



## AMCOR - Site de Saint Seurin sur l'Isle (33)

### Etude de faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

#### AMCOR Flexibles

Monsieur Pierre ATHANE  
16 rue Henri BARBUSSE  
33660 SAINT SEURIN SUR L'ISLE  
Tél. : 06 12 58 76 73

#### Antea Group

Direction Régionale Grand-Ouest  
Immeuble Le Tertioptôle – Entrée A3  
61 rue Jean Briaud – CS60054  
33692 MERIGNAC CEDEX  
Tél. secrétariat : 05.57.26.02.80  
[www.anteagroup.fr](http://www.anteagroup.fr)





AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

## Synthèse non technique

CONTEXTE	
Client :	<b>AMCOR</b>
Adresse du site :	16 rue Henri BARBUSSE - 33660 SAINT SEURIN SUR L'ISLE
Contexte de l'étude :	Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution par des hydrocarbures.
Missions réalisées	<p>Rappel du schéma conceptuel, des contraintes du site et des solutions étudiées dans le cadre du plan de gestion initial.</p> <p>Analyse préliminaire des solutions d'excavation des terres impactées envisageables.</p> <p>Etude approfondie de quatre solutions d'excavation des terres impactées retenues.</p> <p>Bilan comparatif, mise en perspective à la solution du plan de gestion initial et recommandations.</p>
RESULTATS	
	<p>Quatre solutions d'excavation des terres impactées retenues, étudiées et chiffrées : talus libre, pieux sécants, rideau de palplanches, blindage à l'avancement.</p> <p>Solutions apportant le meilleur compromis : solutions de soutènement permanent (palplanche ou pieux sécants).</p> <p>A ce stade, la poursuite de la surveillance environnementale avec adaptation du réseau de suivi (intégration, à minima, du piézomètre Pz5) afin de contrôler l'absence de transfert hors site reste la solution jugée la plus pertinente.</p>



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

## Synthèse technique

Suite aux conclusions du diagnostic complémentaire et du plan de gestion établis par Antea Group en avril 2016 (rapport A82573/B) ainsi qu'aux remarques de la DREAL dans son courrier en date d'octobre 2016, AMCOR, en accord avec Antea Group, a souhaité que soit effectuée une étude technico-économique des solutions de traitement envisageables pour les sols impactés aux hydrocarbures totaux situés en zone non saturée et dans la zone de battement de la nappe, en complément au plan de gestion déjà réalisé par Antea Group.

Les solutions d'excavation en zone saturée n'ont pas été étudiées dans ce document dans la mesure où elles génèreraient des contraintes supplémentaires fortes associées à des surcoûts non négligeables.

En premier lieu, Antea Group a établi un rappel du schéma conceptuel :

- La problématique concerne des Hydrocarbures faiblement voire non volatiles localisés dans les sols en profondeur (au-delà de 2 à 3 m sauf exception) et correspond, selon les cycles hydrogéologiques, à la zone de battement de la nappe. Une faible part semble également présente en zone non saturée.
- Les eaux souterraines montrent l'absence d'anomalies en hydrocarbures totaux en limite de la zone concernée et donc l'absence de transfert hors site.
- Les enjeux sanitaires pour les travailleurs du site apparaissent non significatifs au vu de l'aménagement du site (ancien local compresseur sans usage actuel, zone extérieure objet de passage avec fréquence d'activité faible) et de l'emprise et la nature des sources identifiées.
- Il n'existe pas de voie d'exposition à cette pollution pour les usagers de l'Isle hors site (absence d'anomalie observée pour ce milieu).

Dans ce contexte Antea Group a établi, après un rappel de l'usage du site et des contraintes de la zone étudiée, une analyse préliminaire des solutions d'excavation des terres impactées envisageables.

Cette analyse a conduit à retenir les quatre solutions d'excavation des terres impactées suivantes :

- Excavation par talus libre,
- Excavation avec soutènement permanent de type pieux sécants,
- Excavation avec soutènement permanent de type palplanche,
- Excavation avec soutènement provisoire de type blindage à l'avancement.

Pour chacune d'entre elles, ont été précisés : description de la technique, présentation des travaux préparatoires ou études préalables, durée prévisionnelle des travaux, calcul des volumes de terre mobilisées et quantité d'hydrocarbures extraites (bilan massique) ainsi que méthodologie des techniques retenues (méthodologie des travaux de terrassement, méthodologie des travaux d'évacuation et d'élimination hors site, méthodologie des travaux de remblaiement des fouilles, servitudes et restrictions d'usages).

A l'issue de cette présentation, le bilan comparatif ci-dessous a été établi.



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

Solution	Volume de terres polluées traitées	Volume de terres polluées résiduelles	Masse d'Hydrocarbures totaux traitée (approximation)	Masse d'Hydrocarbures totaux résiduelle (approximation)	Estimation coûts (€ HT)	Répartition des coûts	Délais
Talus libre	266 (m <sup>3</sup> ) ≈ 47 %	304 (m <sup>3</sup> ) ≈ 53 %	≈ 54 %	≈ 46 %	Etude préalable : 7 000 € Phase préliminaire : 26 100 € Travaux : 78 700 € <b>Total : 140 000 € (*)</b>	Etude préalable : 6 % Phase préliminaire : 23 % Travaux : 70 %	Etudes préalables : 1 mois Travaux : 1 mois
Soutènement permanent : pieux sécants	405 (m <sup>3</sup> ) ≈ 71 %	165 (m <sup>3</sup> ) ≈ 29 %	≈ 75 %	≈ 25 %	Etude préalable : 9 000 € Phase préliminaire : 26 100 € Travaux : 320 800 € <b>Total : 445 000 € (*)</b>	Etude préalable : 3 % Phase préliminaire : 7 % Surcoûts contraintes géotechniques : 52 % Travaux : 38 %	Etudes préalables : 1 mois Travaux : 3 mois
Soutènement permanent : rideau de palplanches	405 (m <sup>3</sup> ) ≈ 71 %	165 (m <sup>3</sup> ) ≈ 29 %	≈ 75 %	≈ 25 %	Etude préalable : 9 000 € Phase préliminaire : 26 100 € Travaux : 300 800 € <b>Total : 420 000 € (*)</b>	Etude préalable : 3 % Phase préliminaire : 8 % Surcoûts contraintes géotechniques : 49 % Travaux : 40 %	Etudes préalables : 1 mois Travaux : 2 mois
Soutènement provisoire : blindage	480 (m <sup>3</sup> ) ≈ 84 %	91 (m <sup>3</sup> ) ≈ 16 %	≈ 87 %	≈ 13 %	Etude préalable : 7 000 € Phase préliminaire : 26 100 € Travaux : 185 400 € <b>Total : 273 000 € (*)</b>	Etude préalable : 3 % Phase préliminaire : 12 % Travaux : 85 % (dont environ 60 % de surcoûts liés aux contraintes géotechniques)	Etudes préalables : 1 mois Travaux : 2,5 mois

(\*) Montant total incluant un aléa de 15 % et des coûts de maîtrise d'œuvre de 10 %.

Les estimations de masse traitée ont été calculées sur la base de la masse d'hydrocarbures totale estimée en zone non saturée et dans la zone de battement de la nappe. Elles ne prennent pas en compte le fait qu'une part des hydrocarbures ne sera pas extraite par les techniques proposées correspondant aux sols impactés résiduels situés en zone saturée. L'estimation de ce résiduel est délicate dans la mesure où l'on dispose de très peu de données sur la qualité des sols en zone saturée.

Au regard de l'étude comparative, si une solution de traitement des sols impactés par les hydrocarbures devait être mise en œuvre, le choix d'un soutènement permanent (palplanche ou pieux sécants) semble le meilleur compromis bien qu'il soit le plus coûteux. La solution par blindage à l'avancement bien qu'elle permette d'atteindre la masse d'hydrocarbures la plus conséquente s'avère beaucoup plus contraignante en termes de gestion du chantier avec un phasage délicat et long (nombreuses reprises des matériaux, mobilisation et déplacement du blindage à l'avancement). Par ailleurs, cette méthodologie de travaux semble peu adaptée aux contraintes du site (zone exiguë, peu de possibilité de stockage).

Enfin, Antea Group rappelle qu'étant donné que :

- les enjeux environnementaux liés aux risques de transfert hors site via les eaux souterraines sont globalement maîtrisés à ce stade des connaissances,
- l'incertitude existante sur l'évolution potentielle de la qualité de la nappe au regard des données observées dans les sols en zone saturée et non saturée,
- les contraintes techniques associées à la configuration de la zone concernée par la problématique hydrocarbures,
- les enjeux sanitaires pour les salariés du site apparaissent non significatifs au vu de l'aménagement du site (zone de passage avec fréquence d'activité faible) et de l'emprise des sources identifiées.



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

# Sommaire

	Pages
<b>1 Introduction.....</b>	<b>6</b>
1.1 Contexte et objectifs .....	6
1.2 Méthodologie .....	6
<b>2 Rappel du schéma conceptuel .....</b>	<b>7</b>
2.1 Sources .....	7
2.2 Vecteurs de transfert.....	7
2.3 Cibles potentielles .....	8
<b>3 Etude de solution de traitement de la pollution des sols par les hydrocarbures.....</b>	<b>9</b>
3.1 Usage de la zone étudiée.....	9
3.2 Rappel des contraintes de la zone.....	9
3.3 Rappel des solutions étudiées dans le cadre du plan de gestion initial .....	9
3.4 Etude approfondie des solutions d'excavation des terres impactées .....	11
<b>4 Bilan comparatif, mise en perspective à la solution du plan de gestion initial et recommandations.....</b>	<b>21</b>

## Tableaux :

Tableau 1 : Codification selon la norme NFX31-620 .....	6
Tableau 2 : Rappel des solutions de gestion envisageables pour les sols – Adaptabilité au site.....	10
Tableau 3 : Solutions d'excavation envisageables pour le traitement des sols au droit du secteur étudié .....	14
Tableau 4 : Comparaison des différentes solutions d'excavation des terres impactées envisageables.....	23

## Annexes :

Annexe 1. Codification des prestations selon la norme NFX31-620	
Annexe 2. Zonage pris en compte pour l'analyse préliminaire des solutions d'excavation des terres impactées envisageables	



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

# 1 Introduction

## 1.1 Contexte et objectifs

La société AMCOR Flexibles a confié à Antea Group en 2015/2016 un diagnostic complémentaire et un plan de gestion ainsi qu'un suivi d'eaux souterraines du fait de la présence de sols impactés par des hydrocarbures sur son site de St Seurin sur l'Isle (33).

Cette étude a confirmé la présence de sols impactés par des hydrocarbures à proximité d'une ancienne salle compresseur et ses fosses de récupération des condensats, dans la zone non saturée et la zone saturée, en bordure immédiate de la rivière (l'Isle). Du fait de la désaffectation du local concerné qui n'accueille aucun travailleur (donc aucune exposition potentielle en intérieur au droit de cet atelier), de l'absence de migration hors site constatée des hydrocarbures et des contraintes d'accès à cette zone très enclavée sur le site, Antea Group a proposé la mise en œuvre d'une surveillance de la qualité de la nappe, sans mise en œuvre de travaux de dépollution.

Malgré cette recommandation, la DREAL (dans son courrier en date d'octobre 2016) demande à AMCOR de proposer une solution de traitement de la zone impactée / d'étudier la faisabilité de solution de traitement de la pollution des sols.

Suite aux échanges entre AMCOR, Antea Group lors de la réunion du 10 novembre 2016, le présent rapport concerne la réalisation d'une étude technico-économique des solutions de traitement envisageables, en complément au plan de gestion déjà réalisé par Antea Group. Le plan de gestion ayant montré que les solutions d'excavation étaient les plus adaptées au regard de la nature de la pollution et du contexte géologique local, l'objectif de la présente étude est d'analyser techniquement et économiquement les solutions d'excavation des sols impactés envisageables en zone non saturée et dans la zone de battement de la nappe en les comparant à la précédente option retenue (surveillance de la qualité des eaux souterraines). Dans la mesure où elles génèreraient des contraintes supplémentaires fortes associées à des surcoûts non négligeables, les solutions d'excavation en zone saturée nécessitant une gestion des eaux n'ont pas été étudiées ici. Une part de la pollution par les hydrocarbures n'est donc pas traitée au travers des techniques proposées dans cette étude. Des techniques de traitement de finition pourraient être étudiées (par exemple : ajout de produit pour biodynamiser le milieu) mais leur applicabilité au contexte du site reste très incertaine.

## 1.2 Méthodologie

Cette étude a été conduite conformément aux guides méthodologiques établis par le Ministère en charge de l'Environnement, en adéquation avec les circulaires ministérielles du 8 février 2007 relatives aux modalités de gestion des sites et sols pollués. La présente étude entre dans le champ d'application de la norme NF X 31-620 du 25 juin 2011 applicables aux « Prestations de service relatives aux sites et sols pollués ». Les prestations réalisées dans le cadre de cette étude répondent aux exigences définies dans la partie 2 de la norme et sont codifiées :

Codification	Prestations
A 330	Réalisation du bilan coûts/avantages, identification des différentes options possibles

Tableau 1 : Codification selon la norme NFX31-620



## 2 Rappel du schéma conceptuel

### 2.1 Sources

Les sources identifiées à l'issue des diagnostics mis en œuvre sont **les sols** présentant un impact en hydrocarbures. En effet, les résultats de novembre 2015 confirment des teneurs élevées en hydrocarbures totaux C10-C40 en aval proche de l'ancien local compresseur. Ces teneurs sont observées principalement en profondeur (au-delà de 2 à 3 m sauf exception) et pourraient correspondre, selon les cycles hydrogéologiques, à la zone de battement de la nappe. L'extension horizontale de ces anomalies semble limitée vers le nord-ouest au niveau du sondage S31 (situé à environ 15 m du local compresseur) qui ne présente pas d'anomalies en hydrocarbures totaux pour les horizons impactés au droit des autres sondages.

Les hydrocarbures en présence correspondent à des hydrocarbures lourds faiblement voire non volatils (prédominance des fractions C16-C40) pour lesquels les formes aliphatiques sont majoritairement représentées.

En ce qui concerne le secteur des cuves aériennes (sondage S28), des teneurs élevées en hydrocarbures totaux sont confirmées dans l'échantillon ayant présenté des indices d'impact *in situ* (0.9-1 m). Au regard des observations de terrain, les terrains sous-jacents ne présentent pas d'indice particulier de contamination y compris dans la zone de battement de la nappe. Il s'agit donc d'une seconde source d'extension a priori limitée qui ne semble pas à l'origine des anomalies en hydrocarbures totaux observées en profondeur en aval de l'atelier.

En ce qui concerne les **eaux souterraines**, les analyses réalisées en novembre 2015 et avril 2016 au droit de Pz5 confirment l'absence d'anomalies en hydrocarbures totaux dans les eaux souterraines, en limite du site et donc l'absence de transfert hors site, via les eaux souterraines. Toutefois, les impacts observés dans les sols au niveau supposé de la zone de battement de la nappe justifient une surveillance de la qualité de la nappe dans ce secteur.

De plus, la comparaison de la qualité des eaux à l'amont de l'atelier (Pz6) et à l'aval (Pz5) montre un gradient de concentrations à la hausse pour les hydrocarbures totaux C10-C40 qui semble confirmer la présence d'une source de pollution au niveau de l'ancien local compresseur (bien que ces concentrations soient non significatives d'un impact).

Enfin, on rappelle que les analyses réalisées sur les eaux de surface de l'Isle, en aval immédiat de la zone d'étude, n'ont pas mis en évidence de concentrations en hydrocarbures (concentrations inférieures à la limite de détection du laboratoire).

### 2.2 Vecteurs de transfert

L'**air du sol** est retenu compte tenu, d'une part, de la présence d'anomalies en hydrocarbures totaux mise en évidence dans les sols (saturés voire non saturés) lors des diagnostics mis en œuvre et, d'autre part, de la présence de fractions volatiles (faiblement représentée). Au regard de la faible part de fractions volatiles et de l'absence de fréquentation prolongée au droit de la zone étudiée, il s'agit d'une voie de transfert minoritaire.

Les **sols** au droit de la zone présentent un impact uniquement en profondeur et ne constituent donc pas un vecteur de transfert par ingestion direct de particules de sol et contact cutané.

Concernant les **eaux souterraines** (nappe superficielle), une partie des composés identifiés peut être mise en solution et transférée dans la nappe d'eau souterraine (transfert vertical) puis vers l'aval du site et vers le réseau hydrologique drainant proche (Isle) (transfert horizontal). Les investigations mises en œuvre en novembre 2015 et avril 2016 sur ce milieu n'ont pas montré d'anomalies. Toutefois l'évolution éventuelle de ces teneurs reste à surveiller.

Selon les niveaux relevés en novembre 2015, les eaux superficielles de l'Isle drainent les eaux souterraines. Aussi, le vecteur de transfert d'une pollution éventuelle de la nappe souterraine vers l'Isle existe. Toutefois, les résultats d'analyses des eaux de surface de l'Isle montrent que ce transfert n'est pas mis en évidence (absence d'anomalies et absence d'impact entre le point de prélèvement amont et aval de l'usine en novembre 2015), ce dernier n'est donc pas retenu.



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

A ce jour, au regard des investigations mises en œuvre, malgré la présence d'hydrocarbures totaux C10-C40 dans les sols en aval proche de l'ancien local compresseur, il n'est pas constaté de transfert dans la nappe superficielle ni de transfert hors site.

## 2.3 Cibles potentielles

---

Les cibles potentielles sont les travailleurs évoluant sur le site. On rappelle toutefois que les enjeux sanitaires pour les travailleurs du site apparaissent non significatifs au vu de l'aménagement du site (ancien local compresseur sans usage actuel, zone extérieure objet de passage avec fréquence d'activité faible) et de l'emprise et la nature des sources identifiées.

Compte tenu de la position du site en bordure du cours d'eau de l'Isle et des sens d'écoulement de la nappe superficielle observés en novembre 2015, il n'existe pas d'usagers de la nappe superficielle en aval de la zone étudiée.

Enfin, concernant les eaux superficielles de l'Isle, celles-ci sont utilisées pour un usage de pêche ou de loisir. Néanmoins, compte tenu de l'absence d'anomalies observées en novembre 2015 pour les paramètres recherchés au droit des points de prélèvements, les usagers de ce milieu ne sont pas exposés.



## 3 Etude de solution de traitement de la pollution des sols par les hydrocarbures

### 3.1 Usage de la zone étudiée

L'usage industriel du site n'a pas vocation à changer. La zone objet de l'étude (aval ancien local compresseur) correspond à un secteur exigu situé entre un bâtiment et la berge de l'Isle. Ce secteur correspond à l'ancienne salle compresseur et à la zone extérieure de 7 à 9 m de large environ, en surplomb par rapport à la rivière. Des réseaux enterrés y sont présents ainsi que des installations industrielles annexes (filtre WERNER, aérotherme).

La présence de travailleur adulte sur ce secteur est occasionnelle et correspond essentiellement à des opérations de maintenance.

### 3.2 Rappel des contraintes de la zone

Les principales contraintes liées au secteur étudié sont :

- Site en activité avec des risques associés à la sécurité des personnes et des équipements.
- Exiguïté située entre un bâtiment et la berge de l'Isle. Ce secteur correspond à une zone de 7 à 9 m de large environ, en surplomb par rapport à la rivière, ne permettant pas de disposer d'une grande emprise pour du stockage de terre. Par ailleurs, l'exiguïté de la zone est potentiellement contraignante pour le passage d'engins de très gros gabarit.
- Présence de réseaux enterrés et d'installations industrielles.
- Zone en bordure de berge de l'Isle dont le confortement n'est pas connu à ce jour (incertitudes d'ordre géotechnique).
- Impact en hydrocarbures constaté dans la zone saturée et la zone non saturée (impact observé au-delà de 2 à 3 m sauf exception).

### 3.3 Rappel des solutions étudiées dans le cadre du plan de gestion initial

Les différentes techniques de dépollution peuvent être classées en fonction de la nature des procédés employés, à savoir :

- Les procédés physiques : le principe consiste à utiliser des fluides (eau ou gaz), présents dans le sol ou injectés, comme vecteur pour transporter la pollution vers des points d'extraction ou pour l'immobiliser ;
- Les procédés biologiques : ils consistent à utiliser des micro-organismes, le plus souvent des bactéries (mais aussi des champignons et des végétaux), pour favoriser la dégradation totale ou partielle des polluants. Certains bioprocédés permettent aussi de fixer ou de solubiliser certains polluants ;
- Les procédés thermiques : ils utilisent la chaleur pour détruire le polluant (ex : incinération, thermolyse), l'extraire (ex : désorption thermique), ou de le rendre inerte (ex : vitrification, ...) ;
- Les procédés chimiques : ils utilisent les propriétés chimiques des polluants pour, à l'aide de réactions appropriées, les inerte (précipitation, ...), les détruire (oxydation, réduction, ...) ou les séparer du milieu pollué (surfactants, ...).

Les techniques de dépollution peuvent aussi être classées en fonction du lieu de traitement :

- Traitements hors site (ou ex situ) : ils supposent l'excavation/extraction du milieu pollué (déchets, terre, eau) et son évacuation vers un centre de traitement approprié ;
- Traitements sur site (ou on site) : ils consistent à excaver les terres et à les traiter sur le site même ;
- Traitements *in situ* (ou en place) : ils correspondent à un traitement sans excavation, les sols sont laissés en place. Il s'agit alors soit d'extraire le polluant seul, soit de le dégrader ou de le fixer dans le sol ;
- Confinement : il consiste à empêcher / limiter la migration des polluants.



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

Dans le cadre du plan de gestion initial, une revue de l'ensemble des technologies existantes a été réalisée. N'avaient été retenues que les technologies pouvant être considérées pour le traitement, ou la maîtrise des risques associés, des composés identifiés dans les sols c'est-à-dire les hydrocarbures. Le tableau ci-après synthétise les solutions de gestion envisageables pour le traitement des sols au droit du secteur étudié.

Nature des procédés	Lieu du traitement	Techniques de dépollution	Milieu concerné	Applicabilité
Physique	<i>In situ</i>	Venting <i>in situ</i> (extraction des polluants volatils par mise en dépression des sols)	Zone non saturée	Non (-) adaptée pour les HC volatils, peu représentés dans le cas présent (-) adapté pour les pollutions en zone non saturée
	On site	Excavation des terres impactées par des moyens mécaniques Stockage sur site pour traitement Remblaiement de la fouille Remise en état de la zone	Zone non saturée, possibilité en zone saturée	Non
		Landfarming		(-) nécessité d'un espace disponible sur site (-) technique moyennement adaptée aux HC en présence (peu volatils)
		Biotertre ventilé (traitement biologique)		Non (-) technique moyennement adaptée aux HC en présence (peu volatils) (-) site mobilisé sur une longue durée
	Biotertre avec aération mécanique des terres	Non (-) technique moyennement adaptée aux HC en présence (peu volatils) (-) site mobilisé sur une longue durée		
<i>Ex situ</i>	Etudes préalables Démontage des installations Excavation des terres impactées par des moyens mécaniques Transport des terres Elimination en filière adaptée Remblaiement de la fouille Remise en état de la zone	Zone non saturée, possibilité en zone saturée	Oui (+) technique adaptée aux HC en présence (--) contraintes géotechniques fortes nécessitant des études de faisabilité préalables (--) source sol non supprimée en totalité en lien avec les contraintes géotechniques	
Biologique	<i>In situ</i>	Bioventing (venting associé à l'ajout de nutriments pour déclencher une biodégradation des polluants)	Zone non saturée	Non (-) adapté pour les pollutions en zone non saturée (-) adaptée pour les HC volatils, peu représentés dans le cas présent
	<i>In situ</i>	Atténuation naturelle dynamisée (ajout de composé spécifique dans les sols pour créer des conditions favorables à l'activité des microorganismes responsables de la biodégradation des contaminants)	Zone non saturée	Non (-) adaptée pour les HC volatils, peu représentés dans le cas présent
Thermique	<i>In situ</i>	Désorption thermique (application d'une source de chaleur pour extraire les polluants volatils par volatilisation)	Zone non saturée	Non (-) adapté pour les pollutions en zone non saturée

Tableau 2 : Rappel des solutions de gestion envisageables pour les sols – Adaptabilité au site



## 3.4 Etude approfondie des solutions d'excavation des terres impactées

### 3.4.1 Phase préparatoire de démolition des structures et démontage des équipements

Les solutions de gestion par excavation des sols impactés décrites par la suite nécessiteront une phase préliminaire de travaux pour permettre l'accès aux sols sur l'ensemble de la zone. Elle comprendra les opérations suivantes :

- Le démontage des installations industrielles extérieures : filtre WERNER, aérotherme,
- La destruction du local des anciens compresseurs,
- Le retrait des anciennes fosses de récupération,
- Le repérage et la gestion des réseaux enterrés (selon les cas : coupure, démontage, dévoiement).

Les coûts estimés pour ces opérations sont les suivants :

- Le démontage des installations industrielles extérieures : 11 300 € HT,
- La destruction du local des anciens compresseurs (hors dalle béton) : 9 500 € HT,
- Démolition : anciennes fosses de récupération et dalles béton (considérées non inertes) : 5 300 € HT
- La gestion des réseaux enterrés : coût non évalué à ce stade.

On souligne que les coûts de destruction et de démolition sont fortement dépendants des fondations du bâti existant et des caractéristiques géotechniques des berges de l'Ilse. En effet, en cas de problématique de stabilité (du local ou de la berge), ces coûts seraient fortement augmentés.

### 3.4.2 Analyse préliminaire des solutions d'excavation des terres impactées envisageables

#### 3.4.2.1 Hypothèses et données d'entrées prises en compte

Les solutions d'excavation des sols impactés par les hydrocarbures et les chiffrages correspondants (volumes de terrassements, masse de polluant, coûts) sont basés sur les hypothèses suivantes :

- Les solutions proposées ciblent le traitement de la zone non saturée et de la zone de battement de la nappe uniquement. Ainsi, il n'a pas été étudié de solution spécifique pour le traitement des sols en zone saturée (problématique de gestion des eaux souterraines générant des contraintes et des coûts supplémentaires non négligeables) et, dans ce cadre, il est préconisé d'intervenir en période de basses eaux afin de traiter un volume maximum de sols impactés. La cote piézométrique des basses eaux connue à ce jour au droit du secteur étudié correspond au relevé de novembre 2015 soit 13,44 m NGF (Pz5). En conséquence, la cote plancher de terrassement retenue est de 13,5 m NGF,
- Cote altimétrique moyenne de la zone d'étude : 17,4 m NGF,
- Epaisseur maximale de terrassement : 3,9 m de sol (delta cote altimétrique / cote plancher de terrassement),
- Hauteur du sous-sol situé sous le local des anciens compresseurs : 1,5 m (y compris dalle béton),
- Hauteur des anciennes fosses de récupération : 1,5 m,
- Densité moyenne des sols : 2,1 (au-delà de 3 m de profondeur : argiles sableuses ou sables argileux présentant parfois des galets),
- Le compactage des matériaux d'apport n'a pas été pris en compte à ce stade (volume de remblais pris équivalent au volume de déblais). Ce compactage serait de l'ordre de 5 %,
- Coûts d'élimination des terres impactées : à ce stade, au regard des données disponibles, une filière d'élimination de type biocentre ou Installation de Stockage de Déchets non Dangereux (ISDND) a été prise en compte avec un coût d'élimination de 90 euros par tonne (transport inclus). Cette filière devra être validée par obtention d'un certificat d'acceptation préalable. L'évolution des coûts pris en compte impacterait équitablement l'ensemble des solutions.
- Coûts d'élimination des dalles béton : en l'absence de données sur la qualité de la dalle béton du local à démolir et au regard des anciennes installations accueillies, celle-ci a été considérée comme non inerte et des coûts d'élimination en ISDND ont été pris en compte. Ce point devra être vérifié via des analyses préalables de la dalle.



En cas de révision des coûts d'élimination, l'évolution des prix de ce poste impacterait équitablement l'ensemble des solutions.

- Volumes de terres saines en surface et démolition (dalle béton) :

Aire concernée (Cf. Figure Annexe 2)	Surface impactée (m <sup>2</sup> )	Epaisseur décaissement (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
S1A	102	2.0	204
S1B	161	3.0	483
S2	66.5	1.5	100
S3	30	1.5	45
<b>Total</b>	<b>359</b>		<b>832</b>

- Volumes de terres polluées à extraire :

Aire concernée (Cf. Figure Annexe 2)	Surface impactée (m <sup>2</sup> )	Epaisseur concernée (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
S1A	102	1.9	194
S1B	161	0.9	145
S2	66.5	2.4	160
S3	30	2.4	72
<b>Total</b>	<b>359</b>		<b>571</b>

- Volumes de remblais d'apport extérieur à mettre en œuvre (en complément du réemploi des terres de surface non impactées) :

Aire concernée (Cf. Figure Annexe 2)	Surface impactée (m <sup>2</sup> )	Epaisseur concernée (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
S1A	102	1.9	194
S1B	161	0.9	145
S2	66.5	3.9	259*
S3	30	3.9	117**
<b>Total</b>	<b>359</b>		<b>715</b>

\*inclus le comblement du sous-sol situé sous le local des anciens compresseurs.

\*\* inclus le comblement du vide généré par l'enlèvement des anciennes fosses de récupération.

- Au regard des incertitudes existantes sur les fondations du bâti existant et des caractéristiques géotechniques des berges de l'Isle et afin de prendre en compte, de manière générale, les aléas liés au chantier, une sécurité de 15 % a été retenue. On soulignera que certains coûts pourront être précisés dans le cadre de l'étude de conception préalable aux travaux.
- Un coût de 10 % a été ajouté au montant total des travaux afin de prendre en compte les prestations de maîtrise d'œuvre.

### 3.4.2.2 Revue des solutions envisageables

La revue de l'ensemble des technologies de traitement de la contamination par excavation des sols impactés (en zone non saturée) est synthétisée dans le tableau ci-après.



Solution	Descriptif succinct	Etudes préalables	Volume de terres polluées traitées	Volume de terres polluées résiduelles	Avantage	Inconvénient
Terrassement en talus libre	Terrassement des terres polluées selon une pente de talus temporaire de 1H/1V	Etude géotechnique de projet G2PRO Etude de stabilité des talus	266 (m <sup>3</sup> ) ≈ 47 %	304 (m <sup>3</sup> ) ≈ 53 %	Terrassement libre pouvant être rapide d'exécution	Ne permet d'atteindre et d'extraire les terres polluées que dans la zone centrale de largeur > 6.0m  Pas de sécurité dans la procédure d'exécution des terrassements : risque de déstabilisation des fondations existantes selon leur position et géométrie (inconnue à ce jour)  <b>Plus de 50 % des terres polluées seront non traitées</b>
Terrassement avec soutènement permanent : Pieux sécants	Avant le terrassement, création et mise en œuvre d'un confortement périphérique autour des aires concernées : la paroi de soutènement est constituée de pieux en béton forés, se recouvrant partiellement	Etude géotechnique de projet G2PRO Mesure de perméabilité	405 (m <sup>3</sup> ) ≈ 71 %	165 (m <sup>3</sup> ) ≈ 29 %	Sécurité dans la procédure d'exécution des terrassements  Permet un éventuel arrêt temporaire des travaux de dépollution (après réalisation de la paroi de soutènement)  Terrassement des terres de découverte en 1 seule phase  Extraction et évacuation des terres polluées possible en continu	La paroi de soutènement doit être distante à minima de <b>1.0 m</b> au droit des murs existants (contrainte d'accessibilité et de travail de l'engin)  Nécessité d'un engin lourd et de gabarit imposant  Coût d'installation chantier excessif compte tenu des volumes à extraire  <b>Environ 30 % des terres polluées seront non traitées</b>
Terrassement avec soutènement permanent : Rideau de palplanches	Avant le terrassement, création et mise en œuvre d'un confortement périphérique autour des aires concernées : la paroi de soutènement est constituée par un rideau de palplanches métalliques jointives	Etude géotechnique de projet G2PRO Mesure de perméabilité	405 (m <sup>3</sup> ) ≈ 71 %	165 (m <sup>3</sup> ) ≈ 29 %	Sécurité dans la procédure d'exécution des terrassements  Permet un éventuel arrêt temporaire des travaux de dépollution (après réalisation de la paroi de soutènement)  Terrassement des terres de découverte en 1 seule phase  Extraction et évacuation des terres polluées possible en continu	La paroi de soutènement devra être distante à minima de <b>1.0 m</b> au droit des murs existants (contrainte d'accessibilité et de travail de l'engin)  Nécessité d'un engin lourd et de gabarit imposant  Coût d'installation chantier excessif compte tenu des volumes à extraire  <b>Environ 30 % des terres polluées seront non traitées</b>
Terrassement avec soutènement permanent : Paroi armée en solmixing	La technique du sol mixing permet la réalisation d'une paroi de confinement hydraulique (en tranchée mélange des terres du site avec une argile bentonitique) avec renforcement structurel du sol par la mise en place d'éléments verticaux résistants (profilés, tubes, poteaux métalliques)	Etude géotechnique de projet G2PRO Mesure de perméabilité Analyse de sols en laboratoire	347 (m <sup>3</sup> ) ≈ 61 %	223 (m <sup>3</sup> ) ≈ 39 %	Sécurité dans la procédure d'exécution des terrassements  Permet un éventuel arrêt temporaire des travaux de dépollution (après réalisation de la paroi de soutènement)  Terrassement des terres de découverte en 1 seule phase  Extraction et évacuation des terres polluées possible en continu	La paroi de confinement doit être distante à minima de <b>2.0 m</b> au droit des murs existants (contrainte d'accessibilité et de travail de l'engin)  Nécessité d'un engin lourd et de gabarit imposant  Coût d'installation chantier prohibitif compte tenu des volumes à extraire  <b>Environ 40 % des terres polluées seront non traitées</b>



Solution	Descriptif succinct	Etudes préalables	Volume de terres polluées traitées	Volume de terres polluées résiduelles	Avantage	Inconvénient
Terrassement avec soutènement provisoire en travaux : Blindage	Terrassement direct avec mise en œuvre de blindage métallique provisoire pour la tenue des fouilles, Terrassements successifs en plusieurs zones distinctes	Etude géotechnique de projet G2PRO	480 (m <sup>3</sup> ) ≈ 84 %	91 (m <sup>3</sup> ) ≈ 16 %	Travaux par zones successives Emprise réduite pour le chantier (stockage et reprise des déblais) <b>Plus de 80 % terres polluées seront traitées</b>	Zone neutralisée minimale de <b>0.50 m</b> de largeur au droit des murs existants Risque de déstabilisation des fondations existantes selon leur position et géométrie (inconnue à ce jour) Phasage et gestion de chantier délicate (dépôt et reprise des terres de découverte) Durée de chantier allongée Travaux par aires successives : complexité de phasage du chantier Rendement journalier de terrassement peu important (en volume) Nécessité d'engins de petit gabarit (camions, pelle hydraulique) Gestion de chantier délicate sur le plan sécurité Solution fortement impactée par la contrainte de gestion de la stabilité
Terrassement en carrière grand diamètre (1.0 m)	Terrassement direct par excavation avec une carrière grand diamètre (1.0 m) Réalisation des fouilles successives jointives	Etude géotechnique de projet G2PRO Etude de stabilité des talus	480 (m <sup>3</sup> ) ≈ 84 %	91 (m <sup>3</sup> ) ≈ 16 %	Travaux par zones successives Emprise réduite pour le chantier (stockage et reprise des déblais) Extraction et évacuation des terres polluées en continu <b>Plus de 80 % terres polluées seront traitées</b>	Zone neutralisée minimale de <b>0.50 m</b> de largeur au droit des murs existants Nécessité d'un engin lourd et de gabarit imposant Risque de déstabilisation des fondations existantes selon leur position et leur géométrie (inconnue à ce jour) Phasage et gestion de chantier délicate (excavation, remblaiement et reprise des terres de découverte) Gestion de chantier délicate sur le plan sécurité Imprécision sur l'interface terres saines / terres polluées Risque élevé de mélange terres saines /terres polluées

Tableau 3 : Solutions d'excavation envisageables pour le traitement des sols au droit du secteur étudié



## AMCOR

### Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

L'excavation en tarière à grand diamètre, bien qu'elle permette d'extraire le volume maximum de terres impactées (avec la solution par blindage), présente une forte incertitude relative à la sécurité dans l'exécution des travaux avec un risque de déstabilisation des fondations existantes. Ses principaux inconvénients concernent la gestion du chantier qui sera délicate (nombreuses reprises des matériaux) et la maîtrise de la pollution avec une imprécision sur l'interface terre impactée/terre saine et un risque de mélange des matériaux. En conséquence, cette technique n'a pas été retenue.

Parmi les solutions de soutènement permanent, il a été choisi d'écarter la technique de paroi armée en solmixing dans la mesure où d'une part, elle permet d'excaver un volume de matériaux impactés plus faible que les soutènements par pieux sécants ou rideau de palplanches et, d'autre part, elle nécessitera la mobilisation d'engins lourds et de gabarit imposant non compatibles avec les contraintes d'accès à la zone.

En conséquence, il est proposé de retenir les quatre solutions suivantes pour l'étude détaillée :

- Terrassement en talus libre,
- Terrassement avec soutènement permanent de type pieux sécants,
- Terrassement avec soutènement permanent de type rideau de palplanches,
- Terrassement avec soutènement provisoire de type blindage métallique.

### 3.4.3 Description des techniques retenues

Le présent chapitre a pour vocation la description des quatre techniques retenues à l'issue de l'analyse préliminaire incluant : la présentation de la technique, la description des études préalables associées, la durée prévisionnelle des travaux, l'estimation financière.

Par ailleurs, afin d'estimer le « bénéfice » de ces différentes solutions nous avons cherché à quantifier la masse d'hydrocarbures totaux pouvant être extraite par chacune des solutions. Cette approche, qui reste estimative, a nécessité de considérer les hypothèses suivantes :

- Définition d'un « zonage » des concentrations sur la base des données disponibles (en fonction des profondeurs impactées/échantillonnées et des concentrations observées) : pour chaque zone une concentration « moyenne » a été proposée. Cette démarche est soumise à incertitude du fait du nombre de sondages et d'analyses disponibles sur le secteur étudié.
- Extrapolation des teneurs mesurées aux abords du bâtiment/cuve enterrée (sondages S27, S17, S29) sous ces bâtis en l'absence de données de terrain.
- Hypothèses sur les épaisseurs de terrain impactées sous l'ancien local compresseur et la cuve enterrée associée.

Dans le cadre de cette approche, la masse d'hydrocarbures totaux résiduelle a également été estimée. Celle-ci est relative aux sols impactés résiduels non extraits du fait des limites de la technique considérée et situés en zone non saturée ou dans la zone de battement de la nappe. Cette estimation ne prend donc pas en compte le fait qu'une part des hydrocarbures n'est pas traitée par les techniques proposées correspondant aux sols impactés résiduels situés en zone saturée. On soulignera que l'estimation de ce résiduel est délicate dans la mesure où l'on dispose de très peu de données sur la qualité des sols en zone saturée et que ces données sont soumises à incertitude (influence possible des eaux souterraines).

#### 3.4.3.1 Terrassement en talus libre

##### **Présentation de la technique**

Cette technique consiste en une excavation directe des sols impactés en plusieurs phases :

- Phase préparatoire permettant l'accès aux sols (cf. chapitre 3.4.1),
- Décapage / terrassement des terres de découverte (terres non impactées) et stockage en attente de réutilisation pour le remblaiement,
- Terrassement des terres polluées selon une pente de talus temporaire de 1H/1V (45°) (hypothèse optimiste compte tenu de la lithologie des terrains reconnus (anciens remblais, sables et argiles), à préciser à l'issue des études préalables),
- Evacuation par camion des terres impactées vers une filière adaptée,
- Remblaiement de la zone y compris avec apport de matériau extérieur pour compenser les matériaux évacués.



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

### Etudes préalables

Cette solution nécessitera la réalisation d'une étude géotechnique de projet de type G2PRO avec deux fouilles ou sondages de reconnaissance des fondations existantes des bâtiments ainsi qu'une étude de stabilité des talus.

**Durée prévisionnelle des travaux :** 1 mois

### Volumes de terres mobilisées et quantité d'hydrocarbures extraites (bilan massique)

Volume de terres polluées traitées	Volume de terres polluées résiduelles	Masse d'Hydrocarbures totaux traitée (données approximatives)	Masse d'Hydrocarbures totaux résiduelle (données approximatives)
266 (m <sup>3</sup> ) ≈ 47 %	304 (m <sup>3</sup> ) ≈ 53 %	4,75 tonnes ≈ 54 %	4 tonnes ≈ 46 %

### Estimation des montants des travaux et études préalables

Mission	Coût prévisionnel	Répartition des coûts
Etudes préalables	7 000 €	6 %
Phase préparatoire	26 100 €	23 %
Forfait installation	5 500 €	5 %
Terrassement	7 500 €	7 %
Evacuation terres polluées et bétons du local compresseur	53 200 €	48 %
Apport remblais	12 500 €	11 %
Total	111 800 € HT	
<b>Aléas (15 %)</b>	16 770 € HT	
<b>Maîtrise d'œuvre (10 %)</b>	11 180 € HT	
<b>TOTAL (arrondi)</b>	140 000 € HT	

### 3.4.3.2 Terrassements avec soutènement permanent : Pieux sécants

#### Présentation de la technique

Cette technique consiste en une excavation directe des sols impactés après création d'un confortement périphérique. Le phasage sera le suivant :

- Phase préparatoire permettant l'accès aux sols (cf. chapitre 3.4.1),
- Décapage / terrassement des terres de découverte (terres non impactées) et stockage en attente de réutilisation pour le remblaiement,
- Création et mise en œuvre d'un confortement périphérique autour des aires à excaver : la paroi sera constituée de pieux en béton forés, se recouvrant partiellement. La profondeur minimale des pieux sera de 6.0 m par rapport au terrain naturel (à valider par les études préalables),
- Terrassement et excavation des terres polluées à l'abri de la paroi de soutènement,
- Evacuation par camion des terres impactées vers une filière adaptée,
- Remblaiement de la zone y compris avec apport de matériau extérieur pour compenser les matériaux évacués.

Les pieux en béton restent en place à l'issue des excavations.

#### Etudes préalables

Cette solution nécessitera la réalisation d'une étude géotechnique de projet de type G2PRO avec deux sondages pressiométriques à 6 m de profondeur minimum et mesures de perméabilité (essai Lefranc en sondage).



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

**Durée prévisionnelle des travaux :** 3 mois

**Volumes de terres mobilisées et quantité d'hydrocarbures extraites (bilan massique)**

Volume de terres polluées traitées	Volume de terres polluées résiduelles	Masse d'Hydrocarbures totaux traitée (données approximatives)	Masse d'Hydrocarbures totaux résiduelle (données approximatives)
405 (m <sup>3</sup> ) ≈ 71 %	165 (m <sup>3</sup> ) ≈ 29 %	6,6 tonnes ≈ 75 %	2,2 tonnes ≈ 25 %

**Estimation des montants des travaux et études préalables**

Mission	Coût prévisionnel	Répartition des coûts
Etudes préalables	9 000 €	3 %
Phase préparatoire	26 100 €	7 %
Forfait installation	15 000 €	4 %
Paroi de soutènement	185 000 €	52 %
Terrassement	8 000 €	2 %
Evacuation terres polluées et bétons du local compresseur	91 200 €	26 %
Apport remblais	21 600 €	6 %
Total	355 900 € HT	
<b>Aléas (15 %)</b>	53 385 € HT	
<b>Maîtrise d'œuvre (10 %)</b>	35 590 € HT	
<b>TOTAL (arrondi)</b>	445 000 € HT	

### 3.4.3.3 Terrassements avec soutènement permanent : Rideau de palplanches

#### Présentation de la technique

Cette technique consiste en une excavation directe des sols impactés après création d'un confortement périphérique. Le phasage sera le suivant :

- Phase préparatoire permettant l'accès aux sols (cf. chapitre 3.4.1),
- Décapage / terrassement des terres de découverte (terres non impactées) et stockage en attente de réutilisation pour le remblaiement,
- Création et mise en œuvre d'un confortement périphérique autour des aires à excaver : la paroi sera constituée par un rideau de palplanches métalliques verticales jointives. La profondeur minimale des palplanches sera de 6 m par rapport au terrain naturel (à valider par les études préalables),
- Terrassement et excavation des terres polluées à l'abri de la paroi de soutènement,
- Evacuation par camion des terres impactées vers une filière adaptée,
- Remblaiement de la zone y compris avec apport de matériau extérieur pour compenser les matériaux évacués.

Les palplanches restent en place à l'issue des excavations.

#### Etudes préalables

Cette solution nécessitera la réalisation d'une étude géotechnique de projet de type G2PRO avec deux sondages pressiométriques à 6 m de profondeur minimum et mesures de perméabilité (essai Lefranc en sondage).

**Durée prévisionnelle des travaux :** 2 mois



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

### Volumes de terres mobilisées et quantité d'hydrocarbures extraites (bilan massique)

Volume de terres polluées traitées	Volume de terres polluées résiduelles	Masse d'Hydrocarbures totaux traitée (données approximatives)	Masse d'Hydrocarbures totaux résiduelle (données approximatives)
405 (m <sup>3</sup> ) ≈ 71 %	165 (m <sup>3</sup> ) ≈ 29 %	6,6 tonnes ≈ 75 %	2,2 tonnes ≈ 25 %

### Estimation des montants des travaux et études préalables

Mission	Coût prévisionnel	Répartition des coûts
Etudes préalables	9 000 €	3 %
Phase préparatoire	26 100 €	8 %
Forfait installation	15 000 €	4 %
Paroi de soutènement	165 000 €	49 %
Terrassement	8 000 €	2 %
Evacuation terres polluées et bétons du local compresseur	91 200 €	27 %
Apport remblais	21 600 €	6 %
Total	335 900 € HT	
<b>Aléas (15 %)</b>	50 385 € HT	
<b>Maîtrise d'œuvre (10 %)</b>	33 590 € HT	
<b>TOTAL (arrondi)</b>	420 000 € HT	

#### 3.4.3.4 Terrassements avec soutènement provisoire : blindage à l'avancement

##### Présentation de la technique

Cette technique consiste en une excavation des sols impactés en plusieurs zones distinctes (travaux par aires successives) après mise en œuvre d'un blindage provisoire. Le phasage sera le suivant :

- Phase préparatoire permettant l'accès aux sols (cf. chapitre 3.4.1),
- Décapage / terrassement des terres de découverte (terres non impactées) et stockage en attente de réutilisation pour le remblaiement,
- Répétition des phases ci-dessous par aires successives :
  - Création et mise en œuvre d'un blindage métallique provisoire sur l'aire définie. La profondeur minimale du blindage sera de 6 m par rapport au terrain naturel (à valider par les études préalables),
  - Terrassement et excavation des terres polluées à l'abri du blindage sur l'aire défini,
  - Stockage des terres impactées en attente d'évacuation,
  - Remblaiement de l'aire définie y compris avec apport de matériau extérieur pour compenser les matériaux évacués,
- Evacuation par camion des terres impactées vers une filière adaptée.

Les blindages sont retirés et déplacés à l'avancement sur la zone à traiter.

##### Etudes préalables

Cette solution nécessitera la réalisation d'une étude géotechnique de projet de type G2PRO avec deux sondages pressiométriques à 6 m de profondeur minimum.

**Durée prévisionnelle des travaux : 2,5 mois**



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

### Volumes de terres mobilisées et quantité d'hydrocarbures extraites (bilan massique)

Volume de terres polluées traitées	Volume de terres polluées résiduelles	Masse d'Hydrocarbures totaux traitée (données approximatives)	Masse d'Hydrocarbures totaux résiduelle (données approximatives)
480 (m <sup>3</sup> ) ≈ 84 %	91 (m <sup>3</sup> ) ≈ 16 %	7,6 tonnes ≈ 87 %	1,2 tonnes ≈ 13 %

### Estimation des montants des travaux et études préalables

Mission	Coût prévisionnel	Répartition des coûts
Etudes préalables	7 000 €	3 %
Phase préparatoire	26 100 €	12 %
Forfait installation	5 000 €	2 %
Terrassement	60 000 €	27 %
Evacuation terres polluées et bétons du local compresseur	93 900 €	43 %
Apport remblais	26 500 €	12 %
Total	218 500 € HT	
<b>Aléas (15 %)</b>	32 775 € HT	
<b>Maîtrise d'œuvre (10 %)</b>	21 850 € HT	
<b>TOTAL (arrondi)</b>	273 000 € HT	

## 3.4.4 Méthodologie des techniques retenues

### 3.4.4.1 Méthodologie des travaux de terrassement

Les sols pollués en hydrocarbures, seront terrassés puis éventuellement disposés sur une aire de stockage temporaire en vue de la réalisation d'analyses de contrôle permettant de définir la filière réglementaire et agréée d'élimination (ISDI, ISDND, ISDD, filières de valorisation, etc.) sur la base des textes réglementaires suivants (liste non exhaustive) :

- directive 2008/98/CE du parlement européen ;
- décision du conseil n°2003/33/CE du 19 décembre 2002 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges ;
- arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes ;
- etc.

Au regard des résultats des analyses actuellement disponibles, sous réserve d'un respect des conditions d'acceptation de la filière retenue (arrêté préfectoral, obtention du CAP1, etc.), les terres impactées par les hydrocarbures, devant être évacuées du site, pourront être orientées vers un biocentre (filiale supposée pour les chiffres).

L'acceptation des terres impactées vers la (ou les) filière(s) d'élimination sera soumise à une procédure de demande du Certificat d'Acceptation Préalable du déchet. Le dossier de demande du certificat est constitué d'une fiche d'identification du déchet, de rapports d'analyses et éventuellement d'une analyse spécifique ou d'une visite sur site par la filière pour une caractérisation du type de déchets devant être éliminés. Une fois le CAP délivré, celui-ci est attribué au site et valable pour une durée d'un an.

Au terme des excavations, en vue de la réception des travaux proposés, des analyses de contrôle en parois et fond de la fouille devront être effectuées.

<sup>1</sup> Certificat d'Acceptation Préalable



## AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

### 3.4.4.2 Méthodologie des travaux d'évacuation et d'élimination hors site

Les terres contaminées devront être évacuées conformément à la réglementation en vigueur.

Afin d'assurer leur traçabilité, la procédure de suivi par Bordereau de Suivi des Déchets (BSD) sera mise en place.

Le BSD est un formulaire qui a pour objet d'assurer la traçabilité des évacuations des déchets et de constituer une preuve de leur élimination pour le producteur responsable. Il comporte des indications sur la provenance des déchets, leurs caractéristiques, les modalités de collecte, de transport et d'entreposage, l'identité des entreprises concernées et la destination des déchets. Le bordereau accompagne les déchets jusqu'à l'installation destinataire qui peut être un centre d'élimination, un centre de regroupement ou un centre de pré-traitement.

### 3.4.4.3 Méthodologie des travaux de remblaiement des fouilles

Après évacuation des terres contaminées, il est considéré que le remblaiement jusqu'aux cotes topographiques actuelles sera principalement réalisé à partir de matériaux issus du site (remblais de découverte sains) puis avec des matériaux d'apport extérieur (non pollués et inertes).

### 3.4.4.4 Servitudes et restrictions d'usages

Etant donné le maintien en place d'une pollution résiduelle dans les sols, il est recommandé, parallèlement à la poursuite du suivi périodique des eaux souterraines, la conservation de la mémoire de la qualité des sols en place au travers de la mise en place de restrictions d'usage.

En effet, afin d'assurer dans le temps la mémoire et la compatibilité entre la qualité résiduelle des sols et les usages futurs des terrains, l'administration prescrira au travers d'un arrêté préfectoral l'institution de règles d'usages. Ces dernières pourront être liées :

- Aux sols et au recouvrement.
- A l'usage.
- Aux travaux éventuels : en cas d'opérations d'excavation des sols au droit du secteur, des lignes de conduite seront à respecter et notamment en termes de suivi de chantier, gestion des terres excavées, traçabilité, filières d'élimination, etc.

En outre, il est probable qu'il soit demandé à l'exploitant de transmettre à l'administration un dossier de servitude. Ce dossier devra restreindre les usages aux seules activités compatibles avec le niveau de dépollution mis en œuvre. Le dossier fera état de la qualité des sols résiduels.



## 4 Bilan comparatif, mise en perspective à la solution du plan de gestion initial et recommandations

Le tableau ci-après présente un comparatif des quatre solutions d'excavation envisagées.

**Sur le plan budgétaire**, la solution d'excavation par talus libre est la moins coûteuse. Par ailleurs, elle présente le meilleur ratio « masse d'hydrocarbures traitée / coût ». Les solutions d'excavation avec mise en œuvre de soutènement permanent (pieux sécants ou palplanches) sont les plus coûteuses du fait des techniques qui sont plus lourdes et présentent un ratio « masse d'hydrocarbures traitée / coût » nettement plus élevé que l'excavation par talus libre. Enfin, la solution de blindage à l'avancement propose un budget intermédiaire.

**Concernant la masse d'hydrocarbures totaux traitée (présente en zone non saturée)**, l'excavation par blindage à l'avancement est la solution qui permet d'atteindre la masse la plus conséquente (environ 87 %). Les solutions de soutènement permanent (pieux sécants ou palplanches), équivalentes en termes de bilan massique, permettent également d'extraire une masse d'hydrocarbures importante (environ 75 %) bien qu'inférieure à l'excavation par blindage. L'excavation par talus libre ne permet de traiter que 54 % environ de la masse d'hydrocarbures. Par ailleurs, cette masse pourrait être revue à la baisse à l'issue de l'étude préliminaire de stabilité des talus.

On rappelle que ces estimations de masse traitée sont calculées sur la base de la masse d'hydrocarbures totale estimée en zone non saturée et dans la zone de battement de la nappe. En effet ces estimations ne prennent pas en compte le fait qu'une part des hydrocarbures ne sera pas extraite par les techniques proposées correspondant aux sols impactés résiduels situés en zone saturée. L'estimation de ce résiduel est délicate dans la mesure où l'on dispose de très peu de données sur la qualité des sols en zone saturée. On rappelle également que les solutions d'excavation en zone saturée n'ont pas été étudiées ici dans la mesure où elles génèreraient des contraintes supplémentaires fortes associées à des surcoûts non négligeables.

Les solutions de soutènement permanent ont l'avantage d'une **simplicité dans la procédure d'exécution des travaux** (terrassement en une seule phase). Cette gestion du chantier s'avère beaucoup plus contraignante pour une excavation par blindage à l'avancement avec un phasage de chantier délicat et long (nombreuses reprises des matériaux, mobilisation et déplacement du blindage à l'avancement). Par ailleurs, cette méthodologie de travaux par blindage semble peu adaptée aux contraintes du site (zone exiguë, peu de possibilité de stockage).

En termes de **sécurité d'exécution** des travaux, l'excavation par talus libre est très incertaine et présente un risque non négligeable de déstabilisation des fondations existantes. En ce qui concerne l'excavation par blindage, la complexité de phasage du chantier rend sa gestion délicate d'un point de vue de la sécurité. Ainsi, seules les solutions de soutènement permanent (pieux sécants ou palplanches) présentent le fort avantage d'une sécurité d'exécution des travaux.

Du fait de leur technicité, les solutions de soutènement permanent sont, tout comme la solution par blindage, fortement impactées par la **contrainte de gestion de la stabilité** (estimée entre 50 à 60 % environ selon les cas).

**En conséquence, au regard de l'étude comparative, si une solution de traitement par excavation des sols impactés par les hydrocarbures devait être mise en œuvre, le choix d'un soutènement permanent semble le meilleur compromis bien qu'il soit le plus coûteux.**

On rappelle que dans le cadre du plan de gestion initial, la solution de surveillance environnementale avec adaptation du réseau de suivi afin de contrôler l'absence de transfert hors site avait été jugée la plus pertinente. Sur la base d'un réseau de surveillance de deux ouvrages et d'un suivi à une fréquence semestrielle pour les paramètres traçeurs de la pollution (HCT C10-C40, HCT C5-C10, HAP, BTEX), le budget estimatif de ce suivi serait d'environ 1 800 à 2 000 euros HT par an.

De manière globale, les quatre solutions détaillées dans la présente étude conduisent à laisser en place une pollution résiduelle des sols (en zone saturée et non saturée), ainsi, quoi qu'il en soit, il sera recommandé de mettre en œuvre un suivi périodique de la qualité des eaux souterraines.



## AMCOR

### Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

On rappelle que des techniques de traitement de finition pourraient être étudiées (par exemple : ajout de produit pour biodynamiser le milieu) mais leur applicabilité au contexte du site reste très incertaine et nécessiterait des études complémentaires.

Enfin, Antea Group rappelle qu'étant donné que :

- les enjeux environnementaux liés aux risques de transfert hors site via les eaux souterraines sont globalement maîtrisés à ce stade des connaissances,
- l'incertitude existante sur l'évolution potentielle de la qualité de la nappe au regard des données observées dans les sols en zone saturée et non saturée,
- les contraintes techniques associées à la configuration de la zone concernée par la problématique hydrocarbures,
- les enjeux sanitaires pour les salariés du site apparaissent non significatifs au vu de l'aménagement du site (zone de passage avec fréquence d'activité faible) et de l'emprise des sources identifiées.

la solution de surveillance environnementale seule avec adaptation du réseau de suivi (intégration, à minima, du piézomètre Pz5) afin de contrôler l'absence de transfert hors site est jugée la plus pertinente à ce stade. Un bilan après quatre années de surveillance permettrait d'analyser l'évolution potentielle de la situation et de proposer d'éventuelles adaptations du suivi.



Solution	Volume de terres polluées traitées	Volume de terres polluées résiduelles	Masse d'Hydrocarbures totaux traitée (approximation)	Masse d'Hydrocarbures totaux résiduelle (approximation)	Estimation coûts (€ HT)	Répartition des coûts	Délais
Talus libre	266 (m <sup>3</sup> ) ≈ 47 %	304 (m <sup>3</sup> ) ≈ 53 %	≈ 54 %	≈ 46 %	Etude préalable : 7 000 € Phase préliminaire : 26 100 € Travaux : 78 700 € <b>Total : 140 000 € (*)</b>	Etude préalable : 6 % Phase préliminaire : 23 % Travaux : 70 %	Etudes préalables : 1 mois Travaux : 1 mois
Soutènement permanent : pieux sécants	405 (m <sup>3</sup> ) ≈ 71 %	165 (m <sup>3</sup> ) ≈ 29 %	≈ 75 %	≈ 25 %	Etude préalable : 9 000 € Phase préliminaire : 26 100 € Travaux : 320 800 € <b>Total : 445 000 € (*)</b>	Etude préalable : 3 % Phase préliminaire : 7 % Surcoûts contraintes géotechniques : 52 % Travaux : 38 %	Etudes préalables : 1 mois Travaux : 3 mois
Soutènement permanent : rideau de palplanches	405 (m <sup>3</sup> ) ≈ 71 %	165 (m <sup>3</sup> ) ≈ 29 %	≈ 75 %	≈ 25 %	Etude préalable : 9 000 € Phase préliminaire : 26 100 € Travaux : 300 800 € <b>Total : 420 000 € (*)</b>	Etude préalable : 3 % Phase préliminaire : 8 % Surcoûts contraintes géotechniques : 49 % Travaux : 40 %	Etudes préalables : 1 mois Travaux : 2 mois
Soutènement provisoire : blindage	480 (m <sup>3</sup> ) ≈ 84 %	91 (m <sup>3</sup> ) ≈ 16 %	≈ 87 %	≈ 13 %	Etude préalable : 7 000 € Phase préliminaire : 26 100 € Travaux : 185 400 € <b>Total : 273 000 € (*)</b>	Etude préalable : 3 % Phase préliminaire : 12 % Travaux : 85 % (dont environ 60 % de surcoûts liés aux contraintes géotechniques)	Etudes préalables : 1 mois Travaux : 2,5 mois

(\*) Montant total incluant un aléa de 15 % et des coûts de maîtrise d'œuvre de 10 %.

**Tableau 4 : Comparaison des différentes solutions d'excavation des terres impactées envisageables**



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

### Observation sur l'utilisation du rapport

#### Observation 1 :

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 saurait 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.

#### Observation 2 :

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.

#### Observation 3 :

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

#### Observation 4 :

Antea Group réalise ses prestations dans le respect des principes de la norme AFNOR NF X 31-620 de juin 2011. Cette norme constitue le socle de la certification « Prestation de services relatives aux sites et sols pollués ». Antea Group est certifiée depuis Décembre 2013 selon cette norme. Antea Group applique les recommandations de la politique de gestion des sites et sols pollués du MEEDDAT, initiée en février 2007 et exprimée dans les circulaires de 2007.



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

# Annexe 1. Codification des prestations selon la norme NFX31-620

(1 page)



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

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

**Domaine A: Études, assistance et Contrôles  
Domaine B : Ingénierie des Travaux de Réhabilitation**

Code		Prestation(s) Antea Group	Code	Prestation	Prestation(s) Antea Group
<b>DOMAINE A</b>					
<b>Offres globales prestations</b>			<b>Évaluation des impacts sur les enjeux à protéger</b>		
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	<b>X</b>
PG	Plan de Gestion		<b>Autres compétences</b>		
IEM	Interprétation de l'État des Milieux		A400	Dossiers de restriction d'usage, servitudes	
CONT	Contrôles mise en œuvre investigations - surveillance ou mesures gestion		<b>DOMAINE B</b>		
XPER	Expertise domaine SSP		<b>Prestations élémentaires</b>		
<b>Diagnostic de l'état des milieux</b>			B001	AMO - Assistance à maîtrise d'ouvrage dans la phase des travaux	
A100	Visite de site		B100	Études de conception	
A110	Études historiques, documentaires et mémorielles		B110	Études de faisabilité technique et financière	
A120	Étude 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 - Études d'avant projet	
A220	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments		B130	PRO - Études de projet	
A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz des sols		B200	Établissement 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	



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

## **Annexe 2. Zonage pris en compte pour l'analyse préliminaire des solutions d'excavation des terres impactées envisageables**

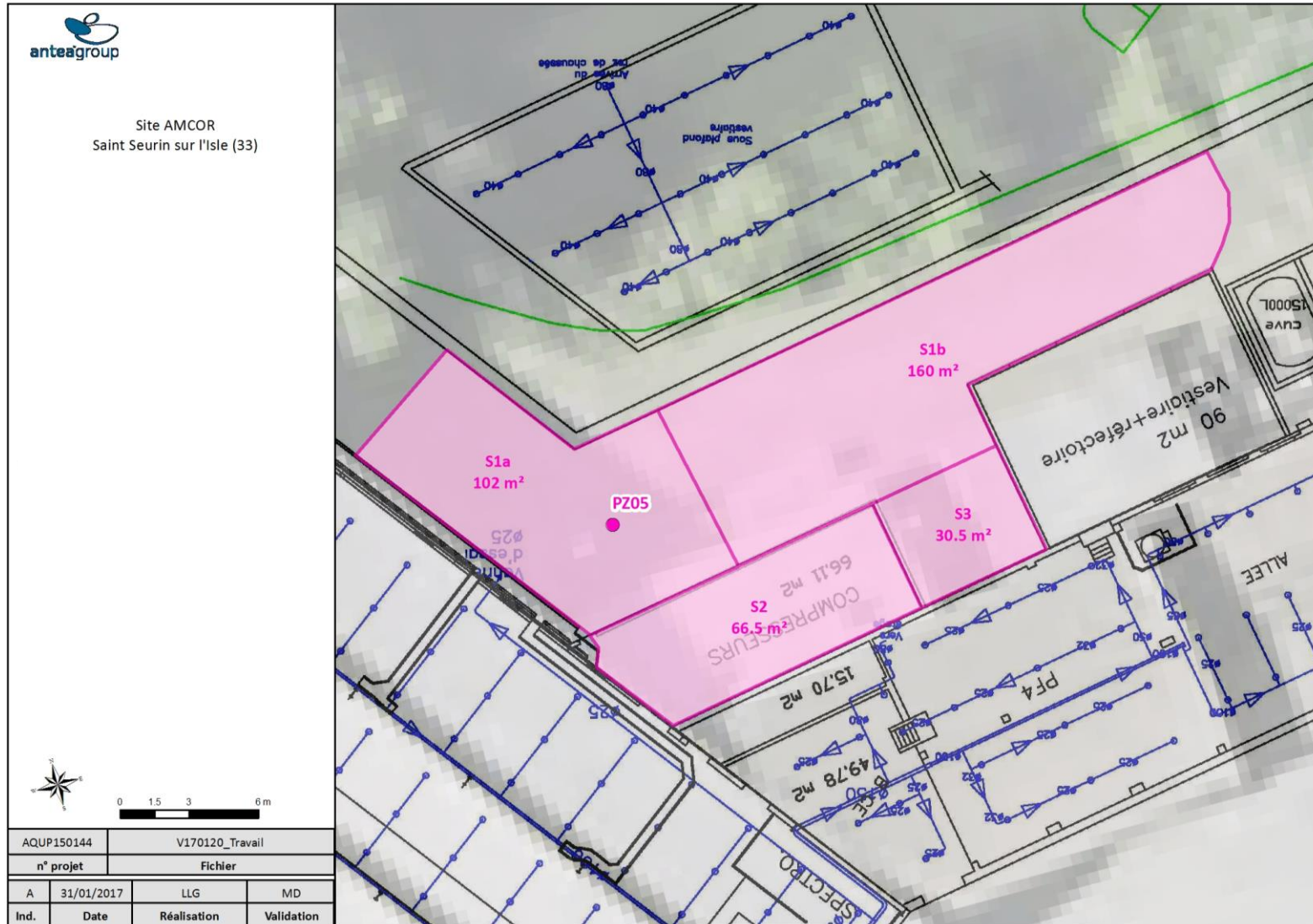
**(1 page)**



AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

**Zonage pris en compte pour l'analyse préliminaire des solutions d'excavation des terres impactées envisageables**





AMCOR

Site de Saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

# Fiche signalétique

## Rapport

Titre : AMCOR – Site de saint Seurin sur l'Isle (33) – Etude de la faisabilité technique et financière pour la gestion et le traitement de la pollution des sols par des hydrocarbures

Numéro et indice de version : A88345/D

Date d'envoi : Juillet 2017

Nombre de pages : 25

Diffusion (nombre et destinataires) :

1 ex. Client + 1 PDF

1 ex. Agence

Nombre d'annexes dans le texte : 2

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

1 ex. Auteur

## Client

Coordonnées complètes : AMCOR Flexibles  
16 rue Henri Barbusse  
33660 SAINT SEURIN SUR L'ISLE

Nom et fonction des interlocuteurs : M. Pierre ATHANE (06.12.58.76.73)

## Antea Group

Unité réalisatrice : Direction Régionale Grand ouest (GRO) – Implantation de Bordeaux

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial : Marion DANEAU / Virginie REYNAUD

Responsable de projet : Marion DANEAU

Secrétariat : Edwige LAFITTE

## Qualité

Rédacteur	Contrôleur	Superviseur
Nom : Marion DANEAU	Nom : Vincent GAROT	Nom : Vincent GAROT
Signature : 	Signature : 	Signature : 

Date : Juillet 2017 - Version D

N° du projet : AQUP160620

Références et date de la commande : n° 4530334807 du 13/12/2016

Mots clés : Etude faisabilité, Traitement, Pollution des sols, HCT