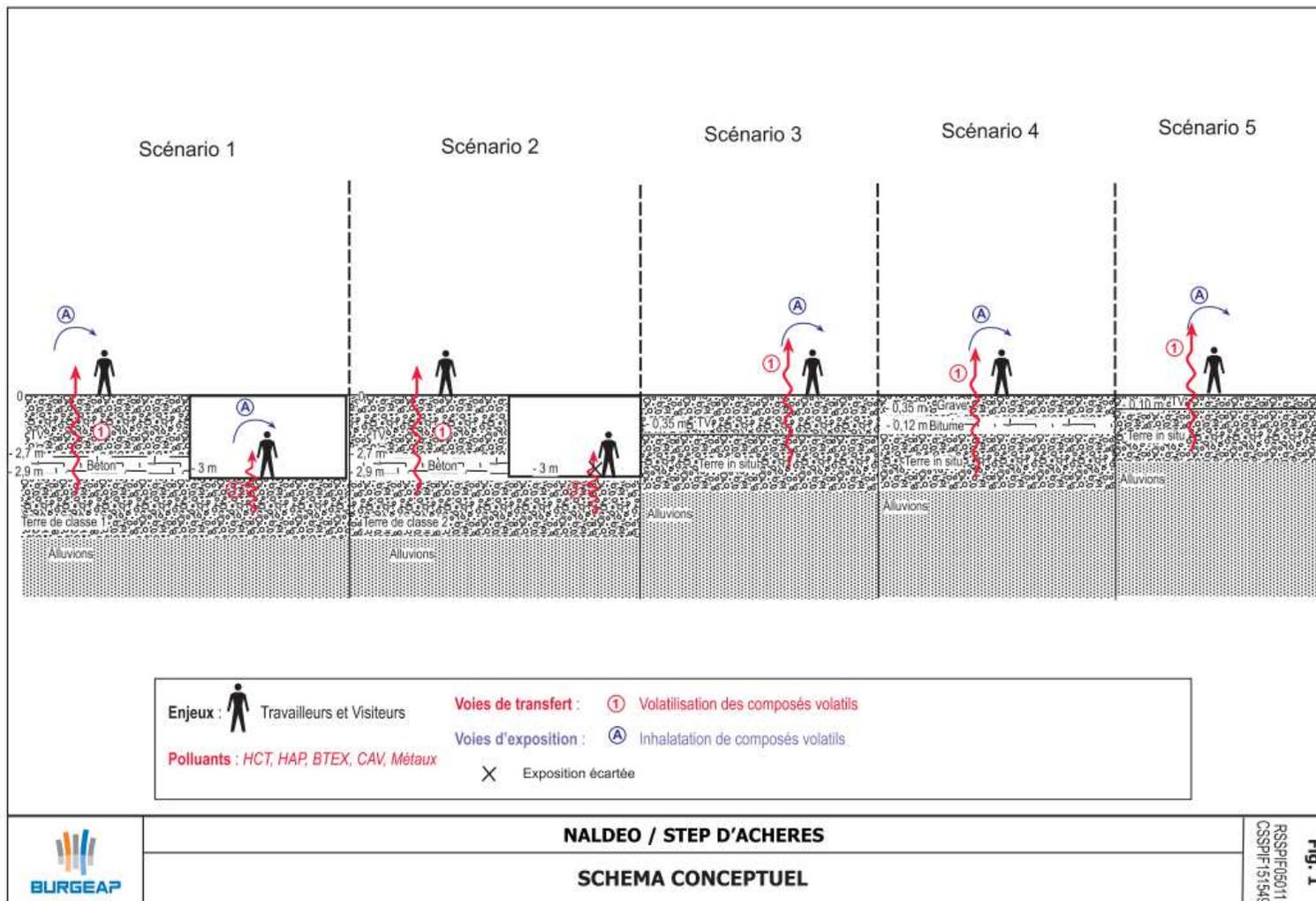


Schéma conceptuel extrait de l'étude Burgeap

8.1.1 Sources de pollution

Les sources de pollution identifiées lors des différentes campagnes sont :

- pour le scénario 1 : les sols présentant des teneurs résiduelles en HCT, HAP (sauf naphtalène), BTEX, CAV, PCB et métaux ;
- pour le scénario 2 : les sols présentant des teneurs résiduelles en HCT, HAP (sauf naphtalène), BTEX et métaux (sauf mercure) ;
- pour le scénario 3 : les sols présentant des teneurs en HCT, HAP, BTEX, CAV, PCB et métaux ;
- pour le scénario 4 : les sols présentant des teneurs résiduelles en HCT, HAP (sauf naphtalène), CAV, PCB et métaux ;
- pour le scénario 5 : les sols présentant des teneurs résiduelles en HCT, HAP, BTEX, CAV, PCB et métaux.

8.1.2 Cibles

L'activité prétraitement nécessite des interventions humaines liées à l'entretien, la maintenance des ouvrages, aux livraisons de produits matériel, équipements...

Aucune personne ne réside en ce lieu. Les cibles sont :

- Les travailleurs du site réalisant des opérations de maintenance, d'entretien
- Les travailleurs externes au site réalisant des opérations de maintenance, d'entretien
- Les potentiels visiteurs ; livreurs, commerciaux...

Pour les différents scénarii, les cibles à considérer sont :

- pour le scénario 1 ; les adultes travaillant sur place (entretien des espaces verts) : nous supposons une exposition de 15 jours/an avec 4 h/jour en extérieur, pendant 42 ans et les adultes travaillant sur place en intérieur : nous supposons une exposition de 100h/an soit 220 jours/an avec 27 min/jour en intérieur, pendant 42 ans ;
- pour le scénario 2, les adultes travaillant sur place (entretien des espaces verts) : nous supposons une exposition de 15 jours/an avec 4 h/jour en extérieur, pendant 42 ans et les adultes travaillant sur place en intérieur : nous supposons une exposition de 100h/an soit 220 jours/an avec 27 min/jour en intérieur, pendant 42 ans ;
- pour le scénario 3, les adultes travaillant sur place : nous supposons une exposition de 220 jours/an avec 4 h/jour en extérieur, pendant 42 ans et les adultes visiteurs : nous supposons une exposition de 220 jours/an avec 1 h/jour en extérieur, pendant 40 ans ;
- pour le scénario 4, les adultes travaillant sur place : nous supposons une exposition de 220 jours/an avec 4 h/jour en extérieur, pendant 42 ans et les adultes visiteurs : nous supposons une exposition de 220 jours/an avec 1 h/jour en extérieur, pendant 40 ans ;
- pour le scénario 5, les adultes travaillant sur place : nous supposons une exposition de 220 jours/an avec 4 h/jour en extérieur, pendant 42 ans et les adultes visiteurs : nous supposons une exposition de 220 jours/an avec 1 h/jour en extérieur, pendant 40 ans.

Rappel : Les cibles ne sont pas en contact direct avec les sols pollués.

8.1.3 Budget espace-temps et caractérisation des cibles

Seules les expositions chroniques sont considérées. En effet, l'annexe 2 de la Politique nationale des sites et sols pollués stipule que « La problématique des sites et sols pollués relève pour la population générale, du domaine des risques chroniques et non des risques accidentels dont les effets potentiels sont, par contre, très rapidement observables ».

Les sources de données utilisées pour les fréquences d'exposition sont extraites :

- des valeurs considérées par l'INERIS pour le calcul des Valeurs de Constat d'Impact pour un usage sensible d'un site (en particulier pour les fréquences de présence en intérieur et en extérieur de l'habitation) ;
- des valeurs issues de l'Exposure Factor Handbook (US-EPA, EFH, 1997 et 2001) ;
- de la base de données CIBLEX (ADEME, 2003).

Pour les durées d'exposition dans le contexte du travail, le cas le plus défavorable a été considéré pour les adultes qui travailleraient pendant 42 ans au même endroit (correspondant à la durée totale de la période de travail) ; cependant la variabilité de cette durée d'exposition est importante. Cette durée correspond aux durées « classiques » du travail en France.

Une durée d'exposition identique a été retenue pour les visiteurs. Cette durée est jugée pénalisante car il s'agit de visiteurs occasionnels au droit du site.

8.1.4 Mode de transfert de la source vers les autres milieux

Compte tenu des pollutions mises en évidence et du projet de réaménagement du site (cibles considérées), le mode de transfert de la source vers les autres milieux est le suivant :

- la volatilisation depuis les sols et dispersion atmosphérique ou transfert au travers des parois d'un bâtiment. Les milieux d'exposition sont l'air atmosphérique et l'air intérieur d'un bâtiment et l'air extérieur au droit des espaces verts.

8.1.5 Milieux d'exposition

Les voies d'administration des polluants dans l'organisme sont de trois types : inhalation, ingestion et contact cutané. Les voies retenues pour chaque cible et pour chacun des 10 modes d'exposition proposés par le guide EDR du Ministère en charge de l'environnement/BRGM/INERIS, version 2000 sont détaillées dans les tableaux suivants.

Les risques potentiels associés à une exposition par voie cutanée avec les sols et poussières ne peuvent être estimés compte tenu de l'absence de relations dose-réponse dans la littérature scientifique. Ainsi, la voie d'exposition cutanée n'est pas retenue dans la présente étude.

Le tableau 3 présente les voies d'exposition retenues.

Scénario retenu récepteurs	Mode d'exposition	Sélection pour l'évaluation	Raison de la sélection ou de l'exclusion
Adultes	Inhalation de polluant sous forme gazeuse	Oui	Présence de polluants volatils dans les sols confinés sur site
	Inhalation de polluant adsorbé sur les poussières du sol	Non	Recouvrement des sols par le bâtiment, du béton ou une couche de terre végétale
	Inhalation de vapeur d'eau polluée	Non	Pas de perméation au travers des canalisations d'amenée d'eau potable. Pas d'usage de la nappe
	Ingestion directe de sol et/ou de poussières	Non	Recouvrement des sols par le bâtiment, du béton ou de la terre végétale
	Ingestion d'aliments d'origine végétale cultivés sur le site	Non	Pas de jardins potagers ni arbres fruitiers sur le site
	Ingestion d'aliments d'origine animale à partir d'animaux élevés, chassés ou pêchés sur le site	Non	Pas d'élevage sur le site
	Ingestion d'eau contaminée	Non	Pas de perméation au travers des canalisations d'amenée d'eau potable. Pas d'usage de la nappe
	Absorption cutanée de sols et/ou de poussières	Non	Pas de valeur de référence spécifique ²
	Absorption cutanée d'eau contaminée	Non	Pas de perméation au travers des canalisations d'amenée d'eau potable. Pas d'usage de la nappe
	Absorption cutanée de polluant sous forme gazeuse	Non	Considéré comme négligeable devant l'inhalation de vapeurs

² le contact cutané : La Circulaire DGS/SD 7B n°2006-234 du 30 mai 2006 stipule qu'en l'absence de VTR pour la voie cutanée, on ne doit envisager aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire ».

8.2 ARR

8.2.1 Méthodologie ARR

La méthodologie retenue pour la réalisation de cette étude prend en compte les textes et outils de la politique nationale de gestion des sites et sols pollués en France de février 2007 et les exigences de la norme AFNOR NF X 31-620 « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » révisée en juin 2011, pour le domaine A : « Etudes, assistance et contrôle ». La prestation est de type PG : Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site, dont l'objectif est de prouver que les mesures prévues préservent la santé publique, par l'Analyse des Risques Résiduels (ARR), soit la prestation élémentaire : A320 : Analyse des enjeux sanitaires.

L'étude est réalisée sur la base des connaissances techniques et scientifiques disponibles à la date de sa réalisation.

L'ARR a été menée sur 5 scénarii qui sont :

- Scénario 1 : terres polluées du stockage I confinées sous un ouvrage béton et terre végétale pour une exposition des travailleurs en intérieur et en extérieur.
- Scénario 2 : terres polluées du stockage II confinées sous un ouvrage béton et terre végétale pour une exposition des travailleurs en intérieur et en extérieur.
- Scénario 3 : terres très polluées in situ, sous couverture de terre pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur.

- Scénario 4 : terres polluées in situ, sous couverture béton pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur.
- Scénario 5 : terres très polluées in situ, sous couverture de terre pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur.

Les sources de pollution identifiées sont :

- Pour le scénario 1 : les sols présentant des teneurs résiduelles en HCT, HAP (sauf naphthalène), BTEX, CAV, PCB et métaux ;
- pour le scénario 2 : les sols présentant des teneurs résiduelles en HCT, HAP (sauf naphthalène), BTEX et métaux (sauf mercure),
- pour le scénario 3 : les sols présentant des teneurs en HCT, HAP, BTEX, CAV, PCB et métaux,
- pour le scénario 4 : les sols présentant des teneurs résiduelles en HCT, HAP (sauf naphthalène), CAV, PCB et métaux,
- pour le scénario 5 : les sols présentant des teneurs résiduelles en HCT, HAP, BTEX, CAV, PCB et métaux.

Compte tenu des pollutions mises en évidence et du projet de réaménagement du site (cibles considérées), le mode de transfert de la source vers les autres milieux est la volatilisation depuis les sols et dispersion atmosphérique ou transfert au travers des parois d'un bâtiment. Les milieux d'exposition sont l'air atmosphérique et l'air intérieur d'un bâtiment et l'air extérieur au droit des espaces verts.

La voie d'exposition retenue est l'inhalation du polluant sous forme gazeuse. Seuls les composés volatils ont donc été retenus et par conséquent les composés suivants ont été écartés : les hydrocarbures dont C>16, les HAP autre que le naphthalène, les métaux autre que le mercure et les PCB.

8.2.2 Méthode de quantification des risques sanitaires

La méthodologie de quantification des risques sanitaires adoptée est celle préconisée par le guide EDR du Ministère en charge de l'environnement/BRGM/INERIS, version 2000 et reprise par les circulaires ministérielles de février 2007.

L'évaluation du risque nécessite la prise en compte simultanée d'expositions par différentes voies et concerne l'ensemble des composés pour lesquels l'additivité des risques est ici considérée. La voie d'exposition prise en compte dans ce calcul est l'inhalation de vapeurs depuis les sols pour cinq scénarii différents. Les risques sanitaires QD (Quotient de danger) et ERi (Excès de risque individuel) sont synthétisés dans les tableaux pour chacun des scénarii.

Aucun contact direct avec les sols de surface n'a été pris en compte, puisque l'ensemble des sols seront recouverts par du béton ou de la terre végétale saine. Aucun jardin potager n'a été envisagé ni aucune utilisation des eaux souterraines.

Le choix des VTR figure pages 16 et 17 de l'annexe 4 de ce rapport.

8.2.3 Scénario 1 : confinement des terres du stockage I

8.2.3.1 DESCRIPTION DU SCENARIO

Ce scénario est réalisé grâce aux résultats d'analyses de la campagne de mai 2014, pour les sondages RZ PT 1-1 et RZ PT 1-2, réalisés sur les terres du stockage I (sarcophage).

Les cibles de cette pollution sont :

- les travailleurs du site et l'exposition des travailleurs est en extérieur.
- Le risque pour des travailleurs situés latéralement à ce confinement, en intérieur, ne peut être modélisé. Aussi il a été modélisé une situation majorante considérant que la source se situait juste en dessous du bâtiment de plain-pied pour un travailleur intérieur.

Les conditions de confinement de cette pollution seront celles présentées sur les schémas du chapitre 6 du présent plan de gestion et sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Scénario	Profondeur pollution	Type de couverture	Epaisseur couverture	Temps d'exposition
Scénario 1 : confinement des terres du stockage I	2.90 m	Béton Terre végétale compactée	20 cm 2.7 m	Travailleur espaces verts : 4h/j et 15x/an pendant 42 ans Travailleur intérieur : 100h/an pendant 42 ans

8.2.3.2 CONCENTRATIONS DES VAPEURS DANS L'AIR INTERIEUR ET EXTERIEUR

Substances	AIR EXTERIEUR		AIR EXTERIEUR et INTERIEUR	AIR INTERIEUR		Scénario 1	
	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	Concentrations en extérieur - sans dallage	Concentrations en intérieur de plain pied
	Bruit de fond (source OQAI)	Valeurs réglementaires - décret 2002-213 (valeur limite) ou directive 2004/107/CE	Valeurs guide OMS	Bruit de fond (source OQAI)	Valeurs guide ANSES ou INDEX, valeurs repère HCSP (**)	Travailleurs extérieur	Travailleurs en intérieur
Mercure élémentaire	-	-	1,0E-03	-	-	1,3E-07	3,8E-05
Toluène	1,3E-02	-	2,6E-01	4,0E-02	-	1,3E-05	1,4E-03
Ethylbenzène	2,6E-03	-	-	8,6E-03	-	1,3E-06	1,6E-04
M+p-Xylène	7,1E-03	-	-	2,0E-02	<i>2,0E-01</i>	3,8E-06	5,1E-04
Aromatic nC5-nC7 benzène						voir B	nd
Aromatic nC7-nC8 toluène						voir T	nd
Aromatic nC12-nC16	-	-	-	-	-	2,2E-05	2,1E-03
1,2,4-triméthylbenzène (pseudocumène)	4,1E-03	-	-	-	-	1,6E-06	2,3E-04

(*) valeur guide relative aux expositions chroniques au tétrachloroéthylène pour les effets non cancérogènes uniquement
(**) en gras : valeur repère du HCSP, souligné : valeur guide de l'ANSES (VGA), en italique : valeur guide projet INDEX.
Pour le benzène, la valeur repère du HCSP est de 5 µg/m³ en 2012 et atteindra 2 µg/m³ en 2015 (-1 µg/m³ par an)

concentration supérieure au bruit de fond logements
concentration supérieure aux valeurs réglementaires
concentration supérieure à une valeur guide

Les concentrations modélisées dans l'air intérieur et dans l'air extérieur sont toutes inférieures aux valeurs de référence pour l'air ambiant quand elles existent.

8.2.3.3 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES POUR LES GAZ INHALES EN INTERIEUR ET EXTERIEUR

Scénario 1	Effets toxiques à seuil non cancérogènes Quotient de danger (QD)			Effets toxiques à seuil cancérogènes Quotient de danger (QD)			Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)		
	Travailleurs extérieur	Travailleurs intérieur	Composés tirant le risque	Travailleurs extérieur	Travailleurs intérieur	Composés tirant le risque	Travailleurs extérieur	Travailleurs intérieur	Composés tirant le
INHALATION VAPEURS EN INTERIEUR, niveau principal choisi	0,0E+00	2,3E-03	mercure	0,0E+00	0,0E+00		0,0E+00	0,0E+00	
INHALATION VAPEURS EN EXTERIEUR sans dallage	5,4E-06	0,0E+00	mercure	0,0E+00	0,0E+00		0,0E+00	0,0E+00	
TOTAL	5,4E-06	2,3E-03	mercure	0,0E+00	0,0E+00		0,0E+00	0,0E+00	
Risques acceptables									
Risques non acceptables									

Le tableau ci-dessus montre qu'avec les hypothèses constructives retenues, les risques sanitaires sont au sens des circulaires ministérielles de février 2007 :

- acceptables pour les effets non cancérogènes, avec des quotients de danger inférieurs à la valeur considérée comme acceptable (QD = 1) ;
- acceptables pour les effets cancérogènes, avec des excès de risques individuels inférieurs à la valeur considérée comme acceptable (ERI = 10-5).

8.2.4 Scénario 2 : Confinement des terres du stockage II

8.2.4.1 DESCRIPTION DU SCENARIO

Ce scénario est réalisé grâce aux résultats d'analyses de la campagne de septembre 2012, pour les sondages S5-1 et S5-2, réalisés sur la zone polluée le long de la route digue.

Les cibles de cette pollution sont :

- les travailleurs du site et l'exposition des travailleurs est en extérieur.
- Comme pour le scénario 1, le risque pour des travailleurs situés latéralement à ce confinement, en intérieur, ne peut être modélisé. Aussi il a été modélisé une situation majorante considérant que la source se situait juste en dessous du bâtiment de plain-pied pour un travailleur intérieur.

Les conditions de confinement de cette pollution seront celles présentées sur les schémas du chapitre 6 du présent plan de gestion et sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Scénario	Profondeur pollution	Type de couverture	Epaisseur couverture	Temps d'exposition
Scénario 2 : confinement des terres du stockage II	2.90 m min	Béton Terre végétale compactée	20 cm 2.7 m	Travailleur : 4h/j 15x/an pendant 42 ans Travailleur intérieur : 100h/an pendant 42 ans

8.2.4.2 CONCENTRATIONS DES VAPEURS DANS L'AIR INTERIEUR ET EXTERIEUR

Pour ce scénario, aucun composé volatil n'a été identifié. Par conséquent aucun calcul de concentration n'a été mené.

8.2.5 Scénario 3 : Terres restées en place au niveau de la route digue, terres très polluées

8.2.5.1 DESCRIPTION DU SCENARIO

Ce scénario est réalisé grâce aux résultats d'analyses de la campagne de mai 2014, pour les sondages PT 1-1 RZ, PT 2-1 RZ, PT 2-2 RZ et PT 2-3 RZ, réalisés sur des terres en place, le long de la route digue.

Les cibles de cette pollution sont :

- les travailleurs entretenant les espaces verts et assurant la maintenance et l'entretien des installations
- et les visiteurs du site.

L'exposition des cibles est quotidienne et se situe en extérieur.

Les conditions de « stockage » de cette pollution sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Scénario	Profondeur pollution	Type de couverture	Epaisseur couverture	Temps d'exposition
Scénario 3 : Terres en place route digue	40 cm min	Terre végétale compactée	40 cm	Travailleur quotidien : 4h/j pendant 220 j et 42 ans Visiteur : 1h/j pendant 220 j/an et pendant 40 ans

8.2.5.2 CONCENTRATIONS DES VAPEURS DANS L'AIR EXTERIEUR

Substances	AIR EXTERIEUR		AIR EXTERIEUR et INTERIEUR	AIR INTERIEUR		Scénario 3 Concentrations en extérieur - sans dallage
	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)
	Bruit de fond (source OQAI)	Valeurs réglementaires - décret 2002-213 (valeur limite) ou directive 2004/107/CE	Valeurs guide OMS	Bruit de fond (source OQAI)	Valeurs guide ANSES ou INDEX, valeurs repère HCSP (**)	Travailleurs et visiteurs
Métaux potentiellement volatils						
Mercure élémentaire	-	-	1,0E-03	-	-	2,4E-06
HAP						
Naphtalène	-	-	-	-	1,0E-02	2,5E-05
COHV						
BTEX						
Toluène	1,3E-02	-	2,6E-01	4,0E-02	-	2,1E-03
Ethylbenzène	2,6E-03	-	-	8,6E-03	-	7,9E-04
M+p-Xylène	7,1E-03	-	-	2,0E-02	<i>2,0E-01</i>	2,8E-03
o-Xylène	2,7E-03	-	-	7,8E-03	-	5,0E-04
HYDROCARBURES PAR CLASSES						
Aliphatique nC10-nC12	-	-	-	-	-	1,1E-01
Aliphatique nC12-nC16	-	-	-	-	-	1,1E-02
Aromatique nC5-nC7 benzène						voir B
Aromatique nC7-nC8 toluène						voir T
AUTRES SUBSTANCES						
1,2,4-triméthylbenzène (pseudocumène)	4,1E-03	-	-	-	-	6,0E-03
1,3,5-triméthylbenzène (mésitylène)	-	-	-	-	-	2,5E-03
isopropylbenzène (cumène)	-	-	-	-	-	1,3E-04
(**) valeur guide relative aux expositions chroniques au tétrachloroéthylène pour les effets non cancérogènes uniquement (***) en gras : valeur repère du HCSP, souligné : valeur guide de l'ANSES (VGAI), en italique : valeur guide projet INDEX. Pour le benzène, la valeur repère du HCSP est de 5 µg/m3 en 2012 et atteindra 2 µg/m3 en 2015 (-1 µg/m3 par an)						
concentration supérieure au bruit de fond logements						
concentration supérieure aux valeurs réglementaires						
concentration supérieure à une valeur guide						

Les concentrations modélisées dans l'air extérieur sont toutes inférieures aux valeurs de référence pour l'air ambiant quand elles existent, excepté pour le pseudocumène dont la concentration est supérieure au bruit de fond de logements. La valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP), concentration moyenne pondérée pour une période de 8 heures par jour en fonction d'une semaine de 40 heures d'après la Réglementation de la Santé et de la Sécurité au Travail est de 123 mg/m³. La concentration attendue pour cette substance est donc négligeable. De plus, dans ce scénario, on se situe en extérieur or la mesure de prévention pour ce composé, d'après la CNESST est la ventilation.

8.2.5.3 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES POUR LES GAZ INHALES EN EXTERIEUR

Scénario 3	Effets toxiques à seuil non cancérigènes Quotient de danger (QD)			Effets toxiques à seuil cancérigènes Quotient de danger (QD)			Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)		
	Travailleurs	Visiteurs	Composés tirant le risque	Travailleurs	Visiteurs	Composés tirant le risque	Travailleurs	Visiteurs	Composés tirant le risque
Voies d'exposition									
INHALATION VAPEURS EN EXTERIEUR sans dallage	2,0E-02	4,9E-03	aliphatique C10-C12	0,0E+00	0,0E+00		8,3E-09	2,0E-09	
TOTAL	2,0E-02	4,9E-03	aliphatique C10-C12	0,0E+00	0,0E+00		8,3E-09	2,0E-09	
Risques acceptables									
Risques non acceptables									

Le tableau ci-dessus montre qu'avec les hypothèses constructives retenues, les risques sanitaires sont au sens des circulaires ministérielles de février 2007 :

- acceptables pour les effets non cancérigènes, avec des quotients de danger inférieurs à la valeur considérée comme acceptable (QD = 1) ;
- acceptables pour les effets cancérigènes, avec des excès de risques individuels inférieurs à la valeur considérée comme acceptable (ERI = 10⁻⁵).

8.2.6 Scénario 4 : Terres restées en place au niveau de l'auvent, terres polluées

8.2.6.1 DESCRIPTION DU SCENARIO

Ce scénario est réalisé grâce aux résultats d'analyses de la campagne d'octobre 2014, pour les sondages Auvent 1 à Auvent 6, réalisées sur des terres en place, au niveau de l'auvent sur une zone remodelée pour laquelle aucune excavation n'a été effectuée.

Les cibles de cette pollution sont :

- les travailleurs
- et les visiteurs du site.

L'exposition des cibles est quotidienne et se situe en extérieur.

Les conditions de « stockage » de cette pollution sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Scénario	Profondeur pollution	Type de couverture	Epaisseur couverture	Temps d'exposition
Scénario 4 : Terres en place Auvent	47 cm	Grave Bitume du parking de l'auvent	35 cm 12 cm	Travailleur quotidien : 4h/j pendant 220 j/an et 42 ans Visiteur : 1h/j pendant 220j/an et 40 ans

8.2.6.2 CONCENTRATIONS DES VAPEURS DANS L'AIR EXTERIEUR

Substances	AIR EXTERIEUR		AIR EXTERIEUR et INTERIEUR	AIR INTERIEUR		Scénario 4
	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	Concentrations en extérieur - sans dallage
	Bruit de fond (source OQAI)	Valeurs réglementaires - décret 2002-213 (valeur limite) ou directive 2004/107/CE	Valeurs guide OMS	Bruit de fond (source OQAI)	Valeurs guide ANSES ou INDEX, valeurs repère HCSP (**)	Travailleurs et visiteurs
Métaux potentiellement volatils						
Mercurie élémentaire	-	-	1,0E-03	-	-	1,0E-06
AUTRES SUBSTANCES						
1,2,4-triméthylbenzène (pseudocumène)	4,1E-03	-	-	-	-	9,4E-05
(*) valeur guide relative aux expositions chroniques au tétrachloroéthylène pour les effets non cancérogènes uniquement (**) en gras : valeur repère du HCSP, souligné : valeur guide de l'ANSES (VGAI), en italique : valeur guide projet INDEX. Pour le benzène, la valeur repère du HCSP est de 5 µg/m³ en 2012 et atteindra 2 µg/m³ en 2015 (-1 µg/m³ par an)						
concentration supérieure au bruit de fond logements						
concentration supérieure aux valeurs réglementaires						
concentration supérieure à une valeur guide						

Les concentrations modélisées dans l'air extérieur sont toutes inférieures aux valeurs de référence pour l'air ambiant quand elles existent.

8.2.6.3 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES POUR LES GAZ INHALES EN EXTERIEUR

Scénario 4	Effets toxiques à seuil non cancérogènes Quotient de danger (QD)			Effets toxiques à seuil cancérogènes Quotient de danger (QD)			Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)		
	Travailleurs	Visiteurs	Composés tirant le risque	Travailleurs	Visiteurs	Composés tirant le risque	Travailleurs	Visiteurs	Composés tirant le risque
Voies d'exposition									
INHALATION VAPEURS EN EXTERIEUR sans dallage	5,7E-04	1,4E-04	mercure	0,0E+00	0,0E+00		0,0E+00	0,0E+00	
TOTAL	5,7E-04	1,4E-04	mercure	0,0E+00	0,0E+00		0,0E+00	0,0E+00	
Risques acceptables									
Risques non acceptables									

Le tableau ci-dessus montre qu'avec les hypothèses constructives retenues, les risques sanitaires sont au sens des circulaires ministérielles de février 2007 :

- acceptables pour les effets non cancérogènes, avec des quotients de danger inférieurs à la valeur considérée comme acceptable (QD = 1) ;
- acceptables pour les effets cancérogènes, avec des excès de risques individuels inférieurs à la valeur considérée comme acceptable (ERI = 10-5).

8.2.7 Scénario 5 : Terres restées en place au niveau de la zone G6 des coquilles d'huitres, terres très polluées

8.2.7.1 DESCRIPTION DU SCENARIO

Ce scénario est réalisé grâce aux résultats d'analyses de la campagne de mai 2014, pour les sondages G6 RZ PC 2-1 et TE RZ PC 2-2, réalisés sur des terres en place, dans la zone dites de « coquilles d'huitres ».

Les cibles de cette pollution sont :

- les travailleurs
- et les visiteurs du site.

L'exposition des cibles est quotidienne et se situe en extérieur.

Les conditions de « stockage » de cette pollution sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Scénario	Profondeur pollution	Type de couverture	Epaisseur couverture	Temps d'exposition
Scénario 5 : Terres en place « Coquilles d'huitres »	10 cm	Terre végétale compactée	10 cm	Travailleur quotidien : 4h/j pendant 220 j/an pendant 42 ans Visiteur : 1h/j pendant 220 j/an et pendant 40 ans

8.2.7.2 CONCENTRATIONS DES VAPEURS DANS L'AIR EXTERIEUR

Substances	AIR EXTERIEUR		AIR EXTERIEUR et INTERIEUR	AIR INTERIEUR		Scénario 5
	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	Concentrations en extérieur - sans dalage
	Bruit de fond (source OQAI)	Valeurs réglementaires - décret 2002-213 (valeur limite) ou directive 2004/107/CE	Valeurs guide OMS	Bruit de fond (source OQAI)	Valeurs guide ANSES ou INDEX, valeurs repère HCSP (**)	Travailleurs et visiteurs
Métaux potentiellement volatils:						
Mercurie élémentaire	-	-	1,0E-03	-	-	8,3E-05
BTEX						
Toluène	1,3E-02	-	2,6E-01	8,3E-02	-	8,3E-04
M+p-Xylène	7,1E-03	-	-	4,0E-02	<i>2,0E-01</i>	4,4E-04
HYDROCARBURES PAR CLASSES						
Aromatic nC5-nC7 benzène						voir B
Aromatic nC7-nC8 toluène						voir T
AUTRES SUBSTANCES						
1,2,4-triméthylbenzène (pseudocumène)	4,1E-03	-	-	2,1E-02	-	2,5E-04
(*) valeur guide relative aux expositions chroniques au tétrachloroéthylène pour les effets non cancérigènes uniquement						
(**) en gras : valeur repère du HCSP, souligné : valeur guide de l'ANSES (VGAI), en italique : valeur guide projet INDEX.						
Pour le benzène, la valeur repère du HCSP est de 5 µg/m ³ en 2012 et atteindra 2 µg/m ³ en 2015 (-1 µg/m ³ par an)						
concentration supérieure au bruit de fond logements						
concentration supérieure aux valeurs réglementaires						
concentration supérieure à une valeur guide						

Les concentrations modélisées dans l'air extérieur sont toutes inférieures aux valeurs de référence pour l'air ambiant quand elles existent.

8.2.7.3 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES POUR LES GAZ INHALES EN EXTERIEUR

Scénario 5	Effets toxiques à seuil non cancérigènes Quotient de danger (QD)			Effets toxiques à seuil cancérigènes Quotient de danger (QD)			Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)		
	Travailleurs	Visiteurs	Composés tirant le risque	Travailleurs	Visiteurs	Composés tirant le risque	Travailleurs	Visiteurs	Composés tirant le risque
Voies d'exposition									
INHALATION VAPEURS EN EXTERIEUR sans dallage	4,2E-02	1,1E-02	mercure	0,0E+00	0,0E+00		0,0E+00	0,0E+00	
TOTAL	4,2E-02	1,1E-02	mercure	0,0E+00	0,0E+00		0,0E+00	0,0E+00	
Risques acceptables									
Risques non acceptables									

Le tableau ci-dessus montre qu'avec les hypothèses constructives retenues, les risques sanitaires sont au sens des circulaires ministérielles de février 2007 :

- acceptables pour les effets non cancérigènes, avec des quotients de danger inférieurs à la valeur considérée comme acceptable (QD = 1) ;
- acceptables pour les effets cancérigènes, avec des excès de risques individuels inférieurs à la valeur considérée comme acceptable (ERI = 10-5).

8.2.8 Conclusion de l'ARR

L'ARR a été réalisée pour 5 scénarii :

- Scénario 1 : terres polluées du stockage I confinées sous un ouvrage béton et terre végétale pour une exposition des travailleurs en intérieur et en extérieur.
- Scénario 2 : terres polluées du stockage II confinées sous un ouvrage béton et terre végétale pour une exposition des travailleurs en intérieur et en extérieur.
- Scénario 3 : terres in situ très polluées, sous couverture de terre pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur.
- Scénario 4 : terres in situ polluées, sous couverture béton pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur.
- Scénario 5 : terres in situ très polluées, sous couverture de terre pour une exposition des travailleurs et des visiteurs en extérieur.

Les cibles pour lesquelles le risque sanitaire a été évalué sont des adultes (travailleurs) pour les scénarii 1 et 2 et les adultes travailleurs ainsi que les adultes visiteurs pour les scénarii 3, 4 et 5.

Les voies d'exposition retenues dans le cadre de cette étude sont l'inhalation de vapeur en intérieur du bâtiment et à l'extérieur.

Il n'y a pas de dépassement des seuils de risques inacceptables tels que définis par la politique nationale de gestion des sites pollués (annexe 2 de la lettre aux préfets du 8 février 2007) et **l'état environnemental du site est compatible avec les usages prévus après la mise en place des mesures de gestion.**

9 BILAN COUTS/AVANTAGES

Dans ce contexte, les techniques pouvant être mises en œuvre pour la gestion des terres polluées sont :

- L'évacuation à l'extérieur du site pour stockage en centre de stockage de déchets
- Le confinement sur site avec des dispositions spécifiques

Mesures de gestion proposées	Gestion sur site	Evacuation du site
Avantages	Meilleure maîtrise des volumes pollués Bilan GES meilleur (Peu de transport) Optimisation déblai remblai	Ordonnancement et planification facilitée Enlèvement de la pollution du site
Inconvénients	Pollution reste sur site Confinement partielle des sources Suivi à mettre en place	Déplacement de la pollution Volume de remblaiement à trouver pour compenser l'exportation de terres Bilan GES négatif Bilan environnemental non satisfaisant
Coûts estimatif	Terrassement : 10 € * 2600 m ³ Dalle béton : 200 € * 600 m ² Coût du suivi sur 10 ans : 90 000 €HT Arrondi à : 250 000 €HT	Evacuation et mise en centre de classe I : 290 € * 450 m ³ Evacuation et mise en centre de classe II : 165 € * 2150 m ³ Import de terres propres pour remblaiement : 55€ * 2600 m ³ Arrondi à : 630 000 €HT

Suite à ce bilan, la gestion sur site a été retenue.

10 MESURES DE GESTION DES TERRES POLLUEES

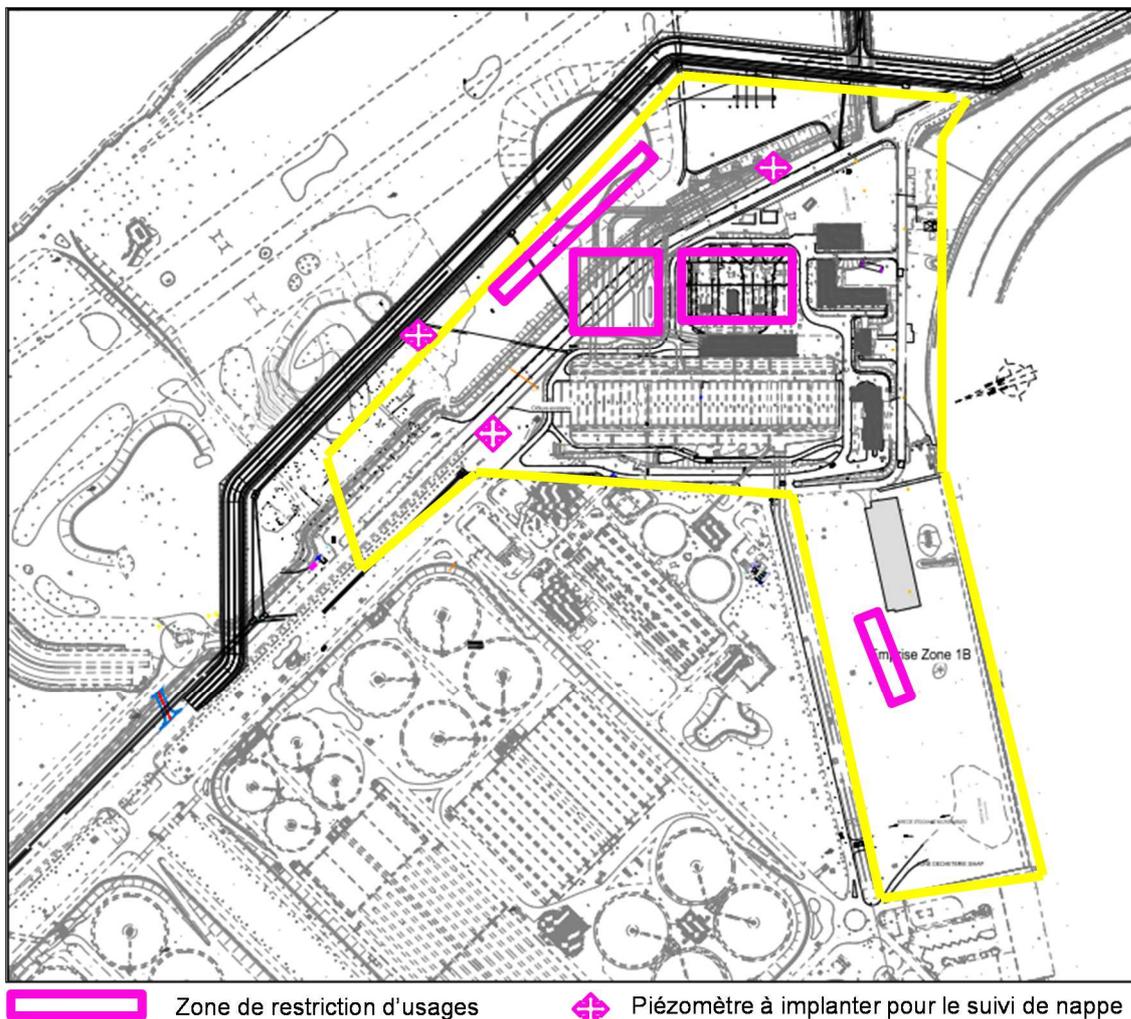
10.1 Protection des sols

Les mesures de gestion pour permettre la réalisation du projet consistent en un recouvrement de ces terres en respectant les modalités suivantes :

- pour les terres polluées du stockage I, mise en place d'un dallage béton de 20 centimètres d'épaisseur et 2,70 m de terre compactée
- pour les terres polluées du stockage II, mise en place d'un dallage béton de 20 centimètres d'épaisseur et 2,70 m de terre compactée
- Sous l'auvent maintien de 35 centimètres de grave et de 12 centimètres de bitume
- Le long de la route digue, pose de 30 centimètres de terre végétale compactée

10.3 Mesures concernant les eaux souterraines

Bien que les analyses d'eau souterraine n'aient pas révélées de pollution lors de l'étude, nous proposons toutefois la surveillance de la nappe au droit du site.
Une surveillance annuelle de trois piézomètres installés 1 en amont des stockages et 2 en aval permettra de suivre la qualité des eaux sur les paramètres : HCT C10-C40, HAP, Benzène, TEX, BTEX, Naphtalène, PCB, Indice phénol, Chlorures, fluorures, Sulfates, COT, Antimoine, Arsenic, Baryum, Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Molybdène, Nickel, Plomb, Sélénium, Zinc.



10.4 Localisation des terres polluées

A la fin de l'enfouissement des terres polluées, le SIAAP fera établir un plan géolocalisé en X, Y et Z de ces pollutions.

11 MOYENS DE SURVEILLANCE

11.1 Pendant le confinement des terres

Il est proposé de réaliser des échantillons représentatifs des terres avant confinement définitif sur les stockages I et II.

Stockages I : 3 échantillons de terres seront prélevés : un en surface, un au milieu et un à la base du sarcophage. Sur ces terres, l'ensemble des paramètres seront analysés : HCT C10-C40, HAP, Benzène, TEX, BTEX, Naphtalène, PCB, Indice phénol, Chlorures, fluorures, Sulfates, COT, Antimoine, Arsenic, Baryum, Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Molybdène, Nickel, Plomb, Sélénium, Zinc.

Stockage II : 10 échantillons de terres seront prélevés régulièrement répartis le long de l'andain. Sur ces terres, l'ensemble des paramètres seront analysés : HCT C10-C40, HAP, Benzène, TEX, BTEX, Naphtalène, PCB, Indice phénol, Chlorures, fluorures, Sulfates, COT, Antimoine, Arsenic, Baryum, Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Molybdène, Nickel, Plomb, Sélénium, Zinc.

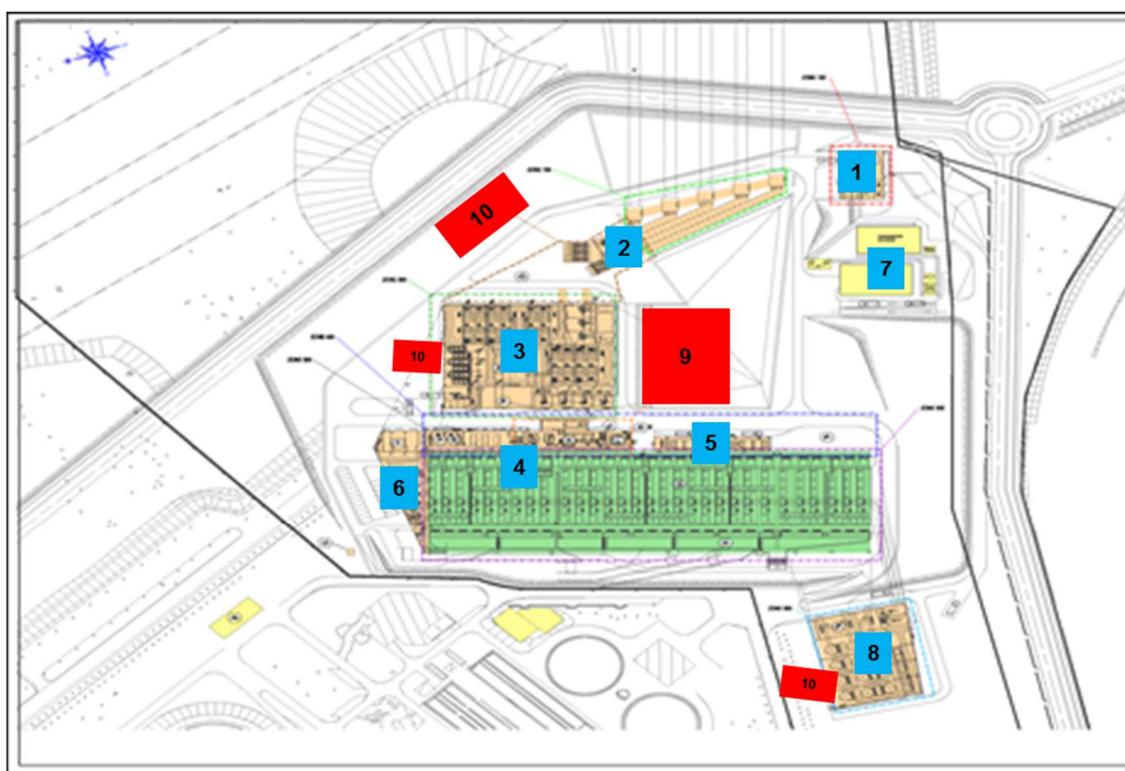
Le confinement des terres sera suivi par le maître d'œuvre de l'opération prétraitements qui

- Balisera le chantier pour éviter toute erreur dans les dépôts de terres et éviter leur mélange
- vérifiera :
 - l'étanchéité par géo-membrane, placée dans les carreaux
 - l'épaisseur des dalles béton
 - l'épaisseur des remblais surmontant le confinement

En cas de non respect d'un ou de plusieurs de ses paramètres, les hypothèses prises dans le cadre de l'ARR seraient modifiées et les incidences attendues potentiellement différentes voir préjudiciables pour l'environnement.

11.2 Après travaux

A la réception des travaux, le SIAAP mandatera un bureau d'études pour dresser une attestation de conformité des travaux au présent rapport et aux niveaux de pollution attendus. Celle-ci sera transmise à la DRIEE.



Futures installations des prétraitements

- 1: Vidange des émissaires
- 2: Homogénéisation
- 3: Dégrillage
- 4: Traitement sables et graisses
- 5: Produits calmants
- 6: locaux d'exploitation
- 7: désodorisation réutilisée
- 8: Désodorisation physico-chimique
- 9: **Zone de confinement de la pollution**
- 10: **pollution en place**

Plan de localisation des pollutions après travaux

11.2.1 Vérification de la pérennité du confinement

La vérification de la pérennité du confinement sera assurée par des mesures réalisées tous les 5 ans.

Des mesures d'air en extérieur ou en intérieur, seront réalisées à l'aplomb de chaque site où sont stockées les pollutions et dans la galerie technique du dégrillage, afin de détecter la présence de polluants.



Localisation des zones de pollution sur photos avant et après travaux

12 INFORMATIO N

Conformément à l'article R125-43, le site des prétraitements étant toujours en activité et soumis à la réglementation des ICPE, il est donc exclus des secteurs d'information sur les sols.