

# TAUX D'UTILISATION ET COÛTS DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES ET FILIÈRES DE TRAITEMENT DES SOLS ET DES EAUX SOUTERRAINES POLLUÉS EN FRANCE

SYNTHÈSE DES DONNÉES 2012

**Octobre 2014**

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par Ernst & Young

**Coordination technique** : Guillaume Masselot – Service Friches Urbaines et Sites Pollués  
(SFUSP) – Direction Villes et Territoires Durables (DVTD) – ADEME Angers



---

**RAPPORT FINAL**

## REMERCIEMENTS

### **Pour leur participation au comité de pilotage :**

Frédérique CADIERE, Guillaume MASSELOT et Didier MARGOT, ADEME  
David CAZAUX, SOLVAY  
Stefan COLOMBANO, BRGM (projet SOLENV)  
Fabrice COPIN, ATILH  
Christel DE LA HOUGUE, UPDS  
Boris DEVIC-BASSAGET, SITA REMEDIATION  
Yoann LE TROQUER, IKOS Sol Meix  
Christel VAUTIER, TOTAL

### **Pour les échanges lors des phases d'entretiens de cadrage et de validation des données :**

Pierre BIBONNE, NAVARRA TS  
Jean-Michel BRUN, GRS Valtech  
Olivier DECHELETTE, SERPOL  
Laetitia GENEAU, GRS Valtech  
Virginie LACOUR, INOVADIA  
Franck LECLERC, SITA REMEDIATION  
Richard MODOLO, Arcadis  
Guillaume MOREL, ORTEC  
Arnault PERRAULT, COLAS Environnement  
Jérôme RHEINBOLD, Colas Environnement

### **Pour leur apport et leur expertise :**

Gérard ANTOINE, DREAL Nord-Pas-de-Calais  
Lucien CICUTTA, DREAL Alsace  
Audrey DEBRAS, DREAL Picardie  
Xavier GHEWY, SOeS, CGDD  
Sophie GIULIANI, DREAL Lorraine

Julien PEREZ, Coralie LANG, Justine ROURE, et Agnès BACCELLI, ERNST & YOUNG

Et à l'ensemble des personnes membres de sociétés de travaux, d'ingénierie, ou maîtres d'œuvre, sollicitées dans le cadre de l'enquête.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie  
Siège social : 20, avenue du Grésillé – BP 90406 – 49004 Angers Cedex 01  
Téléphone : 02 41 20 41 20 – Télécopie : 02 41 87 23 50 – [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

# RESUME

L'ADEME a confié à Ernst & Young la réalisation de la présente étude relative au marché de la dépollution des sites et sols pollués. Cette étude s'inscrit dans le cadre du développement du site Internet de l'ADEME qui vise notamment à mieux faire connaître les procédés, domaines d'applicabilité, taux d'utilisation et coûts de mise en œuvre sur le marché français des techniques et filières de traitement et de gestion existantes ainsi que les innovations dans ce domaine.

L'objectif de cette étude est d'apporter un éclairage précis sur les taux d'utilisation et les coûts des techniques et filières de traitement et de gestion des sols et eaux souterraines pollués sur le marché français, par leur mise à jour. La présente analyse porte sur les données 2012 et fait suite aux précédentes études menées sur les données de 2002, 2006, 2008 et 2010. **En raison d'une modification méthodologique importante pour la collecte des données de 2012, nous avons, lorsque cela était possible et pertinent, retraité les informations de 2010 afin de pouvoir interpréter les évolutions à périmètre constant. Nous attirons l'attention du lecteur qu'en dehors de ces retraitements, aucune comparaison directe valable ne peut être réalisée entre cette étude et les précédentes.**

Les acteurs associés à cette étude constituent un échantillon relativement représentatif de la chaîne de valeur du marché de la dépollution des sols et des eaux souterraines. Ainsi ont été consultées des sociétés de travaux et d'ingénierie dont les membres de l'Union des Professionnels de la Dépollution des Sites (UPDS), et du Syndicat Français de l'Industrie Cimentière (SFIC). Les membres de la Fédération Nationale des Travaux Publics n'ont malheureusement pas pu être intégrés au périmètre de l'enquête. Le public visé par les résultats de l'étude est composé de l'ensemble des acteurs intervenant dans le cadre de la politique nationale en matière de gestion et de réhabilitation des sites et sols pollués, et plus particulièrement le public professionnel.

En synthèse, les résultats de cette étude montrent que les acteurs de la dépollution ont connu une année 2012 en croissance par rapport à l'année 2010 au cours de laquelle les acteurs souffraient toujours de l'onde de choc de la crise économique et financière de 2008.

En France, en 2012, la quantité de terres polluées traitées ou engagées dans un traitement est estimée à environ 8 millions de tonnes (ordre de grandeur).

Sur la base de la méthodologie de l'étude et de son périmètre, les traitements *in situ* représentent une part importante du marché (environ 52% de part en volume de terre) avec notamment le venting-bioventing (plus de 34%) et la bio-augmentation/bio-stimulation (environ 10%). Ces 2 techniques bénéficient d'un retour d'expérience notable combiné à des coûts d'investissement et d'exploitation relativement modestes. Cette part de marché du traitement *in situ* pourrait être en partie surestimée puisque les volumes de terres traitées correspondent aux terres engagées dans un traitement pluriannuel et non pas aux terres traitées dans l'année.

Les traitements « sur site » et « hors site » représentent également une part de marché significative (environ 48% de part en volume de terre) avec notamment le traitement biologique de terres sur des plateformes « hors site » ou à partir d'installations de biodégradation déployées sur site (respectivement environ 11% et 7%). En matière de gestion, les installations de stockage de déchets non dangereux et inertes (ISDND et ISDI), sont le premier devenir des terres excavées issues de sites pollués (parfois après traitement). Au regard du périmètre de l'étude et en l'absence d'un retour significatif des entreprises de terrassement et de travaux publics intervenant sur les chantiers de dépollution / reconversion, l'estimation des volumes envoyés en décharge pourrait être sous-estimée.

Pour chaque technique de traitement ou de gestion, les coûts unitaires sont très variables et reflètent la diversité des chantiers (taille, localisation, complexité, etc.) rencontrés par les acteurs en 2012.

La quantité d'eaux souterraines traitées en France en 2012 est estimée à environ 3,5 millions de m<sup>3</sup> (ordre de grandeur) et correspond au volume global d'eau « en place » ayant fait l'objet d'un traitement (notion différente du volume pompé). Sur la base de cette étude, les traitements sur site d'eaux souterraines représentent une part significative (environ 62% en volume) avec notamment le pompage des eaux suivi d'un traitement adapté à la pollution (49% des eaux traitées par passage sur charbon actif, stripping, déshuileur ...). Les traitements *in situ* sont majoritairement représentés par le sparging / biosparging (19% du volume total traité), principalement en lien avec un chantier majeur, et l'extraction multiphasique (13%).

Là encore, l'importante variabilité des coûts de traitement reflète la diversité des situations observées en 2012.

A court terme, les perspectives d'évolution pour le secteur de la dépollution des sites et sols pollués sont plutôt mitigées : si actuellement le secteur de l'immobilier n'apparaît pas comme étant le principal moteur de croissance du marché, le secteur industriel en revanche vient compenser cette perte de vitesse, permettant de stabiliser le marché en volume à un niveau d'avant-crise financière. En revanche, la densification de la concurrence se confirme et a tendance à tirer les prix vers le bas.

Selon les acteurs interrogés, les perspectives du marché sont difficilement prédictibles à long terme et dépendront du secteur industriel ainsi que celui de l'immobilier. Par ailleurs, la mise en place de la certification LNE ainsi que les évolutions réglementaires liées à la loi ALUR pourraient modifier le visage du marché de la dépollution dans les prochaines années et offrir de nouveaux relais de croissance.

# SOMMAIRE

<b>Résumé .....</b>	<b>3</b>
<b>Sommaire.....</b>	<b>5</b>
<b>Présentation de l'étude.....</b>	<b>9</b>
<b>1. Contexte et objectifs de l'étude .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Présentation d'Ernst &amp; Young .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Périmètre de l'étude.....</b>	<b>12</b>
<b>4. Changements méthodologiques par rapport aux études précédentes et limites.....</b>	<b>14</b>
4.1. Réponse collégiale de l'UPDS .....	14
4.2. Autres changements méthodologiques .....	14
4.3. Impacts sur l'étude .....	15
<b>5. Déroulement de l'étude 2012 .....</b>	<b>15</b>
5.1. Modalités de pilotage de l'étude .....	15
5.2. Collecte des données .....	16
5.3. Taux de couverture global de l'enquête.....	17
<b>Analyse du marché français de la dépollution en 2012 .....</b>	<b>21</b>
<b>1. Éléments de contexte .....</b>	<b>23</b>
1.1. La demande de réhabilitation de sites en France en 2012 .....	23
1.2. L'offre de réhabilitation de sites en France en 2012 .....	26
<b>2. Analyse des taux d'utilisation et des coûts des différentes techniques et filières de traitement des sols pollués en 2012 .....</b>	<b>27</b>
2.1. Précisions méthodologiques sur les tonnages présentés .....	27
2.2. Tonnages totaux de terres polluées traitées ou gérées en France en 2012.....	27
2.3. Taux d'utilisation des différentes techniques de traitement et de gestion des sols pollués en 2012	28
2.4. Coût des techniques de traitement et de gestion des sols pollués en 2012 .....	32
2.5. Des coûts connexes liés à l'excavation et au transport .....	35
2.6. Focus sur les techniques de dépollution utilisées pour les principaux polluants.....	36
<b>3. Analyse des taux d'utilisation et des coûts des différentes techniques de traitement des eaux souterraines polluées en 2012 .....</b>	<b>38</b>
3.1. Volumes totaux d'eaux souterraines polluées traitées en France en 2012 .....	38
3.2. Taux d'utilisation des différentes techniques de traitement et de gestion des eaux souterraines polluées en 2012.....	38
3.3. Analyse de la variabilité des coûts .....	40
3.4. Focus sur les techniques de dépollution utilisées pour les principaux polluants.....	43
<b>Exemples de chantiers de dépollution in situ et sur site et présentation de plateformes « hors site » de traitement des terres polluées. ....</b>	<b>45</b>
<b>1. Exemples de chantiers de dépollution in situ et sur site .....</b>	<b>46</b>
<b>2. Exemples de plateformes « hors site » de traitement des terres polluées.....</b>	<b>77</b>
<b>Évolutions et Perspectives du marché de la dépollution.....</b>	<b>127</b>

<b>1.</b>	<b>Évolution du marché depuis 2010</b> .....	<b>129</b>
<b>2.</b>	<b>Evolution des techniques de traitement utilisées</b> .....	<b>130</b>
<b>3.</b>	<b>Perspectives pour le marché de la dépollution des sites et sols pollués</b> .....	<b>131</b>
<b>4.</b>	<b>Vers une dépollution durable ?</b> .....	<b>133</b>
4.1.	« Dépollution verte » ou « dépollution durable » ?.....	133
4.2.	L'application du concept de dépollution verte : une première étape.....	134
4.3.	Pour une prise en compte globale des enjeux : le développement de la réhabilitation durable	136
<b>Annexes</b> .....		<b>137</b>
<b>1.</b>	<b>Annexe 1 : Précisions sur le périmètre et la méthodologie de l'étude</b> .....	<b>139</b>
1.1.	L'outil de collecte des données : le kit d'enquête.....	139
1.2.	La phase de validation : travail avec un panel de 5 acteurs du marché.....	142
1.3.	La collecte des informations : optimisation de la couverture du marché .....	143
1.4.	Le traitement des données .....	144
1.5.	Validation et interprétation des données finales par un panel d'acteurs .....	144
<b>2.</b>	<b>Annexe 2 : Sources documentaires</b> .....	<b>145</b>
<b>3.</b>	<b>Annexe 3 : Lexique des abréviations</b> .....	<b>146</b>

## Table des illustrations

### Graphiques

Figure 1 : Répartition des acteurs ayant répondu à l'enquête par type d'activité .....	17
Figure 2 : Schéma simplifié du fonctionnement du marché de la dépollution des sites en France .....	23
Figure 3 : Répartition des types de polluants dans les tonnages de terres traitées ou gérées et dans les volumes d'eaux souterraines traitées en 2012 .....	25
Figure 4 : Classement 2012 des filières et techniques principales de traitement des sols pollués .....	30
Figure 5 : Variabilité des coûts des filières et techniques de traitement et de gestion des terres polluées hors taxes (€/t) .....	34
Figure 6 : Répartition des principales techniques de dépollution utilisées pour traiter les HCT .....	36
Figure 7 : Répartition des principales techniques de dépollution utilisées pour traiter les COHV .....	37
Figure 8 : Principales techniques de dépollution utilisées pour traiter les métaux lourds .....	37
Figure 9 : Répartition des volumes traités ou gérés par type de technique de traitement des eaux souterraines en 2012 (hors industriels) .....	38
Figure 10 : Classement des techniques de traitement et de gestion des eaux souterraines par volumes traités décroissants en 2012 (en m <sup>3</sup> ) – hors industriels .....	40
Figure 11 : Variabilité des coûts moyens des techniques de traitement des eaux souterraines (€/m <sup>3</sup> ) hors taxes en 2012 .....	41
Figure 12 : Répartition des techniques de dépollution utilisées pour traiter les eaux souterraines contenant des HCT (hors industriels) .....	43
Figure 13 : Répartition des techniques de dépollution utilisées pour les eaux souterraines polluées aux COHV (hors industriels) .....	44
Figure 14 : Schéma de principe résumant les étapes du projet SOLENV (Source : rapport de Synthèse du projet SOLENV, ADEME/BRGM) .....	134

### Tableaux

Tableau 1 : Liste des acteurs sollicités pour l'enquête sur les données 2012 .....	13
Tableau 2 : Liste des membres du comité de pilotage .....	15
Tableau 3 : Retours des acteurs contactés .....	16
Tableau 4 : Comparaison des tonnages recensés dans les fiches « Centres de traitement hors site » et dans les questionnaires (en tonnes) .....	18
Tableau 5 : Répartition des tonnages de terres polluées traités et confinés en 2012 par type de traitement et de filière de gestion .....	28
Tableau 6 : Classement des filières et techniques principales de traitement et de gestion des sols pollués par tonnages décroissants en 2012 .....	29
Tableau 7 : Répartition des traitements en fonction de leur nature (biologique, thermique ou physico-chimique), hors techniques de confinement .....	31
Tableau 8 : Variabilité des coûts des filières et techniques de traitement et de gestion des sols hors taxes (€/t) .....	33
Tableau 9 : Coûts moyens pondérés liés à l'excavation (€/t) et au transport (€/t/km) des terres en 2012 hors taxes .....	35
Tableau 10 : Classement des techniques de traitement et de gestion principales des eaux souterraines par volumes traités en 2012 (en m <sup>3</sup> ) – hors industriels .....	39
Tableau 11 : Variabilité des coûts moyens des techniques de traitement des eaux souterraines (€/m <sup>3</sup> ) hors taxes en 2012 .....	41
Tableau 12 : Liste des techniques et filières de traitement des sols et eaux souterraines retenues pour l'étude .....	140



# PRESENTATION DE L'ETUDE



## 1. Contexte et objectifs de l'étude

La présente étude, relative au marché de la dépollution des sites et sols pollués en France en 2012, s'inscrit dans le cadre du développement du site Internet de l'ADEME (rubrique Sites Pollués et Sols / Techniques de traitement), dont l'objectif **est de mieux faire connaître** :

- les procédés des techniques de traitement et leurs domaines d'application ;
- l'état du marché français de la dépollution des sites (taux d'utilisation et coûts de mise en œuvre des techniques) ;
- les techniques innovantes.

Le **public visé** est constitué de l'ensemble des acteurs intervenant dans le cadre de la politique nationale en matière de gestion et de réhabilitation des sites et sols pollués, et plus particulièrement :

- les administrations centrales et déconcentrées ;
- les établissements publics intervenant sur la politique nationale en matière de gestion et de réhabilitation des sites et sols pollués (BRGM, INERIS, IRSN, agences de l'eau) ;
- les bureaux d'études et les sociétés de traitement ;
- les maîtres d'ouvrages, industriels, collectivités, établissements publics fonciers en charge de la réhabilitation de friches industrielles.

Le présent rapport fait suite à quatre premières études commanditées par l'ADEME sur le secteur de la dépollution :

- **Une première étude**, réalisée en 2004 par ALGOE/POLDEN : celle-ci portait sur les taux d'utilisation et les coûts des techniques et filières de traitement **des sols pollués** en France en **2002** ;
- **Une deuxième étude**, réalisée en 2008 par Ernst & Young : celle-ci portait sur les taux d'utilisation et les coûts des techniques et filières de traitement **des sols et des eaux souterraines pollués** en France en **2006** et leur évolution sur la période 2002-2006 ;
- **Une troisième étude**, réalisée en 2010 par Ernst & Young : celle-ci portait sur les taux d'utilisation et les coûts des techniques et filières de traitement des **sols et des eaux souterraines pollués** en France en **2008** et leur évolution sur la période 2006-2008.
- **Une quatrième étude**, réalisée en 2012 par Ernst & Young : celle-ci portait sur les taux d'utilisation et les coûts des techniques et filières de traitement des **sols et des eaux souterraines pollués** en France en **2010** et leur évolution sur la période 2008-2010

Ces études quantitatives sont complétées par des éléments qualitatifs précisant le contexte économique et les perspectives d'évolution du marché.

**La présente étude a été réalisée selon une méthodologie différente des précédentes études. Le détail des changements méthodologiques est présenté en Annexe 1 p. 139 ainsi qu'au point 4 de la présente section.**

**Les résultats de l'étude ne peuvent pas être directement comparés aux résultats obtenus lors des études précédentes.**

## 2. Présentation d'Ernst & Young

La présente étude, tout comme les trois dernières portant sur les années 2006, 2008 et 2010, a été réalisée par le département Environnement et Développement Durable du cabinet Ernst & Young. Ce département, présent à l'international, est constitué de 700 consultants, auditeurs et avocats spécialisés dans le monde.

En France, une équipe dédiée de 70 consultants intervient depuis plus de 15 ans auprès des entreprises privées et du secteur public (institutions internationales, ministères, collectivités, agences locales et nationales) autour de quatre domaines liés au Développement Durable :

- accompagnement des démarches de développement durable ;
- évaluation des risques et fiabilisation des informations ;
- réalisation d'études monographiques et prospectives ;
- accompagnement de projets Cleantech.

Concernant le secteur des sites et sols pollués l'équipe intervient principalement sur les thématiques suivantes

- réalisation d'études de marché ;
- évaluation des politiques nationales et européennes de gestion des sites pollués ;
- évaluation de passifs environnementaux dans le cadre de revues de provisions environnementales ou de due diligences.

## 3. Périmètre de l'étude

L'étude a été réalisée auprès des acteurs professionnels du milieu de la dépollution des sites et sols pollués. Elle porte sur les données du marché français en 2012 et aborde les taux d'utilisation et les coûts des techniques et filières, de traitement et de gestion, des sols et des eaux souterraines (in situ, sur site et hors site).

Il convient de préciser les définitions suivantes :

- **Technique de traitement** : toute méthode ou tout procédé permettant de traiter une pollution en la supprimant par dégradation et/ou par extraction ;
- **Filière de traitement** : toute technique de traitement mise en œuvre « hors site ». Les sols pollués sont acheminés vers des installations de traitement collectives où une ou plusieurs techniques peuvent être mises en œuvre.
- **Technique/ Filière de gestion** : méthode permettant de gérer une pollution sans pour autant la détruire (confinement, installations de stockage...).

Certains matériaux ont été exclus du périmètre de l'étude :

- les boues de dragage et les sédiments ;
- les terres d'origine française traitées à l'étranger (notamment les terres d'origine française traitées en Belgique). Si les volumes sont demandés, les filières de traitement ne sont pas analysées, l'enjeu étant de comparer les volumes traités à l'étranger par rapport aux volumes traités en France.

De même, certaines pollutions ont été exclues du périmètre de l'étude :

- les pollutions par des substances radioactives ;
- les pollutions pyrotechniques ;
- les pollutions spécifiquement liées à des pollutions d'origine agricole telles que les pesticides.

Le périmètre de réponse à l'enquête est similaire à celui de l'enquête 2010 : il s'agit des volumes traités en propre en France par les sociétés interrogées.

La liste des acteurs contactés présentée dans le Tableau 1 a été adaptée par rapport à l'enquête précédente afin d'intégrer les nouveaux acteurs identifiés. Pour la première fois, les industriels traitant des eaux souterraines pollués en propre (c'est-à-dire sans avoir recours à une entreprise de dépollution ou de TP) ont été sollicités.

Afin de limiter les risques de double comptage, les sociétés d'ingénierie ne réalisant pas de chantiers en propre, les collectivités territoriales, les promoteurs et investisseurs immobiliers ainsi que les fonds d'investissement n'ont pas été inclus dans la liste des personnes interrogées. Par ailleurs, il s'avère que ces acteurs n'ont généralement pas à leur disposition les données de marché collectées dans le cadre de cette étude.

Acteurs membres UPDS interrogés sur leurs données 2012	
<b>Collège Travaux</b>	<b>Collège Travaux (suite)</b>
APINOR	SECHE Eco-Service
BIOGENIE EUROPE SAS	SERPOL
BREZILLON	SITA REMEDIATION
COLAS ENVIRONNEMENT	SOL ENVIRONNEMENT
COSSON (SCREG)	SOLEO SERVICES
EXTRACT-ECOTERRES	VALGO REMEDIATION
GRS VALTECH	<b>Collège Ingénierie</b>
GTS Secteur SSP	ANTEA
IDRA ENVIRONNEMENT SA	ATI Services
IKOS SOL MEIX	ARCADIS
NAVARRA TRAVAUX SPECIAUX	HPC ENVIROTEC
ORTEC GENERALE DE DEPOLLUTION	ICF ENVIRONNEMENT
Acteurs hors UPDS interrogés sur leurs données 2012	
<b>Travaux</b>	<b>Travaux et ingénierie (suite)</b>
C2eA	INOVADIA
Lingenheld	VALTERRA
Phytorestore	<b>Travaux Publics</b>
ENVISAN France	BUESA SAS
De Bree Environnement	ELITEC
<b>Travaux et ingénierie</b>	RAZEL-BEC / COTEG
BIOBASIC ENVIRONNEMENT	LEON GROSSE
ECOSYNERGIE	<b>Cimentiers</b>
ENVIREAUSOL	Italcimenti / Ciment CALCIA
LE FLOCH DEPOLLUTION	HOLCIM
GMEP France	LAFARGE CIMENT
	VICAT

Tableau 1 : Liste des acteurs sollicités pour l'enquête sur les données 2012

Pour cette étude sur les données 2012, les acteurs de l'UPDS n'ont pas été interrogés directement par Ernst & Young. L'UPDS a collecté les questionnaires auprès de ses membres et a effectué une réponse collégiale à Ernst & Young. Le détail de méthode de collecte et de consolidation des données appliquée est donné en Annexe 1.

## 4. Changements méthodologiques par rapport aux études précédentes et limites

Le format du questionnaire d'enquête a été revu par rapport à l'enquête 2010. Des changements méthodologiques ont également eu lieu entraînant une impossibilité de comparer les résultats 2012 avec ceux de 2010. Les principaux changements sont détaillés ci-après et la méthodologie complète est présentée en annexe méthodologique, page 139.

### 4.1. Réponse collégiale de l'UPDS

Afin de faciliter la collecte des données de marché, l'UPDS a mis en place un reporting annuel auprès de ses membres. Aussi, le syndicat professionnel a souhaité prendre en charge les envois et la collecte de questionnaires auprès de ses adhérents. Les données issues des questionnaires ont été consolidées par le syndicat professionnel et une seule réponse collégiale a été transmise à Ernst & Young.

L'enquête 2012 a donc été réalisée via un partenariat fort avec l'UPDS, qui représente entre 50% et 70% du marché national de la dépollution des sites. Le cabinet Ernst & Young a pu ainsi bénéficier de l'expertise technique du syndicat professionnel pour l'interprétation des données collectées. Cependant, certaines approches développées dans les études précédentes n'ont pas pu être maintenues. Il s'agit en particulier :

- Du calcul de coûts moyens pondérés et d'écart type pour les techniques de dépollution. Par conséquent, seules les fourchettes de coûts constatées sur le marché en 2012 ont été présentées dans le rapport ;
- De la mention des indicateurs de fiabilité présentés dans les études précédentes.

### 4.2. Autres changements méthodologiques

#### 4.2.1. Collecte des volumes sur les techniques majoritaires uniquement

Afin de simplifier le report de données par les acteurs, en cas de chantier multitraitements, les volumes de terres ou d'eaux souterraines traités ont été uniquement reportés pour la technique de traitement principale (c'est-à-dire ayant conditionné le coût de la dépollution). De même, le calcul du taux de couverture basé historiquement sur les envois en filière hors site, dont les tonnages sont collectés auprès des exploitants, a été en partie diminué suite à ce changement méthodologique (voir **Annexe 1 p. 139**)

#### 4.2.2. Collecte des données pour toute la durée du chantier

Afin de simplifier le report des données par les acteurs, il a été choisi de collecter les volumes traités sur toute la durée du chantier pour les chantiers pluriannuels in situ sur la gestion des terres polluées. Ce changement méthodologique (les données étaient reportées au prorata de la durée lors des précédentes études) peut notamment expliquer le fort taux d'utilisation constaté sur les techniques in situ par rapport aux techniques sur site et hors site.

#### 4.2.3. Généralisation des volumes en place

Afin de pouvoir comparer les taux d'utilisation entre eux, les volumes d'eaux souterraines traités ont été reportés en « Volume en place », et ce même pour les techniques de « pump & treat » et non plus en volumes traités dans l'année. Cette modification a entraîné une augmentation relative de la part de volumes traités in situ par rapport aux volumes traités par des techniques de pompage dans l'analyse des volumes en place traités.

#### 4.2.4. Collecte des volumes auprès des Installations de Stockage de Déchets Dangereux

Pour la première année, les Installations de Stockage de Déchets Dangereux françaises ont été directement enquêtées dans le cadre de l'étude. Les installations ont ainsi été sollicitées en parallèle de l'enquête auprès des acteurs de la dépollution. Les volumes de terres reçus en 2012 par les ISDD ont ainsi été collectés de manière exhaustive et ont pu être comparés aux volumes déclarés comme envoyés en ISDD via les questionnaires d'enquête.

### 4.3. Impacts sur l'étude

Du fait de ces changements méthodologiques, il n'a pas été possible d'effectuer une comparaison avec les données 2010.

- la comparaison nécessite d'estimer les données à périmètre constant et de connaître les acteurs ayant répondu à l'enquête une seule année sur les deux (ex. nouveaux répondants en 2012, entreprise n'ayant pas participé en 2012 alors qu'elle l'avait fait en 2010).
- L'abandon du report des multitraitements rend également les taux d'utilisation 2012 non comparables avec ceux calculés en 2010. En particulier, certains taux d'utilisation sont très faibles, voire nuls, pour des techniques où les volumes étaient historiquement importants du fait du couplage quasi-systématique avec d'autres techniques (ex. confinement in situ, envois en filière hors site...).
- La collecte des quantités de terres reçues par les ISDD a permis d'estimer le taux de couverture de l'enquête sur cette filière via la comparaison des données issues des questionnaires avec les données déclarées par les ISDD. Les données les plus exhaustives ont été conservées dans l'étude, améliorant ainsi la représentativité et la fiabilité des données présentées sur cette filière de gestion.

## 5. Déroulement de l'étude 2012

### 5.1. Modalités de pilotage de l'étude

L'étude s'est déroulée de janvier 2013 à octobre 2013. En amont de la réalisation de l'étude, l'ADEME, l'UPDS et l'équipe projet d'Ernst & Young ont cadré ensemble le déroulement de l'étude en :

- précisant les modalités de réalisation de la mission ;
- actualisant la liste des filières et techniques de traitement des sols et des eaux souterraines ;
- validant la méthodologie de l'étude et les outils de l'enquête.

Le suivi du déroulement de l'étude a été assuré par un comité de pilotage dont la composition est présentée dans le tableau suivant :

Acteurs	Représentants
ADEME	Frédérique CADIERE, Guillaume MASSELOT
BRGM	Stefan COLOMBANO, Hubert LEPRON
UPDS	Christel DE LA HOUGUE
Sociétés de travaux	Boris DEVIC-BASSAGET (SITA Remediation), Yoann LE TROQUER (IKOS Sol Meix)
Industriels	David CAZAUX (Solvay), Christel VAUTIER (TOTAL)
Industrie cimentière	Fabrice COPIN (ATILH)

Tableau 2 : Liste des membres du comité de pilotage

Son rôle a été de :

- valider la méthodologie d'enquête et le kit d'enquête EY sur les données 2012 ;
- sélectionner les chantiers de référence, proposés par les répondants à l'enquête, destinés à faire l'objet de fiches à publier sur le site Internet de l'ADEME ;
- définir les choix méthodologiques dans le cadre du traitement et de l'analyse des données ;
- commenter et valider les documents produits et les résultats quantitatifs et qualitatifs.

En dehors des réunions du comité de pilotage, le suivi de l'étude a été assuré par des communications régulières entre l'ADEME, l'UPDS et l'équipe d'Ernst & Young notamment sur l'avancement des travaux et les orientations à suivre.

## 5.2. Collecte des données

La collecte, le traitement et la validation des données de l'enquête ont été effectués selon les étapes suivantes :

- Envoi d'un questionnaire d'enquête au Collège « Travaux » de l'UPDS ainsi qu'aux sociétés hors UPDS.
- Collecte des questionnaires et compilation des données
- Réalisation d'entretiens de validation des données
- Rédaction du présent rapport.

**La méthodologie complète de collecte et de traitement des données est présentée en Annexe 1.**

Le Tableau 3 recense les retours des acteurs contactés :

	Total sociétés contactées	Réponses à l'enquête		Ne souhaite pas participer	Pas de réponse reçue
		Questionnaires remplis	Pas de travaux effectués en 2010		
Sociétés de travaux	<b>23</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
<i>dont UPDS</i>	18	12	<i>n.d.</i>	0	6
<i>dont Hors UPDS</i>	5	2	1	0	2
Sociétés de travaux et d'ingénierie	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<i>dont UPDS</i>	5	3	<i>n.d.</i>	0	2
<i>dont Hors UPDS</i>	7	2	2	2	1
Cimentiers	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Terrassiers et travaux publics	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>21</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>

Tableau 3 : Retours des acteurs contactés

Au total, sur les 43 sociétés contactées, 25 ont répondu à l'enquête (taux de retour de 58 %). Parmi ces 25 sociétés, 21 ont traité des terres et eaux souterraines pollués en propre en 2012 et 4 n'ont traité aucun volume en propre en 2012.

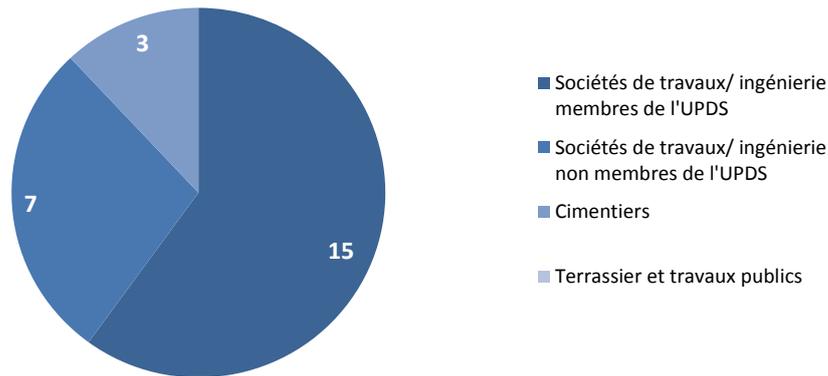


Figure 1 : Répartition des acteurs ayant répondu à l'enquête par type d'activité

Certains acteurs n'ont pas souhaité participer à l'enquête, d'autres ont souhaité y participer mais n'ont pu mobiliser les ressources nécessaires pour y parvenir dans les délais impartis.

Notons également que le nombre de répondants de la FNTP est limité dans l'enquête par rapport à leur positionnement sur le marché réel et notamment sur les filières d'évacuation hors site.

#### Focus industriel

Pour la première fois, un industriel traitant en propre des eaux souterraines polluées a accepté de fournir ses volumes traités en 2012. Pour des aspects de représentativité et de confidentialité ainsi que pour des raisons de comparabilités, les données n'ont pas été intégrées dans les graphiques mais des focus sont proposés dans les sections concernées.

### 5.3. Taux de couverture global de l'enquête

Des taux de couverture sont calculés, afin d'apprécier la représentativité des données collectées par rapport au marché français. Deux méthodes de calcul du taux de couverture des données peuvent s'appliquer :

- Méthode basée sur le chiffre d'affaires travaux des entreprises de dépollution ;
- Méthode basée sur les tonnages :
  - extrapolation du taux de couverture sur les tonnages traités en installation de traitement hors site (biologique, thermique et physique). En effet, les tonnages totaux traités par ces filières sont connus car les données ont été déclarées par les centres de traitement dans les fiches « Centres de traitement Hors site » publiées sur le site Internet de l'ADEME.
  - extrapolation du taux de couverture sur les tonnages envoyés en Installation de Stockage de Déchets Dangereux. En effet, les ISDD françaises ont été enquêtées en parallèle à l'enquête auprès des acteurs du marché, afin de collecter les tonnages reçus en 2012.
  - extrapolation du taux de couverture sur les tonnages traités en cimenterie. En effet, tous les cimentiers français ont été enquêtés et les tonnages de terres qu'ils ont reçus en 2012 sont connus.

#### 5.3.1. Taux de couverture sur les traitements in situ et sur site

Le taux de couverture retenu est le **taux de couverture du chiffre d'affaires « Travaux » de l'UPDS**, qui s'avère être le plus représentatif de la qualité des données sur le traitement des sols et des eaux souterraines par des techniques in situ et sur site, parmi les informations disponibles.

Le chiffre d'affaires « Travaux » de l'ensemble des sociétés contactées étant difficile à extraire, un taux de couverture du chiffre d'affaires « Travaux » des membres de l'UPDS a été calculé. Les 15 acteurs membres ayant répondu à l'enquête en 2012 représentent un taux de couverture de l'ordre de **75 % du**

**chiffre d'affaires « Travaux » déclaré à l'UPDS par ses membres**<sup>1</sup>. Ce chiffre d'affaire global « Travaux » UPDS s'élève à 255 millions d'euros en 2012 pour l'ensemble des sociétés de l'UPDS effectuant des travaux, (ce qui représente entre 50 et 70% du marché national d'après les experts rencontrés).

Le taux de couverture calculé est un bon indicateur de l'importance des entreprises ayant répondu au questionnaire, sur le marché des travaux de dépollution des sols en 2012. Au regard de ce taux de couverture et du type d'acteurs ayant répondu au questionnaire de campagne, l'étude représente de manière importante les techniques in situ ou sur site : ces techniques sont en effet principalement utilisées par les sociétés de travaux de dépollution et non par les sociétés de travaux publics (plutôt des chantiers d'excavation et d'envoi en filière).

### 5.3.2. Taux de couverture sur les traitements hors site

Le taux de couverture des envois en installations de traitement hors site et en ISDD est de 100 %, les données étant collectées directement auprès des exploitants. Il est à noter cependant que 2 centres de traitement hors site n'ont pas pu communiquer les données 2012 dans les délais impartis. Les données 2010 ont donc été conservées pour l'analyse de la campagne, les volumes reçus en 2012 étant, d'après les exploitants, très proches de ceux de 2010.

Un croisement des tonnages traités déclarés par les centres et ceux déclarés par les acteurs dans les questionnaires permet d'obtenir le tableau suivant :

Type d'installation	Tonnages issus des centres de traitement	Tonnages issus des questionnaires	Rapport
Installation de traitement biologique	573 589	350 035	61 %
Installation de lavage de terres	0	0	-
Installation de désorption thermique	43 317	81 499	188 %
Installation de traitement physico-chimique	200	12 795	
Installation de stockage de déchets dangereux	78 371	44 083	56 %

Tableau 4 : Comparaison des tonnages recensés dans les fiches « Centres de traitement hors site » et dans les questionnaires (en tonnes)

Concernant les installations de traitement biologique et les Installations de Stockage de Déchets Dangereux, la différence de tonnages entre les deux sources est un indicateur du taux de retour du questionnaire sur les volumes traités par les filières hors site. Les valeurs issues des centres de traitement biologique hors site et des ISDD ont été retenues dans les résultats présentés en 3.2.2 car ces données sont plus exhaustives, les installations ayant été enquêtées directement.

Concernant la désorption thermique et le venting, malgré le fait que les données conservées datent de 2010 et les exploitants ayant signalé que l'activité 2012 était proche de 2010, les tonnages très supérieurs issus des questionnaires sont sans doute la conséquence de plusieurs effets :

- des **effets de stocks** au sein des centres de traitement hors site : certaines quantités de terres transférées en centres de traitement hors site par une société de travaux peuvent être comptabilisées sur l'année N alors que ces terres ne seront réellement traitées par le centre qu'en année N+1.
- des **envois de terres dans des installations à l'étranger** : certaines sociétés possèdent des installations de traitement à l'étranger (traitement thermique et lavage de terres). Les terres peuvent être envoyées dans un premier temps sur une plateforme de transit en France, puis être transférées à l'étranger. Cette pratique peut être source de confusion dans le questionnaire, pour les acteurs ayant répondu à l'enquête, d'où une surestimation potentielle des volumes traités en France reportés dans les questionnaires.

<sup>1</sup> Donnée communiquée par l'Union des Professionnels de la Dépollution des Sites.

Le taux de couverture des envois en ISDD peut être estimé sur la base du ratio entre les tonnages collectés via les questionnaires d'enquête et ceux collectés auprès des ISDD. Selon cette hypothèse le taux de couverture serait de 56%.

Sur la base du taux de couverture du traitement biologique de terres « hors site », un taux de couverture maximum de 61 % pourrait être estimé pour l'envoi de terres en ISDND. Ce taux de couverture maximum et hypothétique témoigne de la difficulté de rassembler et d'estimer les envois de terres en ISDND. Cela s'expliquerait en partie par la faible représentativité des sociétés de travaux publics et de terrassement dans l'étude et par la collecte des volumes traités sous le traitement dominant seulement dans les questionnaires. Ces difficultés sont aussi rencontrées pour les terres envoyées en ISDI à la suite d'un prétraitement / traitement de dépollution préalable si celui-ci est nécessaire. Ainsi, un large volume de terres envoyé vers ces deux filières n'est pas capté.

**D'après les hypothèses présentées précédemment, le taux de couverture estimé des résultats présentés dans l'étude est donc :**

- **d'environ 75% pour les techniques in situ et sur site (sur base du chiffre d'affaire de l'UPDS)**
- **d'environ 61 % pour le stockage de déchets en ISDND (base du ratio entre les tonnages collectés via les questionnaires d'enquête et ceux collectés auprès des centres de traitement biologique « hors site »)**
- **de 100 % pour les installations de traitements hors site et pour les Installations de Stockage de Déchets Dangereux.**



# **ANALYSE DU MARCHÉ FRANÇAIS DE LA DEPOLLUTION EN 2012**



# 1. Éléments de contexte

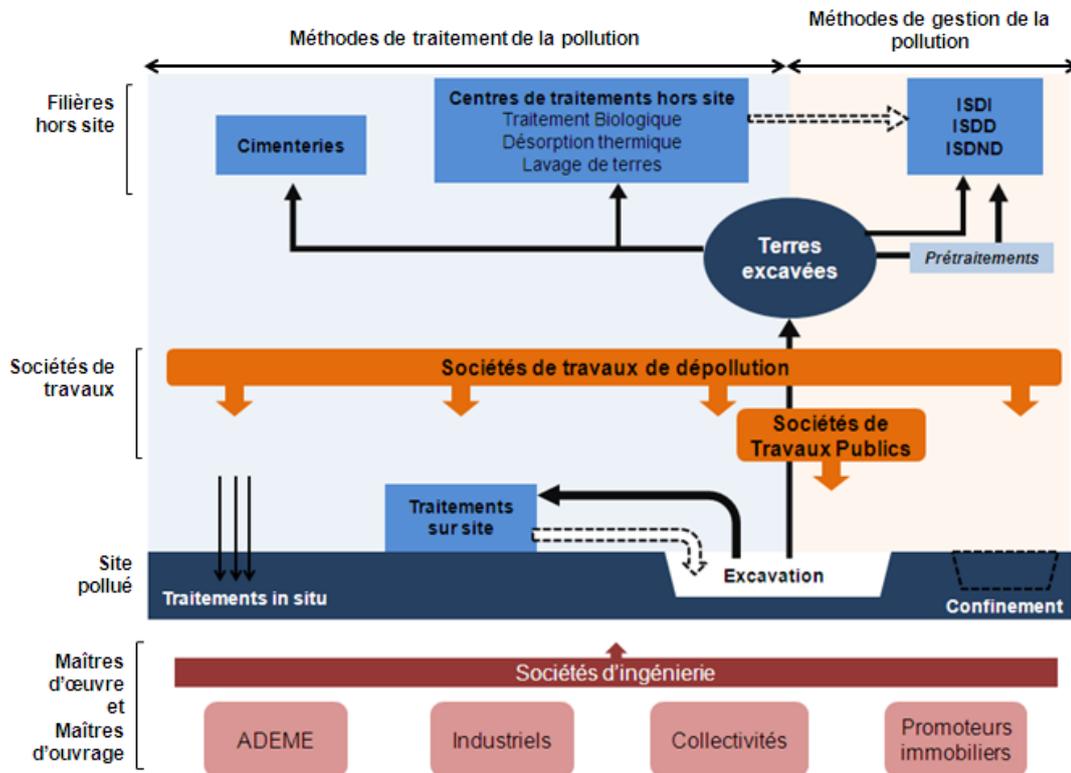


Figure 2 : Schéma simplifié du fonctionnement du marché de la dépollution des sites en France

## 1.1. La demande de réhabilitation de sites en France en 2012

Selon l'analyse stratégique de la filière de la dépollution des sites publiée par le Ministère en charge de l'Environnement en 2008<sup>2</sup>, le territoire français compte **300 000 à 400 000 sites potentiellement pollués** pour une superficie d'environ 100 000 hectares. De nombreuses **activités industrielles** plus ou moins anciennes ou encore en activité, telles que le traitement des métaux, les industries chimiques, la fabrication de peinture ou l'industrie pétrolière, peuvent être à l'origine de ces pollutions. **Le recensement national des sites pollués** réalisé au moyen des bases de données BASIAS<sup>3</sup> et BASOL<sup>4</sup> permet d'identifier la nature des contaminants allant des hydrocarbures aux solvants halogénés en passant par les métaux.

### 1.1.1. Typologie d'acteurs demandeurs de dépollution

La demande de réhabilitation de site provient de **3 types d'acteurs** :

- Les industriels, suite à des pollutions accidentelles sur leurs sites ou suite à une cessation de l'activité pour une remise en état des sites. Leurs contraintes de temps pour dépolluer sont variables en fonction de la nature de la pollution. Dans le cas de pollutions accidentelles, ils favorisent souvent les traitements in situ qui permettent de maintenir l'activité des sites.
- Les promoteurs immobiliers et aménageurs privés, sur des chantiers d'aménagement et principalement en milieu urbain, en amont de la construction de bâtiments. Ces acteurs ont le plus

<sup>2</sup> Dépollution des sites, Analyse stratégique de la filière, Développer les éco-industries en France, © Copyright BCG 2008, Ministère en charge de l'économie  
[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/04\\_cle7c66bb-2.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/04_cle7c66bb-2.pdf)

<sup>3</sup> Inventaires historiques de sites industriels et activités de service

<sup>4</sup> Base de données sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif.

souvent des contraintes de délai marquées et favorisent les solutions les plus rapides telles que les traitements hors site.

- Les aménageurs publics, soit des collectivités territoriales dans le cadre d'opérations d'aménagement de leur territoire, soit des établissements publics en charge de la gestion des friches industrielles (Établissements Publics Fonciers, fonds).

Il est à noter que le maire a un rôle de contrôle quant à la réhabilitation des sites de son territoire. De même, les associations locales jouent un rôle de lobbying important pour encourager la dépollution des sites.

#### 1.1.2. Plusieurs facteurs restent moteurs de la demande de réhabilitation de sites :

- **La réglementation** en matière de maîtrise des risques et des impacts sur l'environnement pousse les industriels à traiter les pollutions identifiées. En particulier, la réglementation française est claire vis-à-vis de la responsabilité d'une contamination des sols qui revient à l'exploitant industriel : la circulaire du 8 février 2007 relative à la politique de gestion des sites pollués précise que tout site dont la pollution est avérée doit faire l'objet d'une interprétation de l'état des milieux et/ou d'un plan de gestion. Le plan de gestion vise à déterminer les mesures de gestion qui doivent être prises par l'exploitant afin de restaurer un état des milieux compatible avec l'usage. C'est ainsi que les industriels sont les premiers donneurs d'ordre des chantiers de réhabilitation de sites.
- **La demande du secteur immobilier** est un levier majeur de la dépollution des sites en particulier en zone périurbaine ou touristique.
- Dans une moindre mesure, le financement à l'échelle nationale des mises en sécurité de **sites à responsable défaillant, ou sites orphelins, gérés par l'ADEME** contribue à la demande du marché de la dépollution.

L'année **2012 a été une année avec une activité stable en chiffre d'affaire par rapport à 2011 et en croissance par rapport à 2010** pour le secteur de la dépollution des sites et sols pollués. La demande publique s'est contractée en 2012, avec une diminution du nombre de chantiers ainsi que des prix. Dans le secteur privé, les projets de dépollution liés à des projets d'aménagement ont diminué logiquement du fait de la contraction de l'immobilier, diminution contrebalancée par une demande en augmentation des industriels, notamment dans le cadre de cessation d'activité ou de transactions.

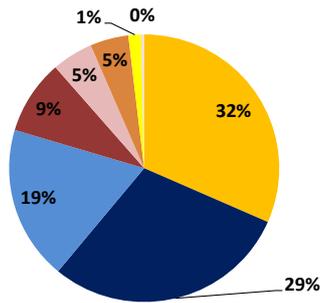
D'après les retours de questionnaires et d'après les acteurs rencontrés la répartition des acteurs sur le marché serait environ de **70 % d'industriels, de 20 % de promoteurs immobiliers et de 10 % d'établissements publics ou collectivités.**

*Les résultats de l'étude sous-estiment vraisemblablement la part de terres traitées ou gérées sur des chantiers menés pour des promoteurs privés : cela peut s'expliquer par le taux de retour des acteurs des travaux publics et du terrassement relativement faible, dont les travaux sont essentiellement liés à des projets d'aménagement ou de promotion immobilière.*

#### 1.1.3. Polluants traités sur les chantiers de dépollution en 2012

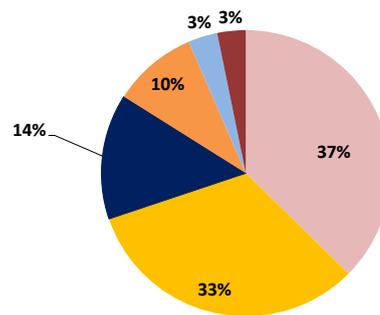
Il a été demandé aux acteurs de renseigner le type de polluants majoritaire traités dans le questionnaire d'enquête.

Polluants traités en 2012 sur les chantiers sols



■ HCT ■ COHV ■ Métaux lourds  
■ BTEX ■ Autres polluants ■ HAP

Polluants traités en 2012 sur les chantiers d'eaux souterraines



■ Autres Polluants ■ HCT ■ COHV ■ ETM ■ PCB ■ BTEX

Figure 3 : Répartition des types de polluants dans les tonnages de terres traitées ou gérées et dans les volumes d'eaux souterraines traitées en 2012<sup>5</sup>

Il apparaît que :

- **pour les sols**, les polluants majoritaires les plus traités en 2012 sont les hydrocarbures totaux (HCT), les Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) et les métaux lourds. Ils représentent à eux seuls près de 80% des polluants majoritaires traités. Si les HCT ont été traités à volumes comparables soit par des techniques in situ ou hors site, les pollutions aux BTEX et aux métaux lourds ont été majoritairement traitées par des techniques sur site et les pollutions aux COHV ont été majoritairement traitées in situ. En revanche, les terres polluées aux PCB ont principalement été traitées par des techniques d'excavation et d'envoi en filière hors site.
- **pour les eaux souterraines**, les polluants principalement traités en 2012 sont les COHV et les HCT, représentant près de la moitié des volumes. Les COHV comme les HCT sont majoritairement pompés avant de subir un traitement sur site. La catégorie « Autres polluants » compte pour plus de 37% et regroupe principalement du cyclohexane et les Matières En Suspension (MES), mais également du pentachlorophénol (PCP), de l'amiante, des cyanures et des sulfates. Quant à la part des « Autres polluants », ils sont issus de 3 chantiers.

#### Focus industriel

En prenant en considération les volumes d'eau traités par l'industriel traitant les eaux souterraines et nous ayant répondu, les solvants chlorés deviennent le polluant majoritairement traités, avec près de 20 millions de m<sup>3</sup> en place, contre 1 143 000 m<sup>3</sup> en place pour les COHV. Les deux techniques majoritaires utilisées pour la gestion des solvants chlorés sont l'Atténuation Naturelle Contrôlée (17 millions de m<sup>3</sup>) et le confinement hydraulique in situ.

A titre d'information, d'après l'étude du SOeS, à l'échelle nationale début 2012<sup>6</sup>, près de 25 % des sols et des eaux des sites inventoriés dans Basol sont pollués par les métaux et métalloïdes et près de 65 % par les différentes familles d'hydrocarbures, à savoir les hydrocarbures chlorés (18 %), les HAP (15 %) et les autres hydrocarbures (33 %). Trois métaux sont particulièrement présents : le plomb signalé dans 17 % des sols et dans 9 % des nappes, le chrome et le cuivre identifiés dans 14 % des sols et dans 7 % des nappes. Il convient cependant de garder en mémoire que les informations présentées dans ce rapport ne concernent que les chantiers ouverts en 2012 alors que les chantiers recensés sur BASOL le sont depuis l'existence de cette base : le parallèle avec les informations du SOeS est donc à mener avec précaution.

<sup>5</sup> La signification des abréviations des polluants est donnée en annexe 3.

<sup>6</sup> Commissariat Général au Développement Durable, Novembre 2013, « Basol : un panorama des sites et sols pollués, ou potentiellement pollués, nécessitant une action des pouvoirs publics ».

## 1.2. L'offre de réhabilitation de sites en France en 2012

Le chiffre d'affaires des entreprises membres de l'Union des Professionnels de la Dépollution des Sites (UPDS) a été de 391 millions d'euros en 2012<sup>7</sup> (ingénierie et travaux) et représente environ 50 à 70 % du chiffre d'affaires total de l'activité de la dépollution des sites et sols pollués au niveau national<sup>8</sup>.

Le marché des prestataires de dépollution est partagé entre 3 types d'acteurs :

- Un noyau d'entreprises spécialisées notamment regroupées au **sein de l'UPDS** et qui sont soit des **PME**, soit des **filiales de grands groupes** acteurs du secteur de l'environnement et de la gestion des déchets tels que Sécché Environnement, SUEZ Environnement et VEOLIA Environnement, ou du secteur de l'aménagement urbain tels que Bouygues Bâtiment, Vinci et Colas, qui dominent le marché.
- **Des entreprises non membres de l'UPDS mais spécialisées dans les travaux de dépollution** sont également présentes sur le marché. Ce sont le plus souvent des PME qui n'ont pas choisi d'adhérer à l'association de professionnels que représente l'UPDS.
- Des **sociétés de terrassement et de démolition** qui se positionnent sur le marché depuis quelques années et concurrencent les entreprises spécialisées dans la dépollution des sites. En effet, la demande de réhabilitation de sites dans un contexte de promotion immobilière permet aux acteurs du terrassement d'être de plus en plus présents sur le marché. Le plus souvent, ils réalisent des opérations d'excavation et d'envoi en filière (traitement ou gestion) ou en remblai. Certains traitements sur site tels que le traitement par biotertres peuvent être réalisés par les sociétés de terrassement mais ces chantiers restent marginaux. Lorsque des traitements in situ sont nécessaires, ils s'associent alors en cotraitance avec une société spécialisée dans les travaux de dépollution de sols.
- De **certaines industriels** ayant internalisé la compétence de dépollution et réalisant les travaux sur leur sites par leurs propres moyens.

---

<sup>7</sup> Site Internet de l'UPDS – [www.upds.org](http://www.upds.org)

<sup>8</sup> Site Internet de l'UPDS – [www.upds.org](http://www.upds.org)

## 2. Analyse des taux d'utilisation et des coûts des différentes techniques et filières de traitement des sols pollués en 2012

### 2.1. Précisions méthodologiques sur les tonnages présentés

Concernant les tonnages de terres présentés ci-après, ceux-ci sont issus :

- **des questionnaires** collectés (hors UPDS) lors de l'enquête et renseignés par les sociétés ayant effectué des travaux en propre, pour les traitements in situ, sur site et en filière hors site (hors centres de traitements biologiques, ISDD et cimenteries) ;
- **de la donnée communiquée par l'UPDS** suite à la collecte des questionnaires auprès de ses membres (environ 60% de répondants en nombre, 75% du chiffre d'affaires travaux) ;
- **des fiches « Centres de traitement hors site »** renseignées par les exploitants des installations de traitement hors site pour les traitements en centres de traitement biologique. La donnée issue des fiches « Centres de traitement » n'a pas été retenue pour les autres types d'installation, les données concernant les deux autres types de traitement (thermique et venting) étant insuffisamment précises pour donner les tonnages traités en 2012 ;
- **des retours des cimentiers** interrogés sur les tonnages de terres polluées valorisées dans leurs installations françaises en 2012 ;
- **des retours des exploitants d'Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD)** interrogés sur les tonnages de terres polluées réceptionnées en 2012 sur les installations françaises ;
- **du retour de quelques industriels** interrogés sur les volumes (sols et eaux souterraines) traités en propre ;
- **du retour de trois DREAL** interrogées sur les volumes de terres exportés vers l'étranger.

Les taux d'utilisation par technique sont calculés sur la base des tonnages totaux déclarés par technique principale de traitement ou de gestion des terres.

### 2.2. Tonnages totaux de terres polluées traitées ou gérées en France en 2012

**La quantité de terres gérées en France en 2012 par les répondants à l'enquête s'élève à près de 5 557 800 tonnes.** Ce chiffre s'entend sans double-comptage des terres ayant subi plusieurs techniques. En particulier, les tonnages ayant été traités sur site puis évacués en installations de stockage ne sont comptés qu'une fois.

Compte-tenu du taux de couverture de l'enquête de 75 % sur les traitements in situ et sur site, et d'environ 61% sur les traitements hors site, il est possible d'estimer par extrapolation la quantité totale de terres qui aurait été gérée en France en 2012 à **environ 8 000 000 tonnes**<sup>9</sup>. Il est à noter que cette extrapolation reste approximative et que cette valeur doit être considérée avec prudence. Comme rappelé précédemment, le taux de couverture est difficile à estimer pour les installations de stockage de déchets non dangereux, ce qui fragilise l'extrapolation. L'ordre de grandeur est cependant réaliste et permet de donner une vision globale de la gestion des sites et sols pollués en France.

---

<sup>9</sup> Cette extrapolation est présentée au lecteur à titre informatif. Elle est à prendre avec précaution compte-tenu des limites liées à l'exercice de calcul du taux de couverture évoquées en amont dans ce rapport.

## 2.3. Taux d'utilisation des différentes techniques de traitement et de gestion des sols pollués en 2012

### 2.3.1. Analyse des taux d'utilisation par type de technique de traitement et de gestion des terres polluées en 2012

Type	Tonnage 2012
In situ	2 914 100
Sur site	817 200
Hors site	1 826 500
<b>Total</b>	<b>5 557 800</b>

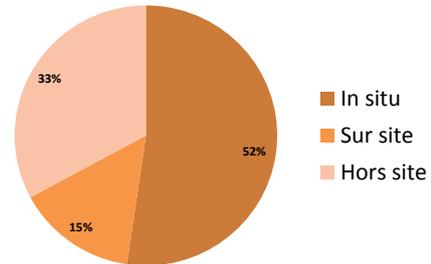


Tableau 5 : Répartition des tonnages de terres polluées traités et confinés en 2012 par type de traitement et de filière de gestion

**Environ 52 % des tonnages traités ou gérés en 2012 ont été traités in situ.** Cette prédominance est due à l'importance des traitements de venting/bioventing et de la bio-augmentation/bio-stimulation, qui représentent à elles seules plus de 44 % des tonnages traités en 2012 (voir 2.3.2). Les techniques de traitement hors site viennent se placer derrière les techniques in situ, mais il est à noter que le traitement hors site est probablement sous-estimé car une partie des volumes n'est pas identifiée (cf. p. 27).

#### Zoom sur les critères pouvant influencer le choix du type de traitement

La taille des chantiers joue un rôle prépondérant sur le choix du type de dépollution : plus les chantiers sont importants, plus le traitement sur site pourra être préféré, alors que plus les chantiers sont petits, plus le Hors site sera compétitif. Ceci est en partie dû aux effets d'économie d'échelle pouvant avoir lieu sur les grands chantiers : les traitements sur site nécessitent des équipements spécifiques et deviennent plus particulièrement compétitifs à partir d'un certain volume à traiter. Par ailleurs, l'espace disponible pour la mise en œuvre de ces techniques est aussi un paramètre de décision important.

Par ailleurs, le traitement dépend également du temps disponible. Une pression sur le terrain limitera la possibilité de mettre en place une technique de phytoremédiation au profit de techniques plus rapides. Les objectifs de dépollution doivent en effet être atteints selon des délais précis donnés par le maître d'ouvrage.

De même, si la pollution est très importante, le traitement hors site ne sera pas systématiquement plus compétitif car les terres devront être envoyées en filières de traitement spécifiques ou en ISDD, plus coûteuses.

Enfin, sur les chantiers industriels les traitements in situ peuvent être favorisés : si le site est en activité, ils permettent de ne pas interrompre le fonctionnement du site durant la dépollution et, si le site est fermé dans le cas d'une réhabilitation, ils permettent une dépollution plus compétitive. A contrario, la contrainte temporelle et la gestion des excédents de terre sont prédominantes dans les chantiers immobiliers, en lien avec la pression foncière : les techniques de traitement les plus rapides seront donc privilégiées, d'où une forte proportion de traitement hors site pour ce type de chantiers.

### 2.3.2. Analyse complète des taux d'utilisation

Aucun acteur n'a déclaré avoir utilisé comme « technique principale » la phytostabilisation, la phytoremédiation in situ ainsi que le lavage de terre in situ en 2012.

Il est à préciser que les terres envoyées en Installation de Stockage de Déchets Inertes ont subi un prétraitement avant leur envoi en filière conformément au guide méthodologique envoyé aux acteurs. Par ailleurs, les tonnages déclarés comme envoyés en ISDI au travers des questionnaires sont fortement sous-estimés, notamment de par le faible taux de retour des acteurs du BTP

Le tableau complet des classements des filières et techniques principales de traitement et de gestion sont donnés dans la page suivante.

Technique	Type	Tonnages traités en 2012	Taux d'utilisation 2012
Venting-Bioventing in situ	In situ	1 936 500	34,8%
Installation de traitement biologique HS	Hors site	625 700	11,3%
Installation de Stockage de Déchets Inertes HS *	Hors site	571 900	10,3%
Bio-augmentation / Bio-stimulation in situ	In situ	512 000	9,2%
Biodégradation sur site	Sur site	421 200	7,6%
Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux HS	Hors site	336 000	6,0%
Par stabilisation physico-chimique (Sur site)	Sur site	280 700	5,1%
Autres traitements	NA	218 600	3,9%
Traitement thermique in situ	In situ	186 500	3,4%
Envois à l'étranger	Hors site	91 800	1,7%
Installation de traitement thermique HS	Hors site	81 500	1,5%
Installation de Stockage de Déchets Dangereux HS	Hors site	78 400	1,4%
Confinement sur site	Sur site	55 700	1,0%
Lavage de terres sur site	Sur site	51 000	0,9%
Stabilisation physico-chimique in situ	In situ	26 300	0,5%
Confinement in situ	In situ	22 000	0,4%
Cimenterie HS	Hors site	19 100	0,3%
En Installation de stabilisation physico-chimique	Hors site	12 800	0,2%
Oxydation / Réduction chimique in situ	In situ	12 200	0,2%
Traitement thermique sur site	Sur site	8 300	0,1%
Installation de lavage de terres HS	Hors site	5 200	0,1%
Installation d'incinération HS	Hors site	4 100	0,1%
Traitement chimique sur site	Sur site	300	0,0%

\*Terres ayant parfois subi un (pré)traitement au préalable

Tableau 6 : Classement des filières et techniques principales de traitement et de gestion des sols pollués par tonnages décroissants en 2012

Les six premières techniques et filières représentent en volume à elles seules un taux d'utilisation de près de 80 %. Parmi ces 80 %, on notera la présence des installations de traitement biologique hors site ainsi que l'envoi en ISDND. Concernant les techniques les plus récurrentes :

- **Le Venting-Bioventing in situ, avec un taux d'utilisation de près de 35 %** est le traitement des terres polluées le plus utilisé, en volume, en 2012. Cette technique mature dispose d'un retour d'expérience important. Elle permet par ailleurs de traiter un grand nombre de cas de pollutions organiques et est fréquemment utilisée pour la dépollution de sites industriels comme les stations-services. Elle présente un bilan « coûts-avantages » favorable.
- **Le traitement biologique « hors site » est significativement employé pour la dépollution des terres avec un taux d'utilisation de 11,3%**. Celle-ci est bien maîtrisée par les différents acteurs et dispose également d'un retour d'expérience important.
- **La bio-stimulation/bio-augmentation, avec un taux d'utilisation de près de 10 % est le second traitement in situ des terres polluées le plus utilisé en volume en 2012**. Cette technique présente l'avantage de nécessiter peu d'infrastructure (quelques puits), d'avoir de faibles coûts d'opération et de maintenance ainsi que de faibles consommations énergétiques (nécessaire uniquement pour le forage et pendant la préparation des solutions bactériennes).

Les filières de gestion les plus récurrentes sont :

- Les **ISDI et ISDND** cumulées ont un taux d'utilisation de plus de 16 % avec près de 908 000 tonnes reçues en 2012<sup>10</sup> d'après les retours de questionnaires. Cette donnée est très probablement **sous-estimée**.

En effet, d'après les entretiens effectués avec les experts du secteur, les tonnages réellement envoyés en ISDI seraient bien plus importants. Les sociétés de travaux publics seraient les principaux acteurs envoyant des tonnages de terres en ISDI ou ISDND suite à des chantiers immobiliers. Ce marché correspond généralement à des chantiers de courte durée pour lesquels la faisabilité des techniques de traitement sur site ou in situ est plus faible en raison des pratiques et des délais de dépollution très courts.

De plus, **seuls les traitements principaux ont été renseignés** dans les questionnaires ce qui implique que les volumes de terres ayant subi un traitement puis ayant été envoyés en ISDI ou ISDND ne sont pas renseignés.

Après traitement en centre de traitement Hors Site, les terres « dépolluées » sont dirigées vers différents exutoires en fonction de leur composition, leur qualité (surtout pour les ISDI) ou leur teneur résiduelle en polluants (généralement en ISDND). Ces volumes ne sont pas collectés par l'enquête.

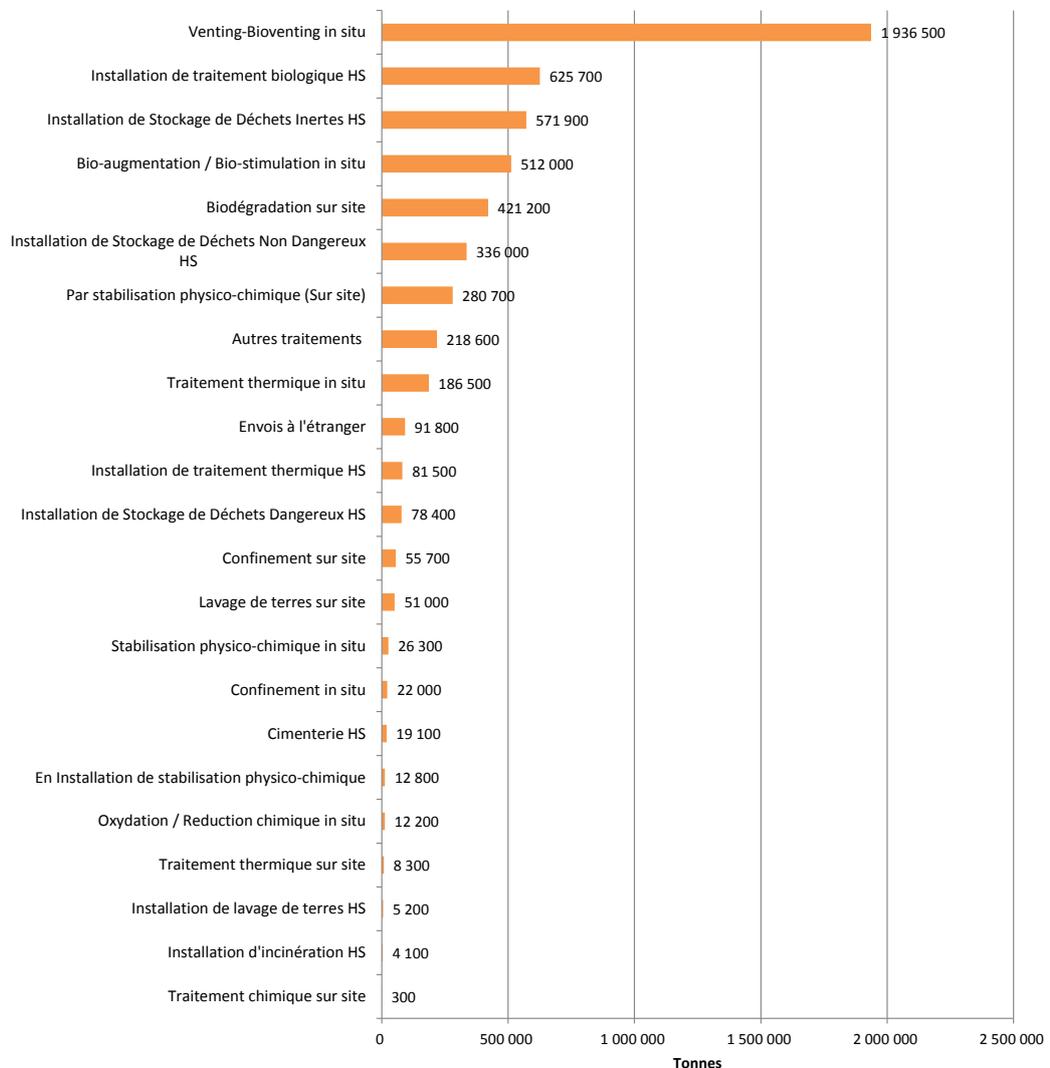


Figure 4 : Classement 2012 des filières et techniques principales de traitement des sols pollués par tonnages décroissants

<sup>10</sup> Les tonnages comptabilisés dans la filière ISDI correspondent à des terres ayant subi un prétraitement conformément au guide méthodologique envoyé aux acteurs.

A titre d'exemple, quelques chantiers de dépollution menés au cours de ces dernières années sont présentés dans le présent rapport (cf. Exemples de chantiers de dépollution *in situ* et sur site p. 45). Des centres de traitement « hors site » des terres polluées sont également présentés (cf. Exemples de plateformes « hors site » de traitement des terres polluées p. 77).

*Nota bene*

Il faut rappeler que les taux d'utilisation présentés reflètent la réalité des chantiers conduits en 2012 et que le positionnement relatif de chacune des techniques peut être significativement impacté par quelques gros chantiers.

**Zoom sur les Installations de Stockage de Déchets**

Les installations de stockage de déchets sont des **techniques dites de gestion**. Les terres polluées ne sont pas traitées mais stockées et confinées dans des centres de stockages en fonction de leur teneur en polluants.

Les **seuils d'acceptation** des terres dans **les 3 types de centres de stockages** (inertes, non dangereux et dangereux) sont fixés par la réglementation européenne<sup>11</sup> d'une part et la réglementation nationale d'autre part. Les seuils d'acceptation peuvent ensuite varier d'un centre à l'autre en fonction des arrêtés préfectoraux d'autorisation d'exploiter notamment.

A noter que les terres envoyées en ISDND sont des terres très peu polluées ou ayant déjà subi un traitement de dépollution leur permettant d'être sous les seuils d'acceptation des installations. Les terres « inertes » issues d'un prétraitement ou d'un traitement sont généralement envoyées en ISDI.

**2.3.3. Répartition des tonnages traités en fonction de la nature du traitement principal (hors confinement et installations de stockage)**

Type de traitement	Tonnages	Taux d'utilisation
Biologique <sup>12</sup>	1 137 700	25 %
Thermique <sup>13</sup>	701 600	16 %
Physico-chimique <sup>14</sup>	2 673 100	59 %

Tableau 7 : Répartition des traitements en fonction de leur nature (biologique, thermique ou physico-chimique), hors techniques de confinement

**La nature de traitement la plus utilisée a été le traitement physico-chimique**, avec près de 59 % des tonnages de terres traitées par ces techniques : l'importance de ces types de traitement vient principalement du venting-bioventing, qui compte pour plus de 70% de l'ensemble des volumes traités par voie physico-chimique. Les traitements chimiques sont très efficaces pour des polluants plus difficiles à traiter par un traitement biologique. Ils gardent une bonne acceptabilité de la part des parties prenantes et en particulier des maîtres d'ouvrage et des pouvoirs publics, car ils sont de mieux en mieux maîtrisés et ce, malgré un coût de mise en œuvre plus élevé de par le coût des réactifs. Cependant, leur mise en œuvre est plus délicate de par l'injection de réactifs dans le sol (il faut optimiser le contact polluants / réactif dans une matrice complexe), et de par les mesures de sécurité du personnel pour la manipulation de certains réactifs.

<sup>11</sup> Décision n° 2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges

<sup>12</sup> On entend par traitements biologiques : installation de traitement biologique hors site, bio-augmentation/bio-stimulation, biodégradation, phytoremediation

<sup>13</sup> On entend par traitements thermiques : installation de traitement thermique hors site, incinération, cimenterie, traitement thermique in situ et sur site.

<sup>14</sup> On entend par traitements physico-chimiques : oxydation./réduction, stabilisation physico-chimique, lavage de terres, brassage/chaulage, venting/bioventing

En seconde position, les traitements biologiques représentent 25% des volumes traités. Ces traitements biologiques sont des techniques éprouvées et maîtrisées par une grande partie des acteurs de la dépollution. Ces traitements sont efficaces sur un grand nombre de polluants organiques et en particulier les hydrocarbures et les solvants halogénés et ont l'avantage d'être moins coûteux.

Enfin, les traitements de nature thermique sont aussi significativement utilisés avec un taux d'environ 16 % en 2012. Ces traitements sont en général une solution adaptée pour des polluants peu volatils difficilement traitables par les autres techniques. Ce sont des traitements rapides lorsqu'ils sont réalisés sur site ou hors site mais généralement très coûteux.

#### **2.3.4. Des difficultés à comptabiliser les envois de terres à l'étranger**

Les volumes de terres envoyées à l'étranger ont été demandés dans le questionnaire. D'après les retours de questionnaires, environ 92 000 tonnes de terres polluées auraient été envoyées en filière à l'étranger, principalement en Belgique, aux Pays-Bas et en Allemagne en 2012. Parallèlement, des discussions ont été engagées avec des DREAL de régions frontalières : en effet, les DREAL interviennent dans les démarches de transfert transfrontalier de déchets dont peuvent faire partie les terres polluées. Pour l'année 2012, seules 3 DREAL ont transmis leurs volumes d'exportation : Alsace, Picardie et Franche-Comté. Les volumes exportés pour ces 3 DREAL s'élèvent à plus de 225 000 tonnes exportées en 2012. Il apparaît ainsi que les données du questionnaire sous-estiment les transferts transfrontaliers.

Ces exports de terres polluées s'expliqueraient par des réglementations différentes et des coûts de traitement plus compétitifs à l'étranger et en particulier sur le traitement thermique et le lavage de terres. Ainsi, la Belgique serait particulièrement compétitive sur le lavage de terres hors site, l'Allemagne sur l'incinération et les Pays-Bas sur la désorption thermique.

Cependant, même si les coûts de traitement sont moins élevés dans les installations étrangères, il faut ajouter des coûts de transport, qui ne sont pas négligeables, ainsi que des formalités administratives de transfert transfrontalier à remplir pour utiliser ces filières.

### **2.4. Coût des techniques de traitement et de gestion des sols pollués en 2012**

Les coûts de mise en œuvre d'une technique ou filière peuvent varier d'un chantier à un autre d'un facteur 5. De nombreux éléments expliquent cette variabilité :

- Les caractéristiques du sol et du site,
- La localisation du site,
- Le(s) type(s) de polluant(s),
- La concentration en polluants,
- La taille du chantier (économies d'échelle...),
- La maîtrise de la technique ou filière de la part du maître d'œuvre ou prestataire de travaux,
- La maturité de la technique ou filière,
- Les délais de dépollution,
- L'usage futur du site (seuils de dépollution...),
- Etc....

*Les coûts présentés ci-après s'entendent hors taxes et hors TGAP. Ils correspondent au coût total du chantier rapporté à la tonne de terre traitée ou gérée. Une incertitude existe néanmoins quant à l'application de cette définition « stricto-sensu » par les répondants.*

Dans le tableau suivant, les coûts mentionnés par les acteurs dans le questionnaire ont été comparés aux coûts standards donnés par le BRGM<sup>15</sup> dans leur étude « quelles techniques pour quels traitements », réalisée en 2010. Les coûts ne sont pas toujours compris dans les fourchettes données par le BRGM, néanmoins, un coût extrême peut être dû à un chantier spécifique en 2012 (non représentatif du coût moyen de la technique).

Technique	Type	Variabilité des coûts (€/t)	Coûts cités par le BRGM <sup>16</sup>	Corrélation des données
Installation d'incinération HS	Hors site	265-450	190-305	++
Installation de Stockage de Déchets Dangereux HS	Hors site	130-350	NA	NA
Traitement thermique in situ	In situ	60-180	70-155	+
Installation de traitement thermique HS	Hors site	80-150	60-110	+
Installation de traitement biologique HS	Hors site	45-140	50-80	+
Traitement thermique sur site	Sur site	60-120	NA	NA
Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux HS	Hors site	24-150	NA	NA
Cimenterie HS	Hors site	50-70	40-75	++
Venting-Bioventing in situ	In situ	2-90	15-50	-
Biodégradation sur site	Sur site	20-80	12-120	++
Installation de stabilisation physico-chimique	Hors site	30-50	70-190	-
Lavage de terres sur site	Sur site	20-50	35-100	+
Installation de Stockage de Déchets Inertes HS	Hors site	3-40	NA	NA

Tableau 8 : Variabilité des coûts des filières et techniques de traitement et de gestion des sols hors taxes (€/t)

NB : Coûts non disponible ou données non représentatives statistiquement pour les techniques suivantes :

- Installation de lavage de terres HS,
- Lavage de terres in situ,
- Phytoremédiation in situ,
- Phytostabilisation,
- Oxydation / Réduction chimique in situ,
- Stabilisation physico-chimique in situ, et sur site
- Bio-augmentation / Bio-stimulation in situ,
- Traitement chimique sur site,
- Confinement sur site et in situ.

Il n'existe pas un coût fixe pour une technique de dépollution. Le coût est toujours adapté aux particularités du site, aux besoins, et aux usages futurs. De même, l'importance des volumes traités et les délais de traitement imposés sont des paramètres pouvant faire varier largement le coût d'une technique donnée. Pour le cas particulier des installations de stockage, les prix peuvent également varier au rythme du cycle de vie des décharges et reflètent les besoins en terres des installations à chaque instant. Des conditions de prix particulières peuvent être mises en place au moment de l'ouverture ou de la fermeture d'une décharge. De plus, pour les envois en filière, les prix peuvent être négociés en fonction de la quantité de terres polluées envoyées.

<sup>15</sup> Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices, BRGM/RP – 58609 – FR, Juin 2010

<sup>16</sup> Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices, BRGM/RP – 58609 – FR, Juin 2010

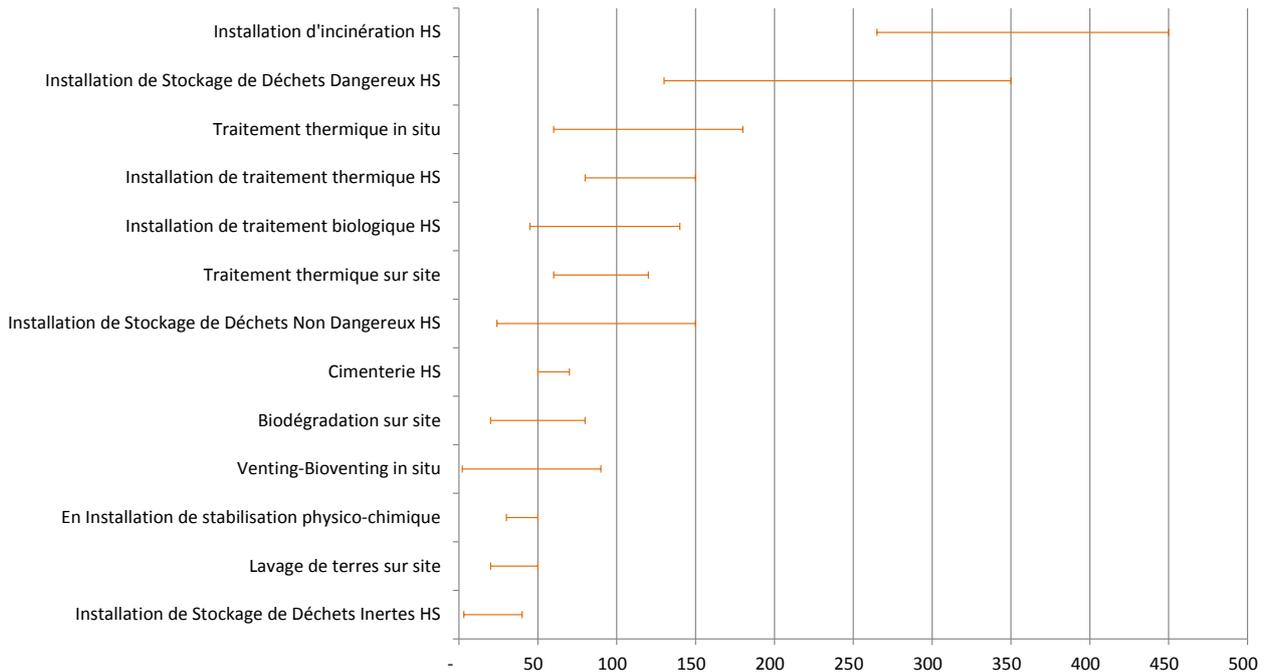


Figure 5 : Variabilité des coûts des filières et techniques de traitement et de gestion des terres polluées hors taxes (€/t)

✓ **Les filières hors site plus chères que les traitements sur site ou in situ**

De manière générale, **les traitements hors site sont plus coûteux que les traitements in situ ou sur site**, avec des coûts dépassant souvent 100€/tonne et pouvant aller jusqu'à 350-450 €/tonne selon les filières de traitement (contre 180 €/tonne maximum pour les traitements sur site et in situ). En effet, les quantités envoyées en installations hors site sont généralement optimisées (pour limiter les coûts liés au transport et au traitement) grâce à un tri réalisé sur site : ainsi, le coût moyen à la tonne s'avère plus élevé que les traitements in situ pour lesquels le volume total en place est considéré. Par ailleurs, le contexte concurrentiel et la demande jouent beaucoup sur les coûts des traitements hors site en général (les installations ont une capacité annuelle de traitement limitée, et si la demande est élevée, les prix de traitement augmentent).

Ces traitements bien que plus coûteux sont largement utilisés du fait de leur flexibilité possible dans les délais de réalisation de la dépollution.

✓ **Les traitements thermiques sont les plus coûteux**

La variabilité des coûts des techniques de traitement des terres polluées peut également être analysée en fonction de leur nature biologique, physico-chimique ou thermique. Les paragraphes suivants donnent des éléments de comparaison des coûts de ces différents types de traitement.

- **L'installation d'incinération est la méthode la plus coûteuse** notamment en raison des coûts d'énergie nécessaires au fonctionnement d'une telle installation, des coûts de traitement des rejets gazeux et des coûts de l'exutoire final des terres brûlées (prix de la mise en décharge généralement inclus). C'est un traitement très efficace généralement utilisé en dernier recours lorsque les autres traitements ne sont pas applicables, ce qui limite l'effet concurrentiel qui vient généralement diminuer les coûts.
- **Les autres traitements thermiques (in situ, sur site, hors site et cimenterie) sont globalement assez coûteux** pouvant aller de 50 €/t pour la cimenterie à 180 €/t pour le traitement thermique in situ. De manière générale, les techniques de traitement thermique sur site et hors site nécessitent un niveau d'investissement important. A titre indicatif, on considère généralement que le traitement sur site est plus avantageux que le traitement hors site à partir 25 000 tonnes et dans le cas où les terres sont réutilisées sur place. Le coût du traitement en cimenterie est moindre dans la mesure où

les terres viennent en apport dans un procédé existant. La valorisation ne nécessite donc pas le même niveau d'investissement initial.

- **Les traitements physico-chimiques** ont un coût moyen qui s'étend entre 20 €/t et 50 €/t, les mises en œuvre sur site étant plus coûteuses que les mises en œuvre in situ. Les réactifs sont à l'origine de la majeure partie du coût. La mise en œuvre sur site correspond le plus souvent à un prétraitement des terres en vue de leur stockage en ISD.
- **Les traitements biologiques sont en moyenne moins coûteux.** Ces traitements sont largement utilisés par l'ensemble des acteurs. De plus, le contexte fortement concurrentiel exerce une pression à la baisse sur les prix.

Le coût d'envoi des terres polluées en **installations de stockage de déchets** dépend fortement du niveau de pollution des terres, et par conséquent du **type d'installation** (déchets inertes après traitement, non-dangereux ou dangereux). Les coûts de stockage augmentent avec la dangerosité des terres acceptées. La filière la plus coûteuse est donc l'ISDD avec des coûts variant de 130 €/t à 350€/t, suivie par l'ISDND allant de 20 €/t à 150€/t et l'ISDI allant de 3 €/t à 40€/t. Il est à rappeler que les coûts présentés s'entendent hors taxes et donc hors TGAP. De façon générale, les coûts de stockage en ISD sont variables selon le contexte offre/demande.

*NB : Il est à noter que la diversité des acteurs du marché rend plus difficile l'homogénéisation des coûts. De plus, de nombreux acteurs proposent des méthodes de traitement combinées adaptées aux spécificités des contaminants présents et au contexte d'usage du site et de son voisinage. Les acteurs proposent de plus en plus de solution « à la carte » rendant difficile l'interprétation de coûts moyens par technique*

## 2.5. Des coûts connexes liés à l'excavation et au transport

Les coûts présentés ci-avant ne comprennent pas les dépenses liées à l'excavation des terres et leur transport. Selon le volume de terres à traiter et la distance à parcourir jusqu'aux centres de traitement, ces charges peuvent engendrer des coûts supplémentaires significatifs :

Type de coût	Min-Max
Excavation (€/t)	5 – 25
Transport (€/tkm)	5 – 35

Tableau 9 : Coûts moyens pondérés liés à l'excavation (€/t) et au transport (€/tkm) des terres en 2012 hors taxes

**Ces coûts de transport et d'excavation sont soumis à une forte variabilité :**

- **Le coût d'excavation** dépend de la quantité de terre à excaver, de la profondeur de la pollution, de la place disponible sur le site et du type d'engins d'excavation utilisés ainsi que de la difficulté de l'excavation ;
- **Le coût de transport** dépend de la distance à parcourir, des tonnages à transporter et du nombre de camions à mettre à disposition. Il est à noter que le coût de transport connaît également une forte variabilité géographique sur le territoire français. En particulier, les écarts de prix entre Paris et le reste de la France peuvent atteindre 10 à 20 %.

## 2.6. Focus sur les techniques de dépollution utilisées pour les principaux polluants

### 2.6.1. Les principales techniques de dépollution pour les hydrocarbures (HCT)

D'après les résultats de l'enquête, les HCT représentent la famille de polluants la plus traitée dans les sols en 2012 (occurrence de 32%).

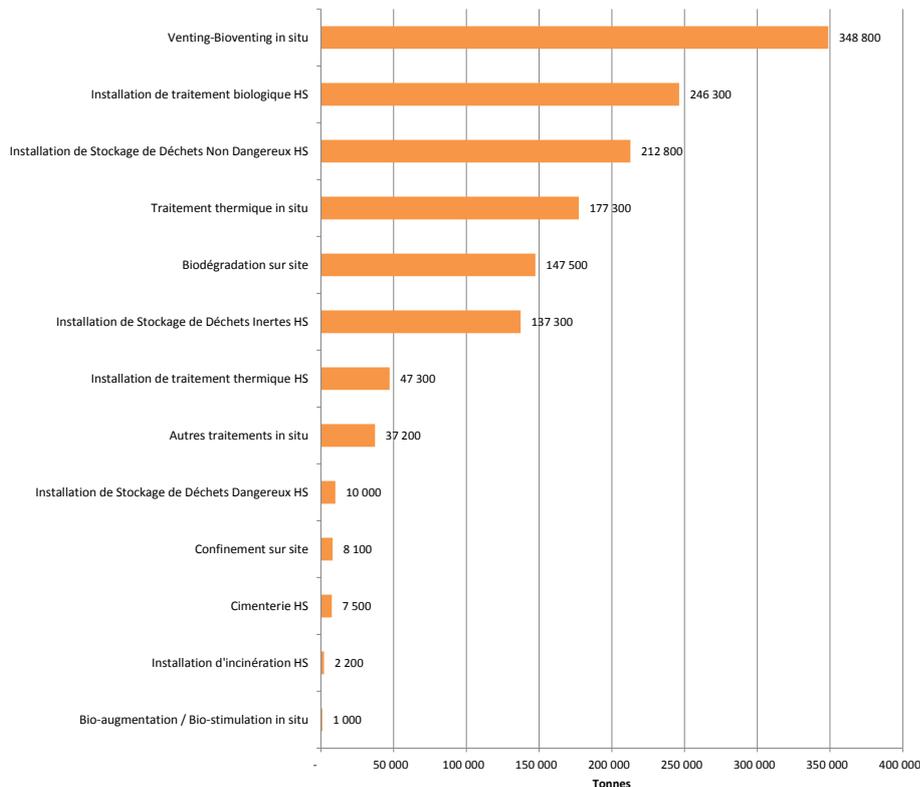


Figure 6 : Répartition des principales techniques de dépollution utilisées pour traiter les HCT

Au regard des résultats de l'enquête, les HCT sont traités à :

- 48% via des filières hors site : les envois en biocentre ou en ISDND représentent à eux seuls plus de 33% des HCT traités
- 41% via des techniques in situ, avec la technique de venting-bioventing, technique la plus couramment utilisée, avec plus de 25% des HCT traités ;

Parmi les techniques innovantes remontées au travers des questionnaires, les HCT ont été gérés sur un chantier par confinement vertical avec membrane PEHD.

### 2.6.2. La dépollution des COHV

D'après les résultats de l'enquête, les COHV représentent la deuxième famille de polluants la plus traitée dans les sols en 2012 (occurrence de 29%).

Les Composés Organiques Halogénés Volatiles sont traités à plus de 96 % par des techniques in situ, avec le venting-bioventing qui reste la technique majeure. Quand les COHV ne sont pas traités en in situ, les terres sont excavées et traitées hors site. En 2012, près de 38 000 tonnes de terres polluées au COHV ont été envoyées à l'étranger. Cependant, la filière de traitement sélectionnée n'est pas connue et ce volume de terre pourrait être sous-estimée (cf. p.26).

La catégorie Autres traitements *in situ* concerne une technique considérée comme innovante : il s'agit d'une réduction *in situ* par soil mixing avec injection de ZVI (Zerovalent iron, soit Fer à valence 0).

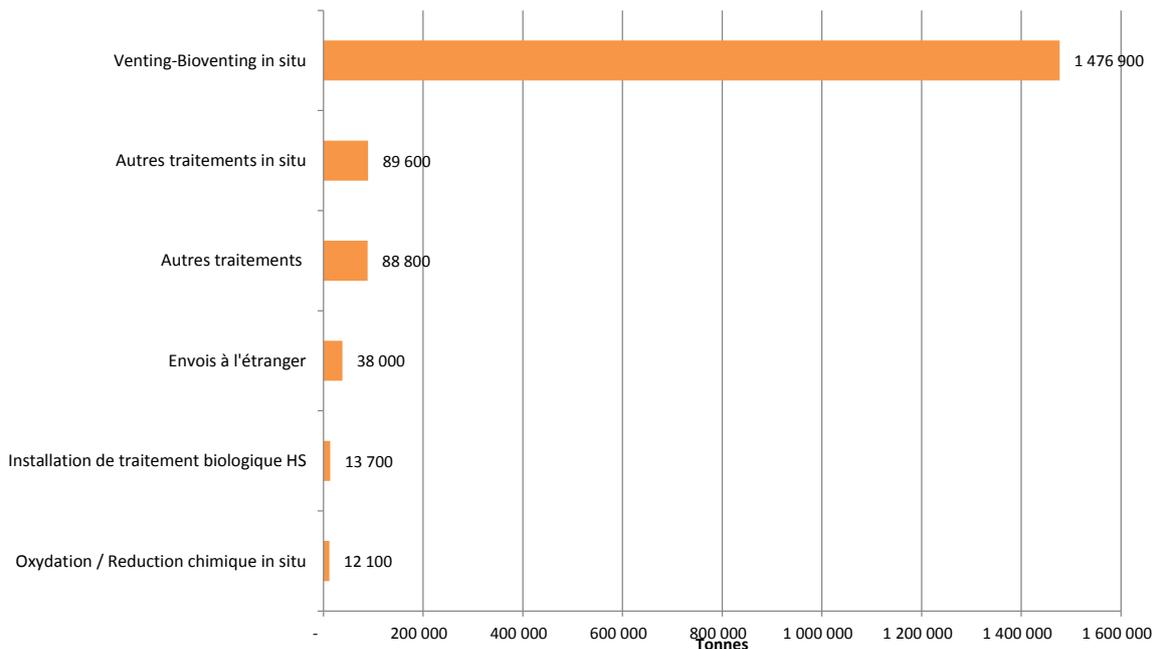


Figure 7 : Répartition des principales techniques de dépollution utilisées pour traiter les COHV

### 2.6.3. Le traitement des métaux lourds

D'après les résultats de l'enquête, les ETM représentent la « troisième famille » de polluants la plus traitée dans les sols en 2012 (occurrence de 19%).

Les métaux lourds sont majoritairement traités grâce à des techniques *in situ* pour plus de 54% des volumes traités, telle que la bio-augmentation / bio-stimulation (modification des conditions physico-chimiques du sol, permettant un traitement des métaux) sur un chantier « pépité ». Ils sont également traités par des techniques de solidification / stabilisation sur site et envoyés en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux après prétraitement.

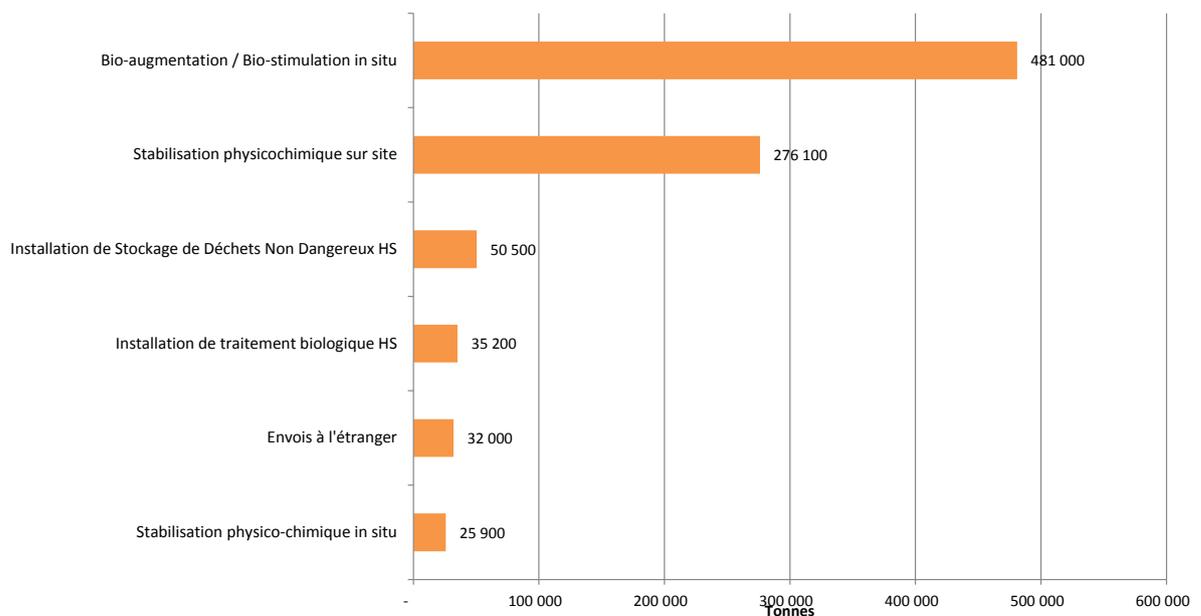


Figure 8 : Principales techniques de dépollution utilisées pour traiter les métaux lourds

### 3. Analyse des taux d'utilisation et des coûts des différentes techniques de traitement des eaux souterraines polluées en 2012

#### 3.1. Volumes totaux d'eaux souterraines polluées traitées en France en 2012

Selon les résultats de l'enquête, les volumes totaux d'eaux souterraines polluées traitées en France en 2012 s'élèvent à environ 2 607 000 m<sup>3</sup> en place.

Compte-tenu du taux de couverture de l'enquête de 75 % sur les traitements des eaux souterraines, il est possible d'estimer par extrapolation la quantité totale d'eau en place qui aurait été gérée en France en 2012 à environ 3 477 100 m<sup>3</sup> en place. Il est à noter cependant que cette extrapolation reste approximative.

#### 3.2. Taux d'utilisation des différentes techniques de traitement et de gestion des eaux souterraines polluées en 2012

Il est nécessaire de rappeler que, dans les chapitres qui suivent, les **volumes d'eau traités renseignés** par les acteurs correspondent **aux m<sup>3</sup> en place**. Ce mode de remontée des données est un changement par rapport aux données 2010, pour lesquelles les m<sup>3</sup> pompés avaient été renseignés pour les techniques sur site. Il entraîne une probable sous-estimation des volumes reportés par rapport aux volumes réellement traités par « pompage puis traitement », du fait du risque de remplissage hétérogène des questionnaires par les acteurs (volume en place ou volume pompés) pour cette première année de changement.

##### 3.2.1. Analyse des taux d'utilisation par type de technique de traitement des eaux souterraines en 2012

Type	Volume 2012
In situ	997 000
Sur site	1 610 000
	<b>2 607 000</b>

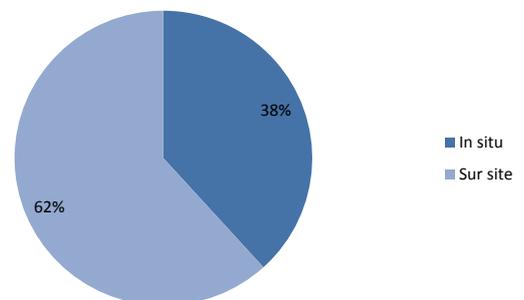


Figure 9 : Répartition des volumes traités ou gérés par type de technique de traitement des eaux souterraines en 2012 (hors industriels)

En 2012, les volumes d'eaux souterraines polluées ont été traités à 62 % par des techniques sur site après pompage contre 38 % in situ.

### 3.2.2. Analyse complète des taux d'utilisation

Technique	Type	Volumes (m <sup>3</sup> en place)	Taux d'utilisation
Pompage et traitement	Sur site	1 287 800	49 %
Sparging - Biosparging in situ	In situ	486 800	19 %
Extraction multiphasique in situ	In situ	327 000	13 %
Pompage écrémage	Sur site	322 200	12 %
Bioaugmentation / Biosimulation in situ	In situ	105 300	4 %
Oxydation / Réduction in situ	In situ	76 000	3 %
Barrières perméables réactives (BPR)	In situ	1 900	0 %
<b>Total</b>		<b>2 607 000</b>	

Tableau 10 : Classement des techniques de traitement et de gestion principales des eaux souterraines par volumes traités en 2012 (en m<sup>3</sup>) – hors industriels

#### Focus sur le traitement « en propre » des eaux souterraines par un industriel

Un acteur industriel a transmis ses données de traitement en propre d'eaux souterraines. Les données consolidées à ajouter sont les suivantes (en m<sup>3</sup> d'eau souterraine en place) :

- 17 500 000 m<sup>3</sup> sous Atténuation Naturelle Contrôlée
- 2 198 000 m<sup>3</sup> en confinement hydraulique in situ
- 1 083 300 m<sup>3</sup> par pompage et traitement
- 1 200 m<sup>3</sup> en extraction multiphasique in situ
- 600 m<sup>3</sup> en pompage écrémage

En incluant ces données dans les volumes d'eaux traités, l'Atténuation Naturelle Contrôlée devient la technique principale de traitement, mais le volume provient d'une unique démarche. Les volumes d'eaux souterraines traités sont très sensibles à cet effet « pépité » : les volumes peuvent devenir très élevés par le seul effet d'un chantier particulièrement important. Cet effet est plus marqué sur les eaux souterraines que sur les techniques de traitement des sols.

Les données présentées reflètent les tendances suivantes :

- **Une forte utilisation du pompage suivi d'un traitement** avec un taux d'utilisation de l'ordre de 49 %. La forte représentation de cette technique est logique, puisqu'elle recoupe plusieurs techniques qui sont pratiquées une fois l'eau pompée. De fait, le pompage suivi d'un traitement permet de traiter un grand nombre de polluants (dont les polluants organiques), d'où sa forte représentativité.
- **Une utilisation notable du Sparging - Biosparging**, avec un taux d'utilisation de l'ordre de 19 % en 2012 : cette technique a notamment été utilisée sur un chantier de grande ampleur (environ 325 000 m<sup>3</sup> d'eau traitée en place). Ce chantier représente donc à lui seul les 2/3 du volume d'eau traité.
- **L'Atténuation naturelle contrôlée (ANC)** est la seule démarche n'ayant pas été utilisée par les répondants au questionnaire en 2012. Elle a cependant été reportée par un industriel assurant le contrôle de cette démarche sur un chantier très important.

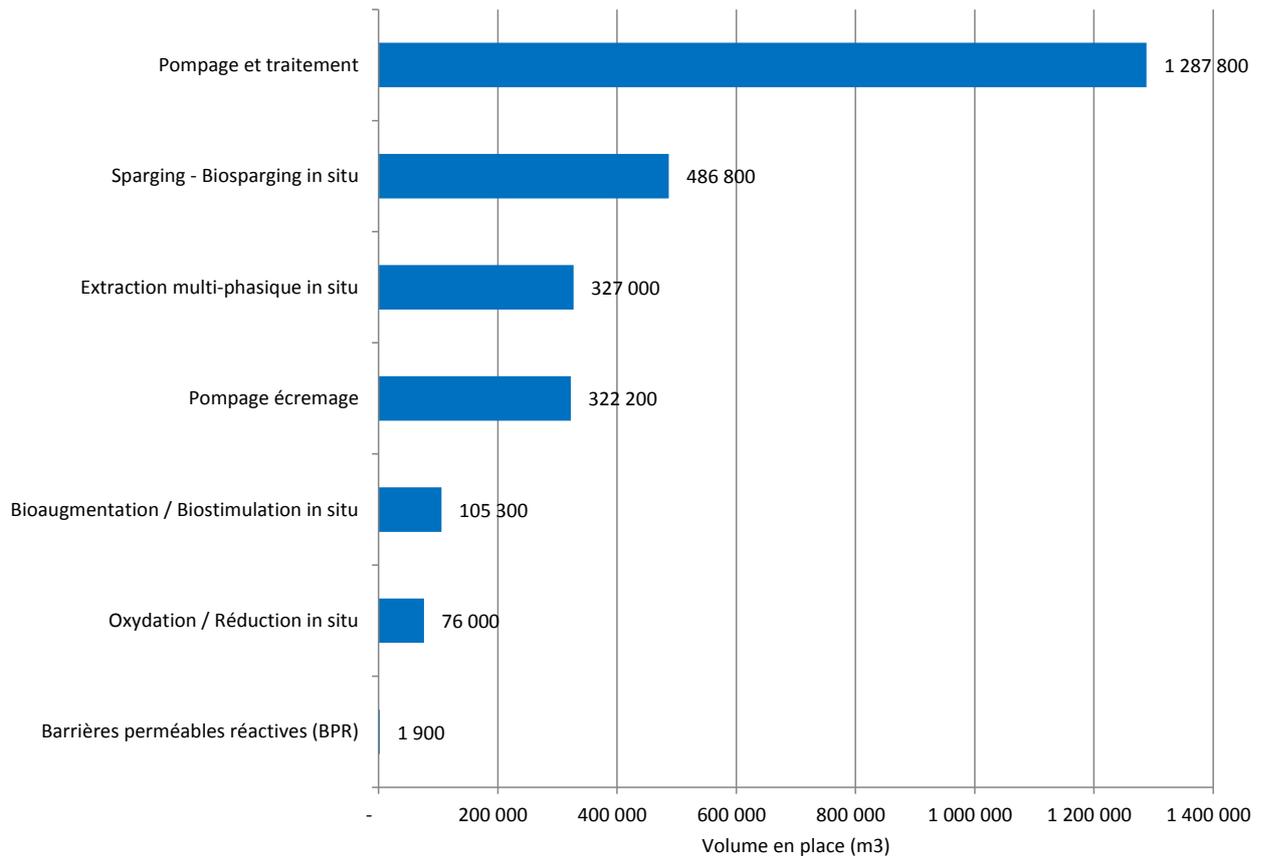


Figure 10 : Classement des techniques de traitement et de gestion des eaux souterraines par volumes traités décroissants en 2012 (en m<sup>3</sup>) – hors industriels

A titre d'exemple, quelques chantiers de dépollution menés au cours de ces dernières années sont présentés dans le rapport (cf. Exemples de chantiers de dépollution *in situ* et sur site p. 46).

### 3.3. Analyse de la variabilité des coûts

Il n'existe pas un coût fixe pour une technique de dépollution. Le coût est toujours adapté aux particularités du site, aux besoins, et aux usages futurs. De manière générale, les fourchettes de coût sont très larges pour les techniques de dépollution des eaux souterraines car directement liées aux caractéristiques de la nappe et leur analyse doit rester prudente.

Par ailleurs, il existe en effet une incertitude forte des données liées au fait que ces valeurs ne sont pas celles qui sont suivies sur les chantiers. En effet, les coûts qui ont été demandés dans le questionnaire sont les coûts en €/m<sup>3</sup> d'eau en place, ratio qui n'est pas utilisé par les entreprises. L'indicateur coût qui leur a donc été demandé dans le questionnaire n'est pas un indicateur standard et un travail de recalcul a dû être réalisé sur la donnée.

Technique	Type	Variabilité des coûts (€/m <sup>3</sup> en place)	Coûts cités par le BRGM <sup>17</sup>	Corrélation des données
Pompage et traitement	Sur site	0,6-250	NA	NA
Extraction multiphasique in situ	In situ	6-150	25-65 €/m <sup>3</sup> pompés	+
Sparging - Biosparging in situ	In situ	2-150	15-55	+
Oxydation / Réduction in situ	In situ	5-70	30-115	+
Pompage écrémage	Sur site	2-70	5-60	++
Bioaugmentation / Biostimulation in situ	In situ	8-50	25 -60	-

Tableau 11 : Variabilité des coûts moyens des techniques de traitement des eaux souterraines (€/m<sup>3</sup>) hors taxes en 2012

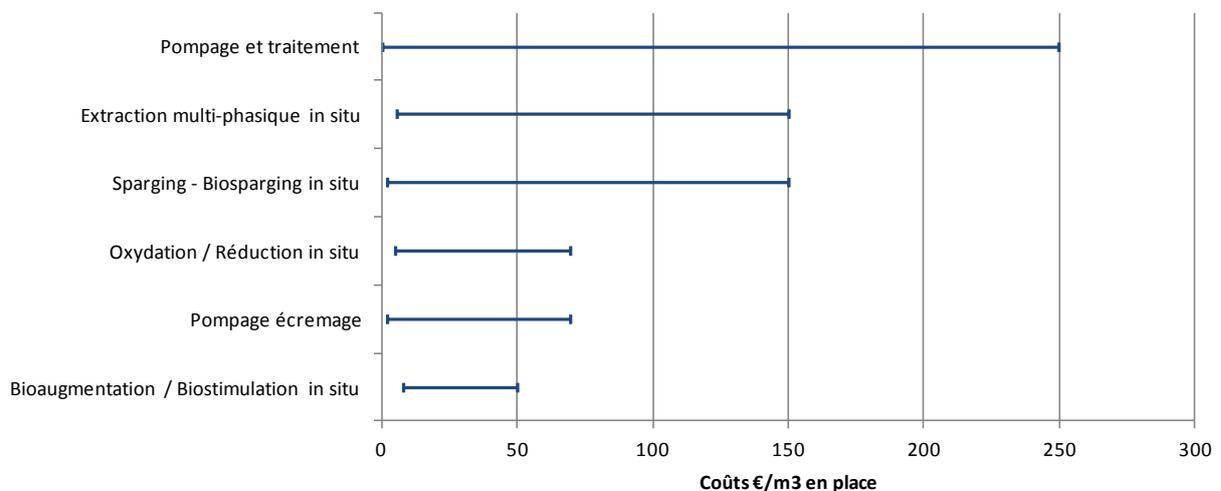


Figure 11 : Variabilité des coûts moyens des techniques de traitement des eaux souterraines (€/m<sup>3</sup>) hors taxes en 2012

NB : Les coûts de l'atténuation naturelle et des barrières perméables réactives n'ont pu être présentés du fait du manque de données collectées.

L'étude de la variabilité des coûts a permis de montrer que les coûts de mise en œuvre d'une technique ou filière d'un chantier à un autre peuvent varier d'un facteur 16. De nombreux facteurs peuvent être à l'origine de cette forte variabilité :

- Caractéristiques de la nappe et du site,
- Localisation du site,
- Type(s) de polluant(s) et concentration,
- Qualité des eaux,
- Débit de la nappe et son volume,
- Maîtrise de la technique ou filière de la part du maître d'œuvre ou du prestataire de travaux,
- Maturité de la technique ou filière,
- Coût des réactifs,
- Délais de dépollution,
- Environnement du site (zone ATEX, ...),
- Etc.

<sup>17</sup> Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices, BRGM/RP – 58609 – FR, Juin 2010

Les coûts moyens des techniques de traitement des eaux en 2012 ont varié entre  $< 10 \text{ €/m}^3$  et  $250 \text{ €/m}^3$  en place hors taxes, avec par ordre décroissant de coûts :

- **Le pompage suivi d'un traitement est la technique qui ressort la plus coûteuse, avec une fourchette de prix entre  $1$  et  $250 \text{ €/m}^3$  en place.** L'écart entre le coût minimal et le coût maximal est complètement justifié par le fait que la quasi-totalité des techniques sur site peuvent être utilisées après un pompage. Ainsi, la diversité des techniques sous-jacentes au terme de « Pompage et traitement » induit une variabilité très forte dans les coûts qui ont été communiqués par les répondants au questionnaire. Cette variabilité est également directement liée au débit de la nappe et à la concentration en polluants. Les techniques de « pump and treat » font enfin intervenir à la fois des coûts de pompage et des coûts de réactifs qui augmentent le coût de mise en œuvre.
- **L'extraction multiphasique in situ a un coût compris entre  $6$  et  $150 \text{ €/m}^3$ ,** ce qui en fait une technique relativement coûteuse. Néanmoins, c'est une technique complète permettant de traiter à la fois les polluants contenus dans les gaz du sol et dans les phases libre et dissoute des eaux souterraines.

### 3.4. Focus sur les techniques de dépollution utilisées pour les principaux polluants

#### 3.4.1. La dépollution des HCT

D'après les résultats de l'enquête, les HCT représentent les polluants les plus traités dans les eaux souterraines en 2012 (occurrence à hauteur de 33%). Les techniques de dépollution des HCT sont assez diversifiées au regard des réponses aux questionnaires. Le pompage / écrémage et le pompage suivi d'un traitement adapté (ex : déshuileur) sont les techniques les plus représentées en 2012 et correspondent à des traitements « sur site » dont la part en volume est majoritaire (part de 61%).

Les techniques in situ représentent environ 39 % des volumes en place concernés.

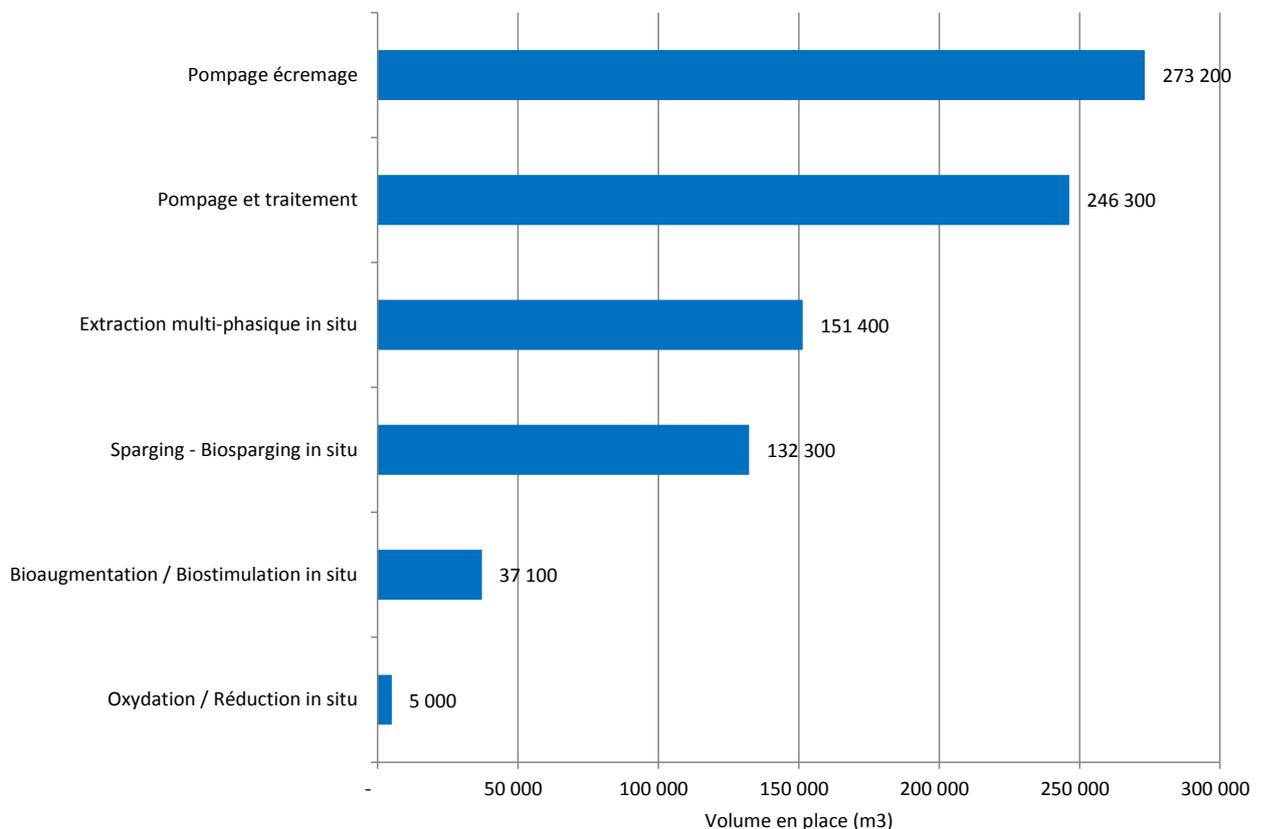


Figure 12 : Répartition des techniques de dépollution utilisées pour traiter les eaux souterraines contenant des HCT (hors industriels)

#### 3.4.2. Les techniques de dépollution pour les COHV

Le taux d'occurrence de traitement des COHV est d'environ 14% et en fait la seconde typologie de polluants la plus traitée dans les eaux souterraines. Les techniques de traitement proposées sont relativement diversifiées : le pompage suivi d'un traitement est la « famille de technique » la plus significativement mise en œuvre en 2012 (44% de part en volume) ; les techniques de traitement *in situ* apparaissent comme étant majoritaires (56% en volume) ce qui pourrait témoigner d'une spécificité de traitement des COHV comparativement à d'autres composés (ex : HCT). A ce titre, les techniques *in situ* d'extraction multiphasique et d'oxydation / réduction apparaissent comme étant les plus représentées.

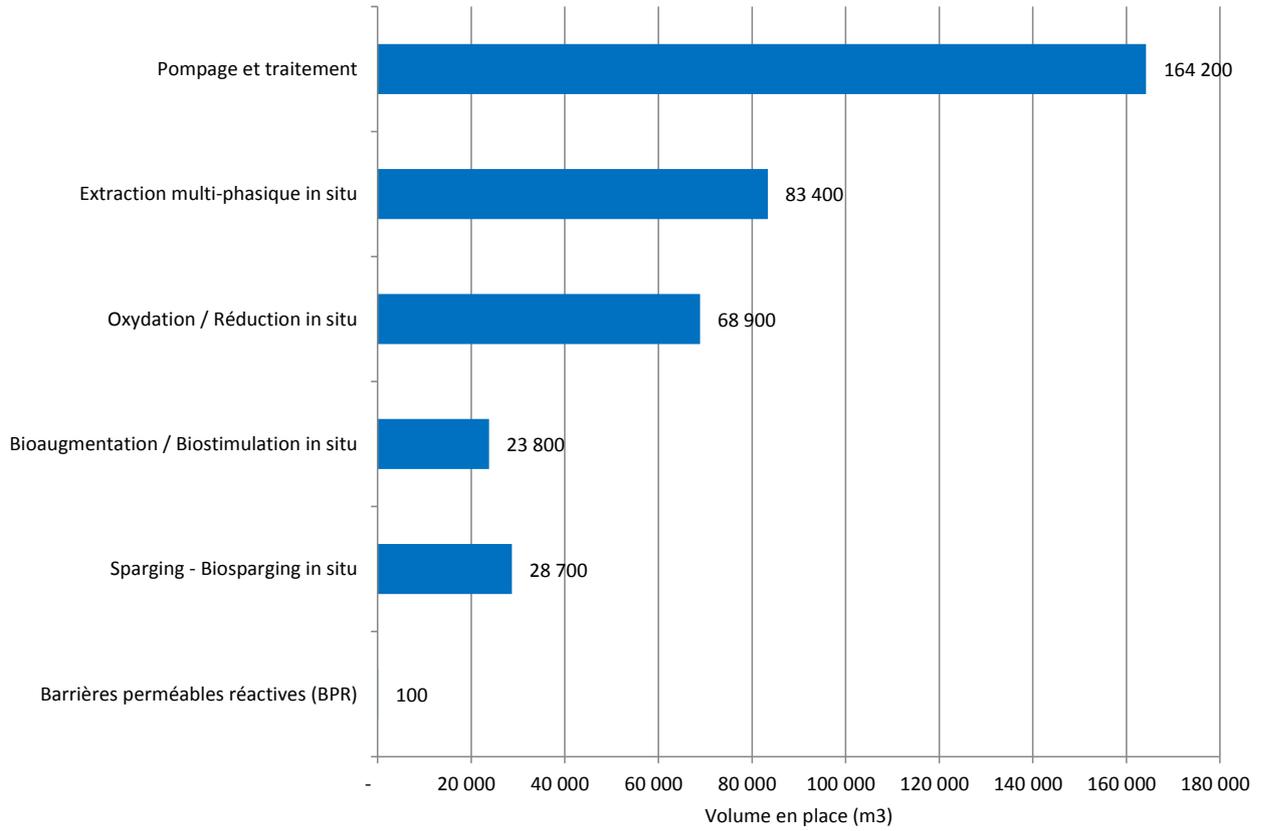


Figure 13 : Répartition des techniques de dépollution utilisées pour les eaux souterraines polluées aux COHV (hors industriels)

# **EXEMPLES DE CHANTIERS DE DEPOLLUTION IN SITU ET SUR SITE ET PRESENTATION DE PLATEFORMES « HORS SITE » DE TRAITEMENT DES TERRES POLLUEES.**

## 1. Exemples de chantiers de dépollution *in situ* et sur site

CHANTIER DE REFERENCE		
 <p>Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie</p>	<h3>Bio-précipitation in situ</h3>	 <p>Infrastructure - Eau - Environnement - Bâtiment</p>
<p><b>Site de : Grand Terril de Chrome de Wattrelos</b>  <b>Activité polluante : traitement de minerais de Chrome</b></p>		

CONTEXTE	
<b>Acteurs impliqués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Maître d'ouvrage</i> : SOLVAY (Rhodia)</li> <li>• <i>Opérateur</i> : ARCADIS</li> </ul>
<b>Société</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : Nombreux exploitants historiques, dont Péchiney Ugine Kuhlman (PCUK).</li> <li>• <i>Lieu</i> : Wattrelos</li> <li>• <i>Dates (ouverture/fermeture)</i> : début du 20<sup>ème</sup> siècle - jusqu'en 1984</li> <li>• <i>Activité actuelle</i> : activité arrêtée en 1984</li> <li>• <i>Evolutions de l'activité</i> : Nombreuses activités successives voire conjointes sur l'ensemble de la friche : traitement de minerais, chimie et recyclage.</li> </ul>
<b>Enjeux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Enjeux</i> : La friche de 46 ha devient un espace naturel qui s'intègre dans la trame verte métropolitaine et est partiellement ouverte au public (excepté le terril de Cr de 7 ha) ; le canal de Roubaix doit rouvrir à la navigation de plaisance.</li> <li>• <i>Environnement de la zone polluée</i> : Située sur les communes de Leers et de Wattrelos, en bordure des canaux de Roubaix et de l'Espierre avec une population environnante importante.</li> </ul>

TYPE DE POLLUTION	
<b>Origine de la pollution</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement de minerais principalement</li> <li>• <i>Historique de la pollution</i> : Forte pollution historique en Cr de l'aquifère superficiel confiné (1g/l en moyenne) et du terril de résidus stockés : « les charrées de chrome » (30g/kg en moyenne)</li> </ul>
<b>Polluants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Famille du polluant</i> : métaux lourds et forte basicité (pH moyen de 12)</li> <li>• <i>Nom du polluant</i> : Chrome hexavalent principalement</li> <li>• <i>Concentration initiale</i> : plus d'1g/l dans la nappe</li> <li>• <i>Milieu(x) atteint(s)</i> : Sols superficiels et nappe superficielle confinée</li> <li>• <i>Etendue de la pollution</i> : environ 7ha ; la hauteur du Grand terril atteint 16 mètres</li> </ul>
<b>Identification du risque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxicité et basicité, principalement ; risque au contact et par voie d'ingestion</li> </ul>

## OBJECTIFS DE REHABILITATION

<b>Usage envisagé du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La friche de 46 ha devient un espace naturel qui s'intègre dans la trame verte métropolitaine et est partiellement ouverte au public ; le canal de Roubaix doit rouvrir à la navigation de plaisance ; A priori, le Grand Terril de Chrome devrait rester une zone interdite au public et grevée de servitudes.</li> </ul>
<b>Objectifs fixés pour la réhabilitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Objectif de l'opération</i> : précipitation du chrome sous forme d'hydroxyde de Cr III ; et limitation des transferts</li> <li><i>Teneur résiduelle fixée</i> : Cr hexavalent &lt; 20 mg/l dans la nappe</li> </ul>
<b>Délais annoncés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 à 8 ans</li> </ul>

## CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°1

<b>Caractérisation du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Limite(s) technique(s)</i> : forte toxicité limitant la survie et l'action des bactéries ; la maîtrise des risques de fuite vers l'extérieur et les conditions de stabilité mécanique limitent la hausse de la charge hydraulique dans le terril</li> </ul>
<b>Technique retenue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Nom</i> : In Situ Reactive Zone ou Bio Precipitation In Situ</li> <li><i>Principe</i> : La stimulation de l'activité bactérienne (bactéries autochtones) se fait par ajout de nutriment (injection de mélasse) dans le site ; l'évolution vers des conditions réductrices qui en résulte engendre la précipitation des métaux lourds sous une forme stable et insoluble (co-métabolisme)</li> <li><i>Type de polluants traités</i> : métaux lourds, principalement le Cr hexavalent</li> </ul>
<b>Phase pilote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réalisées en laboratoire en 2005 puis sur site en 2008</li> </ul>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coûts fortement réduits par rapport à la solution antérieure de traitement externe de la nappe</li> <li>Traitement complet du site en quelques années</li> <li>Solution conforme aux principes du Développement Durable</li> </ul>

## CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°1

<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Principe de fonctionnement</i> : La stimulation de l'activité bactérienne (bactéries autochtones) se fait par ajout de nutriment (injection de mélasse) dans le site ; l'évolution vers des conditions réductrices qui en résulte engendre la précipitation des métaux lourds sous une forme stable et insoluble (co-métabolisme)</li> <li><i>Rendement théorique</i> : 99,9% sur le Cr VI dissout</li> <li><i>Durée du traitement théorique</i> : quelques années</li> </ul>
<b>Description du procédé</b>	Recirculation dans le terril des lixiviats du site après ajout de mélasse via une unité de mélange automatisée ; Une centaine de puits d'injection et plusieurs tranchées sont utilisées. Des puits sont également dédiés au contrôle.
<b>Mise en œuvre et suivi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Traitement des effluents de procédé</i> : pour partie, car dans les étapes intermédiaires, le traitement externe des lixiviats est poursuivi afin de limiter l'augmentation de la charge hydraulique dans le terril.</li> <li><i>Élimination des résidus de procédé</i> : les résidus restent sur site</li> <li>Contrôle de la dépollution via des puits de contrôle dans le terril et la nappe.</li> </ul>

## POLLUTION RESIDUELLE

<b>Pollution résiduelle et rendement de la technique</b>	La pollution résiduelle sera sous forme de Cr III précipité et immobilisé ainsi que d'autres métaux lourds sous forme de sulfures insolubles
<b>Surveillance de la pollution résiduelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Via les puits de contrôle</li> </ul>
<b>Restriction usages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Servitudes imposées</li> </ul>

## BILAN PREVISIONNEL DE L'OPERATION

<b>Durée de l'opération</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 à 8 ans</li> </ul>
<b>Coût global du chantier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Environ 3 M€</li> </ul>
<b>Coût unitaire de traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 à 5 €/m<sup>3</sup></li> </ul>
<b>Quantités traitées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>700 000 m<sup>3</sup></li> </ul>
<b>Aléas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toxicité du milieu et comportement hydraulique du terril</li> </ul>
<b>Limites de la technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comportement hydraulique des milieux, injectabilité ; délais d'exécution</li> </ul>

## RETOUR D'EXPERIENCE

<b>Conclusion du maître d'œuvre / d'ouvrage</b>	<b>En cours. Les résultats sont encourageants ; difficultés locales liées à l'hydraulique du site et à sa toxicité</b>
---	--

### ✉ Contacts

**Thierry Gisbert Directeur métier Environnement  
Arcadis**

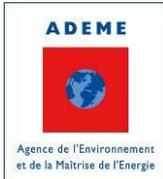
**Tel : +33 (0)1 46 23 77 77**

**Email : thierry.gisbert@arcadis-fr.com**

### 📖 Pour en savoir plus

Sites Internet des entreprises concernées :  
<http://www.arcadis-fr.com>

## CHANTIER DE REFERENCE



# Couplage écrémage et lavage des sols



Site de : Etampes

Activité polluante : Sols et Nappes souterraine

## CONTEXTE

<b>Acteurs impliqués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Maître d'ouvrage</i> : Transports BRADEL</li> <li>• <i>Opérateur</i> : G.M.E.P</li> </ul>
<b>Société</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : Transports BRADEL</li> <li>• <i>Lieu</i> : Etampes</li> <li>• <i>Dates (ouverture/fermeture)</i> : Fin exploitation</li> <li>• <i>Activité actuelle</i> : Site en attente de reconversion</li> <li>• <i>Evolutions de l'activité</i> : Activité de dépôts de carburants pétroliers puis de transport de marchandises en vrac</li> </ul>
<b>Enjeux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Enjeux</i> : Environnementaux et sanitaires</li> <li>• <i>Environnement de la zone polluée</i> : ZNIEFF, nappes souterraines</li> </ul>

## TYPE DE POLLUTION

<b>Origine de la pollution</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollution diffuse de produits pétroliers dans les sols</li> <li>• <i>Historique de la pollution</i> : Atelier de réparation et réservoirs souterrains de produits pétroliers</li> </ul>
<b>Polluants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Famille du polluant</i> : HCT, BTEX, HAP</li> <li>• <i>Nom du polluant</i> : huiles usagées</li> <li>• <i>Concentration initiale</i> : 10 000 mg/kg/MS</li> <li>• <i>Milieu(x) atteint(s)</i> : Sols, sous-sols et nappes de surfaces</li> <li>• <i>Etendue de la pollution</i> : impact sur la nappe alluviale de la Juines</li> </ul>

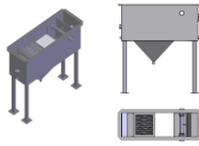
## OBJECTIFS DE REHABILITATION

<b>Usage envisagé du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usage sensible et/ou non sensible des sols</li> </ul>
<b>Objectifs fixés pour la réhabilitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Objectif de l'opération</i> : Traitement de la source de pollution dans les sols par excavation et traitement sur site des sols pollués, écrémage des hydrocarbures et surnageant, traitement de la nappe alluviale.</li> <li>• <i>Teneur résiduelle fixée</i> : HCT &lt; 500 mg/kg/MS dans les sols, teneur en hydrocarbures totaux dans les eaux souterraines &lt; 0,5 µg/litre</li> </ul>
<b>Délais annoncés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 an</li> </ul>

## CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°1

<b>Caractérisation du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Limite(s) technique(s)</i> : Pollution des sols et de la nappe située sous une dalle en béton</li> </ul>
<b>Technique retenue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : pompage -écrémage</li> <li>• <i>Principe</i> : dépression par pompage de la nappe (8m<sup>3</sup>/h), débit de la nappe 3 m<sup>3</sup>/h</li> <li>• <i>Type de polluants traités</i> : surnageant constitué par des huiles lourdes et BTEX</li> </ul>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement de plus de 80% des hydrocarbures lourds en surnageant sur le toit de nappe</li> </ul>

## CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°1

<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Principe de fonctionnement</i> : Création d'un puits de pompage, pompage par pompe pneumatique et traitement sur séparateur multi phase et charbon actif.</li> <li>• <i>Rendement théorique</i> : supérieur à 90%</li> <li>• <i>Durée du traitement théorique</i> : 6 mois</li> </ul>
<b>Description du procédé</b>	<p>Séparateur multiphasique</p> 
<b>Mise en œuvre et suivi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prétraitement sur séparateur</li> <li>• Traitement des effluents de procédé sur filtration avec charbon actif</li> <li>• Elimination des résidus de procédé par régénération du charbon actif</li> <li>• Contrôle de la dépollution par analyse des eaux avant rejet</li> </ul>

## CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°2

<b>Caractérisation du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Limite(s) technique(s)</i> : Surfaces mise à disposition et environnement urbain</li> </ul>
<b>Technique retenue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : Traitement par lavage</li> <li>• <i>Principe</i> : Lavage des sols en présence de surfactants</li> <li>• <i>Type de polluants traités</i> : Hydrocarbures C10 à C40</li> <li>• <i>Faisabilité technique</i> : Bon rendement sur matériaux poreux, calcaires, remblais</li> </ul>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction de l'impact sur l'environnement lié au transport par la route</li> </ul>

## CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°2

<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Principe de fonctionnement</i> : lavage en continu des matériaux en présence d'enzymes et surfactants biologiques</li> <li>• <i>Rendement théorique</i> : supérieur à 90%</li> <li>• <i>Durée du traitement théorique</i> : six mois</li> </ul>
<b>Description du procédé</b>	
<b>Mise en œuvre et suivi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Prétraitement</i> : Excavation et mise sur andain des matériaux</li> <li>• <i>Traitement des effluents de procédé</i> : pompage des effluents et traitement sur séparateur</li> <li>• Contrôle de la dépollution en sortie de séparateur</li> </ul>

## POLLUTION RESIDUELLE

<b>Pollution résiduelle et rendement de la technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Teneur en HCT dans les matériaux inférieure</i> à 500 mg/kg/MS</li> </ul>
<b>Surveillance de la pollution résiduelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prélèvements et analyses par laboratoire agréé</li> </ul>
<b>Restriction usages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivant condition de réutilisation des sols</li> </ul>

## BILAN PREVISIONNEL DE L'OPERATION

<b>Durée de l'opération</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un an y compris opérations de préparation des matériaux, criblage, analyses, mise sur andain de traitement</li> </ul>
<b>Coût global du chantier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 135 K€</li> </ul>
<b>Coût unitaire de traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inférieur à 40 euros/tonne traitée</li> </ul>
<b>Quantités traitées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• +/- 4500 tonnes</li> </ul>
<b>Aléas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surface de préparation et délais de restitution des terrains</li> </ul>
<b>Limites de la technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentration en hydrocarbures totaux dans les sols et qualité géotechnique</li> </ul>

## RETOUR D'EXPERIENCE

<b>Conclusion du maître d'œuvre / d'ouvrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bon rapport qualité-coûts suivant usages désirés</li> </ul>
---	--

### ✉ Contacts

M. Azulay Eric

Tel : 06 07 73 72 33

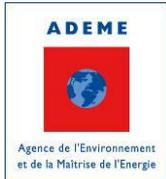
Email : gmep.france@gmail.com

### 📖 Pour en savoir plus

Sites Internet des entreprises concernées :  
http :www.terrespolluees.com

Sites de référence : NA

## CHANTIER DE REFERENCE



### Désorption thermique *in situ*

GRS Valtech

**Site en région Parisienne**  
**Activité polluante : régénération de solvants**

## CONTEXTE

<b>Acteurs impliqués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Maître d'ouvrage</i> : Confidentiel</li> <li>• <i>Opérateur</i> : GRS VALTECH</li> </ul>
<b>Société</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : Confidentiel</li> <li>• <i>Lieu</i> : Région parisienne (78)</li> <li>• <i>Dates (ouverture/fermeture)</i> : cessation d'activité du site en 1998 ; démarrage des travaux de dépollution en novembre 2010 – réception des travaux en décembre 2013.</li> <li>• <i>Activité actuelle</i> : friche industrielle</li> <li>• <i>Evolutions de l'activité</i> : récupération et régénération de solvants par le passé</li> </ul>
<b>Enjeux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Enjeux</i> : Mise en sécurité du site et de son environnement immédiat – Réhabilitation du sous-sol (sols + nappe) dans l'optique d'une valorisation foncière des terrains</li> <li>• <i>Environnement de la zone polluée</i> : urbain à moyenne densité</li> </ul>

## TYPE DE POLLUTION

<b>Origine de la pollution</b>	<p>Le site a accueilli durant plusieurs années une fabrique de couleurs, vernis, encres avec cuisson d'huile. L'emploi et le stockage de produits potentiellement polluants sur des sols non imperméabilisés a engendré une pollution des sols et de la nappe phréatique au droit du site.</p>
<b>Polluants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Famille du polluant</i> : solvants chlorés, composés aromatiques volatils, hydrocarbures</li> <li>• <i>Nom du polluant</i> : BTEX, OHV, HAP, HCT</li> <li>• <i>Milieu(x) atteint(s)</i> : sols et nappe</li> <li>• <i>Concentrations initiales maximales dans les sols</i> : HCT : 25 000 mg/kg ; OHV : 1 300 mg/kg ; BTEX : 4 000 mg/kg ; HAP : 1 300 mg/kg</li> <li>• <i>Concentrations initiales maximales dans la nappe</i> : HCT : 220 mg/l ; OHV : 375 mg/l ; BTEX : 280 mg/l</li> <li>• <i>Etendue de la pollution</i> : 9 000 m<sup>2</sup>, sur 16 m de profondeur</li> </ul>
<b>Identification du risque</b>	<p>Risque sanitaire lié principalement aux OHV dans les sols et dans la nappe, risque environnemental via la diffusion des produits dans l'aquifère (protection de la ressource en eau souterraine).</p>

## OBJECTIFS DE REHABILITATION

<b>Usage envisagé du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habitat collectif ou privé, bureaux</li> </ul>
<b>Objectifs fixés pour la réhabilitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Objectif de l'opération</i> : Mise en sécurité définitive du site vis-à-vis des risques sanitaires et environnementaux, et par extension, valorisation foncière des terrains.</li> <li><i>Teneur résiduelle fixée</i> : objectifs fixés par l'administration sur la nappe = 1,2 dichloroéthane : 0,5 mg/l ; cis 1,2 dichloroéthylène : 2,5 mg/l + objectifs fixés sur les sols (et les gaz du sol) pour permettre une valorisation foncière des terrains HCT : 1 000 mg/kg ; OHV : 60 mg/kg ; BTEX : 300 mg/kg ; HAP : 12 mg/kg</li> </ul>
<b>Délais annoncés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 ans</li> </ul>

## CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°1

<b>Caractérisation du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Limite(s) technique(s)</i> : Proximité immédiate d'une voie de chemin de fer + environnement urbain</li> </ul>
<b>Technique retenue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Nom</i> : Soil Venting Thermal Extraction (SVTE)</li> <li><i>Principe</i> : Désorption des polluants in situ par chauffage des terrains en place (pointes chauffantes insérées dans des puits en acier) et récupération/extraction par un système de venting.</li> <li><i>Type de polluants traités</i> : tous les polluants organiques présentant une température de volatilisation compatible avec la température de chauffe (en premier lieu, BTEX / OHV et naphtalène)</li> </ul>
<b>Phase pilote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pilotes de traitement des effluents extraits sous forme gazeuse, et notamment, la biodégradation contrôlée des OHV combinée aux BTEX.</li> </ul>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Absence de nuisances olfactives et sonores pour le voisinage, maîtrise totale de la diffusion des pollutions</li> <li>Pas de limite technique vis-à-vis de la profondeur de dépollution (16 m) ; traitement combiné des sols et de la nappe</li> <li>Pas de déstabilisation et déstructuration des ouvrages environnants (notamment la voie SNCF – Paris/Le Havre)</li> </ul>

## CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°1

<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Principe de fonctionnement</i> : imbrication de systèmes de puits (ou pointes) de chauffe (1 puits tous les 6,80m) et de puits (ou pointes) d'extraction des gaz chauds (chargés en polluants) ; extraction des gaz chauds, refroidissement, condensation des polluants, traitement des gaz par oxydation puis filtration (media biofiltrant ; charbon actif)</li> <li><i>Rendement théorique</i> : 90% d'abattement (diminution a minima d'un facteur 10 des teneurs initiales).</li> <li><i>Durée du traitement théorique</i> : montée en température progressive des terrains pendant 6 mois puis durée de traitement estimée à 6 mois à partir du moment où le volume complet de terrain à traiter est porté à la température souhaitée (= température minimale pour désorber les polluants).</li> </ul>
<b>Description du procédé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b><u>Pointes chauffantes</u></b> Les pointes chauffantes (résistances) sont disposées à l'intérieur d'un tube acier de diamètre 4 pouces, enfoncé dans le sol jusqu'à environ 13m de profondeur.</li> </ul>

Une résistance chauffante pouvant délivrer une puissance de 1,5 kW par mètre à une température comprise entre 400°C et 700°C (jusqu'à 1 000°C en pointe) est glissée à l'intérieur du tube. En l'occurrence, compte tenu de la nature des composés à traiter, la température de chauffe sera réglée à 800°C.

Chaque résistance est équipée d'un thermocouple et de variateurs de puissance à découpage permettant de mesurer, contrôler, réguler la température de chauffe.

Ces modules de sécurité ont pour vocation de prévenir tout risque de surchauffe, de permettre une montée en température constante des aiguilles de chauffe, mais également d'optimiser la consommation électrique de l'installation.

La montée en température du volume de sols à traiter in situ est fonction de la température des pointes elles-mêmes, et de la courbe de réponse du terrain. Pour plus de contrôle et de suivi de la courbe de réponse du terrain (en particulier pour tout ce qui concerne le comportement mécanique des sols), il est envisagé d'augmenter progressivement la température de chauffe des pointes.

La montée en température se fait par l'intermédiaire d'une rampe de consigne qui sera de 50°C par semaine pour les pointes situées au plus près de la voie SNCF et de 100°C par semaines pour les pointes les plus éloignées de la voie. Moyennant un suivi très fin du comportement des sols au droit des zones les plus éloignées de la voie SNCF (soumis à des montées en températures plus rapides et plus intenses que la zone située au plus près des voies SNCF), les résultats des données relatives au tassement des sols permettront d'anticiper d'éventuelles difficultés au droit des zones « à risque » (vis-à-vis du comportement mécanique des sols). Préalablement, une étude sur le comportement des sols en laboratoire, soumis à une température de 900°C a été réalisée. Cette étude ne montre pas de dégradation de la qualité des sols.

- **Pointes de venting**

Les puits d'aspiration sont équipés en tube acier et dotés d'une profondeur comprise entre 15m et 12m. Ils sont équipés en tube plein de 0 à -3 m et crépinés sur le reste de la colonne. Un bouchon en bentonite ou assimilé est aménagé entre -3m et -2m afin d'assurer une parfaite étanchéité du puits. L'annulaire, sur la partie crépinée, est comblé par un gravier filtrant roulé calibré en fonction de l'épaisseur des fentes des crépines.

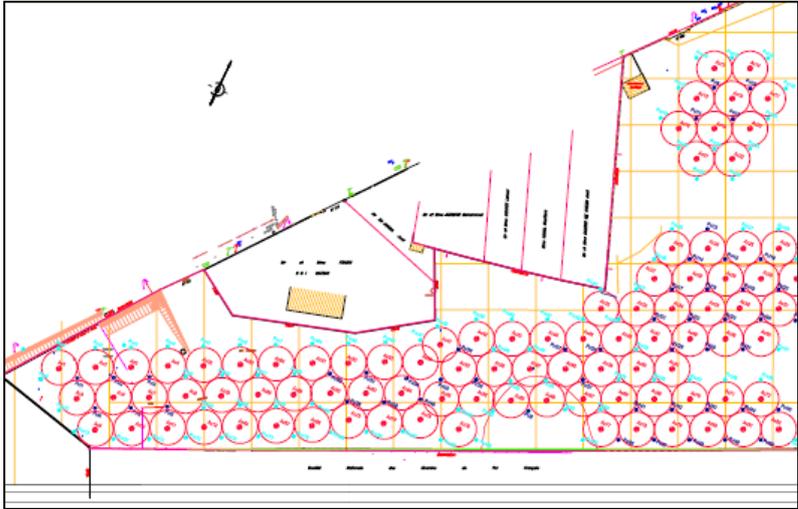
La tête de puits est, selon les cas, équipée de points de mesure (température, dépression) ou de prélèvement d'échantillons de gaz.

Chaque puits d'aspiration est connecté au réseau de collecte des effluents extraits par l'intermédiaire d'un flexible métallique. Une vanne d'isolement est positionnée en amont du flexible de manière agir spécifiquement sur chacun des puits.

- **Systèmes de puits de chauffe et de puits d'extraction : réseaux de puits**

Les puits de traitement ont été positionnés selon un maillage régulier et systématique pour les puits de chauffe (90 unités) et les puits d'aspiration (125 unités) de manière à couvrir complètement les surfaces reconnues comme impactées lors des diagnostics de reconnaissance de la qualité des terrains.

Le plan de principe de l'implantation des différents types de puits (extraction et chauffage) est présenté ci-après (en rouge : pointes de chauffe, en bleu clair : puits de venting courts et en bleu foncé les puits de venting long).

	 <p style="text-align: center;"><u>Système de traitement par SVTE</u></p>
<p><b>Mise en œuvre et suivi</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Prétraitement</i> : recondensation de vapeurs extraites après passage à travers un système d'échangeurs de chaleurs et de dévésiculeurs. Le système est prévu pour refroidir les gaz à une température de 7°C. Les liquides issus de cette recondensation sont transférés vers une unité de traitement des effluents aqueux.</li> <li>• <i>Traitement des effluents de procédé</i> : les gaz sont traités par oxydation catalytique et/ou photo oxydation complétées par un module de biofiltration (après neutralisation via un scrubber), puis une filtration sur charbon actif avant rejet. Les effluents liquides sont dirigés vers un déshuileur afin de décanter et séparer les phases de produit, puis un stripper complété d'un module de filtration sur charbon actif avant rejet de la phase aqueuse.</li> <li>• <i>Élimination des résidus de procédé</i> : les charbons actifs saturés sont régénérés ; les condensats sont considérés comme des déchets ultimes et éliminés hors site vers une unité d'incinération.</li> <li>• <i>Contrôle de la dépollution</i> : contrôle en cours de traitement via l'analyse des données brutes d'exploitation (masses de produit extraites en fonction de la température de chauffe, des débits d'extraction) et au moyen de sondages permettant le prélèvement d'échantillons de sol à pas de temps régulier et leur analyse en laboratoire pour comparaison avec les objectifs de dépollution fixés.</li> </ul>

<b>POLLUTION RESIDUELLE</b>	
<p><b>Pollution résiduelle et rendement de la technique</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Concentrations résiduelles maximales dans les sols</i> : HCT : 3 600 mg/kg (85%) ; OHV: 10 mg/kg (99%); BTEX: 240 mg/kg (94%); HAP : 7 mg/kg (95%).</li> <li>• <i>Concentrations résiduelles maximales dans la nappe</i> : HCT: 22 mg/l (91%); OHV: 10 mg/l (97%); BTEX: 15 mg/l (95%).</li> </ul>
<p><b>Surveillance de la pollution résiduelle</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservation d'un système de surveillance de la qualité des eaux souterraines via le maintien de 3 puits au droit du site et 2 puits en périphérie du site.</li> </ul>
<p><b>Restriction usages</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune</li> </ul>

## BILAN PREVISIONNEL DE L'OPERATION

<b>Durée de l'opération</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Démarrage du traitement en mai 2011 (après 6 mois d'installation / réglages et tests de mise en route) et réception en décembre 2013 ; soit 30 mois au global</li> </ul>
<b>Coût global du chantier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Env. 6,5 millions euros</li> </ul>
<b>Coût unitaire de traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>55 euros/tonne</li> </ul>
<b>Quantités traitées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>120 000 tonnes</li> </ul>
<b>Aléas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>« Sous dimensionnement » à l'origine des modules de traitement des gaz par photo-oxydation,</li> <li>Espacement entre les puits de chauffe impactant directement la durée du traitement globale (durée de montée en température plus longue).</li> </ul>
<b>Limites de la technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infiltrations dans les terrains des eaux de surface contribuant à réduire l'efficacité du traitement, possibilité de recondensation des fractions légères dans les terrains sur les 2/3 premiers mètres – prévoir à l'origine des drains horizontaux permettant de limiter cette infiltration et récupérer plus efficacement les gaz sur cette tranche.</li> <li>Délais d'installation et de raccordement des systèmes / réseaux / unités</li> </ul>

### ✉ Contacts

**Franck BOURGET**

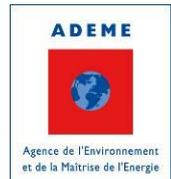
**Tel : 01 34 34 10 00**

**Email : franck.bourget@grsvaltech.fr**

### 📖 Pour en savoir plus

Sites Internet des entreprises concernées :

## CHANTIER DE REFERENCE

 <p>Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie</p>	<h1>Bionappe®</h1> <h2>Barrière perméable réactive injectée</h2>	
<h3>Site Confidentiel</h3> <h3>Activité polluante : Mécanique - Electronique</h3>		

## CONTEXTE

<b>Acteurs impliqués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Maître d'ouvrage</i> : Confidentiel</li> <li>• <i>Assistant à Maître d'Ouvrage</i> : URS FRANCE</li> <li>• <i>Opérateur</i> : SITA REMEDIATION</li> </ul>
<b>Société</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : Confidentiel</li> <li>• <i>Lieu</i> : Sud Est</li> <li>• <i>Dates (ouverture/fermeture)</i> : -</li> <li>• <i>Activité actuelle</i> : Production de propulseurs</li> <li>• <i>Evolutions de l'activité</i> : en croissance</li> </ul> 
<b>Enjeux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement des sources nappes et panaches associés sur site / protection de l'aval hydraulique du site, maîtriser les transferts hors site de pollution</li> <li>• <i>Environnement de la zone polluée</i> : Zone industrielle et résidentielle</li> </ul>

## TYPE DE POLLUTION

<b>Origine de la pollution</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Historique de la pollution</i> : non déterminé / utilisation de solvants chlorés (COHV) sur le site dans le cadre des activités de production</li> </ul>
<b>Polluants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Famille du polluant</i> : Composés Organo Halogéné Volatils (COHV)</li> <li>• <i>Noms des polluants</i> : 1,1,1 Trichloroéthane et sous-produits de dégradation, Perchloroéthylène, Trichloroéthylène et sous-produits de dégradation</li> <li>• <i>Concentration initiale</i> : 1750 µg/L en moyenne en sommes des COHV (18 000 µg/L maximum)</li> <li>• <i>Milieu(x) atteint(s)</i> : eaux souterraines (les sources sols ont été traitées)</li> <li>• <i>Etendue de la pollution</i> : les eaux souterraines sont impactées au niveau de 2 secteurs de et 10 300 m<sup>2</sup> et de 2500 m<sup>2</sup></li> </ul>
<b>Identification du risque</b>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R20/22 : Nocif par inhalation et par ingestion.</li> <li>• R40 : Effet cancérogène suspecté: preuves insuffisantes</li> <li>• R48/25 : Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par ingestion.</li> <li>• R51/53 : Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.</li> <li>• R61 : Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.</li> <li>• R64 : Risque possible pour les bébés nourris au lait maternel</li> </ul>

## OBJECTIFS DE REHABILITATION

<b>Usage envisagé du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usage industriel sur le site mais usages sensibles hors site (puits privés)</li> </ul>
<b>Contraintes réglementaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrêté Préfectoral qui encadre les travaux de réhabilitation</li> </ul>
<b>Objectifs fixés pour la réhabilitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Objectif de l'opération</i> : maîtriser les transferts hors site de pollution et traiter les impacts COHV au droit du site</li> <li>• <i>Teneur résiduelle fixée</i> : 95% d'abattement des teneurs en COHV sur les piézomètres aval de l'usine et 80% d'abattement sur les ouvrages situés à l'intérieur du site</li> </ul>
<b>Délais annoncés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement prévu de mai 2012 à fin décembre 2014 (2 ans ½)</li> </ul>

## CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°1

<b>Caractérisation du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Limite(s) technique(s)</i> : site industriel en activité, nombreux bâtiments avec activités de production sensibles</li> <li>• Zones à traiter larges avec présence de bâtiments inaccessibles</li> <li>• Sous-sol fortement perméable, nappe peu épaisse mais avec vitesses d'écoulement élevées</li> </ul>
<b>Technique retenue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : traitement Bionappe anaérobie (sur les zones impactées au droit du site)</li> <li>• <i>Principe</i> : Traitement biologique anaérobie in-situ des COHV</li> <li>• <i>Type de polluants traités</i> : Ensemble des COHV</li> <li>• <i>Faisabilité technique</i> : Acquisée puisque la nappe est accessible à profondeur moyenne (environ 3 m) et que le milieu est suffisamment perméable</li> </ul>
<b>Phase pilote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Description</i> : Pilote de laboratoire : faisabilité technique d'un traitement bioanaérobie</li> <li>• <i>Résultats</i> : Résultats positifs, faisabilité validée. Présence dans le milieu de la souche bactérienne réalisant la déchloration réductive</li> </ul>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu de gêne pour l'activité du site (absence de réseaux, tranchées, rejets)</li> <li>• Hormis les phase de forage et d'injection et les suivis réguliers, aucune gêne pour l'activité du site</li> <li>• Technique douce qui permet de traiter de large panache, y compris au droit des bâtiments</li> </ul>

## CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°1

<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Principe de fonctionnement</i> : Des substrats carbonés sont injectés sur les zones impactées en nappe. La biomasse anaérobie recherchée se développe. Les COHV sont biodégradés.</li> <li>• <i>Rendement théorique</i> : &gt; 90%</li> <li>• <i>Durée du traitement théorique</i> : A minima 2 années. Prévu sur 2 ans ½..</li> </ul>
<b>Description du procédé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en place d'injecteurs au droit du site, en nombre suffisant en fonction des rayons d'influences attendus (modélisation réalisée pour le dimensionnement)</li> <li>• Campagne d'injection de substrat carboné</li> <li>• Campagnes régulières de monitoring du traitement au droit d'un réseau de surveillance</li> </ul>

	
<b>Mise en œuvre et suivi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Prétraitement</i> : aucun</li> <li>• <i>Traitement des effluents de procédé</i> : aucun rejet, le traitement se réalise in-situ</li> <li>• <i>Élimination des résidus de procédé</i> : aucun déchet n'est produit</li> <li>• <i>Contrôle de la dépollution</i> : suivi analytique trimestriel au droit d'un réseau de surveillance. Suivi d'une série de paramètre pour monitorer le traitement biologique.</li> </ul>

## CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°2

<b>Caractérisation du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Limite(s) technique(s)</i> : site industriel en activité, nombreux bâtiments avec activités de production sensibles</li> <li>• Zones à traiter larges avec présence de bâtiments inaccessibles</li> <li>• Sous-sol fortement perméable, nappe peu épaisse mais avec vitesses d'écoulement élevées</li> <li>• Les impacts sortent du site à l'aval hydraulique</li> </ul>
<b>Technique retenue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : Barrière Perméables Réactives (PRB) par injection de fer zérovalent</li> <li>• <i>Principe</i> : Réduction chimique des COHV</li> <li>• <i>Type de polluants traités</i> : COHV</li> <li>• <i>Faisabilité technique</i> : Acquis malgré une implantation délicate sur le site, sous forme de barrières</li> </ul>
<b>Phase pilote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Description</i> : non</li> <li>• <i>Résultats</i> : non</li> </ul>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sous forme de barrières, ce procédé traite les flux d'eaux en aval hydraulique, permettant de traiter et protéger de façon pérenne l'aval du site</li> <li>• La mise en œuvre est compatible avec l'activité du site</li> </ul>

## CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°2

<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Principe de fonctionnement</i> : Les COHV sont réduits chimiquement en transitant au travers de sols injectés de fer zérovalent qui est un puissant réducteur</li> <li>• <i>Rendement théorique</i> : &gt; 90%</li> <li>• <i>Durée du traitement théorique</i> : environ 5 ans (selon la vitesse de consommation du fer)</li> </ul>
<b>Description du procédé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en place de lignes d'injecteurs (puits d'injection) dont l'espacement a été modélisé en fonction des rayons d'influence attendus.</li> <li>• L'injection est réalisé via des tubes à manchettes au moyen d'une pompe d'injection spécifique et d'un dispositif de préparation du coulis de fer zérovalent qui est injecté.</li> <li>• Campagnes régulières de monitoring du traitement au droit d'un réseau de surveillance</li> </ul>

	
<b>Mise en œuvre et suivi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Prétraitement</i> : aucun</li> <li>• <i>Traitement des effluents de procédé</i> : aucun rejet, le traitement se réalise in-situ</li> <li>• <i>Élimination des résidus de procédé</i> : aucun déchet n'est produit</li> <li>• <i>Contrôle de la dépollution</i> : suivi analytique trimestriel au droit d'un réseau de surveillance.</li> </ul>
<b>HYGIENE ET SECURITE</b>	
<b>Enjeux et contraintes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Limitier la migration hors site du polluant, notamment vers les puits privés en aval hydraulique</i></li> <li>• <i>Ne pas engendrer la formation de sous-produits qui auraient tendance à migrer hors site (exemple : chlorure de vinyle)</i></li> </ul>

<b>APPROCHE ENVIRONNEMENTALE</b>	
<b>Enjeux et contraintes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser des techniques douces qui ne génèrent pas de déchets, pas de rejets aqueux ou gazeux, et ne nécessitent pas d'énergie</li> <li>• Ne pas utiliser de consommables coûteux qui génère à terme des déchets (charbon actif)</li> </ul>
<b>Impacts environnementaux mesurés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilan carbone du chantier : non réalisé</li> <li>• Nombre de kilomètres parcourus par les véhicules : 15000 Km uniquement pour les trajets de véhicules légers pour se rendre sur le site et quelques livraisons</li> <li>• Consommation énergétique du chantier : consommation d'énergie pendant la phase d'installation et de forage, 0 kW ensuite, la technique est douce et ne nécessite pas d'énergie</li> <li>• Quantité de terres réutilisées sur site : 0 - traitement 100 % in situ</li> </ul>
<b>Bonnes pratiques mises en place, au-delà des exigences réglementaires, pour limiter les impacts environnementaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissions de Gaz à effet de serre : -</li> <li>• Autres émissions dans l'air : -</li> <li>• Consommation d'énergie : -</li> <li>• Dégradation de la qualité des sols : -</li> <li>• Perturbation des systèmes hydrogéologiques : -</li> <li>• Génération de déchets : -</li> <li>• Atteinte à la biodiversité : -</li> <li>• Nuisances sonores, olfactives et/ou visuelles : -</li> </ul>

<b>POLLUTION RESIDUELLE</b>	
<b>Pollution résiduelle et rendement de la technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Teneur résiduelle en polluant</i> : &lt; 1 000 µg/L</li> <li>• <i>Rendement effectif de la technique</i> : selon les points, de 70 à 99 % au terme de 1 an ½ de traitement effectif</li> <li>• <i>Méthodes de contrôle final et d'évaluation des pollutions résiduelles</i> : Suivi trimestriel puis campagne finale pour réception du traitement</li> </ul>

<b>Surveillance de la pollution résiduelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Durée</i> : en cours</li> </ul>
<b>Restriction usages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrêté préfectoral interdisant la consommation des eaux souterraines pour les riverains.</li> </ul>

## BILAN PREVISIONNEL DE L'OPERATION

<b>Durée de l'opération</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En cours depuis mai 2012. Terme prévu à fin décembre 2014</li> </ul>
<b>Coût global du chantier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Total</i> : 500 k€</li> <li>• <i>Investissements initiaux</i> : 350 k€</li> <li>• <i>Charge de maintenance, traitement</i> : 150 k€</li> </ul>
<b>Coût unitaire de traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Env. 40 €/m<sup>2</sup></li> </ul>
<b>Quantités traitées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 800 m<sup>2</sup> soit environ 26 000 m<sup>3</sup> de sols en zone saturée</li> </ul>
<b>Limites de la technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite une maîtrise parfaite des sources pour stopper tout nouvel apport de polluant dans les eaux souterraines</li> </ul>

## RETOUR D'EXPERIENCE

<b>Conclusion du maître d'œuvre / d'ouvrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les objectifs sont pour le moment atteints, notamment en aval hydraulique du site où plus aucune teneur n'est détectée</li> </ul>
---	--

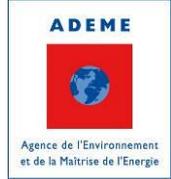
### Contacts

SITA Remediation  
 Agence Sud Ouest  
 Tel : (+33) 4 . 72 . 45 . 02 . 22  
 Email : [info@sitaremediation.fr](mailto:info@sitaremediation.fr)

### Pour en savoir plus

Sites Internet des entreprises concernées :  
[www.sitaremediation.fr](http://www.sitaremediation.fr)  
 Sites de référence :  
[www.sitaremediation.fr](http://www.sitaremediation.fr)

## CHANTIER DE REFERENCE

 <p>Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie</p>	<h1>Traitement par barrière perméable réactive</h1>	
<h2>Site Confidentiel</h2> <h3>Activité polluante : Electronique</h3>		

## CONTEXTE

<b>Acteurs impliqués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Maître d'ouvrage</i> : CONFIDENTIEL</li> <li>• <i>Entreprise générale</i> : ERM-RCM</li> <li>• <i>Opérateur</i> : SITA Remediation</li> </ul>
<b>Société</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : CONFIDENTIEL</li> <li>• <i>Lieu</i> : CONFIDENTIEL</li> <li>• <i>Dates (ouverture/fermeture)</i> : CONFIDENTIEL</li> <li>• <i>Activité actuelle</i> : CONFIDENTIEL</li> <li>• <i>Evolutions de l'activité</i> : CONFIDENTIEL</li> </ul> 
<b>Enjeux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement des eaux souterraines en sortie de site au regard de l'aval et des zones résidentielles</li> <li>• <i>Environnement de la zone polluée</i> : En aval du site : Zone résidentielle</li> </ul>

## TYPE DE POLLUTION

<b>Origine de la pollution</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Historique de la pollution</i> : 1970 – 2000 : fuites de solvant lors de l'exploitation de l'usine</li> </ul>
<b>Polluants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Famille du polluant</i> : Composés Organo-Halogénés Volatils</li> <li>• <i>Nom des polluants principaux</i> : Fréon 113, TCA, PCE, TCE, Cis DCE</li> <li>• <i>Concentration initiale</i> : Au droit de la source, <math>\Sigma_{COHV}</math> environ 400 mg/l, en aval de la source <math>\Sigma_{COHV}</math> environ 200 mg/l</li> <li>• <i>Milieu(x) atteint(s) d'intérêt pour le projet</i> : Eaux souterraines</li> <li>• <i>Etendue de la pollution</i> : panache d'environ 40 m de large en sortie de site</li> </ul>
<b>Identification du risque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risques pour les riverains en aval (ingestion, et volatilisation).</li> </ul>

## OBJECTIFS DE REHABILITATION

<b>Usage envisagé du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintien de l'usage industriel</li> </ul>
<b>Contraintes réglementaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraintes de planning et abattement de la pollution</li> </ul>
<b>Objectifs fixés pour la réhabilitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Objectif de l'opération</i> : Réduction de la teneur en COHV (65 à 90 % selon les composés)</li> </ul>
<b>Délais annoncés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction immédiate en aval de la barrière suite à réalisation des travaux.</li> <li>• Maintien des objectifs pendant à minima 5 ans.</li> </ul>

## CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°1

<b>Caractérisation du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Traitement d'un panache en aval hydraulique du site. Le dispositif de traitement est localisé au droit d'un espace vert.</i></li> <li>• <i>Milieu présentant une forte hétérogénéité de perméabilité (milieu globalement peu perméable avec présence de passages préférentiels)</i></li> </ul>
<b>Technique retenue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom : Barrière Perméable Réactive (BPR) : réduction chimique</i></li> <li>• <i>Principe : Mise en place dans le sous-sol d'une barrière de réactif perméable recoupant le panache de pollution. Le réactif engendre la dégradation in situ des solvants chlorés.</i> <i>Mise en œuvre de coupures hydrauliques permettant de ne pas modifier l'écoulement global des eaux souterraines</i></li> <li>• <i>Type de polluants traités : Solvants chlorés</i></li> <li>• <i>Faisabilité technique : La faisabilité technique est à confirmer suite à une phase d'essais pilote permettant d'évaluer le réactif le plus approprié, son dosage ainsi que les dimensions de la barrière. La profondeur des eaux souterraines, ainsi que l'occupation du sous-sol (réseaux par exemple) est à bien connaître afin de valider la pertinence de la technique.</i></li> <li>• <i>Code Norme : C120, C200, C316a, C400</i></li> </ul>
<b>Phase pilote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Description : Essai laboratoire visant à tester différents réactifs, à différents dosages.</i></li> <li>• <i>Résultats : Choix des dosages de réactif, et des quantités à mettre en œuvre (variable selon les zones).</i></li> </ul>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Technique sans impact significatif sur l'écoulement des eaux souterraines</i></li> <li>• <i>Bonne efficacité sur les solvants chlorés (à confirmer préalablement à chaque projet)</i></li> <li>• <i>Dispositif recoupant l'intégralité du panache, ce qui limite ainsi l'influence des passages préférentiels.</i></li> <li>• <i>Aucune installation de surface sur site</i></li> <li>• <i>Aucune consommation énergétique en phase d'exploitation</i></li> </ul>

## CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°1

<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Principe de fonctionnement : Réduction chimique</i> <i>Les solvants chlorés transitant dans la barrière réactive sont réduits par le réactif mis en œuvre : le fer zérovalent</i> <math display="block">RCl_n + Fe^0 + H_2O \rightarrow RCl_{n-1} + Fe^{2+} + Cl^- + OH^-</math></li> <li>• <i>Durée du fonctionnement théorique : Dépend des quantités de réactifs mis en œuvre et de leur granulométrie, de la vitesse d'écoulement des eaux souterraines et de la qualité des eaux souterraines (temps de séjour dans le massif réactif). Classiquement des durées de vie du réactif supérieures à 5 ans sont envisageables pour obtenir un rendement &gt; 90%.</i></li> </ul>
-----------------------	---

<p><b>Description du procédé</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRB : Le procédé consiste mettre en place dans le sol un réactif drainant. Ce réactif est surmonté d'un bouchon étanche hydrophile afin d'éviter le contact avec l'air du réactif (fer zérovalent).</li> </ul> <p>La réaction de déchloration a lieu au sein de la PRB</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
<p><b>Mise en œuvre et suivi</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Installation du réactif</i> : Modélisation des écoulements et réalisation d'essais laboratoire afin de déterminer les dimensions de la barrière nécessaire à l'atteinte des objectifs visés. Mise en œuvre d'un mélange réactif / sable pour permettre d'atteindre la perméabilité et la réactivité souhaitées. Réalisation sur site d'un mélange homogène, en tenant compte des différences importantes de densité entre les matériaux à mélanger.</li> <li>• <i>Contrôle de la dépollution</i> : Mise en œuvre d'un réseau de piézomètres de contrôle en amont et aval.</li> </ul>

<h2 style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px;">HYGIENE ET SECURITE</h2>	
<p><b>Enjeux et contraintes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulation d'engins et de piétons à proximité de fouilles ouvertes : balisage, et ouverture/rebouchage des fouilles à l'avancement</li> <li>• Présence de réseaux actifs traversant perpendiculairement la tranchée : mise en œuvre de gabarit de protection/maintien.</li> <li>• Manipulation de matériaux (terres/eau) contaminés : protections adaptées aux polluants et à leurs concentrations. Gestion des déblais en filières spécialisées.</li> </ul>

<h2 style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px;">APPROCHE ENVIRONNEMENTALE</h2>	
<p><b>Enjeux et contraintes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Objectifs</i> : réduire la teneur en polluants dissous, sans modifier l'écoulement naturel des eaux souterraines</li> </ul>
<p><b>Impacts environnementaux mesurés</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bilan carbone du chantier</i> : non effectué</li> <li>• <i>Nombre de kilomètres parcourus par les véhicules</i> : non caractérisé, hors phase d'installation et visite de suivi pas de véhicules.</li> <li>• <i>Consommation énergétique du chantier</i> : pas de consommation électrique (barrière perméable)</li> <li>• <i>Quantité de terres réutilisées sur site</i> : sans objet</li> </ul>
<p><b>Bonnes pratiques mises en place, au-delà des exigences réglementaires, pour limiter les impacts environnementaux</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Emissions de Gaz à effet de serre</i> : Dispositif passif n'engendrant pas de rejets gazeux (hors engins lors de la période d'installation)</li> <li>• <i>Autres émissions dans l'air</i> : Dispositif passif n'engendrant pas de rejets gazeux (hors engins lors de la période d'installation)</li> <li>• <i>Consommation d'énergie</i> : Dispositif passif ne nécessitant pas d'énergie (hors engins lors de la période d'installation)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dégradation de la qualité des sols</i> : sans objet</li> <li>• <i>Perturbation des systèmes hydrogéologiques</i> : Non significatif. Utilisation de coupures étanches pour limiter la perturbation. Pas de modification majeure des écoulements</li> <li>• <i>Génération de déchets</i> : Terres excavées.</li> <li>• <i>Atteinte à la biodiversité</i> : sans objet</li> <li>• <i>Nuisances sonores, olfactives et/ou visuelles</i> : Dispositif passif enterré n'engendrant pas de nuisances visuelles, sonores, olfactives (hors période d'installation). Revégétalisation de la zone réalisée.</li> </ul>
--	---

## POLLUTION RESIDUELLE

<b>Pollution résiduelle et rendement de la technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Abattement de la pollution</i> : entre 70 et 100 % selon les composés</li> <li>• <i>Méthodes de contrôle final et d'évaluation des pollutions résiduelles</i> : suivi de la teneur en polluants dissous dans les eaux souterraines en amont, au droit et aval de la barrière (fréquence mensuelle à trimestrielle).</li> </ul>
<b>Surveillance de la pollution résiduelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Durée prévisionnelle du suivi</i> : 5 ans (démarrage fin 2010).</li> </ul>
<b>Restriction usages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impossibilité de placer des ouvrages enterrés (cuves, ...) au droit de la barrière.</li> </ul>

## BILAN PREVISIONNEL DE L'OPERATION

<b>Durée de l'opération</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Installation : 2 mois</li> <li>• Suivi : en cours depuis 2010</li> </ul>
<b>Coût global du chantier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Total</i> : CONFIDENTIEL</li> <li>• <i>Investissements initiaux</i> : CONFIDENTIEL</li> <li>• <i>Charge de maintenance, traitement</i> : CONFIDENTIEL</li> </ul>
<b>Coût unitaire de traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONFIDENTIEL</li> </ul>
<b>Quantités traitées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement d'un panache de 200 ml de largeur</li> </ul>
<b>Aléas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passées géologiques sableuses : mise en œuvre de blindages localisés afin de réaliser la mise en œuvre de la barrière en toute sécurité.</li> </ul>
<b>Limites de la technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique nécessitant la réalisation d'un pilote laboratoire de dimensionnement préalable</li> <li>• Technique peu pertinente dans les milieux présentant des vitesses écoulements importantes</li> <li>• Délicate à mettre en œuvre à grande profondeur</li> </ul>

## RETOUR D'EXPERIENCE

<b>Conclusion du maître d'œuvre /d'ouvrage</b>	Résultats conformes au cahier des charges.
--	--

### ✉ Contacts

<p><b>SITA Remediation</b></p> <p>Tel : (+33) 4 . 72 . 45 . 02 . 22</p> <p>Email : <a href="mailto:info@sitaremediation.fr">info@sitaremediation.fr</a></p>
---

### 📖 Pour en savoir plus

<p>Sites Internet des entreprises concernées :</p> <p><a href="http://www.sitaremediation.fr">www.sitaremediation.fr</a></p> <p>Sites de référence :</p> <p><a href="http://www.sitaremediation.fr">www.sitaremediation.fr</a></p>
--

## CHANTIER DE REFERENCE

	<h1>Désorption thermique sur site</h1>	
<p><b>Site de : Confidentiel</b> <b>Activité polluante : Ancienne Usine Chimique</b></p>		

## CONTEXTE

<b>Acteurs impliqués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Maître d'ouvrage</i> : CONFIDENTIEL</li> <li>• <i>Assistant à Maîtrise d'Ouvrage</i> : URS FRANCE</li> <li>• <i>Opérateur</i> : SITA Remediation</li> </ul>
<b>Société</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : CONFIDENTIEL</li> <li>• <i>Lieu</i> : CONFIDENTIEL</li> <li>• <i>Activité actuelle</i> : CONFIDENTIEL</li> <li>• <i>Evolutions de l'activité</i> : CONFIDENTIEL</li> </ul> 
<b>Enjeux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement de zone source</li> <li>• <i>Environnement de la zone polluée</i> : site inactif.</li> </ul>

## TYPE DE POLLUTION

<b>Origine de la pollution</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Historique de la pollution</i> : Diverses activités industrielles de production chimique.</li> </ul>
<b>Polluants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Famille du polluant</i> : Volatils, Hydrocarbures et Phtalates.</li> <li>• <i>Nom du polluant</i> : Principalement Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes, mono et di-chlorobenzènes, di-ethylhexylphtalate.</li> <li>• <i>Concentration initiale</i> : Variables selon les composés et les zones. Chlorobenzène/BTEX : jusqu'à 20 g/kg dans les sols, 0.5 à 100 mg/l dans les eaux Phtalates : quelques centaines de mg/kg à 30 g/kg dans les sols, 0 à 5 mg/l dans les eaux Hydrocarbures : 500 à 100 000 mg/kg dans les sols, 0 à 20 mg/l dans les eaux</li> <li>• <i>Etendue de la pollution</i> : environ 10 000 m<sup>3</sup> de terres à gérer (5700 m<sup>3</sup> potentiellement polluées). Profondeur entre 0 - 7 m, avec présence d'eaux souterraines à 6 m environ.</li> </ul>
<b>Identification du risque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risque d'exposition par volatilisation de la pollution et migration de la pollution hors site, via les eaux souterraines.</li> </ul>

## OBJECTIFS DE REHABILITATION

<b>Usage envisagé du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaces Verts (Parcs) et Zone Artisanale</li> </ul>
<b>Contraintes réglementaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abattements de la pollution décrits dans Arrêté Préfectoral</li> <li>• Critères de rejets basés sur l'Arrêté Ministériel de Février 1998 (et modification).</li> </ul>

<b>Objectifs fixés pour la réhabilitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Objectif de l'opération</i> : abattement de la masse de pollution entre 70 et 95 %</li> <li>• <i>Contraintes géotechniques de la zone remblayée</i> : PF1 / PF2 selon la zone</li> <li>• <i>Teneur résiduelle fixée</i> : variable selon les composés.</li> <li>• Traitement des zones périphériques en parallèle des travaux sur la source.</li> </ul>
<b>Délais annoncés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Environ 12 mois de traitement (hors installation)</li> </ul>

<b>CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°1 : TRAITEMENT SUR SITE DES SOURCES</b>	
<b>Caractérisation du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Pollution présente en zone saturée et non saturée, jusqu'à environ 7 m de profondeur</i></li> <li>• <i>Pollution majoritairement composée de polluants volatils</i></li> <li>• <i>Présence de phase libre de densité proche de celle de l'eau</i></li> </ul>
<b>Technique retenue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : Désorption thermique sur site</li> <li>• <i>Principe</i> : Chauffage du sol après mise en andain via un réseau de cannes chauffantes et/ou injection d'air chaud. L'augmentation de la température va permettre de favoriser la volatilisation de la pollution et/ou sa dégradation. Les polluants volatilisés sont récupérés via un réseau et traités avant rejet à l'atmosphère. Les eaux en fond de fouille sont traitées in situ.</li> <li>• <i>Type de polluants traités</i> : Organiques.</li> <li>• <i>Faisabilité technique</i> : La nature des polluants traités dépend des températures envisagées pour le traitement. Plus les températures sont élevées, plus des polluants organiques lourds peuvent être traités.</li> <li>• <i>Code Norme</i> : C321a, C324b, C331, C333a, C341a, C120, C200, C400</li> </ul>
<b>Phase pilote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Description</i> : Essai laboratoire et « petite » échelle pour confirmer le dimensionnement du traitement thermique et essai laboratoire et terrain pour optimiser la dégradation des phtalates, non volatils.</li> <li>• <i>Résultats</i> : Validation de l'effet significatif d'un chauffage, même léger, pour favoriser la volatilisation des composés type chlorobenzène. Ajustement du dimensionnement des piles thermiques suite aux premiers résultats terrain. Confirmation de la possibilité d'un traitement des phtalates par des méthodes d'hydrolyse activée (procédé SITA Remediation).</li> </ul>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence d'élimination de terres hors site</li> <li>• Traitement très efficace sur ces types de polluants</li> <li>• Traitement relativement rapide par rapport aux techniques sur site classiques</li> </ul>

<b>CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°1 : TRAITEMENT SUR SITE DES SOURCES</b>	
<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Principe de fonctionnement</i> : Augmentation de la volatilisation d'un polluant par augmentation de la température du sol, puis traitement des effluents gazeux.</li> <li>• <i>Rendement et durée de traitement théorique</i> : dépend des températures visées peut atteindre des abattements supérieurs à 95 %.</li> </ul>
<b>Description du procédé</b>	<p>Pour cette problématique, plusieurs étapes ont été mises en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excavation et transfert des sols pollués vers le confinement de traitement.</li> <li>• Volatilisation mécanique forcée : procédé ROTALIS® permettant de déstructurer le sol et faciliter la volatilisation de la pollution, et la circulation d'air dans l'andain.</li> <li>• Mise en andain des sols, et équipement avec les dispositifs chauffants.</li> <li>• Traitement chimique : ajout de réactifs pour permettre la réalisation d'hydrolyse</li> </ul>

	<p>activée des phtalates (composés peu volatils) (procédé SITA Remediation)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement thermique : procédé DESOTHERM® : injection d'air chaud et/ou mise en place de corps chauffants dans la pile afin d'augmenter la température des sols</li> <li>• Traitement des effluents (gazeux et condensats via échangeurs doubles flux) afin de respecter en rejet les seuils de l'AM de février 1998.</li> <li>• Traitement des eaux souterraines en fond de fouille par des techniques d'écrémage et venting/sparging.</li> <li>• Traitement DESOTHERM® en andains :</li> </ul>	
<p><b>Mise en œuvre et suivi</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Prétraitement</i> : Déstructuration mécanique</li> <li>• <i>Traitement</i> : On site par Venting Thermique pulsé à 350 °C, venting d'extraction des gaz</li> <li>• <i>Traitement des effluents de procédé</i> : Refroidissement / Condensation, puis traitement sur charbon actif</li> <li>• <i>Élimination des résidus de procédé</i> : Régénération des charbons actifs</li> <li>• <i>Contrôle de la dépollution</i> : Échantillonnage des lots (1 composite par lot de 150 m<sup>3</sup>)</li> </ul>	 <p>Andains équipé des aiguilles de venting thermique</p>  <p>Echangeurs double flux</p>  <p>Ligne d'injection d'air</p>  <p>automate de régulation température</p>

## CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°2 : TRAITEMENT IN SITU DES ZONES PERIPHERIQUES

<p><b>Caractérisation du site</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement des eaux souterraines au droit des zones périphériques</li> <li>• Présence limitée de phase libre, et concentrations de polluants en phase dissoute significatives</li> <li>• Eaux souterraines localisées dans alluvions grossiers, puis dans Craie. Perméabilité d'environ 5.10<sup>-3</sup> m/s</li> </ul>
<p><b>Technique retenue</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : Extraction Triple Phase®, et Sparging/Venting</li> <li>• <i>Principe</i> : La phase libre est récupérée par des techniques d'extraction triple</li> </ul>

	<p>phase®, qui permettent par mise en dépression du sol, la récupération de la phase libre, de l'eau et des gaz du sol. L'effluent est alors traité en surface par l'intermédiaire d'un décanteur, de filtres poches, d'un stripper et subit une post-filtration sur charbon actif. Les polluants dissous sont traités par des techniques de sparging. L'injection d'air dans les eaux souterraines permet de favoriser la volatilisation des polluants volatils, et la dégradation des polluants biodégradables. Les polluants volatilisés sont récupérés par un réseau d'extraction dans la zone non saturée.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Type de polluants traités</i> : Organiques volatils et/ou biodégradables.</li> <li>• <i>Faisabilité technique</i> : Technique dimensionnée d'après les essais terrains et laboratoire.</li> <li>• <i>Code Norme</i> : C120, C200, C311a, C311b, C311c, C331, C333a, C333c, C341a, C400</li> </ul>
<b>Phase pilote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Description</i> : Mesure des rayons d'influence pour différents réglages, Etude de la nature de la phase libre, Intégration des paramètres dans un modèle hydrologique.</li> <li>• <i>Résultats</i> : Détermination du nombre d'ouvrages, de leur localisation et des débits à traiter.</li> </ul> <p>Traitement d'eau : environ 15-30 m<sup>3</sup>/h          Traitement par venting : 2400 m<sup>3</sup>/h (capacité maximale totale)          Traitement par sparging : 480 m<sup>3</sup>/h (capacité maximale totale)</p>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techniques robustes et éprouvées</li> <li>• Traitement très efficace sur ces types de polluants</li> <li>• Permet un traitement présentant un bon compromis technico/économique pour cette problématique</li> <li>• Prise en compte des vitesses d'écoulement de la phase libre</li> </ul>

## CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°2 : TRAITEMENT IN SITU DES ZONES PERIPHERIQUES

<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Principe de fonctionnement</i> : Injection d'air dans les eaux souterraines par l'intermédiaire de compresseur afin de favoriser la volatilisation ou la dégradation des polluants (Sparging / Biosparging) Récupération des gaz émis par mise en dépression du sol et stimulation de la dégradation aérobie de certains polluants (Venting/Bioventing) Pompage sous vide (ETP®) d'un mélange eau/flottant/gaz en plaçant dans le sous-sol une canne d'aspiration à l'interface eau/air. Cette canne est connectée à une pompe à vide. En surface, les effluents sont séparés et traités.</li> <li>• <i>Rendement théorique</i> : Traitement en simultanée de 30 ouvrages de pompage sous vide, et environ 35 ouvrages en venting sparging.</li> <li>• <i>Durée du traitement théorique</i> : 9 à 18 mois</li> </ul>
<b>Description du procédé</b>	<p>L'extraction sous vide permet l'extraction d'un mélange gaz/eau/flottant. Ce mélange est alors séparé. Les gaz sont traités sur séparateurs à condensats, puits sur charbon actif. Les liquides sont transférés vers un décanteur équipé d'un système d'écémage automatisé. Après décantation, les eaux sont filtrées pour retirer les matières en suspension puis traiter dans un stripper. En post-traitement, deux filtres charbon actif en série permettent de traiter la pollution résiduelle.</p> <p>La phase libre récupérée par le système d'écémage est récupérée, stockée et éliminée en filières agréées.</p> <p>Les gaz émis par le stripper sont récupérés et traités comme les gaz du sol extraits par les unités de venting. L'humidité des gaz est réduite par passage sur</p>

	<p>un séparateur à condensats, puis l'air est filtré sur deux filtres à charbon actif installé en série.</p> <p>La qualité des effluents est contrôlé a minima mensuellement, afin de confirmer le respect des seuils de l'arrêté préfectoral et/ou des seuils de l'AM de février 1998.</p> <p>Exemple de dispositif de traitement</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
<p><b>Mise en œuvre et suivi</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Traitement des effluents de procédé</i> : Aqueux : décantation, traitement sur stripper puis traitement sur charbon actif.</li> <li>• <i>Gazeux</i> : traitement sur charbon actif</li> <li>• <i>Élimination des résidus de procédé</i> : Régénération des charbons actifs</li> <li>• <i>Contrôle de la dépollution</i> : Echantillonnage de tous les ouvrages de contrôle et de traitement après 9 mois de traitement.</li> </ul>

<b>HYGIENE ET SECURITE</b>	
<p><b>Enjeux et contraintes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protection des travailleurs et riverains à l'exposition massive de polluants volatils : Utilisation de confinements ventilés, Protection respiratoire des travailleurs, Contrôle en continu de l'exposition et des nuisances</li> <li>• Limitation des nuisances (bruits, odeurs, circulation) : utilisation de confinements ventilés et de travaux on site.</li> </ul>

<b>APPROCHE ENVIRONNEMENTALE</b>	
<p><b>Enjeux et contraintes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Limitations des émissions gazeuses et des nuisances</i> : travaux sous confinements</li> <li>• <i>Respect des critères de l'AM de février 1998</i> : traitement des effluents et contrôle</li> </ul>
<p><b>Impacts environnementaux mesurés</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bilan carbone du chantier</i> : non disponible</li> <li>• <i>Nombre de kilomètres parcourus par les véhicules</i> : non disponible</li> <li>• <i>Quantité de terres réutilisées sur site</i> : 70 % des terres polluées réutilisées sur site après traitement (environ 4300 m<sup>3</sup>), et 100 % des remblais conformes (après validation analytique des caractéristiques)</li> </ul>
<p><b>Bonnes pratiques mises en place, au-delà des exigences réglementaires, pour limiter les impacts environnementaux</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Emissions dans l'air</i> : Confinement des travaux sous tente ventilé et traitement des effluents gazeux sur charbon actif.</li> <li>• <i>Perturbation des systèmes hydrogéologiques</i> : non concerné</li> <li>• <i>Génération de déchets</i> : traitement sur site favorisé pour valoriser au maximum les sols.</li> <li>• <i>Atteinte à la biodiversité</i> : non concerné</li> <li>• <i>Nuisances sonores, olfactives et/ou visuelles</i> : mise en œuvre de confinement pour limiter les nuisances.</li> </ul>

## POLLUTION RESIDUELLE

<b>Pollution résiduelle et rendement de la technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Teneur résiduelle en polluant :</i> Dans les terres traitées et remblayées, la teneur en phtalates est baissée de 70% BTEX est inférieure à 1 mg/kg et la teneur en ChloroBenzène est inférieure à 2 mg/kg.</li> <li>• <i>Rendement effectif de la technique :</i> Pour la technique 1, diminution moyenne conforme aux objectifs Pour la technique 2, diminution moyenne d'environ 85% de la teneur en polluants. Conformité des rejets aqueux/gazeux après 9 mois de traitement.</li> <li>• <i>Méthodes de contrôle final et d'évaluation des pollutions résiduelles :</i> Echantillonnage des sols par lots de 150 m<sup>3</sup> (technique 1) et échantillonnage de tous les ouvrages disponibles (environ 80, technique 2).</li> </ul>
<b>Surveillance de la pollution résiduelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Durée :</i> non concerné (marché maître d'œuvre)</li> </ul>

## BILAN PREVISIONNEL DE L'OPERATION

<b>Durée de l'opération</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 mois</li> </ul>
<b>Coût global du chantier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Total :</i> CONFIDENTIEL</li> </ul>
<b>Coût unitaire de traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONFIDENTIEL €/m<sup>3</sup> ou €/tonne</li> </ul>
<b>Quantités traitées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Environ 10 000 m<sup>3</sup> excavées, et 5250 m<sup>3</sup> traitées sur site.</li> </ul>
<b>Aléas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Découverte de pollutions imprévues et non traitables sur site : gestion hors site de la pollution</li> <li>• Découverte de zones extrêmement polluées à traiter hors site (meilleur coût par rapport à un traitement sur site)</li> </ul>
<b>Limites de la technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique plus coûteuse pour traiter les sols issus de la zone non saturée ou de la zone de battement</li> <li>• Nécessité d'une fourniture d'énergie sur site importante (gaz, électricité).</li> </ul>

## RETOUR D'EXPERIENCE

<b>Conclusion du maître d'œuvre /d'ouvrage</b>	Travaux réceptionnés conformément au cahier des charges.
--	--

### ✉ Contacts

SITA Remediation

Tel : (+33) 4 . 72 . 45 . 02 . 22

Email : [info@sitaremediation.fr](mailto:info@sitaremediation.fr)

### 📖 Pour en savoir plus

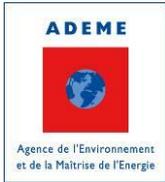
Sites Internet des entreprises concernées :

[www.sitaremediation.fr](http://www.sitaremediation.fr)

Sites de référence :

[www.sitaremediation.fr](http://www.sitaremediation.fr)

## CHANTIER DE REFERENCE



# Combinaison multi-technique



**Site de : SAULGÉ**  
**Activité polluante : usine d'enrobé (bitume)**

## CONTEXTE

<b>Acteurs impliqués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Maître d'ouvrage</i> : DDT Vienne</li> <li>• <i>Opérateur</i> : STPG/VALGO</li> </ul>	
<b>Société</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : DDT Vienne</li> <li>• <i>Lieu</i> : Montmorillon (86)</li> <li>• <i>Activité actuelle</i> : site inactif</li> <li>• <i>Evolutions de l'activité</i> : cessation d'activité, rétrocession à RFF</li> </ul>	
<b>Enjeux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Enjeux</i> : environnementaux</li> <li>• <i>Environnement de la zone polluée</i> : située entre une voie ferrée et une route départementale</li> </ul>	

## TYPE DE POLLUTION

<b>Origine de la pollution</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Historique de la pollution</i> :            Zone 1, au niveau des anciennes cuves enterrées d'essences et de gasoil ;            Zone 2, au niveau du déversement accidentel de fluxant en 1994 ;            Zone 3, au niveau de la jonction des deux conduites de gaz au droit de la RD n°5.</li> </ul>
<b>Polluants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Famille du polluant</i> : hydrocarbures</li> <li>• <i>Nom du polluant</i> : hydrocarbures totaux et HAP ; fluxant</li> <li>• <i>Concentration initiale</i> : (maximales)           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ BTEX : 1 600 µg/L</li> <li>○ HCT : 16 000 µg/L</li> <li>○ HAP : 4 300 µg/L</li> </ul> </li> <li>• <i>Milieu(x) atteint(s)</i> : sols et nappe</li> <li>• <i>Etendue de la pollution</i> : 35 + 550 + 10 m<sup>3</sup></li> </ul>
<b>Identification du risque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risque d'extension et de contamination de la nappe</li> </ul>

## OBJECTIFS DE REHABILITATION

<b>Usage envisagé du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Non communiqué</li> </ul>																																																						
<b>Objectifs fixés pour la réhabilitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Objectif de l'opération</i> : retirer les sources sols pour éviter la propagation des polluants dans le milieu environnant (nappe en particulier)</li> <li><i>Teneur résiduelle fixée</i> : <table border="1" data-bbox="598 436 1300 974"> <thead> <tr> <th>Substances</th> <th>Objectif de réhabilitation dans les sols (mg/kg MS)</th> <th>Objectif de réhabilitation en nappe (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Acénaphène</td><td>7</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>Acénaphthylène</td><td>6</td><td>0.029</td></tr> <tr><td>Anthracène</td><td>1</td><td>0.036</td></tr> <tr><td>Benzo(b)fluoranthène</td><td>1</td><td>0.00027</td></tr> <tr><td>Benzo(g,h,i)pérylène</td><td>14</td><td>0.00012</td></tr> <tr><td>Benzo(k)fluoranthène</td><td>14</td><td>0.00012</td></tr> <tr><td>Benzo(a)anthracène</td><td>16</td><td>0.00027</td></tr> <tr><td>Benzo(a)pyrène</td><td>17</td><td>0.00035</td></tr> <tr><td>Chrysène</td><td>13.5</td><td>0.00029</td></tr> <tr><td>Dibenzo(a,h)anthracène</td><td>3.5</td><td>Non détecté</td></tr> <tr><td>Fluoranthène</td><td>97</td><td>0.002</td></tr> <tr><td>Fluorène</td><td>8</td><td>1.1</td></tr> <tr><td>Indéno(1,2,3,c,d)pyrène</td><td>11</td><td>0.0002</td></tr> <tr><td>Naphtalène</td><td>0.2</td><td>1</td></tr> <tr><td>Phénanthrène</td><td>260</td><td>0.099</td></tr> <tr><td>Pyrène</td><td>43</td><td>0.00079</td></tr> <tr><td>Hydrocarbures totaux C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub></td><td>Non détectés<sup>1</sup></td><td>2</td></tr> </tbody> </table> </li> </ul>	Substances	Objectif de réhabilitation dans les sols (mg/kg MS)	Objectif de réhabilitation en nappe (mg/L)	Acénaphène	7	1.5	Acénaphthylène	6	0.029	Anthracène	1	0.036	Benzo(b)fluoranthène	1	0.00027	Benzo(g,h,i)pérylène	14	0.00012	Benzo(k)fluoranthène	14	0.00012	Benzo(a)anthracène	16	0.00027	Benzo(a)pyrène	17	0.00035	Chrysène	13.5	0.00029	Dibenzo(a,h)anthracène	3.5	Non détecté	Fluoranthène	97	0.002	Fluorène	8	1.1	Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	11	0.0002	Naphtalène	0.2	1	Phénanthrène	260	0.099	Pyrène	43	0.00079	Hydrocarbures totaux C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	Non détectés <sup>1</sup>	2
Substances	Objectif de réhabilitation dans les sols (mg/kg MS)	Objectif de réhabilitation en nappe (mg/L)																																																					
Acénaphène	7	1.5																																																					
Acénaphthylène	6	0.029																																																					
Anthracène	1	0.036																																																					
Benzo(b)fluoranthène	1	0.00027																																																					
Benzo(g,h,i)pérylène	14	0.00012																																																					
Benzo(k)fluoranthène	14	0.00012																																																					
Benzo(a)anthracène	16	0.00027																																																					
Benzo(a)pyrène	17	0.00035																																																					
Chrysène	13.5	0.00029																																																					
Dibenzo(a,h)anthracène	3.5	Non détecté																																																					
Fluoranthène	97	0.002																																																					
Fluorène	8	1.1																																																					
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	11	0.0002																																																					
Naphtalène	0.2	1																																																					
Phénanthrène	260	0.099																																																					
Pyrène	43	0.00079																																																					
Hydrocarbures totaux C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	Non détectés <sup>1</sup>	2																																																					
<b>Délais annoncés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10 semaines</li> </ul>																																																						

## CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°1

<b>Caractérisation du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Limite(s) technique(s)</i> : peu de place disponible pour traitements sur site</li> </ul>
<b>Technique retenue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Nom</i> : excavation, vers biocentre et désorption thermique.</li> <li><i>Principe</i> : évacuation vers un centre spécialisé dans l'élimination des polluants</li> <li><i>Type de polluants traités</i> : hydrocarbures et HAP (naphtalène)</li> </ul>
<b>Phase pilote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N/A</li> </ul>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Libération rapide du site.</li> <li>Dégradation ou élimination des polluants en site contrôlé spécialisé.</li> </ul>

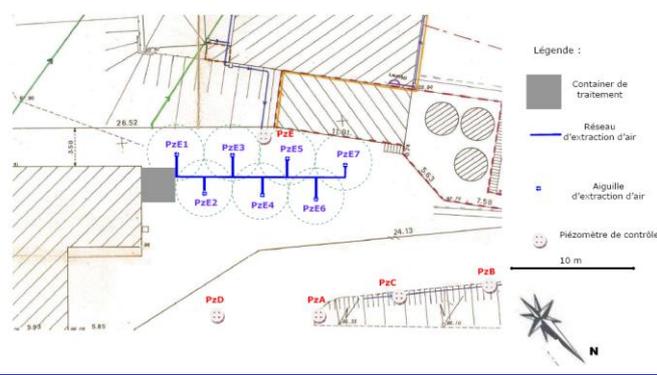
## CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°1 (ET 1<sup>BIS</sup>)

<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Principe de fonctionnement</i> : biodégradation et désorption</li> <li><i>Rendement théorique</i> : total jusqu'aux limites de la fouille ; &gt;90% dans les centres de traitement</li> <li><i>Durée du traitement théorique</i> : &lt;15 j sur site ; 6 mois dans le biocentre ; quelques heures en désorption</li> </ul>
<b>Mise en œuvre et suivi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Prétraitement</i> : analyses préalables pour sélectionner la filière en aval. Stockage provisoire avant évacuation.</li> </ul>

## CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°2

<b>Caractérisation du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Limite(s) technique(s)</i> : la pollution s'étendait dans des sols sous des bâtis présentant des signes de faiblesse, obligeant à stopper l'excavation</li> </ul>
<b>Technique retenue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : venting</li> <li>• <i>Principe</i> : entraînement des volatils par flux d'air (déplacement d'équilibre)</li> <li>• <i>Type de polluants traités</i> : hydrocarbures volatils (Naphtalène)</li> <li>• <i>Faisabilité technique</i> : mise en œuvre dans le sol, par forage, sans risque pour les ouvrages.</li> </ul>
<b>Phase pilote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Description</i> : collecte des données du sol, pour dimensionnement (nombre et profondeur des ouvrages ...)</li> </ul>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de poursuite de l'excavation</li> <li>• Peu d'emprise</li> <li>• Faible consommation énergétique</li> </ul>

## CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°2

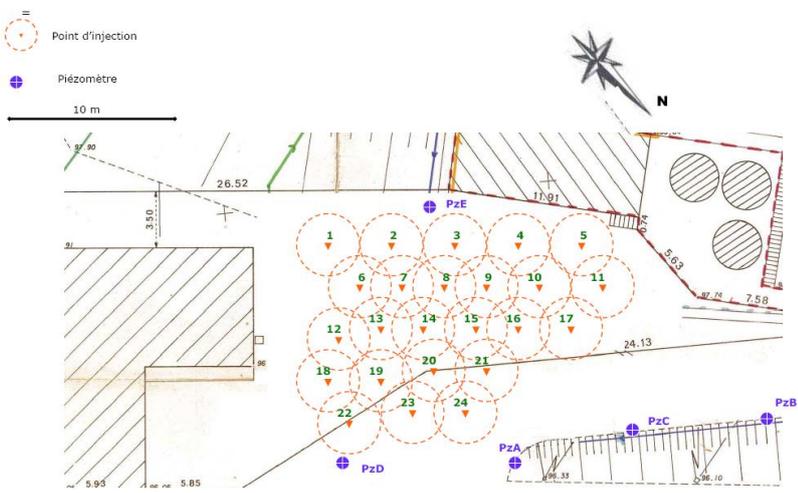
<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Principe de fonctionnement</i> : venting</li> <li>• <i>Rendement théorique</i> : &gt;90%</li> <li>• <i>Durée du traitement théorique</i> : 15 j de forage et injection ; 6 mois d'activité dans le sous-sol</li> </ul>
<b>Description du procédé</b>	
<b>Mise en œuvre et suivi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Contrôle de la dépollution</i> : Pour le suivi de l'efficacité du traitement, il a été décidé de suivre l'évolution des teneurs volumiques en COV au niveau des aiguilles, du collecteur et en sortie de filtre à charbon actif.</li> </ul>

## CRITERES DE CHOIX DE LA TECHNIQUE N°3

<b>Caractérisation du site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Limite(s) technique(s)</i> : un pompage traitement était prévu pour terminer le traitement lorsque l'excavation aurait atteint la zone saturée. Mais la faible puissance de la nappe n'a pas permis de mettre en place cette technique (puits insuffisamment productifs)</li> </ul>
<b>Technique retenue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nom</i> : oxydation chimique in situ (ISCO)</li> <li>• <i>Principe</i> : injection directe d'une substance conçue pour enrichir le milieu eau souterraine en oxygène et ainsi favoriser les phénomènes de biodégradation des hydrocarbures par les microorganismes endogènes</li> <li>• <i>Type de polluants traités</i> : hydrocarbures et HAP (naphtalène)</li> <li>• <i>Faisabilité technique</i> : mise en œuvre dans la zone saturée du sol, par forage, sans risque pour les ouvrages et sans contrainte de renouvellement de l'eau, comme dans le pompage</li> </ul>

<b>Phase pilote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Description</i> : collecte des données du sol, du polluant et de la nappe, pour dimensionnement (nombre et profondeur des ouvrages ; quantité d'oxydant à injecter)</li> </ul>
<b>Avantages majeurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de poursuite de l'excavation</li> <li>• Mise en œuvre rapide</li> <li>• Action longue durée, en lien avec la quantité d'eau présente</li> <li>• Action combinée, chimique (directe) et biologique par stimulation de la microflore</li> </ul>

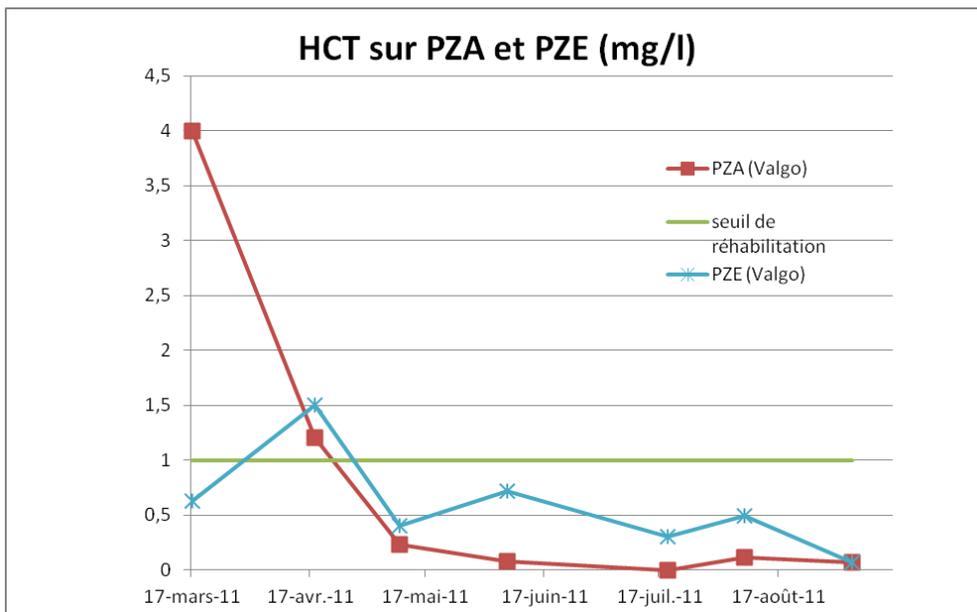
## CARACTERISTIQUES DE LA TECHNIQUE N°3

<b>Principes clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Principe de fonctionnement</i> : injection de peroxyde en suspension à 20%</li> <li>• <i>Rendement théorique</i> : &gt;90%</li> <li>• <i>Durée du traitement théorique</i> : 15 j de forage et injection ; 6 mois d'activité dans le sous-sol</li> </ul>
<b>Description du procédé</b>	<p>24 forages d'injection ont été réalisés au droit du site de Saulgé en aval du talus</p> 
<b>Mise en œuvre et suivi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Contrôle de la dépollution</i> : Pour le suivi de l'efficacité du traitement, il a été décidé de suivre l'évolution des concentrations en HCT (C10-C40), BTEX et HAP sur les piézomètres PzE et PzA, respectivement au sein de la source de pollution des sols identifiée et en aval hydrogéologique.</li> </ul>

## POLLUTION RESIDUELLE

<b>Pollution résiduelle et rendement de la technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Venting</b></li> </ul>																																																												
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Dates</th> <th>PZE1</th> <th>PZE2</th> <th>PZE3</th> <th>PZE4</th> <th>PZE5</th> <th>PZE6</th> <th>PZE7</th> <th>Collect</th> <th>Sortie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>21 jan. 2011</td> <td>10,2</td> <td>9,7</td> <td>2,4</td> <td>7,8</td> <td>3,4</td> <td>1,5</td> <td>2,7</td> <td>9,8</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>[...]</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>20 avr 2011</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>[...]</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>26 sept. 2011</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Dates	PZE1	PZE2	PZE3	PZE4	PZE5	PZE6	PZE7	Collect	Sortie	21 jan. 2011	10,2	9,7	2,4	7,8	3,4	1,5	2,7	9,8	0,3	[...]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 avr 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	[...]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26 sept. 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dates	PZE1	PZE2	PZE3	PZE4	PZE5	PZE6	PZE7	Collect	Sortie																																																			
	21 jan. 2011	10,2	9,7	2,4	7,8	3,4	1,5	2,7	9,8	0,3																																																			
	[...]	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																			
	20 avr 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																			
[...]	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																				
26 sept. 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																				
<p>Teneurs volumiques en COV (ppmv) mesurées au PID au niveau des aiguilles, du collecteur et en sortie de filtre à charbon actif</p>																																																													

• ISCO



Evolution de la concentration en HCT sur les Piézomètre PzA et PzE

Surveillance de la pollution résiduelle	Les installations ont été démantelées les 18 et 19 octobre 2011. levée des réserves le 3 novembre 2011.
Restriction usages	• Pas de restriction - Pour usage industriel

## BILAN PREVISIONNEL DE L'OPERATION

Durée de l'opération	• 8 mois
Coût global du chantier	• 223 000 €
Coût unitaire de traitement	• Non applicable, en raison des multiples techniques mises en œuvre
Quantités traitées	• Volume de sol traité : 1350 m <sup>3</sup> de terres excavées + traitées par venting + zone saturée traitée par oxydation
Aléas	• Modification technique par rapport au CCTP
Limites de la technique	• Les limites ont été contournées par la multiplication des solutions techniques utilisées

## RETOUR D'EXPERIENCE

Conclusion du maître d'œuvre /d'ouvrage	Très satisfait du panel de solutions recherché, qui a permis d'atteindre l'ensemble des objectifs
---	---

### ✉ Contacts

**Laurent THANNBERGER**  
 Tel : 05 34 60 63 60  
 Email : laurent.thannberger@valgo.com

### 📖 Pour en savoir plus

Sites Internet des entreprises concernées :  
**www.valgo.com**  
 Sites de référence :

## 2. Exemples de plateformes « hors site » de traitement des terres polluées

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de Bellegarde (30)

#### ✉ Centre de traitement



Route de St Gilles, lieu dit Pichegu  
30127 BELLEGARDE  
Tél. : 04 66 01 13 83  
Fax : 04 66 01 00 21

#### ✉ SITA FD

TOUR CB21 – 16 Place de l'Iris  
92040 PARIS LA DEFENSE  
Tél. : 01 58 81 70 00  
Fax : 01 58 81 28 36

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures provenant de dépôts pétroliers, stations services et de pollutions accidentelles sur sites industriels. Leur origine géographique est nationale avec une prédominance de la vallée du Rhône et du Sud de la France.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement des sols dans un Biocentre® (marque déposée), consistant en un traitement biologique des sols en biotertres sous aération forcée continue (par aspiration et insufflation simultanées), avec ajout de bactéries exogènes, de nutriments (engrais) et sans ajout d'agents structurants.
<b>Date de mise en service</b>	2001 (arrêté préfectoral du 4 février 1999 modifié et modifié le 1 octobre 2007).
<b>Capacité de traitement du site</b>	25 000 t/ an, 50 000 t/an pour le stockage avant traitement.
<b>Tonnages traités</b>	44 285 tonnes réceptionnées en 2012, 25 000 tonnes traitées en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site est certifié ISO 9001, 14001 et OHSAS 18001.

#### PARAMÈTRES ANALYSÉS

#### CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS

#### CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL

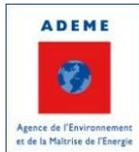
(1) mesuré sur brut, exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Retour sur le site d'origine	Installation de stockage de déchets inertes	Installation de stockage de déchets non dangereux	Installation de stockage de déchets dangereux
			Exutoires potentiels	Exutoire actuel (couverture)	Exutoire actuel (remblai technique)	
HCT (Hydrocarbures Totaux)	100 000 (1)	Seuils techniques internes selon les matrices, les polluants et les filières envisagées après traitement	Seuils d'acceptation définis par l'autorité compétente localement	Seuils d'acceptation des filières de destination		
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	100 000 (1)					
PCB (Polychlorobiphényles) et pesticides organochlorés	100 000 (1)					
Phénol	-					
Arsenic	-					
Chrome total	-					
Chrome hexavalent	-					
Cyanures libres	-					
Cyanures totaux	2 500 (1)					
Mercuré	-					
Plomb	-					
Zinc	-					
Cadmium	-					
Nickel	-					
Cuivre	-					
Sélénium	-					
Molybdène	-					
Cobalt	-					
Baryum	-					
D'autres seuils sont indiqués dans l'AP pour les polluants suivants :	BTEX (1) (80 000)					



#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré à partir des résultats de l'étude historique du site, des renseignements fournis par le producteur sur les sols pollués et des analyses vérifiées par SITA FD (micro-polluants HC, HAP, PCB, BTEX, organo-chlorés et des métaux). Le CAP précise également la nature des opérations de pré-traitement et de traitement, ainsi que les objectifs de dépollution à atteindre.	
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnages (1 échantillon par camion).</li> <li>○ Analyses HCT, HAP, PCB, BTEX, organo-chlorés, cyanures totaux et métaux (laboratoire interne).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre.</li> </ul>	<p>Pesage + contrôle de la radioactivité Livraison possible par route et voie fluviale</p> <p>Préstockage    Emottage, criblage, et broyage (selon besoins)    Adjonction d'engrais</p>
<b>Prétraitement</b>		
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aération forcée par aspiration et insufflation simultanées (aspiration &gt; insufflation) = biotertre en dépression dans biotertre non bâché (60m x 20 m x 5 m de haut).</li> <li>○ Durée du traitement : 4 à 6 mois.</li> <li>○ Suivi : température et débit d'aération en continu.</li> <li>○ Echantillonnage (maillage du biotertre lors de sa mise en œuvre) et analyses des paramètres réglementaires et polluants d'origine sur les zones à forte concentration en pollution (HCT, HAP, BTEX,...) (laboratoire interne).</li> </ul>	<p><b>Bactéries</b></p> <p>Fermenteur    Dévésiculateur    Filtre à charbon actif</p> <p>Aspiration et insufflation simultanées</p> <p>Biotertre non bâché</p> <p>Drains rigides disposés sur différents niveaux fournissant l'air et les bactéries</p> <p>Plate-forme sur alvéole de stockage de déchets dangereux stabilisés</p> <p>Effluents liquides</p> <p>Réutilisés en eau de process de l'unité de stabilisation</p> <p>Refus criblage : installation de stockage de déchets non dangereux</p> <p>Installation de stockage de déchets dangereux</p> <p>Terres dépolluées</p>
<b>Sous produits du traitement</b>		
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnages et analyses des paramètres réglementaires et polluants d'origine sur les zones à forte concentration en pollution (laboratoire interne).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre.</li> </ul>	
<b>Destination des sols dépollués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Couverture en installation de stockage de déchets.</li> </ul>	<p>Installation de stockage de déchets non dangereux de SITA FD de Bellegarde : couverture provisoire et finale 50 %</p> <p>Installation de stockage de déchets dangereux de SITA FD de Bellegarde : remblai technique 50 %</p>

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site BIONOR de Courrières (62)

#### ✉ Centre de traitement



BIONOR – Route d'Harnes  
62100 COURRIERES  
Tel. : 03 21 74 74 74  
Fax. : 03 21 74 74 70

#### ✉ GRS Valtech (Véolia Propreté)

105, avenue du 8 mai 1945  
69140 RILLEUX LA PAPE  
Tel. : 04 72 01 81 81  
Fax. : 04 78 88 46 79

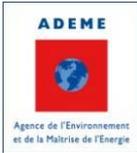
## PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués aux hydrocarbures provenant de stations services, de dépôts pétroliers, de pollutions accidentelles et de friches industrielles. L'origine géographique des apports est principalement la région du Nord (80 %), l'Est et la région Ile-de-France. L'apport peut provenir de l'Espace Economique Européen pour un maximum de 20 % des terres.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement biologique des sols en biotretes bâchés sous aération forcée continue (insufflation), avec ajout de nutriments selon les besoins et d'agent structurant (compost de déchets végétaux).
<b>Date de mise en service</b>	2000 (arrêté préfectoral du 19 septembre 1998).
<b>Capacité de traitement du site</b>	Capacité autorisée : 50 000 t/an pour le traitement et 50 000 t/an pour le transit de sols pollués. Capacité nominale actuelle de l'installation : 15 000 t/an.
<b>Tonnages traités</b>	15 088 tonnes en traitement biologique en 2012
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site est certifié ISO 9001 et 14 001.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL	
(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Renvoi sur le site d'origine ou sur un site dans la région Nord – Pas-de-Calais	Installation de stockage de déchets non dangereux (b)
			Exutoire potentiel	Exutoire actuel (couverture)
HCT (Hydrocarbures Totaux)		< 30 000 (6)	Seuils définis par le site d'origine ou de destination	
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	15000 (6)	< 100 (6)		
Hydrocarbures aliphatiques	50000 (6)			
Phénols	5000 (6)	-		
Antimoine				0,7 (2)
Argent	15 (6)			
Arsenic	30 (6)	-		2 (2)
Chrome total	150 (6)	-		10 (2)
Cyanures libres	10 (6)	-		
Mercure	5 (6)	-		0,2 (2)
Plomb	270 (6)	-		10 (2)
Zinc	360 (6)	-		50 (2)
Cadmium	6 (6)	-		1 (2)
Nickel	100 (6)	-		10 (2)
Cuivre	100 (6)	-		50 (2)
Sélénium		-		0,5 (2)
Molybdène		-		10 (2)
Cobalt		-		
Baryum		-		100 (2)
Chlorure				15000 (2)
Fluorure			150 (2)	
COT sur éluat			800 (2)	
Sulfate	2500 (6)		20 000 (2)	

(b) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S= 10l/kg)

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



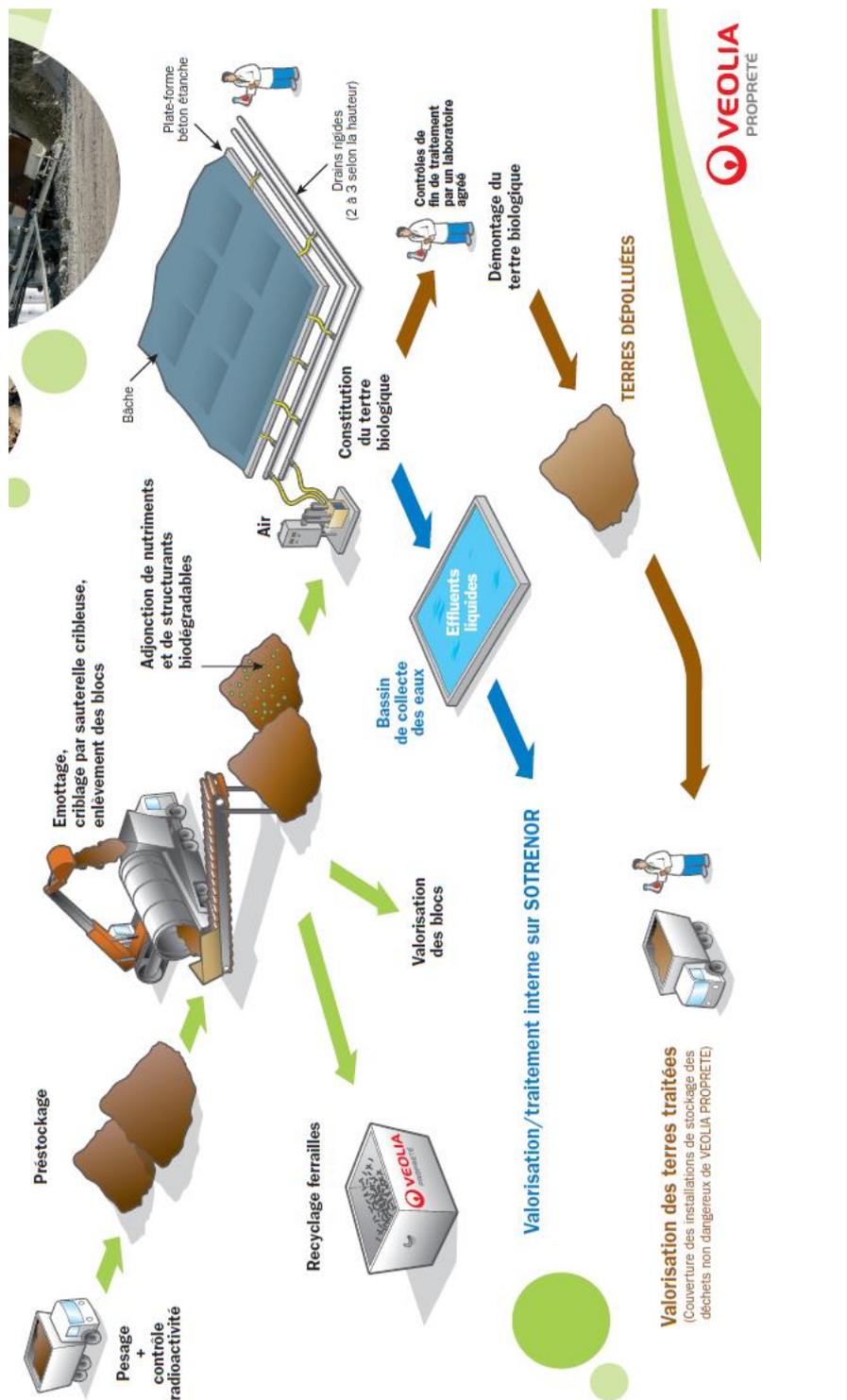
## Traitement biologique des sols



### Site BIONOR de Courrières (62)

#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré sur les éléments fournis par le producteur tels que la localisation et l'historique du site, les analyses procurées par le producteur ou réalisées par GRS VALTECH, et après vérification par un laboratoire agréé externe des teneurs en HCT, HAP, métaux et phénols. Le CAP mentionne également la destination des sols dépollués envisagée.
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage si nécessité de contrôle en cas de problème éventuel.</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par chantier.</li> </ul>
<b>Prétraitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criblage des terres.</li> </ul>
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Insufflation forcée continue.</li> <li>○ Biotertres bâchés de 600 à 800 tonnes (35 m maxi x 10 m x 2 à 2,5 m de haut).</li> <li>○ Durée du traitement: 2 à 6 mois (moyenne : 4 à 5 mois).</li> <li>○ Suivi : pH, humidité, CO2 et température.</li> <li>○ 1 échantillon pour 100 t et analyses des HCT par laboratoire externe agréé.</li> </ul>
<b>Sous produits du traitement</b>	
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1 échantillon pour 100 t et analyses des HCT, métaux, phénols par laboratoire externe agréé.</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par chantier.</li> </ul>
<b>Destination des sols dépollués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Couverture en installation de stockage de déchets non dangereux.</li> <li>○ Retour sur le site d'origine</li> </ul>



# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de CHAMPTEUSSE-SUR-BACONNE (49)

#### ✉ Centre de traitement



Route de Sceaux  
49220 LE LION D'ANGERS  
Tel. : 02.41.95.13.26  
Fax. : 02.41.95.13.71

#### ✉ SEDA

132 rue des Trois Fontanot  
92758 NANTERRE CEDEX  
Tel. : 01.42.91.66.66  
Fax. : 01.42.91.66.91

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures provenant de sites industriels, sites pétroliers et de pollutions accidentelles. L'origine géographique actuelle est le Grand Ouest de la France mais peut également s'étendre à tout le territoire national.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement des sols dans un Biocentre® (marque déposée), consistant en un traitement biologique des sols en biotretes bâchés sous aération forcée continue (par aspiration et insufflation simultanées), avec ajout de bactéries exogènes, de nutriments (engrais) et sans ajout d'agents structurants.
<b>Date de mise en service</b>	1999 (arrêté préfectoral du 1er février 1999).
<b>Capacité de traitement du site</b>	35 000 t / an.
<b>Tonnages traités</b>	33 940 tonnes en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site est certifié ISO 9001 et 14001.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL			
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Utilisation sans restriction	Installation de stockage de déchets inertes	Installation de stockage de déchets non dangereux	Installation de stockage de déchets dangereux
(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé						
HCT (Hydrocarbures Totaux)	10 000 (1)	Seuils inférieurs aux seuils fixés par l'AP	< 50 (1)	50 à 250 (1)	250 à 2 000 (1)	2 000 à 10 000 (1)
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	15 000 (1)		-	< 10 (1)	10 à 100 (1)	100 à 260 (1)
PCB (Polychlorobiphényles)	50 (1)		< 1 (1)	1 à 2,5 (1)	2,5 à 5 (1)	5 à 50 (1)
Phénols	5 000 (3)		< 0,1 (3)	0,1 à 10 (3)	10 à 50 (3)	50 à 100 (3)
Arsenic	30 (3)		< 0,2 (3)	0,2 à 1 (3)	1 à 5 (3)	5 à 10 (3)
Chrome total	100 (3)		< 0,5 (3)	0,5 à 1 (3)	1 à 25 (3)	25 à 50 (3)
Chrome hexavalent	30 (3)		-	< 0,1 (3)	0,1 à 1 (3)	1 à 5 (3)
Cyanures libres	50 (3)		< 0,2 (3)	0,2 à 1 (3)	1 à 3 (3)	3 à 5 (3)
Cyanures totaux	-		-	-	-	-
Mercure	30 (3)		0,1 (3)	0,1 à 0,2 (3)	0,2 à 2 (3)	2 à 5 (3)
Plomb	2 000 (3)		< 1 (3)	1 à 10 (3)	10 à 25 (3)	25 à 50 (3)
Zinc	1 000 (3)		< 5 (3)	5 à 50 (3)	50 à 100 (3)	100 à 250 (3)
Cadmium	100 (3)		< 0,1 (3)	0,1 à 0,5 (3)	0,5 à 2 (3)	2 à 25 (3)
Nickel	250 (3)		< 1 (3)	1 à 10 (3)	10 à 25 (3)	25 à 50 (3)
Cuivre	500 (3)		2,5 (3)	2,5 à 25 (3)	25 à 50 (3)	50 à 150 (3)
Sélénium	-		-	-	-	-
Molybdène	-		-	-	-	-
Cobalt	-		-	-	-	-
Baryum	-		-	-	-	-
D'autres seuils sont indiqués dans l'AP pour les polluants suivants :	Etain (3), BTEX (1), Organochlorés (1)	Etain(3), BTEX(1), organochlorés(1), COT (3)				

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de CHAMPTÉUSSE-SUR-BACONNE (49)

#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré après examen des critères d'acceptation comprenant les éléments du bordereau de suivi des déchets, les résultats des analyses des sols effectuées par SEDA (analyse des micro-polluants : HC, HAP, PCB, BTEX, organo-halogénés) et d'éventuels essais de traitabilité des sols pollués. (pour des matrices particulières par exemple).	
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon représentatif moyen par jour).</li> <li>○ Analyses HCT, HAP, PCB, BTEX, phénols, organo-halogénés, métaux, (laboratoire interne).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre.</li> </ul>	
<b>Prétraitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criblage des terres.</li> </ul>	
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aération forcée par aspiration et insufflation simultanées.</li> <li>○ dans biotertres bâchés de 5 000 à 7 000 tonnes (60m x 20m x 5 à 7m de haut).</li> <li>○ Durée du traitement : 4 à 6 mois.</li> <li>○ Suivi : température, débit d'aération en continu.</li> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon par mois pour 50 à 70 tonnes) et analyse paramètres réglementaires et autres polluants d'origine (HCT, HAP, PCB, BTEX, COHV...) (laboratoire interne).</li> </ul>	
<b>Sous produits du traitement</b>		
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon pour 50 à 70 t) et analyses HCT, HAP, BTEX sur les zones à forte concentration initiale en pollution (laboratoire interne).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre.</li> </ul>	
<b>Destination des sols dépollués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Couverture en installation de stockage de déchets.</li> </ul>	<p>Installation de stockage de déchets dangereux de SEDA de Champteussé-sur-Baconne : couverture                  Installation de stockage de déchets non dangereux de SEDA de Champteussé-sur-Baconne : couverture</p>

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de CHANGE (53)

#### ✉ Centre de traitement



Les Hêtres – BP 20  
53810 CHANGE  
Tel. : 02.43.59.60.00  
Fax. : 02.43.59.60.01

#### ✉ Séché Eco-industries

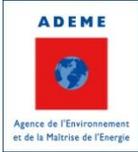
Les Hêtres – BP 20  
53810 CHANGE  
Tel. : 02.43.59.60.00  
Fax. : 02.43.59.60.01

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures (≈ 80% à 90%) ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (≈ 10 à 20%) provenant notamment des travaux réalisés par Séché Eco-Services de friches industrielles, de chantiers immobiliers (cession de terrains) et dans une moindre mesure de stations services. Ils proviennent de l'ensemble du territoire national mais principalement de l'Ouest de la France et de l'Ile-de-France.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement biologique des sols en biotretres bâchés sous aération forcée continue (aspiration), sans ajout de bactéries exogènes, avec apport de nutriments (selon les besoins) et d'agents structurants (fragments de bois, briques).  Les biotretres sont installés dans des casiers préfabriqués mobiles situés sur des alvéoles de stockage de déchets dangereux stabilisés (6 à 10 casiers).
<b>Date de mise en service</b>	1996 (arrêté préfectoral initial de 1994, abrogé et remplacé par un nouvel arrêté en 2002).
<b>Capacité de traitement du site</b>	20 000 t de terres traitées simultanément.
<b>Tonnages traités</b>	20 000 tonnes en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Les certifications ISO 14001 et OHSAS 18001 ont été mises en place.

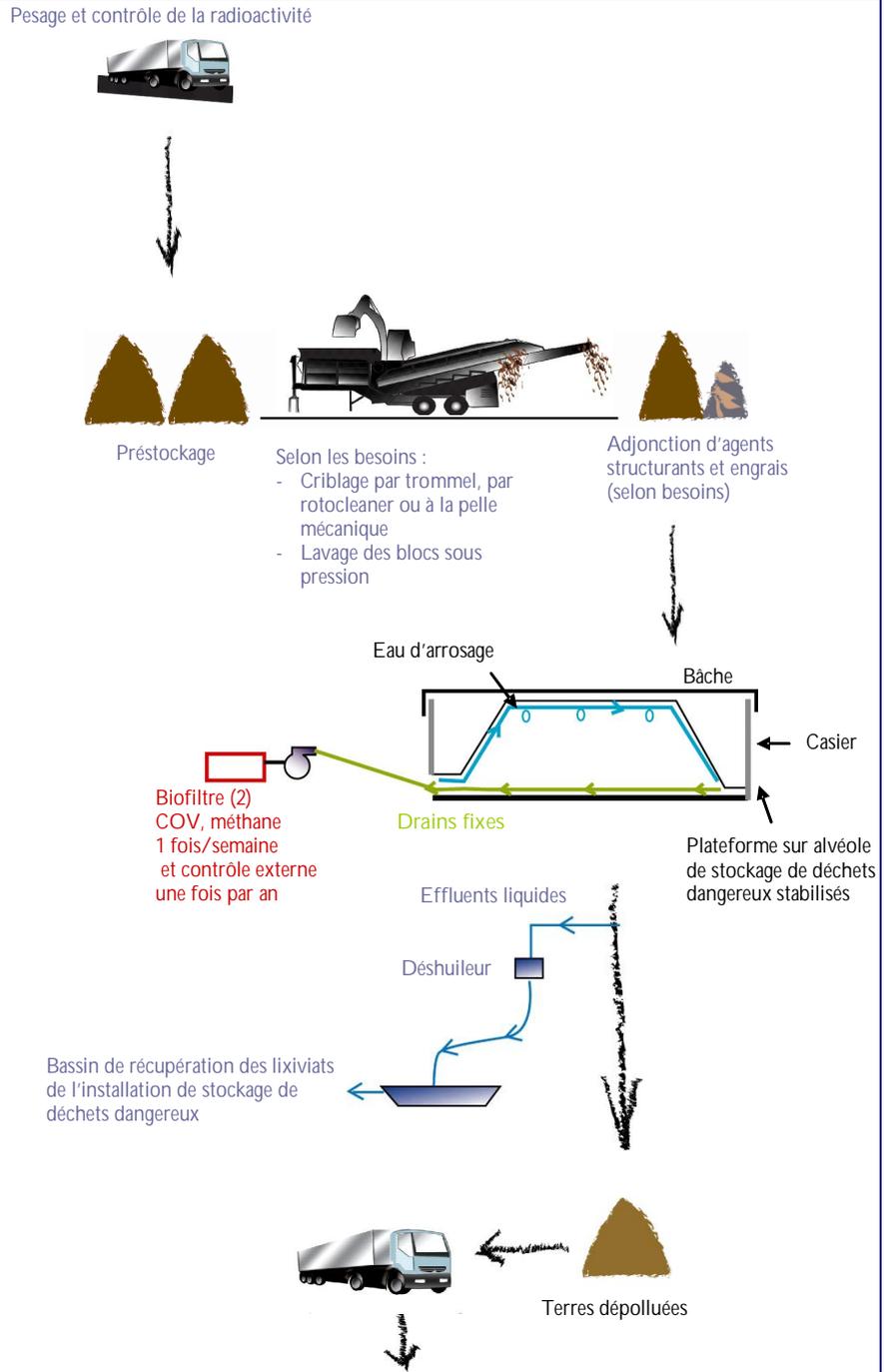
PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL		
	Valeurs fournies par l'exploitant à titre indicatif	Valeurs usuelles des sols entrants	Installation de stockage de déchets inertes (a)	Installation de stockage de déchets non dangereux (a)	Installation de stockage de déchets dangereux (a)
(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) mesuré après test de lixiviation (1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé			Exutoires actuels (recouvrement ou autre aménagement)		
Hydrocarbures (C10 à C40)			500 (1)		
HCT (Hydrocarbures Totaux)	-				
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	-	-			
PCB (Polychlorobiphényles)	-	-	1 (1)		
Phénols	-	-			
Arsenic	< 25 (2)	-	0,5 (2)	2 (2)	25 (2)
Chrome total	< 70 (2)	-	0,5 (2)	10 (2)	70 (2)
Mercuré	< 2 (2)	-	0,01 (2)	0,2 (2)	2 (2)
Plomb	< 50 (2)	-	0,5 (2)	10 (2)	50 (2)
Zinc	< 200 (2)	-	4 (2)	50 (2)	200 (2)
Cadmium	< 5 (2)	-	0,04 (2)	1 (2)	5 (2)
Nickel	< 40 (2)	-	0,4 (2)	10 (2)	40 (2)
Cuivre	< 100 (2)	-	2 (2)	50 (2)	100 (2)
Sélénium	< 7 (2)	-	0,1 (2)	0,5 (2)	7 (2)
Molybdène	< 30 (2)	-	0,5 (2)	10 (2)	30 (2)
Cobalt	-	-			
Baryum	< 300 (2)	-	20 (2)	100 (2)	300 (2)
BTEX			6 (1)		
Fraction soluble				60 000 (2)	
COT			30 000 (1)	800 (2)	1000 (1)
Fluorure			10 (2)	150 (2)	500 (2)
Antimoine			0,06 (2)	0,7 (2)	5 (2)
Chlorures			800 (2)	15 000 (2)	25 000 (2)
Sulfates			1000 (2)	20 000 (2)	50 000 (2)

(a) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S = 10l/kg)



SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<p><b>Procédure d'acceptation</b></p>	<p>Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré au producteur (ou détenteur) après examen des critères d'acceptation : historique du site pollué et études de sol fournis par le producteur et analyses du sol sur polluants organiques et minéraux contrôlés par SECHE ECO-INDUSTRIES. Le CAP précise la traitabilité des sols et les résultats des analyses effectuées.</p>
<p><b>Contrôles à l'entrée</b></p>	<p>○ Echantillonnage : 1 échantillon par camion ou 1 pour 5 ou 10 camions selon l'importance du chantier.                  ○ Analyses HCT, HAP, PCB, BTEX, Phénols, métaux, COT, pesticides (laboratoires interne et externe agréé)                  ○ Suivi de la traçabilité par chantier.</p>
<p><b>Prétraitement</b></p>	<p>○ Criblage des terres.</p>
<p><b>Traitement</b></p>	<p>○ Aspiration forcée continue dans casier bâché de 1,3 à 1,5 m de haut.                  ○ 6 à 10 casiers d'environ 2000 tonnes.                  ○ Durée du traitement : 4 à 6 mois.                  ○ Suivi : température, COV et méthane une fois par semaine en sortie du biofiltre + contrôle externe 1 fois par an.                  ○ Echantillonnage 10 points par terre, 2 fois/mois et analyses (HAP, HCT) (laboratoires interne et externe agréé).</p>
<p><b>Sous produits du traitement</b></p>	<p></p>
<p><b>Contrôles à la sortie</b></p>	<p>○ Echantillonnage et analyses HCT, HAP, PCB, BTEX, phénols (laboratoires interne et externe agréé).                  ○ Suivi de la traçabilité par chantier.</p>
<p><b>Destination des sols dépollués</b></p>	<p>ISDI, ISDD, ISDND</p>



Recouvrement ou autre aménagement de :

- Installation de stockage de déchets non dangereux de SECHE ECO-INDUSTRIE de Changé
- Installation de stockage de déchets dangereux de SECHE ECO-INDUSTRIE de Changé
- Installation de stockage de déchets inertes

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de CHATEAU-GAILLARD (01)

#### ✉ Centre de traitement



355, En Belle Lièvre  
RD 77  
01540 CHATEAU-GAILLARD  
Tel. : 04 74 46 35 80  
Fax. : 04 74 46 35 81

#### ✉ Biogénie Europe SAS

Ecosite de Vert Le Grand  
Chemin de Braseux – BP 69  
91540 ECHARCON  
Tel. : 01 64 56 78 00  
Fax. : 01 64 56 78 01

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Terres polluées par des polluants organiques de type Hydrocarbures (Hydrocarbures Totaux, aromatiques, solvants, etc.) éventuellement associés à des pollutions métalliques dans les limites des critères d'acceptation définis dans l'arrêté préfectoral. Elles proviennent principalement d'anciens sites industriels (stations services, sites pétroliers, ...) réhabilités dans le cadre de développements immobiliers, ou de sites industriels en activité (déversement accidentels, fuites, etc.), situés sur l'ensemble du territoire national.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement biologique des sols en biotertres bâchés en dépression forcée (traitement en aérobie).
<b>Date de mise en service</b>	Arrêté préfectoral du 6 Octobre 2008.
<b>Capacité de traitement du site</b>	<b>100 000 t/ an</b> sur 4 ha.
<b>Tonnages traités</b>	100 000 tonnes en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site est certifié ISO 14001.

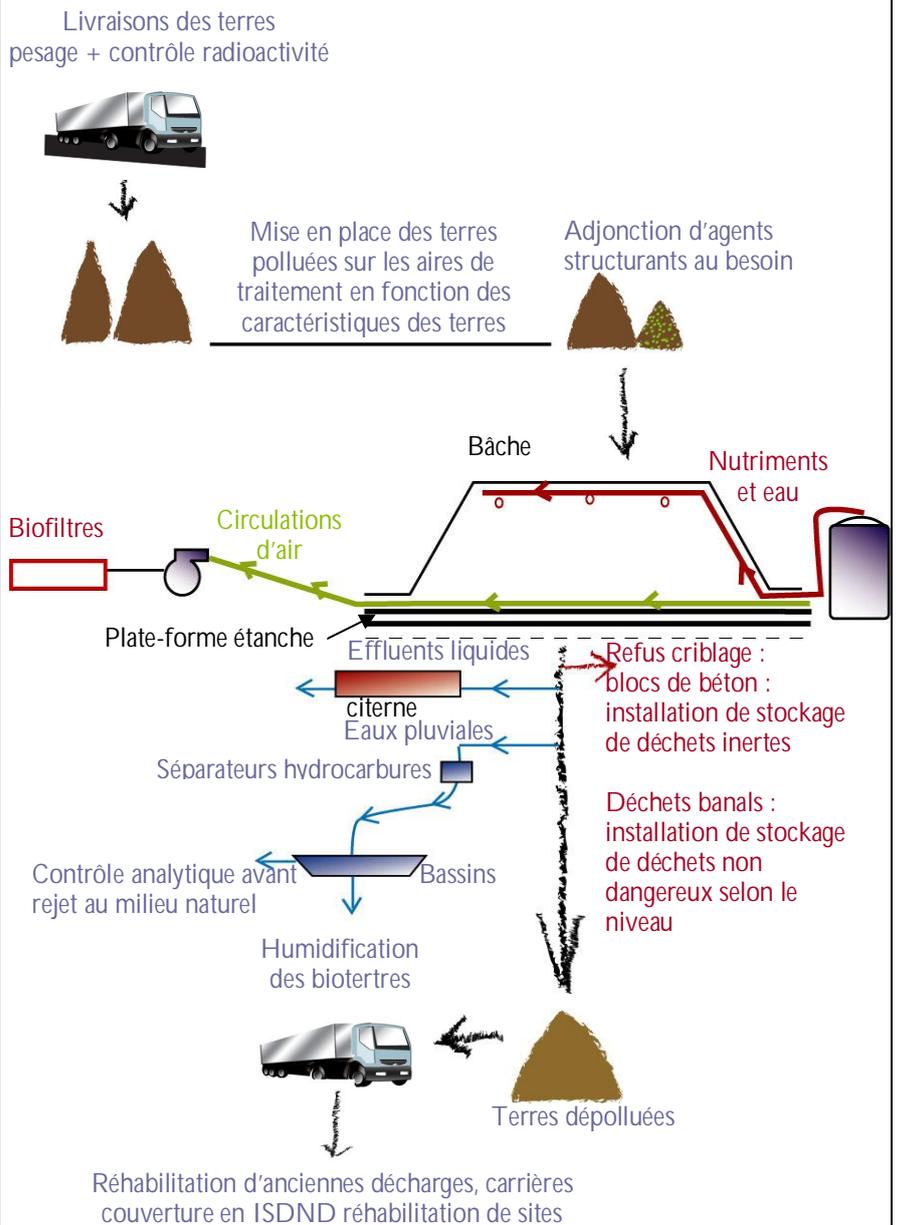
PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL		
(1) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (2) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg		<b>Seuils selon l'arrêté préfectoral</b>	<b>Valeurs usuelles des sols entrants</b>	<b>Installation de stockage de déchets inertes</b>	<b>Installation de stockage de déchets non dangereux</b>
				Exutoire actuel	Exutoire actuel (en recouvrement)
HCT (Hydrocarbures Totaux)		100.000	Seuils inférieurs aux seuils fixés par l'arrêté préfectoral	Valeurs définies par la réglementation nationale et européenne.	
HAP (Hydroc. Aromatiques Polycycliques)	(1)	5 000			
BTEX		100 000			
COT		200 000			
COT sur éluat	(2)	800			
Autres polluants organiques		*			
PCB (Polychlorobiphényles)	(1)	50			
Fraction soluble	(2)	60 000			
Arsenic	(2)	Seuils de la Décision européenne déchets non dangereux			
Chrome total					
Chrome hexavalent					
Cyanures libres					
Cyanures totaux					
Mercuré					
Plomb					
Zinc					
Cadmium					
Nickel					
Cuivre					
Sélénium					
Molybdène					
Cobalt					
Baryum					
Fluorures					
Antimoine					

\* Défini en fonction de la traitabilité. L'accord préalable de l'inspecteur des ICPE peut être demandé pour des sols qui contiendraient d'autres polluants.



SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<p><b>Procédure d'acceptation</b></p>	<p>Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré après contrôle des informations fournies par le producteur (origine, quantités, caractéristiques analytiques et diagnostic si disponible). Vérification de la traitabilité des polluants si nécessaire.</p>
<p><b>Contrôles à l'entrée</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contrôle analytique.</li> <li>○ Analyses de tous les paramètres d'acceptation de l'AP par un laboratoire externe agréé et autres polluants si nécessaire.</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par chantier et par lot de mêmes caractéristiques.</li> </ul>
<p><b>Prétraitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Homogénéisation des terres.</li> <li>○ Ajout d'agents structurants au besoin.</li> </ul>
<p><b>Traitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dégradation des polluants organiques par voie biologique (dégradation en aérobie par dépression forcée) :</li> <li>○ Biotertres bâchés sur aires de traitement.</li> <li>○ Durée du traitement : 2 à 5 mois.</li> <li>○ Suivi en continu : débit d'air, température.</li> <li>○ Suivi ponctuel du pH.</li> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon pour 400 t) et analyses de tous les paramètres d'acceptation de l'AP et autres polluants si identifiés au départ (laboratoire externe agréé).</li> <li>○ Suivis environnementaux (qualité de l'air et des eaux).</li> </ul>
<p><b>Contrôles à la sortie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon composite pour 400 t) et analyses identiques au suivi (laboratoire externe agréé).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par chantier.</li> </ul>
<p><b>Destination des sols dépollués</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Valorisation</li> </ul>



# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de Drambon (21)

#### ✉ Centre de traitement



ECOPOLE DES GRANDS MOULINS  
21 270 DRAMBON  
Tél. : 03.80.47.20.40  
Fax : 03.80.47.20.41

#### ✉ SITA FD

TOUR CB21 – 16 Place de l'Iris  
92040 PARIS LA DEFENSE  
Tél. : 01 58 81 70 00  
Fax : 01 58 81 28 36

## PRESENTATION

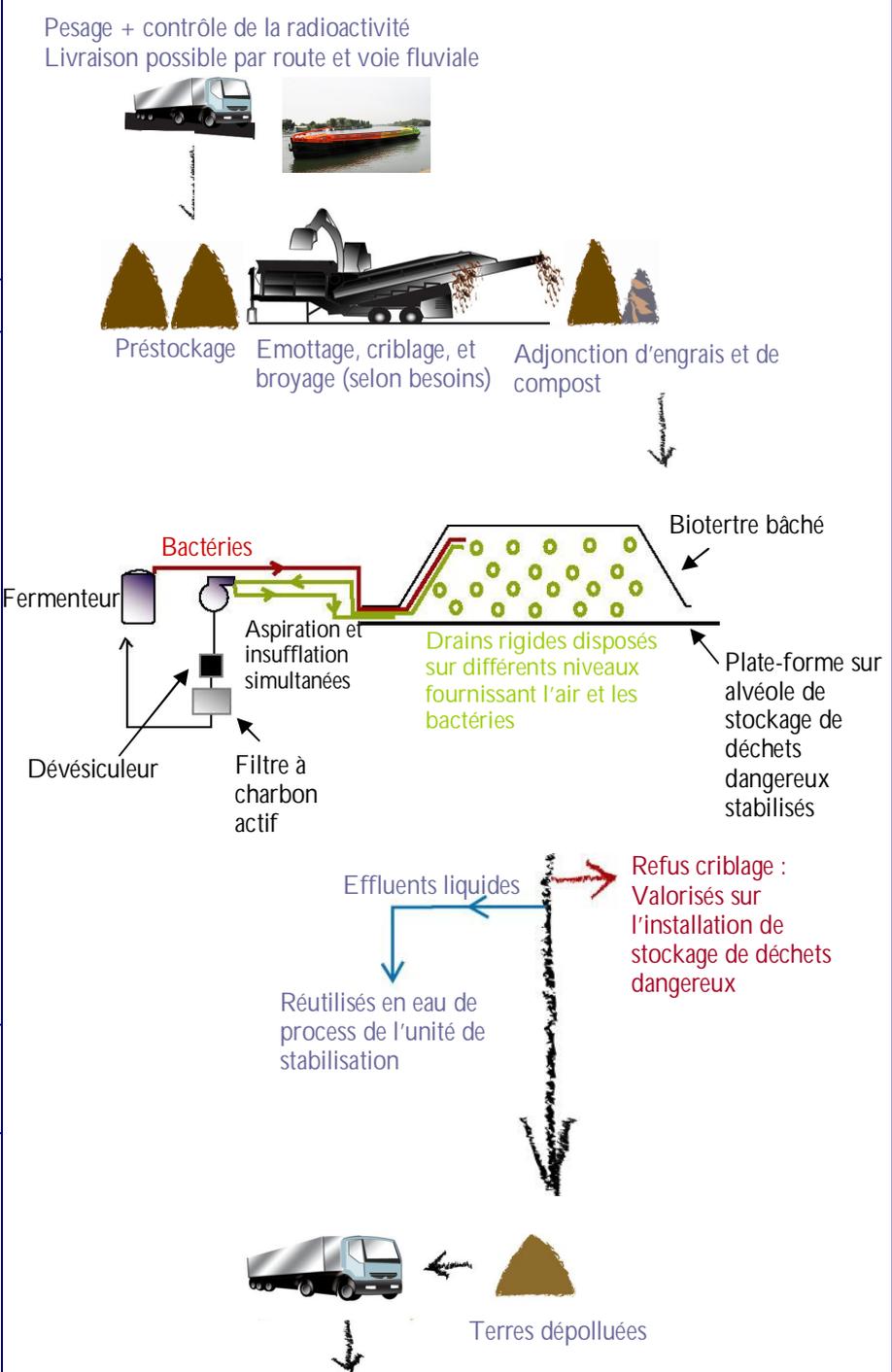
<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures provenant de dépôts pétroliers, stations services et de pollutions accidentelles sur sites industriels. Leur origine géographique est nationale avec une prédominance de la région Bourgogne et régions limitrophes.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement des sols dans un Biocentre® (marque déposée), consistant en un traitement biologique des sols en biotertres sous aération forcée continue (par aspiration et insufflation simultanées), avec ajout de bactéries exogènes, de nutriments (engrais) et ajout d'agents structurants.
<b>Date de mise en service</b>	2004 (arrêté préfectoral du 12/08/2004)
<b>Capacité de traitement du site</b>	30 000 t/an.
<b>Tonnages traités</b>	10 161 tonnes en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site est certifié ISO 9001, 14001, OHSAS 18001.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL		
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Installation de stockage de déchets inertes	Installation de stockage de déchets non dangereux	Installation de stockage de déchets dangereux
(1) mesuré sur brut, exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé			Exutoire potentiel	Exutoire actuel (couverture)	Exutoire potentiel
HCT (Hydrocarbures Totaux)	(1)	Seuils techniques internes (mesurés sur brut ou sur fraction lixiviable) selon les matrices, les polluants et les filières envisagées après traitement	L'Arrêté Préfectoral du site fixe les seuils de décontamination à atteindre pour chaque polluant contenu initialement dans la terre polluée en fonction des différentes utilisations et filières prévues en sortie de traitement. L'Arrêté Préfectoral du site ne fixe pas de seuils en entrée de Biocentre®. Des seuils techniques internes sont utilisés pour s'assurer de la compatibilité de la pollution initiale avec l'utilisation prévue pour la terre en sortie de biopile.		
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	(1)				
PCB (Polychlorobiphényles)	(1)				
Phénols	(2)				
Arsenic	(2)				
Chrome total	(2)				
Chrome hexavalent	(2)				
Cyanures libres	(2)				
Cyanures totaux	(2)				
Mercure	(2)				
Plomb	(2)				
Zinc	(2)				
Cadmium	(2)				
Nickel	(2)				
Cuivre	(2)				
Sélénium	-				
Molybdène	(2)				
Cobalt	(2)				
Baryum	(2)				
D'autres seuils sont indiqués dans l'AP pour les polluants suivants : BTEX et Organochlorés	(1)				



#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré à partir des résultats de l'étude historique du site, des renseignements fournis par le producteur sur les sols pollués et des analyses vérifiées par SITA FD (micro-polluants HC, HAP, PCB, BTEX, organo-chlorés et des métaux). Le CAP précise également la nature des opérations de pré-traitement et de traitement, ainsi que les objectifs de dépollution à atteindre.
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnages (1 échantillon moyen pour 5 camions en moyenne).</li> <li>○ Analyses HCT, HAP, PCB, BTEX, organo-chlorés, cyanures totaux et métaux (laboratoire interne).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre.</li> </ul>
<b>Prétraitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○</li> </ul>
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aération forcée par aspiration et insufflation simultanées (aspiration &gt; insufflation) = biotertre en dépression dans biotertre non bâché (60m x 20 m x 5 m de haut).</li> <li>○ Durée du traitement : 4 à 6 mois.</li> <li>○ Suivi : température et débit d'aération en continu.</li> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon pour 50 à 70 tonnes par mois) et analyse des polluants avérés et au minima BTEX, HAP, PCB et PCC (si présents), huiles minérales, metalloïdes, COT (laboratoire interne, 1 échantillon contrôlé en externe)</li> </ul>
<b>Sous produits du traitement</b>	
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnages et analyses des paramètres réglementaires et polluants d'origine sur les zones à forte concentration en pollution (laboratoire interne).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre.</li> </ul>
<b>Destination des sols dépollués</b>	Installation de stockage de déchets non dangereux et dangereux de SITA FD Drambon : valorisation des terres dépolluées en couverture finale. Installation de stockage de déchets non dangereux de SITA FD Drambon : valorisation des terres dépolluées en matériaux pour l'exploitation. Installation de stockage de déchets inertes de SITA FD Drambon



# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site d'Echarcon (91)

#### ✉ Centre de traitement



Ecosite de Vert Le Grand  
Chemin de Braseux – BP 69  
91540 ECHARCON  
Tel. : 01 64 56 78 00  
Fax. : 01 64 56 78 01

#### ✉ Biogénie Europe SAS

Ecosite de Vert Le Grand  
Chemin de Braseux – BP 69  
91540 ECHARCON  
Tel. : 01 64 56 78 00  
Fax. : 01 64 56 78 01

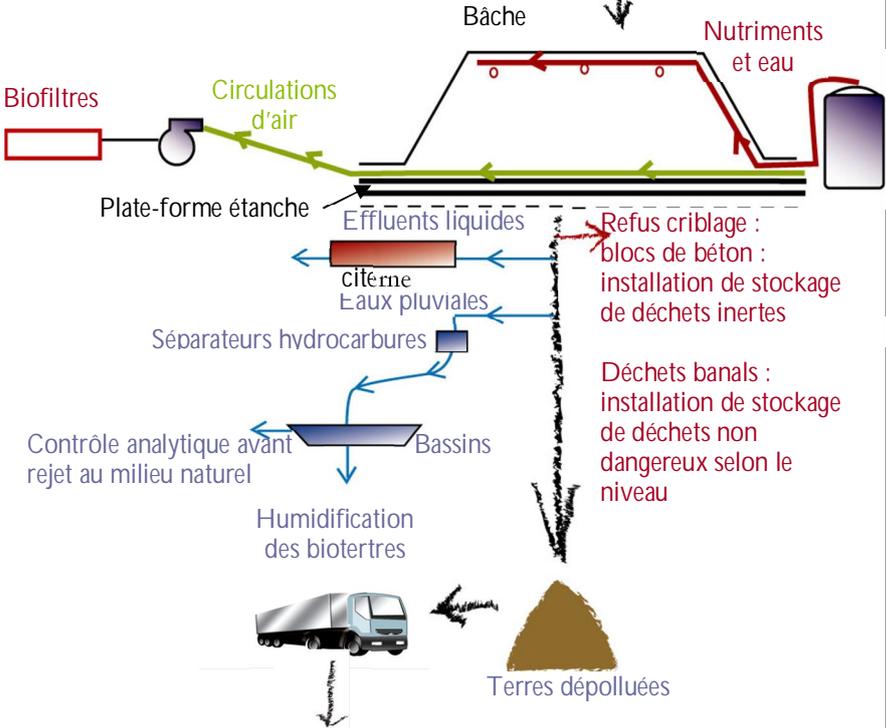
### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Terres polluées par des polluants organiques de type Hydrocarbures (Hydrocarbures Totaux, aromatiques, solvants, etc.) éventuellement associés à des pollutions métalliques dans les limites des critères d'acceptation définis dans l'arrêté préfectoral. Elles proviennent principalement d'anciens sites industriels (stations services, sites pétroliers, ...) réhabilités dans le cadre de développements immobiliers, ou de sites industriels en activité (déversement accidentels, fuites, etc.), situés sur l'ensemble du territoire national.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement biologique des sols en biotertres bâchés en dépression forcée (traitement en aérobie).
<b>Date de mise en service</b>	Arrêté préfectoral n° 2003.PREF.DCL/0020 du 24/01/2003, modifié et complété par l'arrêté n° 2006.PREF.DCI3/BE0237 du 17/11/2006 et l'arrêté n° 2008.PREF.DCI3/BE 0134 du 5/09/2008.
<b>Capacité de traitement du site</b>	<b>300 000 t/ an</b> sur 4 ha avec un maximum de 90 000 tonnes stockées sur le site.
<b>Tonnages traités</b>	200 000 tonnes en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site est certifié ISO 14001.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL		
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Installation de stockage de déchets inertes	Installation de stockage de déchets non dangereux	
(1) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (2) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg			Exutoire actuel	Exutoire actuel (en recouvrement)	
HCT (Hydrocarbures Totaux)	100 000	Seuils inférieurs aux seuils fixés par l'arrêté préfectoral	Valeurs définies par la réglementation nationale et européenne.		
HAP (Hydroc. Aromatiques Polycycliques)	5 000				
BTEX	100 000				
COT	200 000				
COT sur éluat	1 000				
Autres polluants organiques	*				
PCB (Polychlorobiphényles)	50				
Fraction soluble	100 000				
Arsenic	Seuils de la Décision européenne déchets non dangereux	* Défini en fonction de la traitabilité. L'accord préalable de l'inspecteur des ICPE peut être demandé pour des sols qui contiendraient d'autres polluants.			
Chrome total					
Chrome hexavalent					
Cyanures libres					
Cyanures totaux					
Mercuré					
Plomb					
Zinc					
Cadmium					
Nickel					
Cuivre					
Sélénium					
Molybdène					
Cobalt					
Baryum					
Fluorures					
Antimoine					



SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<p><b>Procédure d'acceptation</b></p>	<p>Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré après contrôle des informations fournies par le producteur (origine, quantités, caractéristiques analytiques et diagnostic si disponible). Vérification de la traitabilité des polluants si nécessaire.</p>	
<p><b>Contrôles à l'entrée</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contrôle analytique.</li> <li>○ Analyses critères d'acceptation de l'AP par un laboratoire externe agréé et autres polluants si nécessaire.</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par chantier et par lot de mêmes caractéristiques.</li> </ul>	<p>Livraisons des terres pesage + contrôle radioactivité</p>  <p>Mise en place des terres polluées sur les aires de traitement en fonction des caractéristiques des terres</p>  <p>Adjonction d'agents structurants au besoin</p> 
<p><b>Prétraitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Homogénéisation des terres.</li> <li>○ Ajout d'agents structurants au besoin.</li> </ul>	
<p><b>Traitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dégradation des polluants organiques par voie biologique (dégradation en aérobie par dépression forcée) :</li> <li>○ Biotertres bâchés : 7 aires de traitement.</li> <li>○ Durée du traitement : 2 à 5 mois.</li> <li>○ Suivi en continu : débit d'air, température.</li> <li>○ Suivi ponctuel du pH.</li> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon pour 300 t) et analyses critères acceptation AP et autres polluants si identifiés au départ (laboratoire externe agréé).</li> <li>○ Suivis environnementaux (qualité de l'air et des eaux).</li> </ul>	 <p>Biofiltres</p> <p>Circulations d'air</p> <p>Bâche</p> <p>Nutriments et eau</p> <p>Plate-forme étanche</p> <p>Effluents liquides</p> <p>Citernes Eaux pluviales</p> <p>Séparateurs hydrocarbures</p> <p>Bassins</p> <p>Contrôle analytique avant rejet au milieu naturel</p> <p>Humidification des biotertres</p> <p>Refus criblage : blocs de béton : installation de stockage de déchets inertes</p> <p>Déchets banals : installation de stockage de déchets non dangereux selon le niveau</p> <p>Terres dépolluées</p>
<p><b>Contrôles à la sortie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon composite pour 300 t) et analyses identiques au suivi (laboratoire externe agréé).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par chantier.</li> </ul>	<p>Rehabilitation d'anciennes décharges, carrières couverture en ISDND réhabilitation de sites</p> 
<p><b>Destination des sols dépollués</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Valorisation</li> </ul>	

# PLATEFORMES DE TRANSIT ET DE TRAITEMENT



## Traitement biologique des sols



### Site Ecohub Nord (62)

#### ✉ Centre de traitement



1, Rue Malfidano  
62950 NOYELLES-  
GODAULT  
Tel. : 03 21 43 85 11  
Fax. : 03 21 49 67 02

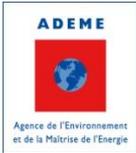
#### ✉ SITA FD

TOUR CB21 – 16 Place de l'Iris  
92040 PARIS LA DEFENSE  
Tél. : 01 58 81 70 00  
Fax : 01 58 81 28 36

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures provenant de dépôts pétroliers, stations services et de pollutions accidentelles sur sites industriels. Leur origine géographique est nationale avec une prédominance des régions limitrophes. Le centre dispose d'un quai à proximité permettant le transport fluvial
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement des sols dans un Biocentre® (marque déposée), consistant en un traitement biologique des sols en biotertres sous aération forcée continue (par aspiration et insufflation simultanées), avec ajout de bactéries exogènes, de nutriments (engrais) et ajout d'agents structurants.
<b>Date de mise en service</b>	Juillet 2007
<b>Capacité de traitement du site</b>	60 000 tonnes par an en biocentre, 40 000 en sédiments pollués et 120 000 tonnes en tri-transit
<b>Tonnages accueillis</b>	33283 tonnes accueillies et sorties en 2012.
<b>Tonnages traités</b>	11950 tonnes traitées en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site est certifié ISO 9001, 14001, OHSAS 18001.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL			
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Retour sur le site d'origine	Installation de stockage de déchets inertes	Installation de stockage de déchets non dangereux	Installation de stockage de déchets dangereux
(1) mesuré sur brut, exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé			Exutoires potentiels		Exutoire actuel (couverture)	Exutoire actuel (remblai technique)
HCT (Hydrocarbures Totaux)	150 000 (1)	Seuils techniques internes (mesurés sur brut ou sur fraction lixiviable) selon les matrices, les polluants et les filières envisagées après traitement				L'Arrêté Préfectoral du site fixe les seuils de décontamination à atteindre pour chaque polluant contenu initialement dans la terre polluée en fonction des différentes utilisations et filières prévues en sortie de traitement.
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	100 000 (1)					
PCB (Polychlorobiphényles) et pesticides organochlorés	100 000 (1)					
Phénol	-					
Arsenic	-					
Chrome total	-					
Chrome hexavalent	-					
Cyanures libres	-					
Cyanures totaux	2 500 (1)					
Mercuré	-					
Plomb	-					
Zinc	-					
Cadmium	-					
Nickel	-					
Cuivre	-					
Sélénium	-					
Molybdène	-					
Cobalt	-					
Baryum	-					
D'autres seuils sont indiqués dans l'AP pour les polluants suivants :	BTEX (1) (80 000)					



## Traitement biologique des sols



### Site Ecohub Nord (62)

#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré à partir des résultats de l'étude historique du site, des renseignements fournis par le producteur sur les sols pollués et des analyses vérifiées par SITA FD (micro-polluants HC, HAP, PCB, BTEX, organo-chlorés et des métaux). Le CAP précise également la nature des opérations de pre-traitement et de traitement, ainsi que les objectifs de dépollution à atteindre.	
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnages (1 échantillon par camion).</li> <li>○ Analyses HCT, HAP, PCB, BTEX, organo-chlorés, cyanures totaux et métaux (laboratoire interne).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Pesage + contrôle de la radioactivité Livraison possible par route et voie fluviale</p> <p style="text-align: center;">Préstockage    Emottage, criblage, et broyage (selon besoins)    Adjonction d'engrais</p>
<b>Prétraitement</b>		
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aération forcée par aspiration et insufflation simultanées (aspiration &gt; insufflation) = biotertre en dépression dans biotertre non bâché (60m x 20 m x 5 m de haut).</li> <li>○ 4 à 6 mois de traitement</li> <li>○ Suivi : température et débit d'aération en continu.</li> <li>○ Echantillonnage (maillage du biotertre lors de sa mise en œuvre) et analyses des paramètres réglementaires et polluants d'origine sur les zones à forte concentration en pollution (HCT, HAP, BTEX,...) (laboratoire interne).</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Bactéries</p> <p style="text-align: center;">Aspiration et insufflation simultanées</p> <p style="text-align: center;">Drains rigides disposés sur différents niveaux fournissant l'air et les bactéries</p> <p style="text-align: center;">Biotertre non bâché</p> <p style="text-align: center;">Plate-forme</p> <p style="text-align: center;">Filtre à charbon actif</p> <p style="text-align: center;">Rejet milieu naturel après analyse</p> <p style="text-align: center;">Effluents liquides</p> <p style="text-align: center;">Refus criblage : installation de stockage de déchets non dangereux</p> <p style="text-align: center;">Installation de stockage de déchets dangereux</p>
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnages et analyses des paramètres réglementaires et polluants d'origine sur les zones à forte concentration en pollution (laboratoire interne).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Terres dépolluées</p> <p style="text-align: center;">Installation de stockage de déchets dangereux et non dangereux</p>
<b>Destination des sols dépollués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Couverture en installation de stockage de déchets.</li> </ul>	

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de Graulhet (81)

#### ☒ Centre de traitement



Lieu-dit Mariole  
BP 145  
81300 GRAULHET  
Tél. : 05.63.42.35.35  
Fax : 05.63.42.35.36

#### ☒ OCCITANIS – VEOLIA PROPRETE

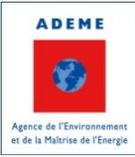
Lieu-dit Mariole  
BP 145  
81300 GRAULHET  
Tél. : 05.63.42.35.35  
Fax : 05.63.42.35.36

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures provenant de l'industrie pétrolière, de stations-services, de friches industrielles, de déversements accidentels, de travaux routiers, de chantiers immobiliers. Provenance géographique des terres polluées : régions Midi-Pyrénées, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Limousin, Auvergne.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement biologique par micro-organismes aérobies opérant une dégradation métabolique sur les molécules organiques biodégradables. La bio stimulation est réalisée par apport d'humidité, de chaleur et d'éléments nutritifs complémentaires (phosphore, azote, ...). Ce traitement biologique est mis en œuvre en biopiles bâchées sous aération forcée continue (par aspiration et insufflation simultanées).
<b>Date de mise en service</b>	Fin 2008.
<b>Capacité de traitement du site</b>	50 000 t/ an.
<b>Tonnages traités</b>	15 800 tonnes en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	ISO 14001 – OHSAS 18001 – ISO 9001

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL			
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Valorisation interne	Valorisation externe	Installation de stockage de déchets inertes (a)	Installation de stockage de déchets non dangereux (a)
(1) mesuré sur brut, exprimé en mg/kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/kg de matière sèche			Exutoire actuel		Exutoire potentiel	
Hydrocarbures (C10 à C40)					500 (1)	
HCT (Hydrocarbures Totaux)	50 000 (1)		2500 (1)			
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	15 000 (1)		50 (1)			
PCB (Polychlorobiphényles)	50 (1)		10 (1)		1 (1)	
Phénols	5000 (2)		10 (2)			
Arsenic	25 (2)		1 (2)		0,5 (2)	2 (2)
Chrome total	70 (2)		1 (2)		0,5 (2)	10 (2)
Cyanures libres	-					
Cyanures totaux	-					
Mercurure	2 (2)	Seuils techniques internes selon les matrices, les polluants et les filières envisagées après traitement	0,2 (2)	Au cas par cas, en fonction des exigences réglementaires et de celles du client.	0,01 (2)	0,2 (2)
Plomb	50 (2)		10 (2)		0,5 (2)	10 (2)
Zinc	200 (2)		50 (2)		4 (2)	50 (2)
Cadmium	5 (2)		0,5 (2)		0,04 (2)	1 (2)
Nickel	40 (2)		10 (2)		0,4 (2)	10 (2)
Cuivre	-		25 (2)		2 (2)	50 (2)
Sélénium	7 (2)		3 (2)		0,1 (2)	0,5 (2)
Molybdène	30 (2)		5 (2)		0,5 (2)	10 (2)
Cobalt	-					
Baryum	300 (2)		50 (2)		20 (2)	100 (2)
BTEX	1000 (1)		36 (1)		6 (1)	
Organochlorés	100 (1)					
Siccité	>30%					
Fraction soluble	10%		0,4%			
COT	1000(2)		30 000 (1)		30 000 (1)	800 (2)
Fluorure	500(2)	100 (2)	10 (2)	150 (2)		
Antimoine		0,5 (2)	0,06 (2)	0,7 (2)		
Chlorures			800 (2)			
Sulfates			1000 (2)			

(a) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S = 10l/kg)



#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Le certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré à partir des éléments fournis par le producteur sur l'historique du site, la nature des polluants, le taux de contamination par polluants définis par des analyses réalisées par le producteur et vérifiées par OCCITANIS sur un ou plusieurs échantillons préalables (analyse des micro-polluants : HCT, HAP, PCB, BTEX, Organo-chlorés, métaux).	
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage systématique (2 échantillons représentatifs par livraison)</li> <li>○ Teneurs en métaux, teneur en HCT, hygrométrie, T°, pH, taux d'O<sub>2</sub></li> <li>○ Enregistrement base de données relative à la traçabilité des terres</li> </ul>	
<b>Prétraitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Homogénéisation et ensemencement</li> </ul>	
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aération forcée par aspiration et insufflation (air chaud) simultanées dans biopiles bâchées de 15 000 tonnes maximum chacune (5 mètres de hauteur).</li> <li>○ Durée du traitement : 4 à 6 mois.</li> <li>○ Suivi : température, débit d'aération, humidité.</li> <li>○ Echantillonnage et analyses des principaux polluants d'origine (HCT, HAP, BTEX, ...) sur l'ensemble des biopiles.</li> </ul>	
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage et analyses des paramètres réglementaires organiques et métalliques sur l'ensemble des biopiles</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biopiles</li> </ul>	
<b>Destination des sols dépollués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ A l'issue de leur dépollution, les terres sont réutilisables en couverture finale du centre de stockage ou en aménagement paysager interne ou externe au site</li> </ul>	

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de Jeandelaincourt (54)

#### ✉ Centre de traitement



Route de Moivrons  
54114 JEANDELAINCOURT  
Tél. : 03.83.31.35.61  
Fax : 03.83.31.41.09

#### ✉ SITA FD

TOUR CB21 – 16 Place de l'Iris  
92040 PARIS LA DEFENSE  
Tél. : 01 58 81 70 00  
Fax : 01 58 81 28 36

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures provenant principalement de la région. L'origine géographique peut être nationale, voire internationale (pays limitrophes) s'il y a retour des terres traitées au pays d'origine.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement des sols dans un Biocentre® (marque déposée), consistant en un traitement biologique des sols en biotertres bâchés sous aération forcée continue (par aspiration et insufflation simultanées), avec ajout de bactéries exogènes, de nutriments (engrais) et sans ajout d'agents structurants. Le préstockage, le prétraitement mécanique et le traitement en biotertres se font sous hangar.
<b>Date de mise en service</b>	1998 (arrêté préfectoral modifié le 13 juin 2008).
<b>Capacité de traitement du site</b>	Capacité autorisée de 60 000 t/ an et capacité nominale de 32 000 t/an.
<b>Tonnages traités</b>	11 423 tonnes en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site est certifié ISO 9001, 14001, OHSAS 18001.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL			
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants à traiter	Utilisation sur certains ouvrages avec conditions restrictives	Installation de stockage de déchets inertes	Installation de stockage de déchets non dangereux	Installation de stockage de déchets dangereux
(1) mesuré sur brut, exprimé en mg/Kg de déchet sec			Exutoires potentiels	Exutoire actuel	Exutoires actuels (couverture)	
(2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé						
(3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute						
(4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec						
(5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg						
(6) exprimé en mg/Kg de terre brute						
(7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision						
(8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé						
HCT (Hydrocarbures Totaux)			100 (1)	500 (1)	500 (1)	500 (1)
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)			7 (1)	7 (1)	7 (1)	20 (1)
PCB (Polychlorobiphényles)			-	-	-	-
Phénol			0,5 (1)	0,5 (1)	0,5 (1)	0,5 (1)
Arsenic			19 (1)	0,5 (2)	19 (1)	19 (1)
Chrome total			65 (1)	0,5 (2)	65 (1)	65 (1)
Chrome hexavalent			-	-	-	-
Cyanures libres			25 (1)	25 (1)	25 (1)	25 (1)
Cyanures totaux			-	-	-	-
Mercurure			3,5 (1)	0,01 (2)	3,5 (1)	3,5 (1)
Plomb			200 (1)	0,5 (2)	200 (1)	200 (1)
Zinc			4 500 (1)	4 (2)	4 500 (1)	4 500 (1)
Cadmium			10 (1)	0,04 (2)	10 (1)	10 (1)
Nickel			70 (1)	0,4 (2)	70 (1)	70 (1)
Cuivre			95 (1)	2 (2)	95 (1)	95 (1)
Sélénium			Seuil fixé ultérieurement			
Molybdène			100 (1)	0,5 (2)	100 (1)	100 (1)
Cobalt			120 (1)	120 (1)	120 (1)	120 (1)
Baryum			312 (1)	312 (1)	312 (1)	312 (1)
D'autres seuils sont indiqués dans l'AP pour les polluants suivants :			BTEX, COT, autres métaux Polluants secondaires : autres composés phénoliques, PCB (détail), pesticides			



## Traitement biologique des sols



### Site de Jeandelaincourt (54)

#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré en fonction de l'identité du producteur l'origine de la pollution et la caractérisation des sols pollués (résultats des analyses effectuées, aspect physique, odeur) et de son aptitude à subir le traitement prévu.	
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon moyen tous les 5 camions au maximum)</li> <li>○ Analyses au minima BTEX, HAP, PCB, composés aromatiques polycycliques, huiles minérales et métalloïdes (laboratoire interne)</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre</li> </ul>	<p>Pesage + contrôle de la radioactivité</p>
<b>Prétraitement</b>		
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aération forcée par aspiration et insufflation (air chaud) simultanées dans 2 biotertres sous batibulle de 7 000 à 10 000 tonnes (60m de long x 3 à 6 m de haut)</li> <li>○ Durée du traitement : 4 à 8 mois</li> <li>○ Suivi : température, débit d'aération et humidité en continu</li> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon pour 50 à 70 tonnes par mois) et analyse des polluants avérés et au minima BTEX, HAP, PCB et PCC (si présents), huiles minérales, métalloïdes, COT (laboratoire interne, 1 échantillon contrôlé en externe)</li> </ul>	
<b>Sous produits du traitement</b>		
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage et analyses des paramètres réglementaires et polluants d'origine (HCT, HAP, BTEX, ...) sur les zones à forte concentration initiale en pollution (laboratoire interne)</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre</li> </ul>	
<b>Destination des sols dépollués</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation de stockage de déchets inertes : réhabilitation, couverture</li> <li>Installation de stockage de déchets non dangereux : couverture</li> <li>Installation de stockage de déchets dangereux de SITA FD de Jeandelaincourt : couverture</li> </ul>

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Plate-forme de valorisation biologique de LACQ

#### ☒ Centre de traitement



64 170 Lacq-Audejos

#### ☒ Nom de la société

TRIADIS Services  
 ZA Sudessor  
 Avenue des Grenots  
 91150 Etampes  
 Tel. : 01 69 16 13 13  
 Fax. : 01 69 16 13 10

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Pollutions Hydrocarbures (HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB)
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement biologique par biopile, criblage et lavage+ centre de regroupement et de transfert de terres polluées
<b>Date de mise en service</b>	1 <sup>er</sup> trimestre 2012
<b>Capacité de traitement du site</b>	Traitement biologique 40 000T/an Regroupement de terres polluées 3000T
<b>Tonnages traités</b>	25 tonnes en 2012 en regroupement
<b>Certification, qualité</b>	En cours d'obtention

#### PARAMÈTRES ANALYSÉS

#### CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS

#### CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL

(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d' autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Utilisation par client autre que ISD	Installation de stockage de déchets inertes (a)
			Exutoire actuel	Exutoire actuel
Hydrocarbures (C10 à C40)			Seuils définis par le client	500 (1)
HCT (Hydrocarbures Totaux)	50 000 (1)	Entre 10 000 et 30 000 (1)		
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	500 (1)	<500 (1)		
PCB (Polychlorobiphényles)	1 (1)			1 (1)
Phénols	0,5 (3)			
Arsenic	0,5 (3)			0,5 (2)
Chrome total				0,5 (2)
Chrome hexavalent				
Cyanures libres				
Cyanures totaux				
Mercuré	0,01 (3)			0,01 (2)
Plomb	0,5 (3)			0,5 (2)
Zinc	4 (3)			4 (2)
Cadmium	0,04 (3)			0,04 (2)
Nickel	0,4 (3)			0,4 (2)
Cuivre	2 (3)			2 (2)
Sélénium	0,1			0,1 (2)
Molybdène	0,5			0,5 (2)
Cobalt	80 (6)			
Baryum	20			20 (2)
BTEX	10 000 (1)	<5000 (1)	6 (1)	
Benzo(a)pyrène	10 (1)			
Antimoine	0,06 (3)		0,06 (2)	
Fraction soluble				
COT			30 000 (1)	
Fluorures			10 (2)	
Chlorures			800 (2)	
Sulfates			1000 (2)	

(a) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S = 10l/kg)

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Plate-forme de valorisation biologique de LACQ

#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Certificat d'acceptation	
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Contrôle visuel</li> <li><input type="radio"/> Prise d'échantillon</li> <li><input type="radio"/> Analyse réglementaire</li> </ul>	<pre> graph TD     A[Pesage- contrôle des terres] --&gt; B[Déchargement et mise en attente des terres pour validation]     B --&gt; C[Criblage- ajout des nutriments]     C --&gt; D[Mise en andains des terres- mise en place du dispositif d'aération et d'humidification]     D --&gt; E[Suivi du traitement jusqu'à obtention des valeurs admissibles en ISDI ou par le client si reprise des terres traitées]     E --&gt; F[Démontage de la biopile-rechargement et transport des terres vers l'ISDI ou le client si reprise des terres traitées]             </pre>
<b>Prétraitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> criblage</li> </ul>	
<b>Traitement</b>	Lavage des terres Traitement biologique par composés organique	
<b>Sous produits du traitement</b>	Emissions dans l'air	
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Analyses de contrôle conformes aux valeurs ISDI ou du client en cas de reprise des terres</li> </ul>	
<b>Destination des sols dépollués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Retour au producteur ou ISDI</li> </ul>	

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de LANÇON DE PROVENCE (13)

#### ✉ Centre de traitement



Quartier Le Clos de  
Sénéguier CD 19  
13680 LANÇON DE  
PROVENCE  
Tel. : 04 90 42 60 21  
Fax. : 04 90 42 60 71

#### ✉ OGD Biocentre

Parc de Pichaury BP 34800  
550 rue Pierre Berthier  
13799 AIX EN PROVENCE cedex 3  
Tel. : 04 42 12 12 12  
Fax. : 04 42 12 13 14

## PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures (≈ 80 %) ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (≈ 20 %) provenant essentiellement de chantiers immobiliers et de sites industriels localisés principalement en Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes et Languedoc-Roussillon.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement biologique des sols pollués en biotertres bâchés sous aération forcée continue (aspiration), avec apport de nutriments et de 20 à 30% d'agent structurant (compost de déchets végétaux).
<b>Date de mise en service</b>	2011 (arrêté préfectoral du 6 octobre 2011).
<b>Capacité de traitement du site</b>	70 000t/an de terres pollués.
<b>Tonnages traités</b>	40 000 tonnes en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité. Le site été certifié ISO 9001 jusqu'en 2007 et est maintenant certifié iso 14 001.

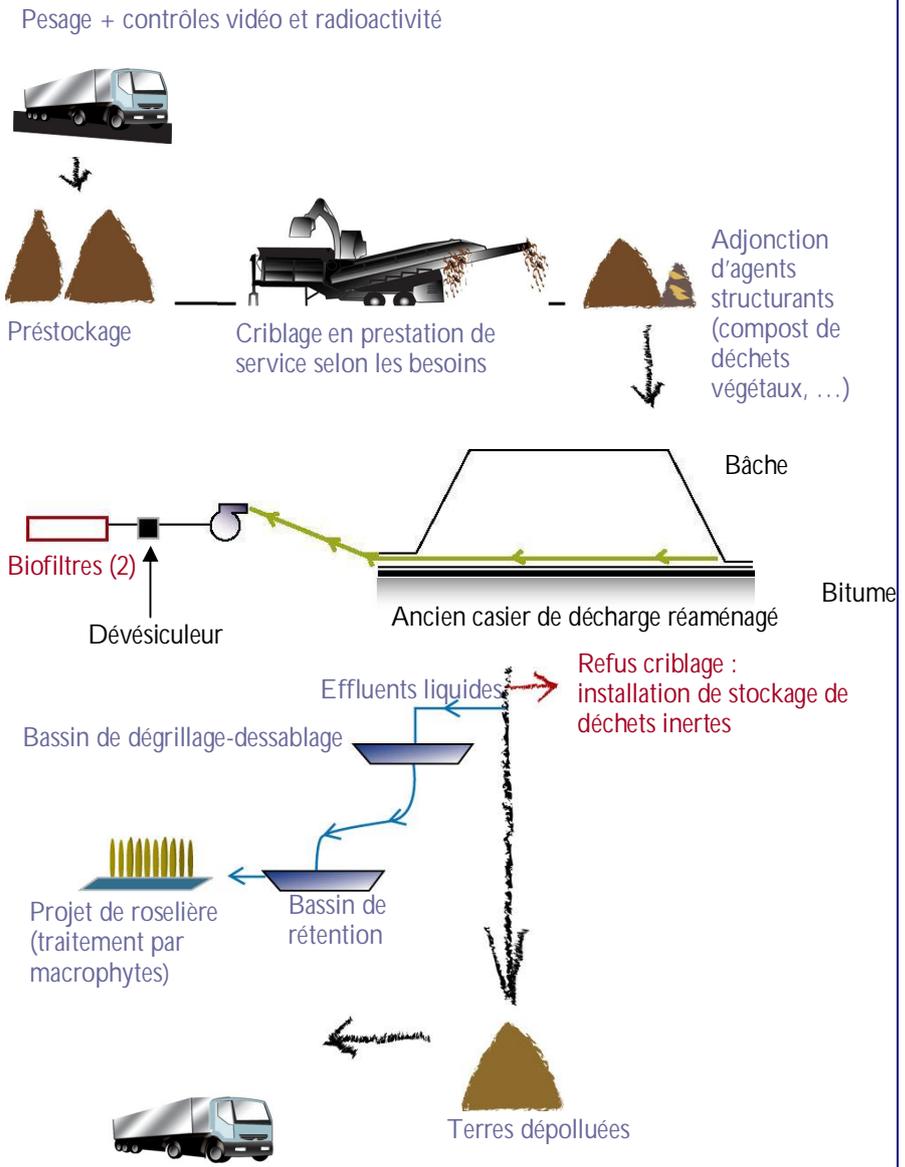
PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL
(1) mesuré sur brut, exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé	<b>Seuils selon l'arrêté préfectoral</b>	<b>Valeurs usuelles des sols entrants</b>
		<b>Réhabilitation de l'installation de stockage de déchets non dangereux de Lançon de Provence</b>
		Exutoire actuel : ISDI ou ISDI aménagée
HCT (Hydrocarbures Totaux)	(7) < 50 000	< 50 000
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	(7) < 2500	< 500
PCB (Polychlorobiphényles)	-	-
Indice Phénols	-	-
Arsenic	-	-
Chrome total	-	-
Chrome hexavalent	-	-
Cyanures libres	-	-
Cyanures totaux	-	-
Mercuré	(4)	1*
Plomb	(4)	100*
Zinc	(4)	300*
Cadmium	(4)	2*
Nickel	(4)	50*
Cuivre	(4)	100*
Sélénium	-	-
Molybdène	-	-
Cobalt	-	-
Baryum	-	-

\* Valeurs fixées par l'arrêté du 2 février 1998, donnant des valeurs seuils pour l'épandage des déchets et effluents



SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<p><b>Procédure d'acceptation</b></p>	<p>Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré après examen des critères d'acceptation comprenant l'identification du producteur et du transporteur des sols pollués, les analyses effectuées sur site (origine de la pollution, les polluants présents, l'évaluation simplifiée des risques éventuellement ..), les caractéristiques du sol vérifiées par OGD BIOCENTE (pH, HCT, HAP, PCB, métaux et autres polluants potentiels), les objectifs de dépollution et la destination des sols après traitement. L'avis de l'inspecteur des ICPE peut-être requis éventuellement.</p>
<p><b>Contrôles à l'entrée</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Echantillonnage et analyses des HCT, HAP et métaux lourds et PCB. (laboratoires externe agréé).</li> <li>● Suivi de la traçabilité par biotierre.</li> </ul>
<p><b>Prétraitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Criblage des terres.</li> </ul>
<p><b>Traitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aspiration forcée continue et retournement à la pelle mécanique.</li> <li>● Biotertres bâchés (1500 m<sup>2</sup> x 3 m de haut).</li> <li>● Durée du traitement : 6 mois.</li> <li>● Suivi : O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, humidité, température.</li> <li>● Echantillonnage (1 échantillon pour 150 t) et analyses des HAP et HCT (laboratoire externe agréé) et du carbone organique, N, P (laboratoire interne ou externe agréé).</li> </ul>
<p><b>Contrôles à la sortie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Echantillonnage (2 échantillons, 1 envoyé en analyse en laboratoire externe ou interne agréé et l'autre conservé 3 mois)</li> <li>● Suivi de la traçabilité par biotierre.</li> </ul>
<p><b>Destination des sols dépollués</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Réhabilitation de site dégradé, aménagement paysager, valorisation matière, en technique routière</li> </ul>



Refus criblage : installation de stockage de déchets inertes

Réhabilitation de site dégradé (remblaiement d'anciennes carrières, friches industrielles, ISDI...), aménagement paysager, valorisation matière, en technique routière

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement Biologique des sols



### Site de LOUVIGNY (57)

#### ✉ Centre de traitement



Adresse : RD 913  
57420 LOUVIGNY  
Tel. : +33 3 87 57 83 00  
Fax. : +33 3 87 57 83 01

#### ✉ ENVALOR

Adresse : 9A rue Saint Léon IX  
57850 DABO  
Tel. : +33 3 87 03 02 70  
Fax. : +33 3 87 07 48 40

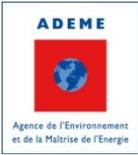
### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures, des BTEX, des COHV provenant, par ordre de priorité décroissant, des régions Lorraine, Alsace et autres régions françaises, exceptionnellement Allemagne, Belgique, Luxembourg, Pays-Bas.
<b>Procédé de traitement</b>	Biodégradation des terres polluées aux hydrocarbures sur plateforme étanche
<b>Date de mise en service</b>	Arrêté préfectoral N° 2007-DECC/IC-111 du 16 avril 2007
<b>Capacité de traitement du site</b>	Globale pour les terres polluées : 80 000 t/an.
<b>Tonnages traités</b>	15 000 tonnes en 2012 (tonnage similaire à 2010).
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site était en cours de certification ISO 14001 en 2010.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL	
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants à traiter	Valorisation en chantier de travaux publics (a)	Installations de stockage de déchets non dangereux (b)
(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg - Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé			Exutoire actuel	Exutoire actuel
Hydrocarbures (C10 à C40)			500 (1)	
HCT (Hydrocarbures Totaux)	50 000 (6)			
HAP (Hydroc. Aromatiques Polycycliques)	50 000 (6)		50 (1)	
BTEX	25 000 (6)		6 (1)	
PCB (Polychlorobiphényles)	50 (6)		1 (1)	
COT			30 000 (1)	800 (2)
Fluorures			10 (2)	150 (2)
Indice Phénol			1 (2)	
Fraction soluble			4000 (2)	60 000 (2)
Antimoine			0.06 (2)	0.7 (2)
Arsenic			0.5 (2)	2 (2)
Baryum			20 (2)	100 (2)
Béryllium				
Cadmium		Inférieures aux seuils selon l'arrêté préfectoral	0.04 (2)	1 (2)
Chrome total			0.5 (2)	10 (2)
Cobalt				
Cuivre			2 (2)	50 (2)
Mercure	7 (6)		0.01 (2)	0.2 (2)
Molybdène			0.5 (2)	10 (2)
Nickel			0.4 (2)	10 (2)
Plomb			0.5 (2)	10 (2)
Selenium			0.1 (2)	0.5 (2)
Thallium				
Vanadium				
Zinc				
Huiles minérales	50 000 (6)		4 (2)	50 (2)

(a) Seuils du Guide de bonnes pratiques relatif aux installations de stockage de déchets inertes issus du BTP - Ministère de l'Environnement - Juin 2004

(b) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S = 10l/kg)



## Traitement Biologique des sols



### Site de LOUVIGNY (57)

#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Le détenteur des matériaux renseigne une Fiche d'Information Préalable (FIP) précisant les informations relative à la nature, la quantité et la qualité de la pollution. Après analyse de ces données dans le cadre de nos critères d'acceptation, un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré au producteur (ou détenteur).	
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contrôle des documents d'accompagnement (BSD)</li> <li>○ Contrôle visuel</li> <li>○ Analyse d'un échantillon tous les 125 tonnes</li> </ul>	
<b>Prétraitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tri et criblage éventuel</li> <li>○ Homogénéisation par lot</li> <li>○ Ajout de structurant au besoin</li> </ul>	
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ensemencement bactérien et ajout de nutriments</li> <li>○ Travail mécanique des terres</li> <li>○ Suivi de la dépollution par échantillonnage et analyse des paramètres par un laboratoire externe agréé.</li> <li>○ Durée du traitement : 6 à 12 mois</li> </ul>	
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage et analyse des paramètres par un laboratoire externe agréé.</li> </ul>	
<b>Destination des sols dépollués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Valorisation en travaux publics</li> <li>○ ISDND</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Valorisation en travaux publics Installation de stockage de déchets non dangereux</p>

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement par désorption thermique des sols



### Site de LOUVIGNY (57)

#### ✉ Centre de traitement



Adresse : RD 913  
57420 LOUVIGNY  
Tel. : +33 3 87 57 83 00  
Fax. : +33 3 87 57 83 01

#### ✉ ENVALOR

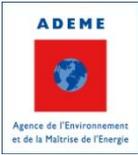
Adresse : 9A rue Saint Léon IX  
57850 DABO  
Tel. : +33 3 87 03 02 70  
Fax. : +33 3 87 07 48 40

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures lourds et des HAP provenant, par ordre de priorité décroissant, des régions Lorraine, Alsace et autres régions françaises, exceptionnellement Allemagne, Belgique, Luxembourg, Pays-Bas.
<b>Procédé de traitement</b>	La technique consiste à chauffer les terres pour en extraire les polluants (étape de désorption) puis à oxyder ceux-ci lors de la phase de combustion dans une chambre de post-combustion
<b>Date de mise en service</b>	Arrêté préfectoral N° 2007-DECC/IC-111 du 16 avril 2007
<b>Capacité de traitement du site</b>	Globale pour les terres polluées : 80 000 t/an.
<b>Tonnages traités</b>	Pas de terre traitée en 2012 (tonnage similaire à 2010).
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site était en cours de certification ISO 14001 en 2010.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL	
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants à traiter	Valorisation en chantier de travaux publics (a)	Installations de stockage de déchets non dangereux (b)
(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec				
(2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche				
(3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute				
(4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec				
(5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg				
(6) exprimé en mg/Kg de terre brute				
(7) exprimé en mg/Kg - Pas d'autre précision				
(8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé				
Hydrocarbures (C10 à C40)			500 (1)	
HCT (Hydrocarbures Totaux)	50 000 (6)			
HAP (Hydroc. Aromatiques Polycycliques)	50 000 (6)		50 (1)	
BTEX	25 000 (6)		6 (1)	
PCB (Polychlorobiphényles)	50 (6)		1 (1)	
COT			30 000 (1)	800 (2)
Fluorures			10 (2)	150 (2)
Indice Phénol			1 (2)	
Fraction soluble			4000 (2)	60 000 (2)
Antimoine			0.06 (2)	0.7 (2)
Arsenic			0.5 (2)	2 (2)
Baryum			20 (2)	100 (2)
Béryllium		Inférieures aux seuils selon l'arrêté préfectoral		
Cadmium			0.04 (2)	1 (2)
Chrome total			0.5 (2)	10 (2)
Cobalt				
Cuivre			2 (2)	50 (2)
Mercuré	7 (6)		0.01 (2)	0.2 (2)
Molybdène			0.5 (2)	10 (2)
Nickel			0.4 (2)	10 (2)
Plomb			0.5 (2)	10 (2)
Selenium			0.1 (2)	0.5 (2)
Thallium				
Vanadium				
Zinc			4 (2)	50 (2)
Huiles minérales	50 000 (6)			

(a) Seuils du Guide de bonnes pratiques relatif aux installations de stockage de déchets inertes issus du BTP - Ministère de l'Environnement - Juin 2004  
 (b) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S = 10l/kg)



#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Le détenteur des matériaux renseigne une Fiche d'Information Préalable (FIP) précisant les informations relative à la nature, la quantité et la qualité de la pollution. Après analyse de ces données dans le cadre de nos critères d'acceptation, un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré au producteur (ou détenteur).	
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contrôle des documents d'accompagnement (BSD)</li> <li>○ Contrôle visuel</li> <li>○ Analyse d'un échantillon tous les 125 tonnes</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Pesage sur pont bascule + Tri</p>
<b>Prétraitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tri et criblage éventuel</li> <li>○ Homogénéisation par lot</li> </ul>	
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Travail mécanique des terres</li> <li>○ Les terres sont passées dans un sécheur rotatif, à une température entre 350 et 500 °C, dans lequel est effectuée une évaporation à contre-courant des polluants volatils contenus dans les terres ou matériaux imprégnés.</li> <li>○ Les polluants volatils extraits sont oxydés dans une chambre de post-combustion puis les gaz de sortie sont traités avant rejet à l'atmosphère</li> <li>○ Suivi de la dépollution par échantillonnage toutes les heures et analyse des paramètres par un laboratoire externe agréé.</li> </ul>	
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage et analyse des paramètres par un laboratoire externe agréé.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Traitement des gaz</p>
<b>Destination des sols dépollués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Valorisation en travaux publics</li> <li>○ ISDND</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Terres dépolluées</p> <p style="text-align: center;">Valorisation en travaux publics Installation de stockage de déchets non dangereux</p>

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement par Venting des sols



### Site de LOUVIGNY (57)

#### ✉ Centre de traitement



Adresse : RD 913  
57420 LOUVIGNY  
Tel. : +33 3 87 57 83 00  
Fax. : +33 3 87 57 83 01

#### ✉ ENVALOR

Adresse : 9A rue Saint Léon IX  
57850 DABO  
Tel. : +33 3 87 03 02 70  
Fax. : +33 3 87 07 48 40

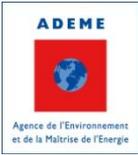
### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des produits volatils (solvants organiques, hydrocarbures aromatiques) provenant, par ordre de priorité décroissant, des régions Lorraine, Alsace et autres régions françaises, exceptionnellement Allemagne, Belgique, Luxembourg, Pays-Bas.
<b>Procédé de traitement</b>	Disposition des matériaux en tertres sur alvéole étanche et recouverts d'un dispositif étanche. Mise en dépression des tertres et traitement des effluents gazeux sur charbon actif.
<b>Date de mise en service</b>	Arrêté préfectoral N° 2007-DECC/IC-111 du 16 avril 2007
<b>Capacité de traitement du site</b>	Globale pour les terres polluées : 80 000 t/an.
<b>Tonnages traités</b>	Pas de terre traitée en 2012 (tonnage similaire à 2010).
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site était en cours de certification ISO 14001 en 2010.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL	
(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg - Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valorisation en chantier de travaux publics (a)	Installations de stockage de déchets non dangereux (b)
	Valeurs usuelles des sols entrants à traiter	Exutoire actuel	Exutoire actuel
Hydrocarbures (C10 à C40)		500 (1)	
HCT (Hydrocarbures Totaux)	50 000 (6)		
HAP (Hydroc. Aromatiques Polycycliques)	50 000 (6)	50 (1)	
BTEX	25 000 (6)	6 (1)	
PCB (Polychlorobiphényles)	50 (6)	1 (1)	
COT		30 000 (1)	800 (2)
Fluorures		10 (2)	150 (2)
Indice Phénol		1 (2)	
Fraction soluble		4000 (2)	60 000 (2)
Antimoine		0.06 (2)	0.7 (2)
Arsenic		0.5 (2)	2 (2)
Baryum		20 (2)	100 (2)
Béryllium			
Cadmium		0.04 (2)	1 (2)
Chrome total		0.5 (2)	10 (2)
Cobalt			
Cuivre		2 (2)	50 (2)
Mercurure	7 (6)	0.01 (2)	0.2 (2)
Molybdène		0.5 (2)	10 (2)
Nickel		0.4 (2)	10 (2)
Plomb		0.5 (2)	10 (2)
Selenium		0.1 (2)	0.5 (2)
Thallium			
Vanadium			
Zinc		4 (2)	50 (2)
Huiles minérales	50 000 (6)		

(a) Seuils du Guide de bonnes pratiques relatif aux installations de stockage de déchets inertes issus du BTP – Ministère de l'Environnement - Juin 2004  
(b) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S = 10l/kg)

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



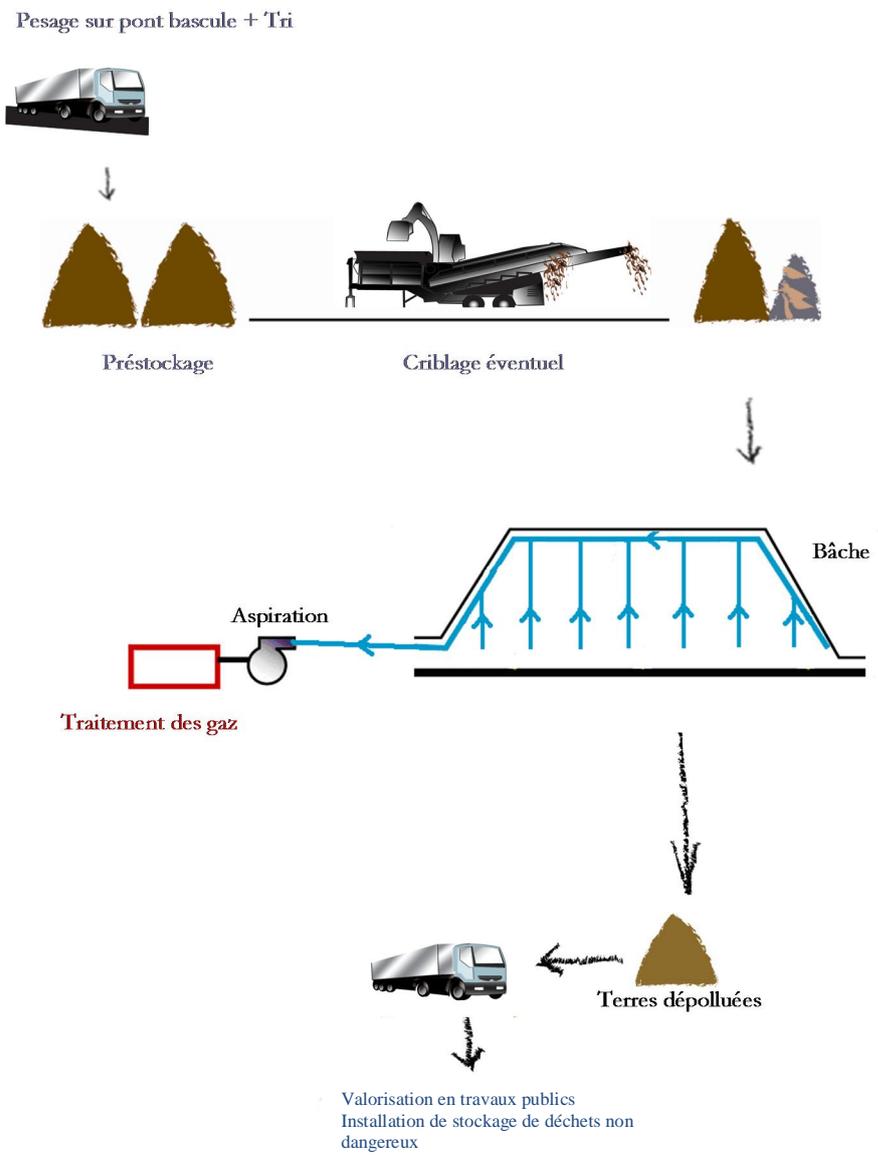
## Traitement par Venting des sols



### Site de LOUVIGNY (57)

#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Le détenteur des matériaux renseigne une Fiche d'Information Préalable (FIP) précisant les informations relative à la nature, la quantité et la qualité de la pollution. Après analyse de ces données dans le cadre de nos critères d'acceptation, un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré au producteur (ou détenteur).
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contrôle des documents d'accompagnement (BSD)</li> <li>○ Contrôle visuel</li> <li>○ Analyse d'un échantillon tous les 125 tonnes</li> </ul>
<b>Prétraitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tri et criblage éventuel</li> <li>○ Homogénéisation par lot</li> <li>○ Ajout de structurant au besoin</li> </ul>
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Travail mécanique des terres</li> <li>○ Traitement par aspiration des polluants volatils. Passage de l'air sur charbon actif.</li> <li>○ Suivi de la dépollution par échantillonnage et analyse des paramètres par un laboratoire externe agréé.</li> </ul>
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage et analyse des paramètres par un laboratoire externe agréé.</li> </ul>
<b>Destination des sols dépollués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Valorisation en travaux publics</li> <li>○ ISDND</li> </ul>



# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de PITRES (27)

#### ✉ Centre de traitement



Lieu dit Les Varennes  
27530 PITRES  
Tél. : 02 32 48 09 03  
Fax. : 02 32 48 00 87

#### ✉ IKOS sol meix

LD Les Varennes – Rue Charles De Gaulle  
27590 PITRES  
Tél. : 02 32 48 09 03  
Fax. : 02 32 48 00 87

## PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures (≈ 75 %), des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (≈ 20 %) ou des organochlorés (< 5 %), provenant principalement de sites industriels, de stations services, de chantiers immobiliers et de pollutions accidentelles de la vallée de la Seine et de l'Ile-de-France mais également de l'ensemble du territoire national.
<b>Procédé de traitement</b>	Prétraitement mécanique par criblage sous atmosphère contrôlée et ajout de nutriments, d'agents structurants et de bactéries cultivées en bio-réacteur. Traitement biologique en andain avec injection d'air chaud et aération forcée par venting.
<b>Date de mise en service</b>	2001 (arrêté préfectoral du 18 avril 2000).
<b>Capacité de traitement du site</b>	40 000 t/an dont 30 000 t/an de sols pollués et 10 000 t/an de sables de fonderie.
<b>Tonnages traités</b>	18 775 tonnes de terres en 2012 et 1 995 tonnes de sable.
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site est certifié MASE.

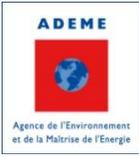
#### PARAMÈTRES ANALYSÉS

#### CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS

#### CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL

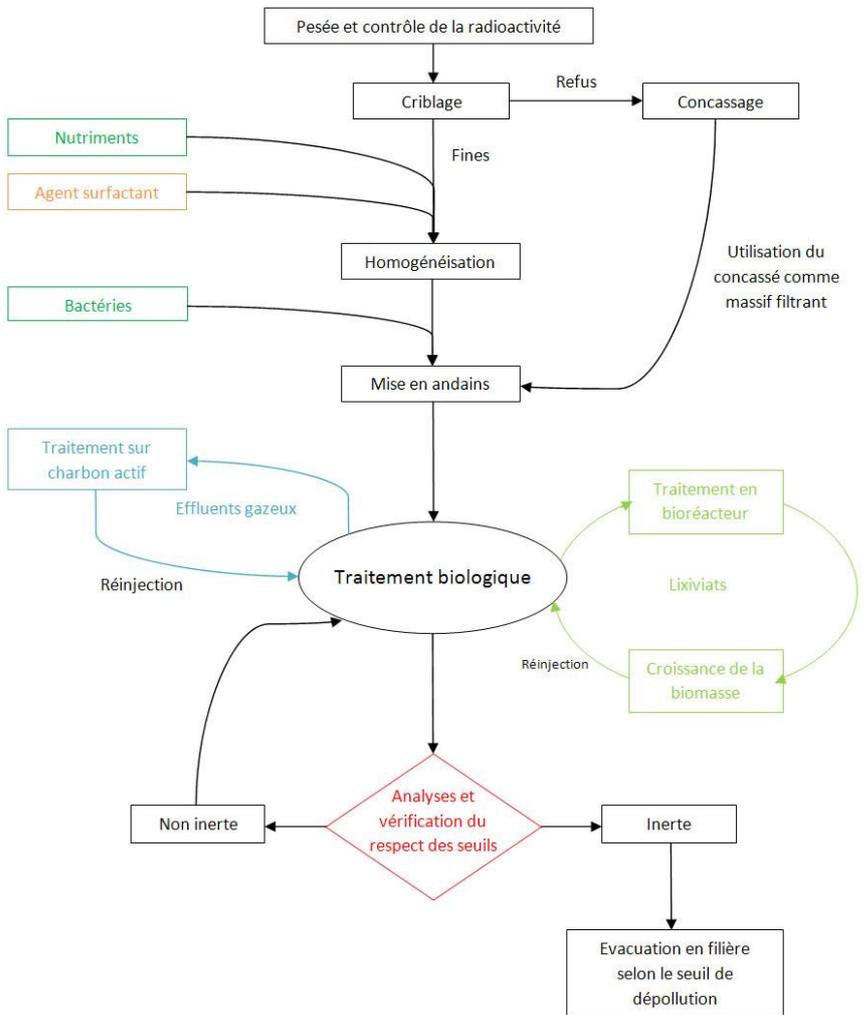
(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Réhabilitation d'une ancienne décharge (a)	Installation de stockage de déchets inertes (a)	Installation de stockage de déchets non dangereux (a)
			Exutoire actuel	Exutoires potentiels	
HCT (Hydrocarbures Totaux)	100 000 (1)	< 20 000 (1)	500 (1)	500 (1)	5 000 (1)
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	5 000 (1)	< 400 (1)	50 (1)	50 (1)	200 (1)
PCB (Polychlorobiphényles)	1 (1)	< 1 (1)	1 (1)	1 (1)	50 (1)
BTEX	500 (1)	< 500 (1)	6 (1)	6 (1)	-
Arsenic	0,5 (2)	<0,5 (2)	0,5 (2)	0,5 (2)	2 (2)
Baryum	20 (2)	<20 (2)	20 (2)	20 (2)	100 (2)
Cadmium	0,04 (2)	<0,04 (2)	0,04 (2)	0,04 (2)	1 (2)
Chrome total	0,5 (2)	<0,5 (2)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Cuivre	2 (2)	<2 (2)	2 (2)	2 (2)	50 (2)
Mercurure	0,01 (2)	<0,01 (2)	0,01 (2)	0,01 (2)	0,2 (2)
Molybdène	0,5 (2)	<0,5 (2)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Nickel	0,4 (2)	<0,4 (2)	0,4 (2)	0,4 (2)	10 (2)
Plomb	0,5 (2)	<0,5 (2)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Sélénium	0,1 (2)	<0,1 (2)	0,1 (2)	0,1 (2)	0,5 (2)
Antimoine (2)	0,06 (2)	<0,06 (2)	0,06 (2)	0,06 (2)	0,7 (2)
Zinc	4 (2)	<4 (2)	4 (2)	4 (2)	50 (2)
Fluorures	10 (2)	<10 (2)	10 (2)	10 (2)	150 (2)
Indice phenols	50 (2)	<50 (2)	1 (2)	1 (2)	

(a) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S = 10l/kg)

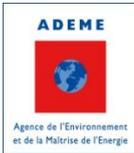


SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<p><b>Procédure d'acceptation</b></p>	<p>Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré après examen des critères d'acceptation comprenant l'identification du producteur et du transporteur des sols pollués, les résultats des études effectuées sur le site (origine de la pollution, polluants présents, évaluation simplifiée des risques éventuellement, ...), les caractéristiques du sol vérifiées par IKOS ENVIRONNEMENT (pH, HCT, HAP, PCB, métaux et autres polluants potentiels), les objectifs de dépollution et la destination des sols après traitement.</p>
<p><b>Contrôles à l'entrée</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage par lot de 200 T maximum</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par chantier, séparation physique des chantiers</li> </ul>
<p><b>Prétraitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criblage des terres</li> <li>○ Ajouts nutriments</li> <li>○ Ajouts structurants</li> <li>○ Ajouts bactéries</li> </ul>
<p><b>Traitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Injection air chaud</li> <li>○ Aération forcée par venting</li> <li>○ Durée du traitement : 6 mois en moyenne.</li> <li>○ Suivi : O<sub>2</sub>, température, humidité, concentration en azote et phosphore</li> <li>○ Suivi de la dégradation des polluants par analyses mensuelles</li> </ul>
<p><b>Sous produits du traitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lixiviats : traités en bioréacteur, les lixiviats servent de milieu de culture pour les bactéries</li> <li>○ Gaz : traités sur charbons actifs</li> </ul>
<p><b>Contrôles à la sortie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Analyses d'après l'arrêté du 28 octobre 2010 par lot de 200 tonnes maximum</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par chantier</li> </ul>
<p><b>Destination des sols dépollués</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Réhabilitation d'une ancienne décharge</li> </ul>



# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement thermique des sols



### Site de St PIERRE DE CHANDIEU (69)

#### ✉ Centre de traitement



112, chemin de Mure  
ZAC du Dauphiné  
69 780 St PIERRE DE  
CHANDIEU  
Tel. : 04 72 09 80 80  
Fax. : 04 72 09 80 81

#### ✉ GRS Valtech (Veolia Propreté)

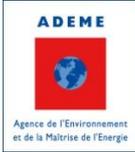
105, avenue du 8 mai 1945  
69140 RILLEUX LA PAPE  
Tel. : 04 72 01 81 81  
Fax. : 04 78 88 46 79

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement des terres polluées par désorption thermique. Autorisation préfectorale avec rubriques ICPE n°2770-1b, 2770-2, 2771, 2716-1, 2718-1, 2790-1b, 2790-2 et 2791-1
<b>Date de mise en service</b>	Arrêté Préfectoral du 8 avril 2004 modifié.
<b>Capacité de traitement du site</b>	Traitement autorisé de 80 000 tonnes par an.
<b>Tonnages traités</b>	43 317 tonnes traitées en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	Certifications ISO 9001 : 2000, ISO 14001, OHSAS 18001.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL	
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	TP, ancienne carrière (a)	Valorisation cimenterie
(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé			Exutoires actuels	
HCT (Hydrocarbures Totaux)	50 000 (4)	20 000 (4)	500 (4)	2 000 (4)
HAP	50 000 (4)	10 000 (4)	50 (4)	1 000 (4)
PCB (Polychlorobiphényles)	50 (4)	< 1 (4)	1 (4)	50 (4)
Arsenic	110 (4)	40 (4)	0,5 (2)	
Chrome total	500 (4)	60 (4)	0,5 (2)	100 (4)
Cyanures totaux	10 000 (4)	< 50 (4)		
Mercure	20 (4)	< 1 (4)	0,01 (2)	5 (4)
Plomb	2 000 (4)	200 (4)	0,5 (2)	
Zinc	6 000 (4)	500 (4)	4 (2)	5 000 (4)
Cadmium	5 (4)	< 1 (4)	0,04 (2)	
Nickel	200 (4)	20 (4)	0,4 (2)	
Cuivre	3 000 (4)	50 (4)	2 (2)	
Sélénium	6 (4)	< 5 (4)		
Molybdène	10 (4)	< 2 (4)	0,5 (2)	
Cobalt	80 (4)	10 (4)		
Baryum	1 500 (4)	100 (4)	20 (2)	
Composés aromatiques volatils	25 000 (4)	200 (4)		
Chlore total	10 000 (4)	< 50 (4)		2 000 (4)
Pentachlorophénol	50 (4)	< 10 (4)		
Fluor	2 000 (4)	< 200 (4)		10 000 (4)
Soufre	15 000 (4)	< 2 000 (4)		40 000 (4)
Manganèse	1 500 (4)	500 (4)		
Strontium	590 (4)	50 (4)		
Vanadium	600 (4)	40 (4)		
Antimoine	50 (4)	40 (4)	0,06 (2)	
Etain	330 (4)	< 15 (4)		
Chlorure			800 (2)	
Fluorure			10 (2)	
Sulfate			1000 (2)	
Indice phénols			1 (2)	
COT (sur éluat)			500 (2)	
Fraction soluble			4000 (2)	

(a) Seuils Arrêté du 28 octobre 2010 relatif aux installations de stockage de déchets inertes, 28/10/10



Site de St PIERRE DE CHANDIEU (69)

SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<p><b>Procédure d'acceptation</b></p>	<p>Toute demande de traitement des terres par un client débute par l'envoi d'un échantillon représentatif des terres à traiter ainsi que d'une <b>Fiche d'Identification du Déchet (FID)</b> mentionnant notamment les informations suivantes : nom et coordonnées du producteur du déchet (des terres), identification de la provenance, quantités estimées, historique de la pollution, modalités de collecte, etc.</p> <p>GRS VALTECH envoie l'échantillon ou les échantillons pour analyses dans un laboratoire indépendant agréé. Si les analyses montrent que les terres sont conformes aux prescriptions de l'Arrêté Préfectoral en termes d'acceptation, GRS VALTECH délivre au client un <b>Certificat d'Acceptation Préalable</b> (le CAP est un document réglementaire) attestant de la conformité des terres avec les critères en application sur le centre.</p> <p>Dans le cas contraire, les terres ne pourront pas être traitées dans le centre de Saint-Pierre de Chandieu et seront refusées.</p>	
<p><b>Contrôles à l'entrée</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contrôle des CAP et BSD</li> <li>○ Echantillonnage des terres : Prélèvement de 2 échantillons représentatifs du chargement minimum par camion (1 à la disposition de la DREAL conservé 3 mois, 1 analysé dans le laboratoire interne du site)</li> </ul>	
<p><b>Prétraitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criblage des terres.</li> </ul>	
<p><b>Traitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Traitement des terres par séchage rotatif puis conditionneur et refroidisseur</li> <li>○ Traitement thermique des gaz à 850°C pendant au moins 2s.</li> </ul>	
<p><b>Sous produits du traitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aucun</li> </ul>	
<p><b>Contrôles à la sortie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Analyse des terres traitées par un laboratoire indépendant.</li> </ul>	
<p><b>Destination des sols dépollués</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Valorisation en chantiers de travaux publics</li> <li>○ Remblaiement d'anciennes carrières</li> <li>○ Valorisation en cimenterie</li> </ul>	

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de STRASBOURG (67)

#### ✉ Centre de traitement



Strasbourg  
62203  
OBERSCHAEFFOLSHEIM  
Tel. : 03 88 77 04 72  
Fax. : 03 88 77 08 96

#### ✉ LINGENHELD Environnement

9 rue du commerce  
67202 WOLFISHEIM  
Tel. : 03 88 77 14 57  
Fax. : 03 88 78 62 58

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols souillés par des polluants organiques de type pétrolier.
<b>Procédé de traitement</b>	Utilisation et stimulation du métabolisme des bactéries (endogènes ou ensemencement) capables de dégrader les hydrocarbures.
<b>Date de mise en service</b>	Arrêté préfectoral du 14 Février 2005 (modifié en 2007).
<b>Capacité de traitement du site</b>	Capacité globale de 95 000 Tonnes/an. Les terres proviennent prioritairement de la région Alsace puis dans la limite des capacités disponibles : territoire national voir de pays étrangers.
<b>Tonnages traités</b>	20 000 tonnes traitées en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	Certification Iso 14001.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL	
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Valorisation en chantier BTP (a)	Installation de stockage de déchets non dangereux (b)
(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec				
(2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche				
(3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute				
(4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec				
(5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg				
(6) exprimé en mg/Kg de terre brute				
(7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision				
			Exutoires actuels	
HCT (Hydrocarbures Totaux)	50 000 (1)	500 à 30 000 (1)	500 (1)	
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	50 000 (1)	50 à 200 (1)	50 (1)	
PCB (Polychlorobiphényles)	50 (1)	1 (1)	1 (1)	
Indice Phénol			1 (2)	
Arsenic	110 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	2 (2)
Chrome total	500 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Chrome hexavalent				
Cyanures libres				
Cyanures totaux	10 000 (1)			
Mercuré	1 (1)	0,01 (2)	0,01(2)	0,2 (2)
Plomb	1 000 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Zinc	1 000 (1)	4 (2)	4 (2)	50 (2)
Cadmium	5 (1)	0,04 (2)	0,04 (2)	1 (2)
Nickel	200 (1)	0,4 (2)	0,4 (2)	10 (2)
Cuivre	500 (1)	2 (2)	2 (2)	50 (2)
Sélénium	6 (1)	0,1 (2)	0,1 (2)	0,5 (2)
Molybdène	10 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Cobalt	80 (1)			
Baryum	1 500 (1)	20 (2)	20 (2)	100 (2)
Manganèse	1 500 (1)			
Etain	330 (1)			
Strontium	590 (1)			
Vanadium	600 (1)			
Antimoine	50 (1)	0,06 (2)	0,06 (2)	0,7 (2)
Fluorures		10 (2)	10 (2)	150 (2)
BTEX	25 000 (1)	0 à 1 000 (1)	6 (1)	
COT		500 (2)	30 000 (1)	800 (2)
Fraction soluble		4 000 (1)	4 000 (2)	60 000 (2)
Chlorures		800 (2)		15 000 (2)
Sulfates		1000 (2)		20 000 (2)
Fluorures		10 (2)		

(a) Seuils du Guide de bonnes pratiques relatif aux installations de stockage de déchets inertes issus du BTP – Ministère de l'Environnement - Juin 2004

(b) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S = 10l/kg)



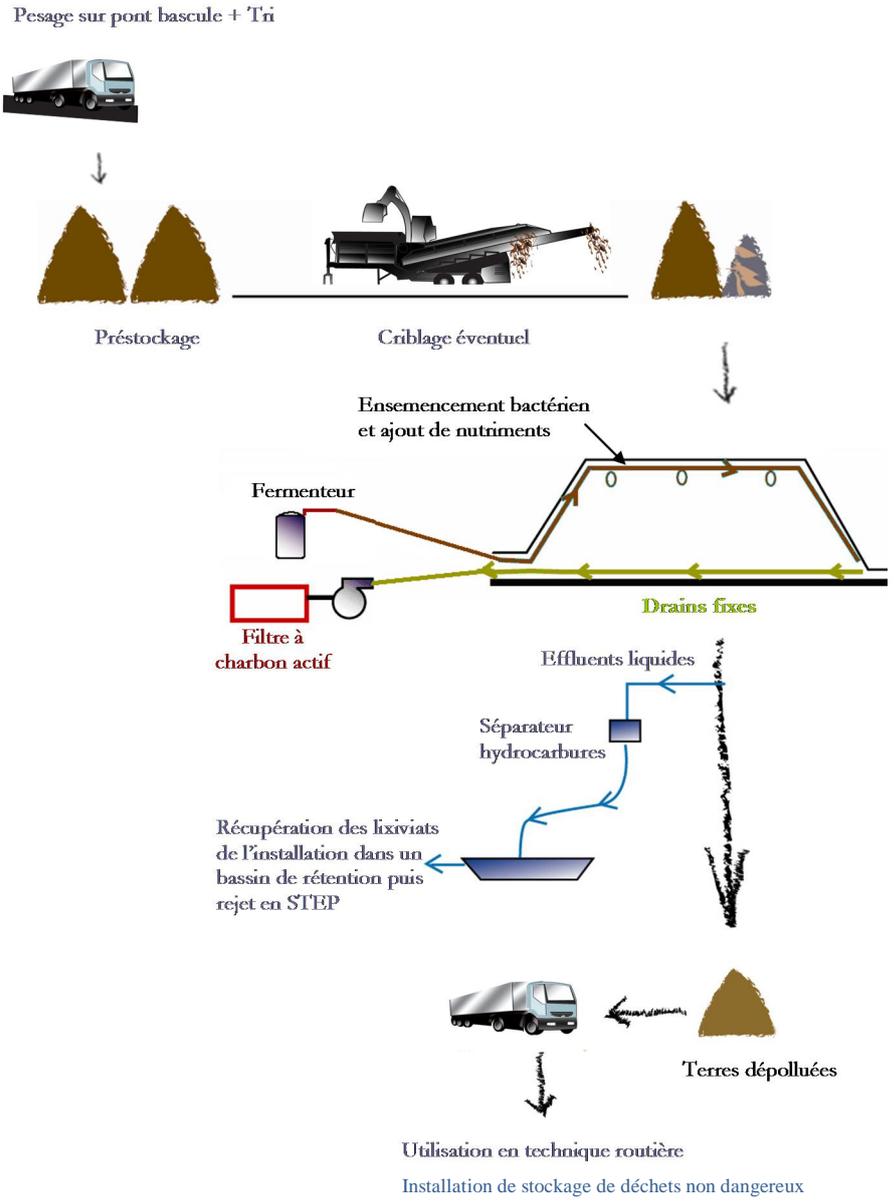
Traitement biologique des sols



Site de STRASBOURG (67)

SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<p><b>Procédure d'acceptation</b></p>	<p>Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré au producteur (ou détenteur) après examen des critères d'acceptation : historique du site pollué et études de sol fournis par le producteur et analyses du sol. Le CAP précise la traitabilité des sols et les résultats des analyses effectuées.</p>
<p><b>Contrôles à l'entrée</b></p>	<p>○ Echantillonnage des terres : prélèvement de 2 échantillons par camion et envoi d'un échantillon à un laboratoire agréé.</p>
<p><b>Prétraitement</b></p>	<p>○ Tri et criblage éventuel..</p>
<p><b>Traitement</b></p>	<p>○ Ensemencement bactérien et ajout de nutriments.</p> <p>○ Suivi de la dépollution par échantillonnage et analyse des paramètres par un laboratoire externe agréé.</p>
<p><b>Sous produits du traitement</b></p>	<p>○ Changement du charbon actif du filtre.</p> <p>○ Résidus du séparateur à hydrocarbures.</p>
<p><b>Contrôles à la sortie</b></p>	<p>○ Echantillonnage et analyse des paramètres par un laboratoire externe agréé.</p>
<p><b>Destination des sols dépollués</b></p>	<p>○ Utilisation en remblai dans les travaux publics.</p> <p>○ ISDND</p>



# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement thermique des sols



### Site de STRASBOURG (67)

#### ✉ Centre de traitement



Strasbourg  
62203  
OBERSCHAEFFOLSHEIM  
Tel. : 03 88 77 04 72  
Fax. : 03 88 77 08 96

#### ✉ LINGENHELD Environnement

9 rue du commerce  
67202 WOLFISHEIM  
Tel. : 03 88 77 14 57  
Fax. : 03 88 78 62 58

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols souillés par des hydrocarbures lourds ou les HAP.
<b>Procédé de traitement</b>	La technique consiste à chauffer les terres pour en extraire les polluants (étape de désorption) puis à oxyder ceux-ci lors de la phase de combustion dans une chambre de post-combustion.
<b>Date de mise en service</b>	Arrêté préfectoral du 14 Février 2005 (modifié en 2007).
<b>Capacité de traitement du site</b>	Capacité globale de 95 000 Tonnes/an. Les terres proviennent prioritairement de la région Alsace puis dans la limite des capacités disponibles : territoire national voir de pays étrangers.
<b>Tonnages traités</b>	Pas de terre traitée en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	Certification Iso 14001.

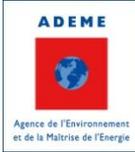
PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL	
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Valorisation en chantier BTP (a)	Installation de stockage de déchets non dangereux (b)
(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec				
(2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche				
(3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute				
(4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec				
(5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg				
(6) exprimé en mg/Kg de terre brute				
(7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision				
			Exutoires actuels	
HCT (Hydrocarbures Totaux)	50 000 (1)	500 à 30 000 (1)	500 (1)	
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	50 000 (1)	50 à 200 (1)	50 (1)	
PCB (Polychlorobiphényles)	50 (1)	1 (1)	1 (1)	
Indice Phénol			1 (2)	
Arsenic	110 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	2 (2)
Chrome total	500 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Chrome hexavalent				
Cyanures libres				
Cyanures totaux	10 000 (1)			
Mercuré	1 (1)	0,01 (2)	0,01(2)	0,2 (2)
Plomb	1 000 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Zinc	1 000 (1)	4 (2)	4 (2)	50 (2)
Cadmium	5 (1)	0,04 (2)	0,04 (2)	1 (2)
Nickel	200 (1)	0,4 (2)	0,4 (2)	10 (2)
Cuivre	500 (1)	2 (2)	2 (2)	50 (2)
Sélénium	6 (1)	0,1 (2)	0,1 (2)	0,5 (2)
Molybdène	10 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Cobalt	80 (1)			
Baryum	1 500 (1)	20 (2)	20 (2)	100 (2)
Manganèse	1 500 (1)			
Etain	330 (1)			
Strontium	590 (1)			
Vanadium	600 (1)			
Antimoine	50 (1)	0,06 (2)	0,06 (2)	0,7 (2)
Fluorures		10 (2)	10 (2)	150 (2)
BTEX	25 000 (1)	0 à 1 000 (1)	6 (1)	
COT		500 (1)	30 000 (1)	800 (2)
Fraction soluble		4 000 (1)	4 000 (2)	60 000 (2)
Chlorures		800 (2)		15 000 (2)
Sulfates		1000 (2)		20 000 (2)
Fluorures		10 (2)		

(a) Seuils du Guide de bonnes pratiques relatif aux installations de stockage de déchets inertes issus du BTP – Ministère de l'Environnement - Juin 2004

(b) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S = 10l/kg)



# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement par venting des sols



### Site de STRASBOURG (67)

#### ☒ Centre de traitement



Strasbourg  
62203  
OBERSCHAEFFOLSHEIM  
Tel. : 03 88 77 04 72  
Fax. : 03 88 77 08 96

#### ☒ LINGENHELD Environnement

9 rue du commerce  
67202 WOLFISHEIM  
Tel. : 03 88 77 14 57  
Fax. : 03 88 78 62 58

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des produits volatils (solvants organiques, hydrocarbures aromatiques).
<b>Procédé de traitement</b>	Les terres réceptionnées sont entièrement recouvertes par des bâches. Le traitement consiste en une aspiration des effluents gazeux. Ces derniers passent ensuite par un filtre à charbon pour après être traités dans une installation spécialisée.
<b>Date de mise en service</b>	Arrêté préfectoral du 14 Février 2005 (modifié en 2007).
<b>Capacité de traitement du site</b>	Capacité globale de 95 000 Tonnes/an. Les terres proviennent prioritairement de la région Alsace puis dans la limite des capacités disponibles : territoire national voir de pays étrangers.
<b>Tonnages traités</b>	200 tonnes en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	Certification Iso 14001.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL	
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Valorisation en chantier BTP (a)	Installation de stockage de déchets non dangereux (b)
(1) exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de matière sèche (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d' autre précision			Exutoires actuels	
HCT (Hydrocarbures Totaux)	50 000 (1)	500 à 30 000 (1)	500 (1)	
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	50 000 (1)	50 à 200 (1)	50 (1)	
PCB (Polychlorobiphényles)	50 (1)	1 (1)	1 (1)	
Indice Phénol			1 (2)	
Arsenic	110 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	2 (2)
Chrome total	500 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Chrome hexavalent				
Cyanures libres				
Cyanures totaux	10 000 (1)			
Mercurure	1 (1)	0,01 (2)	0,01(2)	0,2 (2)
Plomb	1 000 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Zinc	1 000 (1)	4 (2)	4 (2)	50 (2)
Cadmium	5 (1)	0,04 (2)	0,04 (2)	1 (2)
Nickel	200 (1)	0,4 (2)	0,4 (2)	10 (2)
Cuivre	500 (1)	2 (2)	2 (2)	50 (2)
Sélénium	6 (1)	0,1 (2)	0,1 (2)	0,5 (2)
Molybdène	10 (1)	0,5 (2)	0,5 (2)	10 (2)
Cobalt	80 (1)			
Baryum	1 500 (1)	20 (2)	20 (2)	100 (2)
Manganèse	1 500 (1)			
Etain	330 (1)			
Strontium	590 (1)			
Vanadium	600 (1)			
Antimoine	50 (1)	0,06 (2)	0,06 (2)	0,7 (2)
Fluorures		10 (2)	10 (2)	150 (2)
BTEX	25 000 (1)	0 à 1 000 (1)	6 (1)	
COT		500 (1)	30 000 (1)	800 (2)
Fraction soluble		4 000 (1)	4 000 (2)	60 000 (2)
Chlorures		800 (2)		15 000 (2)
Sulfates		1000 (2)		20 000 (2)
Fluorures		10 (2)		

(a) Seuils du Guide de bonnes pratiques relatif aux installations de stockage de déchets inertes issus du BTP – Ministère de l'Environnement - Juin 2004  
(b) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S = 10l/kg)



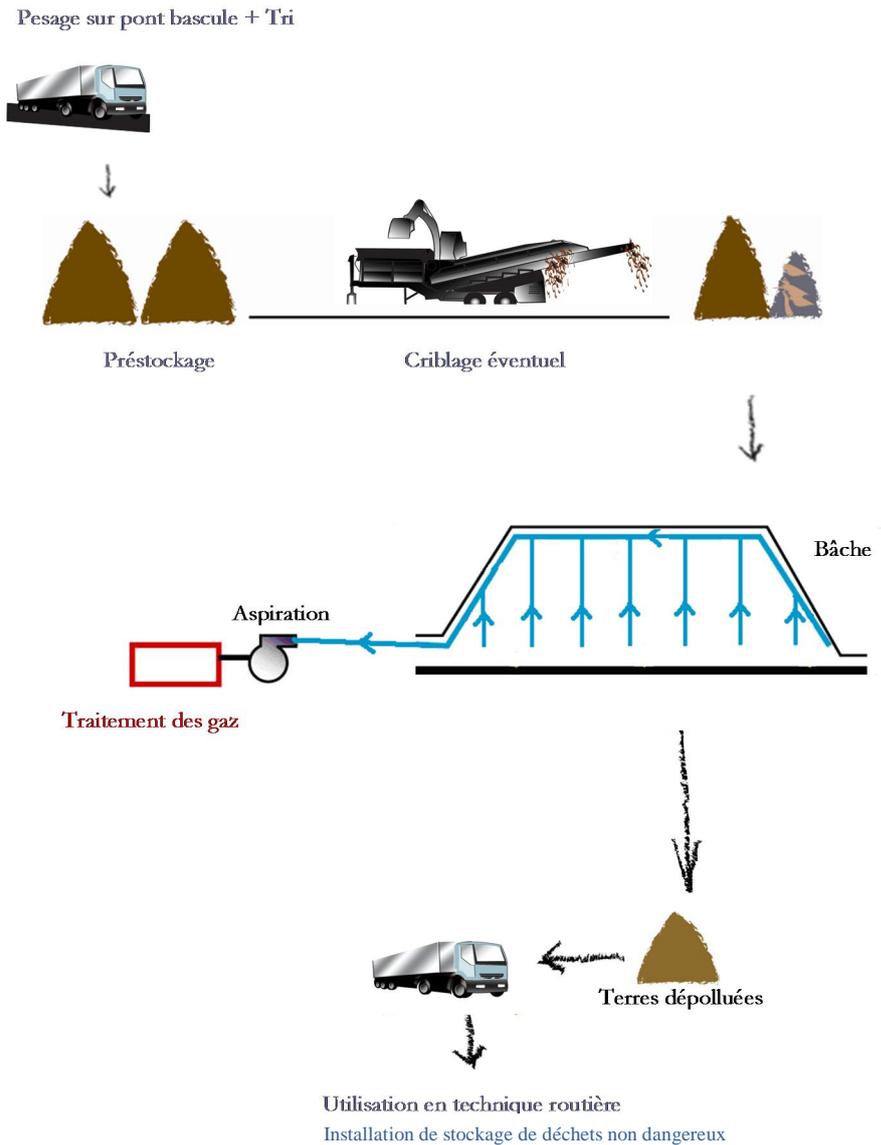
Traitement par venting des sols



Site de STRASBOURG (67)

SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<p><b>Procédure d'acceptation</b></p>	<p>Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré au producteur (ou détenteur) après examen des critères d'acceptation : historique du site pollué et études de sol fournis par le producteur et analyses du sol. Le CAP précise la traitabilité des sols et les résultats des analyses effectuées.</p>
<p><b>Contrôles à l'entrée</b></p>	<p>○ Echantillonnage des terres : prélèvement de 2 échantillons par camion et envoi d'un échantillon à un laboratoire agréé.</p>
<p><b>Prétraitement</b></p>	<p>○ Tri et criblage éventuel..</p>
<p><b>Traitement</b></p>	<p>○ Traitement par aspiration des polluants volatils. Passage de l'air sur charbon actif.</p>
<p><b>Sous produits du traitement</b></p>	<p>○ Résidus du traitement des gaz.</p>
<p><b>Contrôles à la sortie</b></p>	<p>○ Echantillonnage et analyse des paramètres par un laboratoire externe agréé..</p>
<p><b>Destination des sols dépollués</b></p>	<p>○ Utilisation en remblai dans les travaux publics. ○ ISDND</p>



# PLATEFORMES DE TRANSIT ET DE TRAITEMENT



## Traitement biologique des sols



### Site de Ternay (69)

#### Centre de traitement



SITA FD  
Lieu dit « Faulubin et Les  
Cornets »  
69 360 TERNAY  
Tél. :  
Fax :

#### SITA FD

TOUR CB21 – 16 Place de l'Iris  
92040 PARIS LA DEFENSE  
Tél. : 01 58 81 70 00  
Fax : 01 58 81 28 36

## PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures provenant de dépôts pétroliers, stations services et de pollutions accidentelles sur sites industriels. Leur origine géographique est nationale avec une prédominance des régions limitrophes. Le centre dispose d'un quai à proximité immédiate en bordure du Rhône
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement des sols dans un Biocentre® (marque déposée), consistant en un traitement biologique des sols en biotertres sous aération forcée continue (par aspiration et insufflation simultanées), avec ajout de bactéries exogènes, de nutriments (engrais) et ajout d'agents structurants.
<b>Date de mise en service</b>	AP du 05 janvier 2012
<b>Capacité de traitement du site</b>	300 000 tonnes pas an dont 260 000 tonnes de terres et 30 000 tonnes de sédiments
<b>Tonnages accueillis</b>	0 tonnes accueillies en 2012.
<b>Tonnages traités</b>	0 tonnes traitées en 2012.
<b>Tonnages sortis</b>	0 tonnes sorties en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrêté préfectoral. Le site est en cours de certification ISO 9001, 14001, OHSAS 18001.

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL				
(1) mesuré sur brut, exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Retour sur le site d'origine	Installation de stockage de déchets inertes	Installation de stockage de déchets non dangereux	Installation de stockage de déchets dangereux
			Exutoires potentiels		Exutoire actuel (couverture)	Exutoire actuel (remblai technique)
HCT (Hydrocarbures Totaux)	xx	Seuils techniques internes (mesurés sur brut ou sur fraction lixiviable) selon les matrices, les polluants et les filières envisagées après traitement				
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	xx					
PCB (Polychlorobiphényles) et pesticides organochlorés	xx					
Phénol	xx					
Arsenic	xx					
Chrome total	xx					
Chrome hexavalent	xx					
Cyanures libres	xx					
Cyanures totaux	xx					
Mercuré	xx					
Plomb	xx					
Zinc	xx					
Cadmium	xx					
Nickel	xx					
Cuivre	xx					
Sélénium	xx					
Molybdène	xx					
Cobalt	xx					
Baryum	xx					
D'autres seuils sont indiqués dans l'AP pour les polluants suivants :	xx					

L'Arrêté Préfectoral du site fixe les seuils de décontamination à atteindre pour chaque polluant contenu initialement dans la terre polluée en fonction des différentes utilisations et filières prévues en sortie de traitement.

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de Ternay (69)

#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré à partir des résultats de l'étude historique du site, des renseignements fournis par le producteur sur les sols pollués et des analyses vérifiées par SITA FD (micro-polluants HC, HAP, PCB, BTEX, organo-chlorés et des métaux). Le CAP précise également la nature des opérations de pré-traitement et de traitement, ainsi que les objectifs de dépollution à atteindre.	
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnages (1 échantillon par camion).</li> <li>○ Analyses HCT, HAP, PCB, BTEX, organo-chlorés, cyanures totaux et métaux (laboratoire interne).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre.</li> </ul>	<p>Pesage + contrôle de la radioactivité Livraison possible par route et voie fluviale</p>
<b>Prétraitement</b>		<p>Préstockage    Emottage, criblage, et broyage (selon besoins)    Adjonction d'engrais</p>
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aération forcée par aspiration et insufflation simultanées (aspiration &gt; insufflation) = biotertre en dépression dans biotertre non bâché (60m x 20 m x 5 m de haut).</li> <li>○ Durée du traitement : 4 à 6 mois.</li> <li>○ Suivi : température et débit d'aération en continu.</li> <li>○ Echantillonnage (maillage du biotertre lors de sa mise en œuvre) et analyses des paramètres réglementaires et polluants d'origine sur les zones à forte concentration en pollution (HCT, HAP, BTEX,...) (laboratoire interne).</li> </ul>	
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnages et analyses des paramètres réglementaires et polluants d'origine sur les zones à forte concentration en pollution (laboratoire interne).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre.</li> </ul>	
<b>Destination des sols dépollués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Couverture en installation de stockage de déchets.</li> </ul>	<p>Installation de stockage de déchets dangereux et non dangereux de SITA FD de Bellegarde &amp; Drambon et autres</p>

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de VAL'ESTUAIRE (76)

#### ✉ Centre de traitement



Port N°1284  
Route des Gabions  
76 700 ROGERVILLE Cedex  
Tél. : 03 21 43 85 11  
Fax : 02 35 24 25 94

#### ✉ SITA FD

TOUR CB21- 16 Place de l'Iris  
94040 PARIS LA DEFENSE  
Tél. : 01 58 81 70 00  
Fax : 01 58 81 28 36

### PRESENTATION

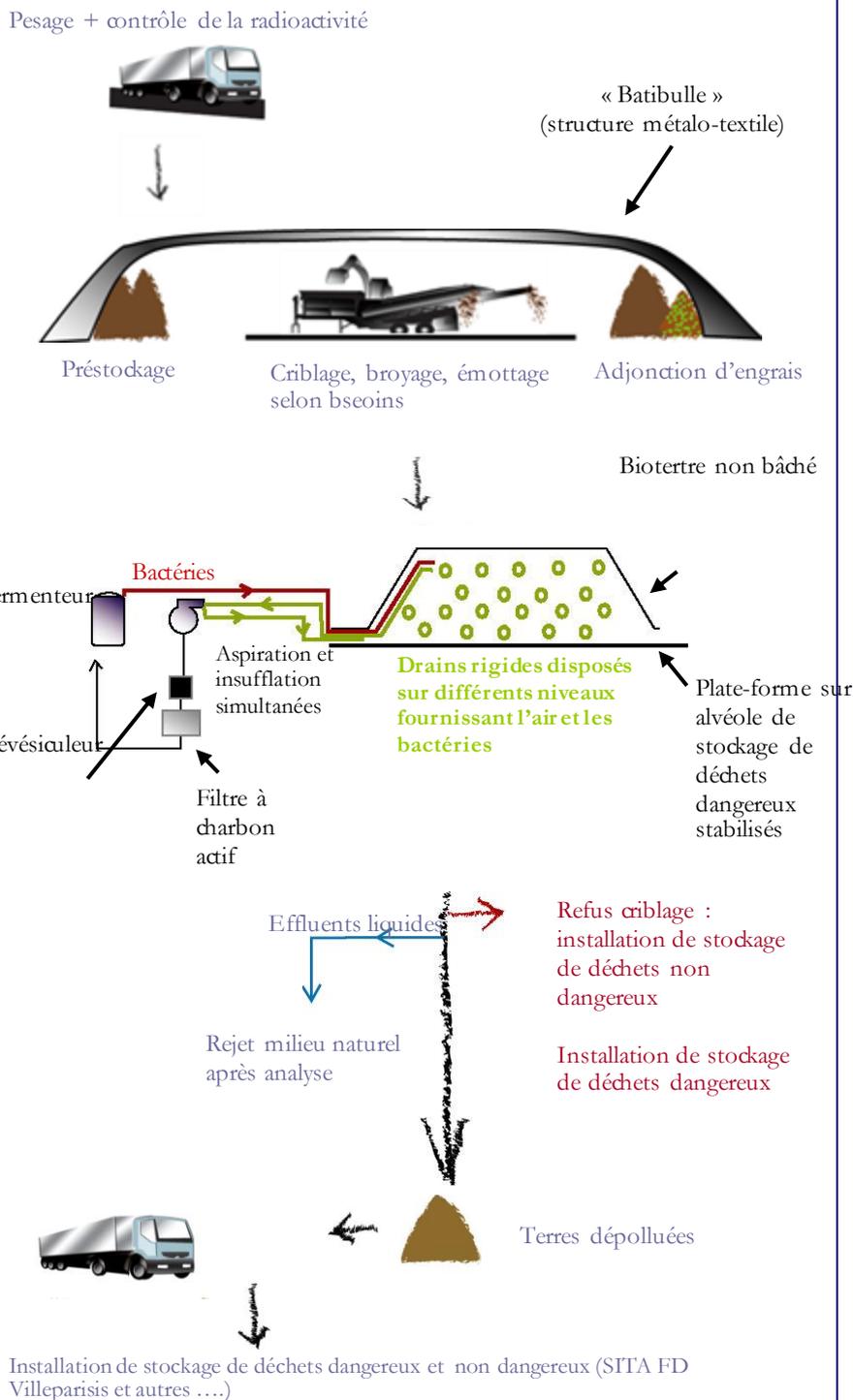
<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des Hydrocarbures provenant des dépôts pétroliers, stations-services et de pollutions accidentelles sur les sites industriels. Leurs origines géographiques : zones basse Normandie, Haute Normandie, pays de Loire, Bretagne et Ile de France ; Le centre dispose du port du Havre à proximité permettant le transport fluvial.
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement des sols dans un Biocentre (marque déposée), consistant en un traitement biologique des sols en biotretes (sous aération forcée continue par inspiration et insufflation simultanées), avec ajout de bactéries exogènes, de nutriments (engrais) et ajout d'agents structurants.
<b>Date de mise en service</b>	Janvier 2014
<b>Capacité de traitement du site</b>	35 000 Tonnes avec une possibilité d'extension à 80 000 Tonnes
<b>Tonnages traités</b>	0
<b>Certification, qualité</b>	L'exploitant respecte le plan d'assurance qualité défini dans l'arrête préfectoral

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL		
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Installation de stockage de déchets inertes	Installation de stockage de déchets non dangereux	Installation de stockage de déchets dangereux
(1) mesuré sur brut, exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé			Exutoire potentiel	Exutoire actuel (couverture)	Exutoire potentiel
HCT (Hydrocarbures Totaux)	150 000(1)	Seuils techniques en fonction des filières de sorties	L'ArrêtéPréfectoral du site fixe les seuils de décontamination à atteindre pour chaque polluant contenu initialement dans les terres polluées en fonctions des Filières prévues en sortie de traitement		
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	100 000 (1)				
PCB (Polychlorobiphényles)	50 mg/kg				
POC (Pesticides organo-chlorés)					
Phénols					
Arsenic	2				
Chrome total	10				
Chrome hexavalent					
Cyanures libres					
Cyanures totaux					
Mercuré	0.2				
Plomb	10				
Zinc	50				
Cadmium	1				
Nickel	10				
Cuivre	50				
Sélénium	0.5				
Molybdène	10				
Cobalt					
Baryum	100				
D'autres seuils sont indiqués dans l'AP pour les polluants suivants :					

## Site de VAL'ESTUAIRE (76)

### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré à partir des résultats de l'étude historique du site des renseignements fournis par le producteur sur les sols pollués et des analyses vérifiées par Sita FD (micro polluants HC, HAP, PCB, BTEX, organo-chlorés et des métaux). Le CAP précise la nature du traitement.
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Echantillonnages (1 échantillon par camion)</li> <li>- Analyses HCT, HAP, PCB, BTEX, organo-chlorés, cyanures totaux et métaux (laboratoire interne ou externe)</li> <li>- Suivi de la traçabilité par Bioterre.</li> </ul>
<b>Prétraitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criblage, émottage, séparation des fractions</li> </ul>
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aération forcée par aspiration et insufflation simultanées (aspiration &gt; insufflation) = bioterre en dépression</li> <li>- Bioterre non bâché sous hangar</li> <li>- 4 à 6 mois de traitement</li> <li>- Echantillonnage (maillage du bioterre lors de sa mise en œuvre) et analyses des paramètres réglementaires et polluants d'origine sur les zones à forte concentration en pollution (HCT, HAP, BTEX ..)</li> </ul>
<b>Sous produits du traitement</b>	-
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Echantillonnages et analyses des paramètres réglementaires et polluants d'origine sur l'ensemble du Bioterre</li> <li>- Traçabilité par Bioterre</li> </ul>
<b>Destination des sols dépollués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Couverture en installation de stockage de déchets.</li> <li>- ISDI</li> </ul>



# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de VILLEPARISIS (77)

#### ✉ Centre de traitement



Route de Courtry  
77270 VILLEPARISIS  
Tél. : 01.64.27.93.04  
Fax : 01.64.27.34.98

#### ✉ SITA FD

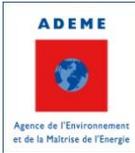
132 rue des Trois Fontanot  
92758 NANTERRE CEDEX  
Tél. : 01 42 91 66 66  
Fax : 01 42 91 66 91

### PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Sols pollués par des hydrocarbures provenant de friches industrielles, chantiers immobiliers, dépôts pétroliers, industries chimiques et parachimiques (peintures, solvants). L'origine géographique est le territoire national avec au moins 70 % en provenance d'Ile-de-France et des départements limitrophes de la Seine-et-Mame (d'après l'arrêté préfectoral).
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement des sols dans un BIOCENTRE® (marque déposée), consistant en un traitement biologique des sols en biotertres bâchés sous aération forcée continue (par aspiration et insufflation simultanées), avec ajout de bactéries exogènes, de nutriments (engrais) et sans ajout d'agents structurants. Le prétraitement mécanique des terres se fait à couvert sous une structure métalo-textile.
<b>Date de mise en service</b>	2002 (arrêté préfectoral du 8 octobre 2002 modifié le 18 octobre 2004).
<b>Capacité de traitement du site</b>	60 000 t/ an.
<b>Tonnages traités</b>	27 257 tonnes en 2012.
<b>Certification, qualité</b>	ISO 9001 – ISO 14001 – OHSAS 18001

PARAMÈTRES ANALYSÉS	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL		
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Installation de stockage de déchets inertes	Installation de stockage de déchets non dangereux	Installation de stockage de déchets dangereux
(1) mesuré sur brut, exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviat, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé			Exutoire potentiel	Exutoire actuel (couverture)	Exutoire potentiel
HCT (Hydrocarbures Totaux)	100 000 (1)	Seuils techniques internes selon les matrices, les polluants et les filières envisagées après traitement	Les seuils de décontamination à atteindre sont fixés pour chaque polluant contenu initialement dans la terre polluée en fonction des critères d'acceptation des filières utilisées Aucun seuil dans l'AP		
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	100 000 (1)				
PCB (Polychlorobiphényles)	100 000 (1)				
POC (Pesticides organo-chlorés)	-				
Phénols	-				
Arsenic	-				
Chrome total	-				
Chrome hexavalent	-				
Cyanures libres	-				
Cyanures totaux	2 500 (1)				
Mercuré	-				
Plomb	-				
Zinc	-				
Cadmium	-				
Nickel	-				
Cuivre	-				
Sélénium	-				
Molybdène	-				
Cobalt	-				
Baryum	-				
D'autres seuils sont indiqués dans l'AP pour les polluants suivants :	BTEX (1) (80 000)				

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de Villeparisis (77)

#### SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<b>Procédure d'acceptation</b>	Le certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré à partir des éléments fournis par le producteur sur l'historique du site, la nature des polluants, le taux de contamination par polluants définis par des analyses réalisées par le producteur et vérifiées par SITA FD (analyse des micro-polluants : HC, HAP, PCB, BTEX, Organo-chlorés et métaux et éventuellement test microtox). Le CAP précise également la nature des opérations de prétraitement et de traitement, ainsi que les objectifs de dépollution à atteindre.
<b>Contrôles à l'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon représentatif moyen par jour).</li> <li>○ Analyses HCT, HAP, PCB, BTEX, organo-chlorés, métaux (laboratoire interne).</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre</li> </ul>
<b>Prétraitement</b>	
<b>Traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aération forcée par aspiration et insufflation (air chaud) simultanées dans 2 biotertres bâchés de 10000 à 15000 tonnes (80m maxi x 21m x 5 m de hauteur).</li> <li>○ Durée du traitement : 3 à 6 mois.</li> <li>○ Suivi : température, débit d'aération, humidité en continu.</li> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon pour 50 à 70 tonnes) et analyses des paramètres réglementaires et polluants d'origine (HCT, HAP, BTEX, ...) sur les zones à forte concentration initiale en pollution (laboratoire interne).</li> </ul>
<b>Sous produits du traitement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Refus criblage : installation de stockage de déchets inertes</li> <li>○ installation de stockage de déchets non dangereux</li> <li>○ installation de stockage de déchets dangereux</li> </ul>
<b>Contrôles à la sortie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage (1 échantillon pour 50 à 70 t) et analyses HCT, HAP, BTEX sur les zones à forte concentration initiale en pollution (laboratoire interne)</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par biotertre</li> </ul>
<b>Destination des sols dépollués</b>	Couverture en installation de stockage de déchets non dangereux. Installation de stockage de déchets non dangereux de SITA FD de Villeparisis : couverture provisoire et finale

# CENTRE DE TRAITEMENT HORS SITE



## Traitement biologique des sols



### Site de VOUVRAY (37)

#### ☒ Centre de traitement



ZA l'Etang Vignon – BP 8  
37210 VOUVRAY  
Tel. : 02 47 52 74 67  
Fax. : 02 47 52 60 64

#### ☒ GTTP – BIOTER Val de Loire

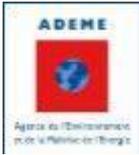
ZA l'Etang Vignon – BP 8  
37210 VOUVRAY  
Tel. : 02 47 52 74 67  
Fax. : 02 47 52 60 64

## PRESENTATION

<b>Types de pollutions traitées</b>	Terres impactées par des hydrocarbures provenant de sites industriels ou de sites urbains en réaménagement, pour la REGION CENTRE et régions limitrophes (AUVERGNE, IDF, ....)
<b>Procédé de traitement</b>	Traitement biologique en biotertres bâchés, sur une plateforme étanche, sous aération forcée continue (aspiration) et hygrométrie contrôlée, avec apport de nutriments et de structurants.
<b>Date de mise en service</b>	2011 (arrêté préfectoral de 2010)
<b>Capacité de traitement du site</b>	80 000 T/an dont 30 000 T simultanément en cours de traitement
<b>Tonnages traités</b>	7 200 tonnes en 2012
<b>Certification, qualité</b>	La certification ISO 14001 est en cours de mise en place

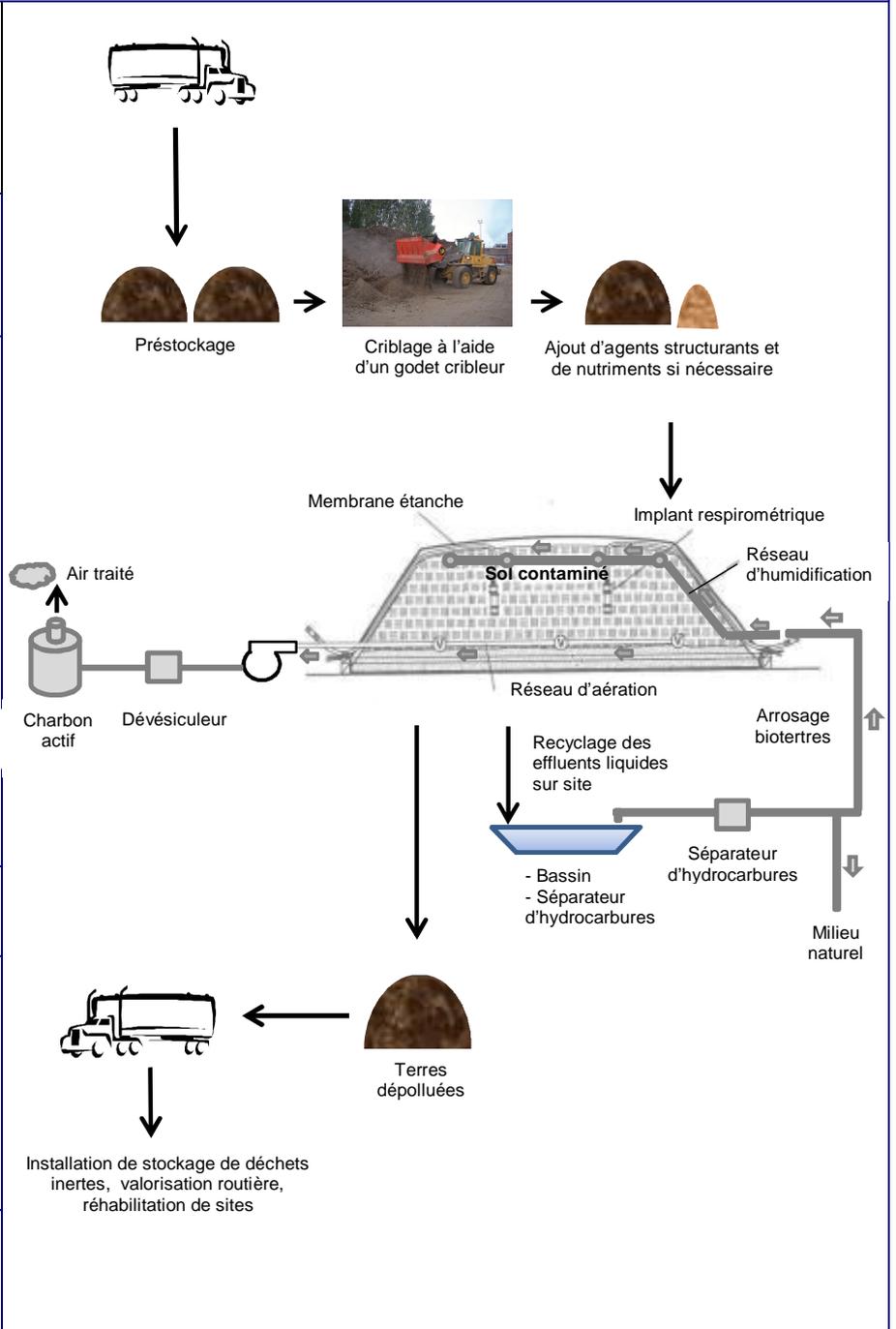
PARAMETRES ANALYSES	CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS ENTRANTS		CARACTÉRISTIQUES DES SOLS POLLUÉS SORTANTS SELON LES DESTINATIONS DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL		
	Seuils selon l'arrêté préfectoral	Valeurs usuelles des sols entrants	Installation de stockage de déchets inertes (a)	Installation de stockage de déchets non dangereux (b)	Installation de stockage de déchets dangereux (a)
			Exutoires potentiels		Exutoire actuel (couverture)
(1) mesuré sur brut, exprimé en mg/Kg de déchet sec (2) mesuré sur éluat (lixiviation 1 X 24 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé (3) mesuré sur fraction lixiviable, exprimé en mg/Kg de terre brute (4) exprimé en mg/Kg de matière sèche ou sol sec (5) mesuré sur lixiviât, exprimé en mg/Kg (6) exprimé en mg/Kg de terre brute (7) exprimé en mg/Kg – Pas d'autre précision (8) mesuré après test de lixiviation (3 X 16 H), exprimé en mg/Kg de déchet sec stabilisé					
Hydrocarbures (C10 à C40)			500 (1)		
HCT (Hydrocarbures Totaux)	(1)	50 000			
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	(1)	200			
PCB (Polychlorobiphényles)	(1)	50	1 (1)		
Phénols	(3)	40			
Arsenic	(3)	2	0,5 (2)	2 (2)	25 (2)
Chrome total	(3)	10	0,5 (2)	10 (2)	70 (2)
Chrome hexavalent	(3)	-			
Cyanures libres	(3)	-			
Cyanures totaux		50			
Mercuré	(3)	0.2	0,01 (2)	0,2 (2)	2 (2)
Plomb	(3)	10	0,5 (2)	10 (2)	50 (2)
Zinc	(3)	50	4 (2)	50 (2)	200 (2)
Cadmium	(3)	1	0,04 (2)	1 (2)	5 (2)
Nickel	(3)	10	0,4 (2)	10 (2)	40 (2)
Cuivre	(3)	50	2 (2)	50 (2)	100 (2)
Sélénium		0.5	0,1 (2)	0,5 (2)	7 (2)
Molybdène		10	0,5 (2)	10 (2)	30 (2)
Cobalt		-			
Baryum		-			
BTEX			20 (2)	100 (2)	300 (2)
COT			6 (1)		
Fluorures			30 000 (1)	800 (2)	1 000 (2)
Fraction soluble			10 (2)	150 (2)	500 (2)
Antimoine				60 000 (2)	100 000 (2)
Chlorures			0,06 (2)	0,7 (2)	5 (2)
Sulfates			800 (2)	15 000 (2)	25 000 (2)
			1000 (2)	20 000 (2)	50 000 (2)

(a) Seuils de la Décision de la Commission européenne n°2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges. Valeurs limites sur matière sèche en mg/kg (ratio L/S = 10l/kg)



SYNOPTIQUE DE TRAITEMENT

<p><b>Procédure d'acceptation</b></p>	<p>Un certificat d'acceptation préalable (CAP) est délivré après vérification des informations fournies par le producteur ou le détenteur (identification du transporteur et du producteur, origine de la pollution, quantité, résultats d'analyses, ) et du respect des seuils d'acceptation du site.</p>
<p><b>Contrôles à l'entrée</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Analyses HCT, HAP et BTEX réalisées par un laboratoire externe agréé</li> <li>○ Suivi de la traçabilité par chantier</li> </ul>
<p><b>Prétraitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Criblage des terres</li> <li>○ Ajout d'agents structurants et de nutriments si nécessaire</li> </ul>
<p><b>Traitement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dégradation des polluants organiques par voie biologique</li> <li>○ Biotertres bâchés sur une plateforme de 11 500 m2 totalement étanche</li> <li>○ Aération par aspiration forcée continue et traitement de l'air par filtre à charbon actif</li> <li>○ Humidification contrôlée</li> <li>○ Suivi : température, O2, humidité, COV et CH4</li> <li>○ Analyses HCT mensuelles par laboratoire externe agréé</li> </ul>
<p><b>Sous produits du traitement</b></p>	<p></p>
<p><b>Contrôles à la sortie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Echantillonnage ( 1 échantillon pour 300 à 500 T selon la concentration initiale en polluants) et analyses HCT, HAP, PCB, BTEX et phénols réalisées par un laboratoire externe agréé</li> </ul>
<p><b>Destination des sols dépollués</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Valorisation</li> </ul>





# ÉVOLUTIONS ET PERSPECTIVES DU MARCHÉ DE LA DEPOLLUTION



# 1. Évolution du marché depuis 2010

**Le chiffre d'affaires des entreprises membres de l'Union des Professionnels de la Dépollution des Sites (UPDS) a été de 391 millions d'euros en 2012**, soit une augmentation d'un peu plus de 20 % par rapport à 2010<sup>18</sup>. Cette augmentation est à nuancer puisque les données sont comparées à l'activité de 2010, qui avait été une année difficile pour le secteur du fait de la crise économique et financière. D'après les échanges, en 2012, les acteurs sont revenus à des résultats financiers du niveau de ce qu'ils auraient dû atteindre en 2009, notamment du fait de 2 facteurs : le démarrage de chantiers à l'international et la croissance des petits acteurs, essentiellement en 2012.

D'après les échanges avec les acteurs et les experts du secteur, plusieurs tendances se sont dégagées depuis 2010. Elles sont présentées ci-dessous.

## ✓ *Une stabilisation de l'activité de dépollution mais une forte concurrence sur le marché*

Si les membres de l'UPDS ont augmenté le chiffre d'affaire UPDS entre 2010 et 2012, la croissance se retrouve plutôt sur l'année 2011, avec une stabilisation du marché en 2012. Suite à la crise de 2009, les acteurs avaient vu l'année 2010 comme une année de transition, avec un marché dynamique et d'importants chantiers en prévision. Deux ans plus tard, l'activité a effectivement repris en 2011 pour se stabiliser en 2012. Quelques gros chantiers ont émergé, mais quelques acteurs se sont également déployés à l'étranger où la demande est en croissance. Si les acteurs majeurs ont remporté les quelques rares chantiers importants, de nombreux petits chantiers ont été attribués à des sociétés de petite taille, d'où la croissance de ces acteurs.

Selon tous les acteurs interrogés et comme observé en 2010, l'année 2012 a encore connu une pression concurrentielle très forte, impliquant des prix tirés à la baisse.

## ✓ *Une diminution de la demande publique et des aménageurs compensée par le secteur industriel*

D'après les acteurs, si l'activité est restée stable, ce n'est ni dû aux aménageurs, ni aux autorités publiques. Les demandes des collectivités et des fonds publics ont en effet nettement diminué en 2012, alors qu'elles avaient connu un regain en 2010. Les situations financières des régions et, plus largement, de l'Etat, ont eu pour conséquence une diminution marquée de la demande nationale. Ainsi, pour plusieurs des acteurs ayant répondu, la répartition privé / public a évolué depuis 2010, avec une prédominance du secteur privé.

Dans le secteur privé, il a été évoqué durant les entretiens une légère contraction de la demande des aménageurs / promoteurs. Dans le contexte de crise économique, le nombre de projets d'aménagement étant plus faible qu'en 2010, la demande a légèrement diminué en lien avec la baisse du secteur immobilier. A l'inverse, il semblerait que le secteur industriel ait augmenté sa demande en matière de dépollution. La cessation d'activité de sites industriels compte pour une grande partie de la demande. Les secteurs les plus demandeurs en 2012 ont été le secteur pétrolier (notamment stations-service) ainsi que les secteurs pharmaceutique et chimique.

## ✓ *Une certaine stabilité de la part de marché des terrassiers*

En 2010, les acteurs interrogés avaient mis en avant la percée du marché par les terrassiers, s'imposant de plus en plus sur des marchés locaux, et au niveau de la région parisienne notamment. D'après les acteurs interrogés, il semblerait que la tendance se soit stabilisée. Si le phénomène se retrouve dorénavant en province et non plus uniquement dans la région parisienne, la répartition de l'activité entre sociétés de dépollution et terrassiers est restée plutôt stable.

---

<sup>18</sup> Taux d'utilisation et coûts des différentes techniques et filières de traitement des sols et des eaux souterraines pollués en France – Synthèse des données 2010, ADEME

### ✓ *L'impact de la certification LNE sur les acteurs et l'évolution de la réglementation*

Dans une volonté d'identifier des prestataires pouvant délivrer une prestation de qualité conforme à l'état de l'art et aux réglementations en vigueur, la Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques (DGPR), les maîtres d'ouvrage publics et privés, l'UPDS et l'UCIE se sont concertés pour proposer un processus de certification des bureaux d'études pour améliorer la qualité des prestations d'études et de conseil ainsi que des travaux de dépollution. Les travaux ont abouti à la publication d'un référentiel de certification, publié par le LNE et adossé à la norme de service NFX31-620, déclinée en 4 volets. Ce référentiel a été mis en place depuis 2011 et vient d'être révisé en 2013.

A fin 2012, étaient certifiées 10 entreprises en Travaux, 22 entreprises pour la partie Ingénierie et 18 pour la réalisation de diagnostics (une entreprise pouvant être certifiée pour plusieurs catégories). Il est à noter que la majorité des entreprises certifiées sont des adhérents de l'UPDS.

D'après les acteurs, cette certification n'a pas encore d'impact visible sur l'activité des entreprises qui sont rentrées dans la certification. Les clients industriels ne connaissent pas ou préfèrent travailler avec leurs prestataires historiques sur les sujets de dépollution. Quant au reste des acteurs (secteur privé de l'aménagement et secteur public), aucun critère de certification n'est précisé dans les marchés.

## 2. Evolution des techniques de traitement utilisées

D'après les retours de l'enquête, les techniques utilisées en 2012 restent classiques. Pourtant, il existe des techniques émergentes mais le marché reste principalement sur les techniques traditionnelles, les innovations étant plus difficiles à vendre (peu de recul, risque plus élevé...) et les autorités quelques fois réticentes face à l'innovation.

### ✓ *Une croissance des techniques in situ*

Selon les acteurs rencontrés, les traitements in situ sont en pleine croissance, avec notamment le traitement thermique in situ ainsi que la biodégradation in situ.

Le traitement thermique in situ semble se positionner sur une pente croissante depuis 2 ans. Elle est non seulement utilisée de plus en plus par les professionnels de la dépollution, mais également proposée par les bureaux d'études qui rédigent les plans de gestion. Cette technique est également plébiscitée directement par des industriels qui souhaitent la mise en place de pilotes importants (entre 200 et 300 k€). Si le traitement thermique in situ reste assez coûteux, sa mise en œuvre est plus rapide que d'autres techniques, devenant une réelle alternative à l'excavation.

Le bioventing in situ semble être également vue comme une technique en croissance par les acteurs de la dépollution. Elle est surtout très utilisée pour la gestion des COHV et pourrait monter encore en puissance dans les prochaines années.

### ✓ *Une perte de vitesse des techniques d'oxydation chimique ?*

A l'inverse, l'oxydation chimique semble moins représentée dans les techniques mises en œuvre en 2012. Différents éléments peuvent être avancés : perte de parts de marché, chantiers récents peu adaptés à la mise en œuvre de cette technique .... D'après les acteurs sollicités, cette technique présente l'inconvénient d'être difficile à mettre en œuvre : ce procédé nécessite souvent un prétraitement ainsi que des unités de traitement des boues et des eaux importantes. Par ailleurs, elle est difficile à cadrer et l'introduction de produits chimiques (notamment dans les eaux souterraines) pose la question du devenir et de l'élimination des produits dans le temps.. Les procédés et les moyens techniques et matériels sont d'ailleurs pour la plupart encore au stade de la R&D

Le procédé est également assez onéreux et le projet est d'autant plus coûteux que les concentrations sont importantes et que la consommation d'oxydants et de réducteurs est élevée.

### ✓ **Les phytotechnologies au banc d'essai**

Les phytotechnologies ou techniques de Phytoremédiation font l'objet de plusieurs projets de recherche. La Phytoremédiation consiste à employer des plantes pour traiter les sols pollués par dégradation, transformation, volatilisation ou stabilisation. D'une manière générale, les composés inorganiques sont immobilisés ou extraits alors que les composés organiques sont dégradés. Selon l'action des plantes, il s'agira de phytoextraction (extraction des polluants par les plantes), phytostabilisation (immobilisation des polluants d'un sol contaminé) ou phytodégradation (transformation des polluants par les plantes).

Un guide a été publié par l'ADEME et l'INERIS, traitant de l'état de l'art et de la mise en œuvre des phytotechnologies. Pour chacune des techniques de Phytoremédiation, les aspects techniques, pratiques mais aussi financiers sont présentés et des projets pilotes sont mis en avant, tels que :

- Le traitement de phytostabilisation de l'ancienne mine aurifère de Salsigne (pollution à l'arsenic) ;
- La phytoextraction sur le site des Avinières (ancien site de Metaleurop pollué au zinc, plomb, cadmium et arsenic) ;
- Le site de Homécourt du GISFI sur lequel est testé la rhizodégradation (site pollué aux HAP, zinc, plomb et chrome).

Il est à noter cependant que ces nouvelles techniques au banc d'essai posent des problématiques nouvelles de gestion / surveillance sur du long terme. En effet, les sites sont immobilisés pendant plusieurs années avec des plantes dans lesquelles les concentrations aux polluants peuvent être très élevées. La surveillance et la mise en sécurité du site sont donc importantes et nécessitent un suivi, de même que la gestion de la biomasse polluée.

Par ailleurs, ces techniques ne sont applicables que sur certaines configurations de sites bien définies (sites de grande ampleur et sans pression foncière), ainsi que sur certains types de polluants et sur une couche superficielle du sol, ce qui limite l'utilisation des phytotechnologies.

## **3. Perspectives pour le marché de la dépollution des sites et sols pollués**

### ✓ **Une évolution difficile à prévoir**

Selon les acteurs interrogés, les perspectives ne sont pas transparentes et dépendent beaucoup des secteurs (industriel, immobilier, public ou privé) Si l'année 2013 avait commencé difficilement (notamment au premier semestre), les acteurs interrogés s'accordent sur le fait que l'année 2014 devrait présenter de meilleurs résultats (notamment du fait de l'augmentation de la demande depuis juin 2013). Au niveau de la dépollution, notamment, des tendances contraires vont s'opposer et les volumes n'étant pas estimés, il reste difficile de prévoir une évolution précise :

- Le secteur public devrait continuer à réduire sa demande en matière de dépollution
- Le secteur industriel, à l'inverse, tendrait à augmenter le nombre de chantiers de dépollution, notamment avec une prise de conscience des industriels qui dépolluent de plus en plus leurs sites en activité (et non plus seulement leurs sites en cessation d'activité). La demande commence déjà à être marquée sur le traitement des eaux souterraines.
- Un ralentissement de la demande du secteur de l'immobilier est attendu. Aujourd'hui, la demande est forte et la pression foncière est importante. Mais les acteurs prévoient une diminution de la pression foncière et donc une diminution du nombre de dossiers à sortir dans les prochaines années.

Sur le marché des études, une croissance est anticipée avec une meilleure considération des études. Il semblerait que les acteurs assistent à une meilleure compréhension de la nécessité de réaliser des études complètes et de qualité afin de sélectionner au mieux les techniques de dépollution et de réduire le coût ou le surcoût de la dépollution. Les enjeux financiers étant de plus en plus forts, la sélection de la technique de dépollution sera de plus en plus stratégique et, de fait, les entreprises d'ingénierie devraient profiter de cette

croissance. Elles voient réapparaître de gros chantiers depuis 2012. L'apparition de ces chantiers important est, selon eux, due à une poursuite de la désindustrialisation.

#### ✓ **L'émergence de nouveaux polluants**

Les prochaines années verront également la croissance des chantiers de dépollution sur de nouveaux polluants chimiques. Si depuis la mise en place de la réglementation, la gestion des polluants de types HCT, HAP ou métaux lourds est systématiquement considérée du fait de leur forte occurrence sur les sites industriels, certains polluants moins fréquents, liés à des activités plus récentes, pourraient représenter des voies de croissance du marché. C'est par exemple le cas de sites pollués par le perchlorate d'ammonium, soupçonné d'être un perturbateur endocrinien.

Les Polluants Organiques Persistants, aussi dénommés POP sont également pressentis comme les prochains polluants qui pourraient appuyer la croissance du marché de la dépollution, puisque les POP présentent des impacts nuisibles prouvés sur la santé humaine et sur l'environnement. Parmi ces polluants, on citera comme exemples les PCB, l'hexachlorobenzène, les dioxines / furannes .... Par ailleurs, ces molécules ont la particularité d'être très résistantes aux dégradations biologiques naturelles.

Enfin, les pesticides qui pourraient également ouvrir un nouveau secteur d'activité, principalement dans la gestion des eaux souterraines, mais dont les aspects de responsabilité sont généralement confus.

#### ✓ **Les évolutions réglementaires liées au projet de loi ALUR<sup>19</sup>**

Dans le cadre de la discussion du projet de loi pour l'Accès au Logement et un Urbanisme Rénové (ALUR), le Sénat a voté un amendement le 26 octobre 2013 qui insère un nouvel article 84 bis dans le projet de loi. Cet article introduit de nouvelles mesures :

- *Le principe du tiers payeur* : Cette disposition est une évolution du principe pollueur-payeur puisque les exploitants d'ICPE pourront être autorisés à transférer leur obligation de remise en état du site à un tiers volontaire (sous le contrôle de l'administration et sous certaines conditions définies dans le projet texte de loi). Cette nouvelle mesure pourra permettre une plus grande flexibilité sur certains sites, favorisant notamment la réhabilitation des friches industrielles pour les rendre constructibles.
- *La création de zones de vigilance* : Des « zones de vigilance » seront définies par le Préfet de chaque département et annexées aux documents d'urbanisme permettant ainsi de cartographier les zones à risque de pollution des sols. Pour ces zones, des études de sol et des mesures de gestion de la pollution seront rendues obligatoires pour tout dépôt de permis de construire. Ces obligations qui visent à assurer la compatibilité entre l'état des sols et leur usage futur devront être réalisées par un bureau d'étude certifié qui fournira une attestation nécessaire à l'obtention du permis de construire.
- *L'information acquéreur/locataire* : Le nouvel article du projet de loi introduit l'obligation d'informer l'acquéreur ou le locataire par écrit en cas de vente ou de location d'un terrain situé en zone de vigilance.

Il est probable que le marché des sites et sols pollués soit positivement impacté par les mesures de l'article 84bis. En effet, une hausse de la demande en étude et ingénierie peut être anticipée en lien avec les obligations incombant aux zones de vigilance. De même, le passage du principe du pollueur-payeur au principe du tiers payeur pourra accélérer le marché de la dépollution des friches industrielles, du fait du déblocage possible de certaines situations.

<sup>19</sup> <http://www.actu-environnement.com/ae/news/sols-pollues-parlement-loi-alur-pollueur-payeur-19806.php4>

## 4. Vers une dépollution durable ?

La question de la durabilité des mesures de dépollution mises en œuvre est de plus en plus souvent citée dans les échanges internationaux. Des travaux de fond sont menés par diverses associations ou organismes afin de faire évoluer les méthodologies, les modes de gouvernance ou encore les techniques dans une optique de développement durable.

Dans le cadre de la présente étude, des travaux sont menés par Ernst & Young afin d'identifier les avancées sur le sujet et de restituer une synthèse de l'état des lieux en matière de dépollution durable. L'ADEME, en partenariat avec le cabinet Ernst & Young, a notamment organisé le 7 octobre 2013 une demi-journée de restitution sur les travaux menés par le BRGM et les outils et méthodes développés. Cette demi-journée a également été l'occasion de présenter les travaux de recherche et les outils en cours de développement par le BRGM, notamment le projet SOLENV ou encore l'analyse multicritères. Plus d'une vingtaine de sociétés parmi des sociétés de travaux, des sociétés d'ingénierie, des maîtres d'ouvrage et des équipes de recherche étaient présentes à cette demi-journée sur le thème de la dépollution durable.

### 4.1. « Dépollution verte » ou « dépollution durable » ?

La gestion des sols contaminés s'est historiquement et majoritairement basée sur la prévention de risques pour la santé humaine et l'environnement. La démarche de gestion de la pollution consiste à s'assurer ainsi que la qualité du site correspond à l'usage prévu. L'intérêt est donc purement orienté vers la santé humaine et l'environnement. Plus récemment, dans un contexte de crise écologique et sociale, l'intérêt pour le sujet de la dépollution a été étendu aux conséquences sociales et économiques des activités de gestion des risques, ainsi qu'à des enjeux de bénéfices plus élargis. Dans cette perspective, de nombreuses réflexions sont menées pour rendre les pratiques de dépollution exemplaires.

La réduction du risque sanitaire, même si elle reste le principal objectif, n'est plus le seul élément considéré : les impacts environnementaux, sociaux et sociétaux sont à considérer également dans la politique de gestion des risques, non seulement comme objectif à atteindre, mais également dans les moyens mis en œuvre au cours du chantier de réhabilitation.

Il existe différents concepts et différentes définitions qui gravitent autour de la « dépollution durable ». Ainsi, selon le « Sustainable Remediation Forum » (SuRF), la **dépollution durable** est le fait d'établir, en termes d'indicateurs économiques, sociaux et environnementaux, qu'un équilibre existe entre les impacts liés aux activités de dépollution et les bénéfices issus de la dépollution. De manière très globale, le concept de dépollution durable (« Sustainable remediation ») est donc basé sur la réalisation d'un bénéfice net global sur l'ensemble de critères environnementaux, économiques et sociaux jugés comme représentatifs d'un contexte de durabilité.

Le concept connexe de « **dépollution verte** » (« green remediation ») a été développé aux Etats-Unis par l'US Environmental Protection Agency (US EPA) et se concentre sur la réduction ou l'atténuation des impacts environnementaux des activités de dépollution. Selon l'EPA, la dépollution verte est l'action de prendre en compte tous les effets sur l'environnement de la dépollution d'un site pendant chaque phase du projet et d'intégrer des stratégies pour maximiser l'avantage environnemental net de la dépollution. Cependant, il est à noter que le cadre réglementaire américain inclut des exigences en matière de durabilité du projet : par exemple, dans le cadre du « Superfund Site Remediation », ce programme exige réglementairement que les communautés locales soient intégrées dans les décisions et dans l'implémentation de la réhabilitation du site.

Les thèmes traités par la dépollution verte dans le cadre de l'US EPA sont au nombre de 5 et reprennent l'ensemble des sujets environnementaux compris dans la notion de développement durable : énergie, air et atmosphère, eau, écosystèmes et enfin, matériaux et déchets. Ces sujets sont les mêmes que les sujets environnementaux traités par la dépollution durable.

## 4.2. L'application du concept de dépollution verte : une première étape

Les paragraphes suivants détaillent le projet de recherche SOLENV du BRGM ainsi que quelques autres initiatives européennes, comme les travaux réalisés par l'OVAM (Belgique).

### 4.2.1. SOLENV, l'outil développé par le BRGM

#### ✓ Objectifs de l'outil

L'enjeu du projet SOLENV est de développer une base méthodologique permettant d'évaluer les bénéfices et les impacts environnementaux d'un projet de dépollution sur le plan environnemental. Cette méthodologie a pour but d'intégrer les pressions faites sur l'environnement, les impacts sur les fonctions des sols selon les différents types d'usages ultérieurs. Le principe de la démarche développée par le BRGM est de prendre en compte l'ensemble des impacts environnementaux des techniques de traitements afin de comparer ces techniques. La démarche se positionne en parallèle des démarches déjà existantes (EQRS, Analyses de risques résiduels,...).

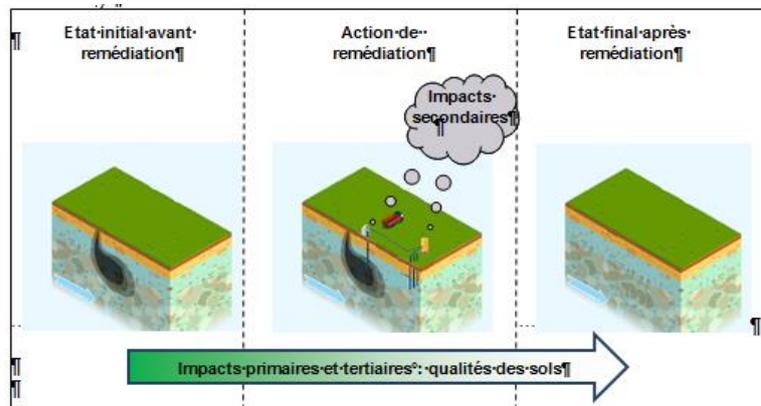


Figure 14 : Schéma de principe résumant les étapes du projet SOLENV (Source : rapport de Synthèse du projet SOLENV, ADEME/BRGM)

#### ✓ Des impacts primaires aux impacts tertiaires

La méthodologie repose sur l'évaluation des impacts environnementaux de 3 niveaux. Les **impacts primaires** sont les impacts qui sont directement liés à la présence de contaminants dans les sols et ou les eaux souterraines et aux risques qu'ils engendrent. L'impact de la technologie de dépollution s'estime sur la base du gain du traitement en termes de temps et de réduction des risques.

**Les impacts secondaires** résultent de la mise en œuvre des techniques de remédiation. Ces impacts secondaires peuvent être directs et associés aux rejets dans les milieux « eau », « air » et « sol » ou indirects résultant, par exemple, de la production de réactifs utilisés par le traitement. Pour évaluer les impacts secondaires de chaque technique, l'approche de comparaison est basée sur la méthode d'analyse de cycle de vie :

- Définition du champ d'étude et des objectifs ;
- Inventaire du cycle de vie ;
- Analyse des impacts.

Sur chacun des impacts identifiés, il est encore une fois possible de classer les différentes techniques de dépollution.

Enfin, **les impacts tertiaires** sont liés à la qualité des sols et à leurs fonctions. Ces impacts tertiaires permettent d'évaluer les conséquences de la mise œuvre des techniques sur les fonctions des sols et les services écosystémiques associés (fonction de support, recharge en eaux des nappes, épuration des eaux, pouvoir tampon, séquestration du carbone...). Alors que les méthodologies d'évaluation de la qualité de l'air

et des eaux sont bien établies, les protocoles d'évaluation de la qualité des sols sont quasiment inexistantes. L'objectif poursuivi par cette partie du projet SOLENV consiste à proposer une méthodologie permettant d'évaluer l'impact des techniques de remédiation sur la qualité de sols et de traduire leur fonctionnement au travers de l'évaluation d'un certain nombre d'indicateurs, classés selon 3 catégories (physique, chimique ou biologique) et déclinés selon les usages.

#### ✓ *Perspectives de développement de l'outil*

L'évaluation des impacts primaires se fait sur la base d'une Analyse des Risques Résiduels (ARR) et pourrait être complétée par une analyse des risques écologiques. L'évaluation des impacts secondaires peut être déduite de l'Avant-Projet Détaillé des travaux de dépollution (APD). Enfin, l'évaluation des indicateurs de qualité des sols, même si elle ne peut se faire quantitativement a priori, devrait requérir un faible investissement car les paramètres à quantifier en vue d'évaluer les technologies de traitement sont, pour certains, déjà mesurés pour mettre en œuvre lesdites technologies.

La méthodologie développée dans le projet SOLENV pourrait être appliquée, à titre exploratoire, sur un ou plusieurs cas concrets à l'échelle d'un site pollué en zone urbaine (petite taille à forte pression immobilière) et d'un site de plus grande taille (mégasite éventuellement) afin d'évaluer la pertinence de l'approche sur des cas concrets et différenciés tant du point de vue du choix de l'état de référence que de l'horizon temporel à considérer (du point de vue des impacts sur les fonctions de sols). De nombreux travaux seront nécessaires en vue de transférer cette démarche de l'état de « recherche exploratoire » à l'état « d'outil opérationnel » dédié aux acteurs du terrain.

#### **4.2.2. Focus : Les outils développés par l'OVAM en Flandres**

L'OVAM est une société publique en charge de la gestion des déchets sur le territoire flamand. Dans son cadre de responsabilités, l'OVAM est également en charge de la gestion des sols. Pour mettre en œuvre la durabilité dans la gestion des sols contaminés, l'OVAM a adopté une approche en trois volets :

- Fournir des lignes directrices pour l'évaluation de l'assainissement écologique et durable ;
- Le co-financement de projets de démonstration ;
- La conduite de projets de réhabilitation verte menée par l'OVAM.

#### ✓ *Lignes directrices pour l'évaluation de la dépollution verte*

En collaboration avec les parties prenantes d'un projet, l'OVAM a élaboré des lignes directrices pour l'évaluation environnementale de la réhabilitation de friches, tout en incluant des aspects de durabilité et de planification à long terme du projet.

Les orientations générales de l'OVAM proposent principalement un protocole d'évaluation BATNEEC pour les techniques de dépollution. Ce protocole implique notamment une analyse multicritères (MCA) qui doit être réalisée pour un minimum de 3 techniques de dépollution. Cet exercice de comparaison contient des critères liés à la qualité de l'environnement, mais également des critères financiers et techniques.

Récemment, une nouvelle analyse MCA a été proposée afin d'inclure plus explicitement des objectifs liés au réchauffement climatique ainsi qu'à l'utilisation raisonnée de matières premières. Parmi les nouveautés de l'analyse, un calculateur CO<sub>2</sub> est proposé afin d'estimer l'impact environnemental de l'utilisation de matières premières secondaires ; un critère « production de déchets non recyclables » a également été rajouté à l'analyse multicritères. L'outil donne également des informations sur les parties du processus de dépollution les plus émettrices de CO<sub>2</sub>.

**Il est à noter que l'utilisation de cet outil a été rendue obligatoire en Octobre 2013 sur tous les projets de dépollution de sols et eaux pollués en Flandres.**

#### ✓ *Une évolution possible vers la dépollution durable ?*

Si, pour le moment, l'OVAM se concentre sur les aspects environnementaux, des critères plus durables pourraient être rajoutés dans le protocole d'évaluation BATNEEC. A partir des travaux du Surf UK, certains indicateurs pourraient être adaptés au cas de la Flandres et intégrés dans l'outil.

### 4.3. Pour une prise en compte globale des enjeux : le développement de la réhabilitation durable

#### 4.3.1. Les travaux réalisés par le réseau SuRF et le Commun Forum

SuRF (Sustainable Remediation Forum) est un réseau développé dans plusieurs pays dont l'objectif est de préparer la réhabilitation durable. Composé principalement d'experts, de consultants, d'universitaires, d'instituts de recherche et de législateurs, ce réseau est déployé dans plusieurs pays, notamment en Italie, aux Pays-Bas et en Grande-Bretagne.

- En Italie, le premier atelier de travail SuRF s'est déroulé lors de la conférence RemTech Italy en Septembre 2012. L'enjeu en Italie est de poser les références sur le statut de la réhabilitation durable.
- Le sujet traité par SuRF-NL (Pays-Bas) est plus large que la dépollution durable, puisque le réseau cherche à développer le sujet de la gestion durable des sols. Un livre blanc avait été publié en 2011 par SuRF-NL et les travaux actuels s'attachent à revoir des cas d'étude.
- Le réseau anglais est un des réseaux les plus développés. Après avoir publié en 2010 le premier cadre de définition de la dépollution durable, puis un guide sur les indicateurs de dépollution durable en 2011, SuRF-UK publie actuellement une série de cas d'étude. L'objectif de ces fiches est d'identifier les bonnes pratiques de dépollution durable.
- Le réseau est également en train de s'étendre en Asie avec la création de 3 nouveaux SuRF en Chine, à Taiwan et au Japon

Le Common Forum est constitué d'un réseau de conseillers et d'experts dans les politiques de dépollution des sols. Son objectif est à la fois d'aider au lancement et au suivi de projets entre ses différents membres, mais aussi d'être une plateforme d'échanges autour des politiques, recherches en cours, techniques existantes et gestions de terres polluées.

Plusieurs initiatives (par exemple Surf- UK, Nicole, surf- NL) soulignent l'importance de considérer la dépollution durable au début de la prise de décision. Pour développer cette approche, le réseau SuRF s'appuie sur de nombreux événements d'envergure : la deuxième conférence internationale sur la dépollution durable s'est déroulée en Novembre 2012 en Autriche : le rassemblement SURF 21 s'est également tenu en Décembre 2012 à Washington. De manière plus générale, le sujet semble prendre de l'importance et NICOLE et le COMMON FORUM prévoient de nombreuses conférences sur la dépollution durable dans les prochaines années.

#### 4.3.2. Focus sur le cas de l'Autriche

En 2009, face aux prévisions d'augmentation du nombre de sites pollués et de limitation des moyens financiers pour l'assainissement de ces sites, le Ministère de l'environnement autrichien, en charge du fond national de réhabilitation (Remediation Fund), a déclaré soutenir l'intégration du concept de dépollution durable dans l'assainissement des sites contaminés. En ce sens, un nouvel outil d'aide à la gestion des sites contaminés a été développé dans le but d'intégrer des critères de développement durable dans l'analyse « coût-efficacité » des différentes techniques exploitables. L'intégration de ces critères a été rendue possible par un système de pondération et de hiérarchisation des différents impacts, après discussion avec de nombreuses parties prenantes.

L'utilisation de cet outil a été rendu obligatoire depuis 2012 lorsqu'une demande de financement est réalisée auprès du fond national de réhabilitation. Cet outil est aujourd'hui plus un outil d'aide à la décision qu'un outil de prise de décision car repose sur un certain nombre de facteurs subjectifs (notamment le choix de la pondération des critères de développement durable). Cependant, d'après les premiers retours d'expérience, cette méthodologie a conduit à des conclusions satisfaisantes. De plus, elle a été bien acceptée par les praticiens, du fait de leur implication dans le développement de l'outil dès la phase de réflexion.

# ANNEXES



# 1. Annexe 1 : Précisions sur le périmètre et la méthodologie de l'étude

## 1.1. L'outil de collecte des données : le kit d'enquête

Les données de marché ont été collectées auprès des acteurs listés dans le rapport à l'aide d'un kit d'enquête envoyé par e-mail fin mars 2013 pour les sociétés hors UPDS. Le questionnaire a été diffusé par l'UPDS fin janvier 2013 pour les sociétés de l'UPDS. Afin de gagner en précision et en informations qualitatives, le questionnaire d'enquête a été revu pour la collecte des données 2012. Il comprend :

- une lettre d'information présentant l'étude ;
- un engagement de confidentialité ;
- un guide méthodologique présentant le contexte et les objectifs de l'étude, précisant les informations attendues et la démarche à suivre pour renseigner le questionnaire afin de cadrer la collecte et d'assurer l'homogénéité des résultats ;
- un questionnaire de collecte au format Excel comprenant 4 onglets :
  - « Questionnaire Sols », pour les tonnages traités et coûts de traitement des sols ;
  - « Questionnaire Eaux », pour les volumes traités et coûts de traitement des eaux ;
  - « Approche verte », pour la description de la démarche environnementale mise en place sur les chantiers
  - « Chantiers de référence », pour les propositions de chantiers de référence pour faire l'objet de l'élaboration d'une fiche de présentation publiée sur le site internet de l'ADEME et dans ce rapport.

Le principal changement dans le questionnaire par rapport à l'enquête précédente est son approche par polluant : les acteurs ont eu le choix de renseigner les données par type de polluants traités plutôt que par chantier, comme cela était le cas en 2010.

### 1.1.1. Techniques et filières de traitement des sols et eaux souterraines proposées

La liste des techniques et filières du questionnaire a été constituée à partir de la liste de l'étude précédente afin d'assurer la comparabilité des données sur les deux périodes. Celle-ci a toutefois été à nouveau présentée et discutée avec l'ADEME, le BRGM et des acteurs du marché et les techniques suivantes ont été ajoutées ou leur dénomination a été modifiée :

- La Phytoremédiation sur site : cette technique de traitement des sols pollués a été ajoutée en 2012 ;
- L'appellation « biocentres » remplace l'appellation « installation de traitement biologique » ;
- L'appellation « installation de traitement thermique » remplace « installation de désorption thermique » ;
- Les techniques sur site de traitement après pompage des eaux polluées ont été remplacées par deux catégories : « pompage-écrémage » et « pompage et traitement » ;
- Le « confinement hydraulique sans traitement » a été rajouté en question quantitative pour les eaux souterraines polluées.

Les codes des techniques sur site et in situ définis par la norme de la profession ont par ailleurs été précisés.

La liste définitive est présentée ci-dessous, les techniques nouvellement intégrées à l'étude étant marquées d'une \* et celles dont l'intitulé a été modifié de \*\* :

Techniques et filières de traitement des sols	Techniques et filières de traitement des eaux souterraines
<b>In situ</b>	<b>In situ</b>
Venting-Bioventing	Sparging-Biosparging
Traitement thermique	Extraction multiphasique
Bioaugmentation / Biostimulation	Bioaugmentation / Biostimulation
Phytoremédiation	Oxydation / Réduction in situ
Phytostabilisation	Barrière Perméable Réactive
Oxydation/Réduction chimique	Atténuation naturelle contrôlée
Stabilisation physico-chimique	<b>Sur site</b>
Lavage de terres	Pompage – écrémage*
Confinement	Pompage et traitement*
<b>Sur site</b>	<b>Autre</b>
Confinement	Confinement hydraulique sans traitement
Biodégradation	
Traitement chimique	
Lavage de terres	
Traitement thermique	
Phytorémédiation*	
Stabilisation physico-chimique	
<b>Hors site</b>	
Installation de lavage de terres	
Installation de traitement thermique**	
Installation de stabilisation physico-chimique	
Biocentre**	
Installation d'incinération	
Cimenterie	
<b>Installations de stockage</b>	
Installation de Stockage de Déchets Dangereux	
Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux	
Installation de Stockage de Déchets Inertes	

Tableau 12 : Liste des techniques et filières de traitement des sols et eaux souterraines retenues pour l'étude

### 1.1.2. Définition des quantités et des volumes

Afin de permettre une exploitation des données la plus juste possible, des règles et définitions ont été précisées dans le questionnaire et dans le guide méthodologique :

- **Multiplicité des intervenants sur un chantier** : pour éviter tout double-comptage entre les traitements réalisés par une société de travaux et ceux suivis par une société d'ingénierie par exemple, chaque acteur n'a renseigné que **les tonnages et volumes traités en propre par chacune des sociétés en 2012** ;
- **Chantier de plusieurs années** : plusieurs cas de figure sont à distinguer :
  - **Pour les techniques de traitement des terres in situ**, les volumes traités en place ne doivent être indiqués dans le tableau qu'une seule fois, c'est à dire lors du démarrage du chantier ;
  - **Pour les techniques sur site et hors site de traitement des sols**, les terres traitées ou gérées pendant l'année sont à comptabiliser ;
  - **Pour le cas d'un biotierre sur site pluriannuel**, le volume total traité n'est à comptabiliser qu'une seule fois : lors du démarrage du chantier ;

- **Quantité totale traitée et quantité traitée par chaque traitement :**
  - **Quantité totale traitée en 2012 :** les terres et eaux ayant subi plusieurs traitements ne sont comptées qu'une seule fois ;
  - **Quantité traitée en 2012 par traitement :** les quantités traitées par le traitement correspondant sont comptées, en ne reportant les volumes que pour la technique principale de traitement ou de gestion. Cette différence par rapport à la campagne 2010 limite les possibilités de comparaison puisque les volumes étaient reportés en tenant compte des multitraitements lors des études précédentes.
- **Quantité de terres excavées et d'eaux pompées :** les quantités de terre excavées et les volumes d'eau pompés ont été demandés par ailleurs. Les volumes excavés ou pompés, non traités sont exclus des quantités traitées ;
- **Volumes :**
  - Pour les sols : les volumes de sols traités ou excavés sont renseignés en tonnes et une **densité moyenne de 1,8** a été prise pour les conversions.
  - Pour les eaux : Les volumes demandés correspondent aux **m<sup>3</sup> en place** quel que soit le type de technique (in situ ou sur site). Ceci est un changement par rapport à 2010, où pour les volumes d'eau traités par des techniques de pompage sur site, le volume considéré était le volume pompé.  
Le **volume en place** est calculable de la manière suivante: *Volume de la zone saturée x porosité du sol OU surface du chantier x épaisseur de la nappe captée par les piézomètres x porosité du sol.*  
Les volumes d'eau traités sur site en 2010 et 2012 ne sont donc pas directement comparables.  
Cas particulier de l'écrémage : le **volume de produit récupéré** a été demandé en sus du volume en place.

### 1.1.3. Coûts

Les définitions des coûts des techniques ont été complétées comme suit :

- **Coût total moyen d'un traitement (en €/t ou en €/m<sup>3</sup>) :** le coût global d'une technique ou filière comprend l'ensemble des prestations, depuis la rédaction du cahier des charges<sup>20</sup> jusqu'à la réception du rapport de fin de chantier. Il ne comprend pas les coûts liés aux études préalables (études de risque et diagnostic).
- **Répartition du coût total selon trois types de charges :** la répartition du coût selon les charges exceptionnelles, récurrentes et liées aux études n'a pas été demandée dans le questionnaire d'enquête sur les données 2012. En effet, ces informations ne sont pas très variables d'une année sur l'autre. La répartition moyenne des coûts obtenue lors de l'enquête sur les données 2008 a été reprise et appliquée aux coûts moyens 2012 de chaque technique, dans les fiches de synthèse par technique présentées au chapitre 5 du rapport.

Les définitions des charges utilisées lors de l'enquête 2008 sont les suivantes :

- **Charges exceptionnelles** correspondant au coût de la phase initiale (phase pilote, mise en place du chantier : installation d'une unité de traitement, préparation du terrain) et intervenant de façon unique (au démarrage du chantier par exemple) ;
- **Charges récurrentes** correspondant au coût de la phase « chantier » (traitement (matériel, main d'œuvre, réactifs ou produits), élimination des déchets), à renouveler au cours du traitement ;

<sup>20</sup> La définition du coût global comprenant l'ensemble des charges « du cahier des charges au rapport final » est celle qui figurait dans le questionnaire envoyé aux sondés. Toutefois, précisons que dans le cas général où la rédaction du cahier des charges est menée par le commanditaire, les coûts annoncés ne comprennent pas cette prestation. Ces coûts sont en revanche inclus lorsqu'un prestataire recherche une filière de traitement hors site.

- **Charges liées aux études (hors études de risques sanitaires préalables au chantier) et suivi de la dépollution** correspondant aux coûts des analyses et prestations intellectuelles (rédaction de rapports, réunions sur site).
- **Évaluation des coûts** : les coûts ont été demandés par technique aux acteurs.
- **Coûts connexes** correspondant aux coûts moyens relatifs au transport et à l'excavation des terres : ces coûts ont également été collectés dans le questionnaire, indépendamment des coûts de traitement.
- Tous les coûts ont été comptabilisés **hors taxes**.

#### 1.1.4. Informations supplémentaires

Le questionnaire d'enquête a été complété de questions quantitatives et qualitatives permettant d'étoffer l'interprétation des données et de mieux comprendre le marché de la dépollution en 2012 :

- **Nombre de chantiers réalisés en 2012** ;
- **Répartition du chiffre d'affaire lié aux travaux par type de clients** : la répartition des maîtres d'ouvrage a été demandée en pourcentage entre les choix suivants « Industriels », « Aménageurs privés » et « Aménageurs publics ».
- **Polluants traités** : les volumes de terre et d'eaux souterraines ont été reportés en fonction du polluant majoritaire traité ou géré par la technique principale. En cas de multi-pollution, le polluant déterminant le choix de la technique et/ou le prix a été reporté.
- **Nombre total de km parcourus pour le transport des terres hors site (uniquement pour le traitement des terres polluées)** : le nombre de kilomètres parcourus n'est à compléter que dans le cas de transfert de terres hors site et correspond au nombre de kilomètres parcourus par les camions lors de leurs allers-retours entre le site et le centre de traitement. Ces informations permettent d'apprécier l'impact moyen du transport sur les chantiers de dépollution et les modes de transports utilisés (voie routière, fluviale ou ferrée).

#### 1.1.5. Approche verte

Un onglet « **Approche verte** » a été intégré au questionnaire. Les acteurs peuvent y décrire les mesures mises en œuvre sur les chantiers de dépollution, au regard des impacts suivants :

- Émissions de gaz à effet de serre (directes et indirectes),
- Autres émissions (poussières...),
- Consommation d'énergie (électrique, thermique, ...),
- Dégradation de la qualité des sols (nutriments, érosion),
- Perturbation des systèmes hydrogéologiques (pollution accidentelle, augmentation niveau de la nappe...),
- Génération de déchets,
- Atteinte à la biodiversité (suppression de la végétation, disparition d'espèces locales...),
- Nuisances sonores, olfactives et/ou visuelles,

Les informations fournies par les acteurs ont permis d'apprécier le niveau de maturité du secteur de la dépollution des sites et sols pollués vis-à-vis des problématiques de développement durable.

## 1.2. La phase de validation : travail avec un panel de 5 acteurs du marché

En amont de l'enquête auprès des acteurs de la dépollution, des entretiens ont été réalisés auprès d'un échantillon de 5 acteurs menant des travaux de dépollution. La sélection de cet échantillon a veillé à favoriser les acteurs ayant réalisé le plus grand nombre de chantiers, à renouveler le panel par rapport à l'étude précédente et à assurer une adéquate représentativité du marché français de la dépollution :

- SITA REMEDIATION (SUEZ ENVIRONNEMENT) ;

- COLAS ENVIRONNEMENT ;
- SERPOL ;
- NAVARRA TRAVAUX SPECIAUX;
- INOVADIA.

Ces entretiens avaient pour objectifs de :

- Finaliser la liste des techniques à inclure dans le périmètre de l'enquête ;
- Compléter et valider l'ensemble du kit d'enquête et en particulier le questionnaire ;
- Appréhender les évolutions du marché de la dépollution sur la période 2010-2012 que pourraient refléter les données de l'enquête ;
- Echanger sur les perspectives du marché de la dépollution des sites et sols pollués pour les années à venir.
- Echanger sur le niveau de maturité du marché vis-à-vis du Développement Durable et identifier les principaux impacts des chantiers de dépollution des sites et sols pollués ;

Une fois ce panel d'acteurs consulté, la méthodologie d'enquête et le kit d'enquête ont été validés durant le comité de pilotage.

### **1.3. La collecte des informations : optimisation de la couverture du marché**

#### **1.3.1. Organisation de la collecte et taux de retour**

Le kit d'enquête, une fois validé et testé, a été envoyé électroniquement à l'ensemble des acteurs retenus fin mars 2013 pour les acteurs hors UPDS (cf. Tableau 1, page 13). Le questionnaire a par ailleurs été diffusé en interne par l'UPDS fin janvier 2013. Des relances ont été menées tout au long de l'enquête par mail et par téléphone afin d'optimiser le taux de retour, à la fois en interne à l'UPDS et par Ernst & Young pour les acteurs hors UPDS. Une étroite collaboration avec les représentants des acteurs du marché que sont l'UPDS et l'ATILH a permis de mobiliser les acteurs autour de cette étude et de l'enquête associée.

Le Tableau 3 page 16 recense les retours obtenus sur les questionnaires d'enquête.

#### **1.3.2. Difficultés liées à la collecte et à l'interprétation des informations**

Plusieurs difficultés ont été soulevées par les sondés :

- Lorsque la société est divisée en plusieurs agences, les données ne sont pas toujours consolidées à l'échelle nationale ;
- La répartition quantités de terres / quantités d'eaux traitées n'est pas évidente pour les techniques de traitement in situ ;
- Pour les sociétés de petites tailles, les ressources humaines sont limitées pour répondre à ce type d'enquête et les sollicitations sont nombreuses ;

Par ailleurs, une difficulté supplémentaire est à souligner quant à l'interprétation des résultats : l'effet « pépite » de certains chantiers, peut faire varier de façon non négligeable la répartition des techniques en termes de taux d'utilisation.

### 1.3.3. Changements méthodologiques

Pour la première année, l'UPDS a souhaité centraliser les questionnaires et retourner à Ernst & Young une unique réponse collégiale. Les demandes et relances concernant la participation des adhérents UPDS n'ont pas été réalisées par Ernst & Young, mais ont été prise en charge par l'UPDS, à la demande des adhérents. Par ailleurs, les contrôles d'analyse et de cohérence des données, habituellement menés par Ernst & Young auront été menés en partie par l'UPDS.

## 1.4. Le traitement des données

Pour les questionnaires reçus d'entreprises non adhérentes à l'UPDS, les données collectées ont été validées au travers d'un entretien téléphonique avec chaque entreprise ayant répondu et via des contrôles de cohérence.

Concernant le traitement des données des membres de l'UPDS, seules les données consolidées ont pu faire l'objet d'une analyse critique et comparative par Ernst & Young. Aucun test de cohérence supplémentaire ni aucun retraitement des données n'a été réalisé par Ernst & Young. De par le poids de l'UPDS dans les volumes, il est de ce fait difficile d'appréhender l'incertitude de certaines données présentées dans le rapport, comme cela avait été réalisé lors des années précédentes. **Par conséquent, les interprétations qui sont présentées dans le rapport sont à considérer dans la perspective des limites susmentionnées et avec prudence.**

Les coûts ont également fait l'objet d'une revue critique. Seuls les coûts pour lesquels plus d'une réponse avait été fournie ont été conservés, afin d'approcher une représentativité dans les chiffres avancés.

## 1.5. Validation et interprétation des données finales par un panel d'acteurs

Une fois les données issues des questionnaires consolidées, les résultats préliminaires ont été présentés aux experts du comité de pilotage.

Il a été décidé de mener des entretiens avec des représentants des différents acteurs du marché afin de croiser leur perception du marché de la dépollution des sites et des sols en 2012, de ses évolutions et de ses perspectives à court et moyen terme. Trois entretiens ont été menés avec différents représentants du marché :

- GRS Valtech
- ORTEC Generale de Dépollution
- Arcadis

## 2. Annexe 2 : Sources documentaires

### Sites Internet :

- <http://www2.ademe.fr>
- <http://www.upds.org>
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr>
- <http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr>
- <http://www.insee.fr>

### Rapports :

- Taux d'utilisation et coûts des différentes techniques de traitement des sols et des eaux souterraines polluées en France en 2008, Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par le cabinet Ernst & Young,

### Ouvrages (source des fiches de la partie 5) :

- LECOMTE P. (1998) – Les sites pollués: traitement des sols et des eaux souterraines. Lavoisier, 204 p,
- Techniques de l'ingénieur G2500 - Sites pollués contamination des sols et des nappes phréatiques,
- Techniques de l'ingénieur G2600– Typologie des techniques de réhabilitation des sites pollués,
- Techniques de l'ingénieur G2620 – Traitements biologiques des sols,
- Techniques de l'ingénieur G2630 - Traitement Physico-Chimique - Lavage des sols pollués,
- Techniques de l'ingénieur G2640 – Le confinement des sites pollués,
- Techniques de l'ingénieur G2670 – Techniques de réhabilitation des sites et sols pollués,
- Etude visant à dresser un état des recherches et de l'innovation dans le domaine des techniques biologiques de traitement des sols pollués, ADEME, 2005-2006,
- Techniques de traitement par voie biologique des sols pollués, ADEME,
- Traitement biologiques des sols pollués : recherche et innovation, ADEME 2006,
- La désorption thermique des sols pollués, ADEME,
- Traitabilité des sols pollués ; guide méthodologique pour la sélection des techniques et l'évaluation de leurs performances, ADEME,
- Procédés de confinement appliqués aux sites pollués, ADEME,
- Gérer un site pollué, mode d'emploi, ADEME,
- Les sites pollués : traitement des sols & eaux souterraines, ANTEA Tec&Doc,
- Méthodes de dépollution des eaux souterraines, BRGM.

### Articles et publications :

- Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coût-bénéfices, Juin 2010, BRGM/RO – 58609 – FR
- Réhabilitation des sites et sols pollués à l'horizon 2013, Perspectives de croissance et analyse de la structure concurrentielle par segment de marché, édition octobre 2011, Xerfi
- Friches industrielles et pollutions historiques, Mission d'information et d'évaluation, Lille Métropole
- Les marchés de la réhabilitation des sites pollués (sols, amiante, plombs) – synthèse, édition mai 2008, Xerfi,
- Terres excavées, déchets ou non ?, dossier « la gestion des sites pollués », actu-environnement.com, publié le 24 mai 2010
- Dépollution des sites, Analyse stratégique de la filière, Développer les éco-industries en France, © Copyright BCG 2008, Ministère en charge du Développement Durable
- La relance par les friches, dossier n° 25 - mai 2009, L'ADEME&vous, l'emag à destination des entreprises et des collectivités territoriales.
- La dépollution des sols tirée par la demande foncière, octobre 2007, L'Usine Nouvelle n°307

### 3. Annexe 3 : Lexique des abréviations

- ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
- UPDS : Union des Professionnels de la Dépollution des Sites
- HSE : Hygiène Sécurité Environnement
- CCaSS : Climate Change and Sustainability Services
- ISDD : Installation de Stockage de Déchets Dangereux
- ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
- ISDI : Installation de Stockage de Déchets Inertes
- FNTP : Fédération Nationale des Travaux Publics
- ATILH : Association Technique de l'Industrie des Liants Hydrauliques

*Abréviation des polluants traités :*

- HCT : Hydrocarbures Totaux
- BTEX : Benzènes, Toluènes, Ethyl-benzènes, Xylènes
- COHV : Composés Organo-Halogénés Volatils
- COV : Composés Organiques Volatils
- HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
- PCB : Polychloro-biphénil



## L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la triple tutelle du ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie. Elle participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.



ADEME  
20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01