

SITA REMEDIATION

la terre au sens propre

GRACE

Site de Saillenard (71)

Travaux de dépollution des sols et eaux souterraines

Site GRACE
Rue Maisonneuve
71 580 SAILLENARD

Pour URS FRANCE
97 Cours Gambetta
69 003 LYON



*Offre 2011091046 – Ed1
Proposition technique et financière*

Agence Rhône Alpes / PACA
17, rue du Périgord
69330 MEYZIEU
Tel : +33 (0)4 72 45 02 22
Fax : +33 (0)4 72 45 12 74
www.sitaremediation.fr

S.A.S au capital de 492 106 €
SIRET 379 578 883 00033
RCS LYON B 379 578 883
APE 3900 Z
TVA-FR 20 379 578 883






Proposition technique et financière

Cette offre est conforme à la norme NF X 61-620
Travaux de dépollution - Offre de conception Réalisation



Travaux de dépollution des sols et des eaux souterraines

Nombre d'exemplaires à diffuser : 1
A adresser à : M. CAMSON - URS FRANCE

Version 1	07/10/2011	Etablissement du document
Version	Date	Modifications - Observations
<u>Auteur</u>	<u>Vérificateur</u>	<u>Approbateur</u>
Alexandre BESSE Ingénieur d'Affaires Agence Rhône Alpes / PACA	Sébastien CHAPOTTON Responsable adjoint Agence Rhône Alpes / PACA	Stéphane DELIOT Responsable Agence Rhône Alpes / PACA
		



LABELTERRE, une charte sécurisante

SITA Remediation, expert des sites et sols pollués, a voulu regrouper dans son **Labelterre** un ensemble d'avantages garantis au client avec sa prestation de service, aussi bien en ingénierie qu'en opérations de réhabilitation.

Pour les prestations décrites dans l'offre correspondante, SITA Remediation apporte :

- Un système **qualité ISO 9001** Version 2000 pour toutes nos agences, délivré par DNV, assurant à nos clients une qualité de service et une capacité à satisfaire des exigences.
- Des certifications **MASE – UIC** garantissant un respect strict des mesures de **sécurité** lors de l'intervention, notamment pour l'intervention sur des sites Seveso seuil haut comme les raffineries.
- Une qualification **services QUALIPOL**, suivant la norme AFNOR pour les professionnels des sites pollués assurant des conditions d'exécution, de matériel et de personnel adaptées à notre métier.
- Un système intégré **HSE Hygiène Sécurité Environnement** pour nos prestations sur le site de nos clients.
- Des investissements permanents en **R&D et techniques innovantes** pour apporter la meilleure solution - ou service - au meilleur coût.
- Des prestations s'intégrant dans le cadre de la politique de **Développement Durable** de nos clients intégrant un traitement à la source des polluants et un commerce équitable avec les fournisseurs.
- Des **assurances** RC ainsi qu'une assurance **environnementale** couvrant les dommages à l'environnement pendant nos interventions émanant de compagnies d'assurance de premier rang.
- Une **solidité financière** et une garantie d'exécution des prestations par l'appartenance au groupe **SUEZ Environnement** assurant une pérennité de l'offre et des services à long terme.



SOMMAIRE

I	INTRODUCTION – CONTEXTE DE L’OFFRE	6
II	CONTEXTE D’INTERVENTION ET DONNEES DISPONIBLES	7
1.	Description du site	7
2.	Contexte géologique et hydrogéologie	7
a.	Contexte géologique	7
b.	Contexte hydrogéologique	8
3.	Historique de la pollution et description du site	8
a.	Zone PZ3	8
b.	Zone PZ5	8
III	PROJET DE REHABILITATION	10
1.	Objectifs de dépollution	10
2.	Stratégie de réhabilitation	10
IV	ENGAGEMENTS DE SITA REMEDIATION	11
V	RESERVES	11
VI	TRAVAUX PREPARATOIRES ; Q.H.S.E	12
1.	Démarches administratives	12
2.	Qualité Sécurité Environnement	12
a.	Certifications, politique QHSE, gestion des risques	12
b.	Equipements de protection individuelle	12
3.	Installations de chantier	13
a.	Clôture accès horaires	13
b.	Base vie (Zone verte)	13
c.	Zones de travaux (Zones orange/rouge)	13
4.	Voies de circulation	13
VII	TRAITEMENT DES SOLS DE LA ZONE AMONT DE PZ5	14
1.	Définition de la zone à traiter	14
2.	Travaux préparatoires	14
3.	Excavations des terres polluées	15
4.	Gestion des eaux pendant les travaux	15
5.	Filières de traitement retenues	17
6.	Transport et traçabilité	17
7.	Contrôle des quantités	17
8.	Prélèvements de réception	17
9.	Réfection des réseaux enterrés	18
10.	Remblaiement	18
VIII	TRAITEMENT DES EAUX SOUTERRAINES DE LA ZONE DE PZ5	19
1.	Définition de la zone à traiter	19
2.	Stratégie	19
3.	Objectifs et engagements de SITA Remediation	20
4.	Principe du traitement bioaérobie	20
5.	Dimensionnement	21
6.	Zone d’injection	22
7.	Zone de pompage	22
8.	Traitement du panache	23
9.	Détail technique	24
10.	Les réseaux	24
11.	Sécurité et automatismes	24
12.	Paramètres de suivis du traitement de la zone PZ5	24
IX	TRAITEMENT DES EAUX SOUTERRAINES DE LA ZONE DE PZ3	26
1.	Définition de la zone à traiter	26
2.	Stratégie	26
3.	Objectifs et engagements de SITA Remediation	28

4.....	Principe.....	28
5.....	Dimensionnement des injections.....	30
6.....	Mise en œuvre du traitement par déchloration biologique réductive.....	30
7.....	Paramètres de suivi du traitement	31
X	SYNTHESE : SYNOPTIQUE DES TRAITEMENTS PROPOSES.....	32
XI	UTILITES ET GESTION DES DECHETS	32
1.....	Utilités	32
2.....	Gestion des déchets.....	32
XII	ORGANISATION DU CHANTIER	33
1.....	Moyens humains	33
XIII	PLANNING PREVISIONNEL DE REALISATION	34
1.....	Préparation - Planning prévisionnel	34
XIV	REUNIONS ET RAPPORTS	36
1.....	Comptes rendus	36
2.....	Réunions.....	36
3.....	Rapports de fin de travaux.....	36
XV	PROPOSITION FINANCIERE	36



AVIS AUX LECTEURS

L'information contenue dans le présent document est strictement confidentielle et demeure la propriété de SITA REMEDIATION. Ce document ne doit pas être reproduit en tout ou partie et l'information qu'il contient ne doit pas être divulguée en tout ou partie sans l'autorisation écrite et explicite de SITA REMEDIATION. De plus, aucune information quant à la nature des propriétés industrielles de SITA REMEDIATION qui sont incluses au présent document ne doit être utilisée par le lecteur pour ses fins personnelles ou celles d'une société, groupement ou autre, sans l'autorisation écrite de SITA REMEDIATION.

I INTRODUCTION – CONTEXTE DE L'OFFRE

Le site GRACE de Saillenard était spécialisé dans la fabrication de produits de traitement du béton. Cette activité a impacté les sols et eaux souterraines au droit du site par des hydrocarbures, CAV et composés chlorés.

Une IEM et un plan de gestion ont été réalisés par URS France et des ouvrages complémentaires ont été mis en place récemment. Les conclusions du plan de gestion ont mis en évidence la nécessité de travaux de dépollution au droit du site en vue de son éventuelle cession.

Sur la base des investigations réalisées par URS FRANCE, deux zones polluées principales ont été identifiées : zones respectives des ouvrages PZ3 (zone saturée) et PZ5 (zones non saturée et saturée). A l'heure actuelle, le site n'est plus en activité mais les infrastructures demeurent.

La proposition financière est séparée en 3 parties qui correspondent aux différents compartiments à traiter :

- les sols en amont de PZ5,
- les eaux souterraines dans le secteur de PZ5 (partie centrale du site),
- les eaux souterraines dans le secteur de PZ3 (partie ouest du site).

Ce document constitue la proposition technique et financière de SITA Remediation pour le traitement des sols et de la nappe au droit du site GRACE de Saillenard (71).

II CONTEXTE D'INTERVENTION ET DONNEES DISPONIBLES

1. Description du site

Le site GRACE, est localisé rue Maisonneuve à Saillenard (71), en bordure de la route départementale D140. La majeure partie du site se trouve à l'ouest de la RD140, alors que les bureaux sont situés à l'est. Le site n'est plus en activité depuis 2010. L'environnement du site est composé de forêts, prairies et habitations individuelles. Le ruisseau du Teuil s'écoule à environ 600 m à l'est du site.



Figure 1 : site GRACE de Saillenard (71)

2. Contexte géologique et hydrogéologie

a. Contexte géologique

A l'échelle régionale, le site GRACE de Saillenard repose sur le Complexe des Marnes de Bresse correspondant à une alternance de niveaux argileux, marneux, silteux et parfois sableux.

Au droit du site, les sols sont constitués, depuis la surface vers la profondeur, des formations suivantes :

- des remblais sableux, argileux ou sablo-argileux remaniés de la surface jusqu'à 0,5 à plus de 3 m de profondeur, selon les sondages ;
- de l'argile limoneuse plastique et humide, rencontrée sous les remblais sur l'ensemble des sondages ;
- des sables argileux.

b. Contexte hydrogéologique

Les investigations menées par URS FRANCE ont révélé la présence d'une nappe d'eau souterraine vers 3 – 4 m de profondeur. Les sables argileux aquifères ont probablement des caractéristiques hydrodynamiques relativement faibles.

D'après les cartes piézométriques existantes, les écoulements sont globalement orientés vers le sud sud-est au droit du site.

Il est à noter que des écoulements superficiels (infiltrations) peuvent être observés dans les remblais par temps de pluie.

3. Historique de la pollution et description du site

Le site était exploité par la société PIERI entre 1968 et 2001. L'activité de fabrication de produits de traitement du béton était déjà exercée pendant cette période.

Suite au rachat de GRACE en 2001, l'activité s'est poursuivie jusqu'à 2003 pour les produits de démoulage et aucune activité n'est exercée depuis 2010.

Dans le cadre de l'activité, de nombreux produits ont été utilisés au droit du site.

Deux zones principales de pollution sont identifiées au droit du site :

a. Zone PZ3 :

Aucune source sol active n'a été mise en évidence au cours des différentes phases d'investigation. Seules les eaux souterraines présentent un impact notable (en COHV essentiellement).

Les résultats d'analyses révèlent une biodégradation naturelle effective.

PZ4, localisé à l'aval de PZ3, présente également un impact en COHV. Toutefois les concentrations sont plus faibles.

b. Zone PZ5 :

Une ancienne zone de stockage de produits (cumène, white spirit, huile claire, fioul...) est à l'origine de la pollution. Les fuites ont eu lieu au droit des rétentions béton et d'une canalisation enterrée. Les sols sont relativement impactés adsorbés et peuvent ponctuellement révéler du produit en phase libre. La profondeur moyenne de la limite de pollution s'établit vers 1,5 m et peut ponctuellement être plus profonde.

Les eaux souterraines semblent s'écouler selon un axe nord nord-ouest / sud sud-est (PZ2bis – PZ5) avec un impact notable sur PZ12, en aval immédiat du site.

Les polluants principaux sont les hydrocarbures volatils, les CAV (toluène, éthylbenzène, xylènes, isopropylbenzène, 1,3,5 triméthylbenzène, 1,2,4 triméthylbenzène, n-propylbenzène et n-butylbenzène) et le chlorure de vinyle.

Les différentes zones concernées par la pollution sont schématisées sur la figure 2 présentée en page suivante.

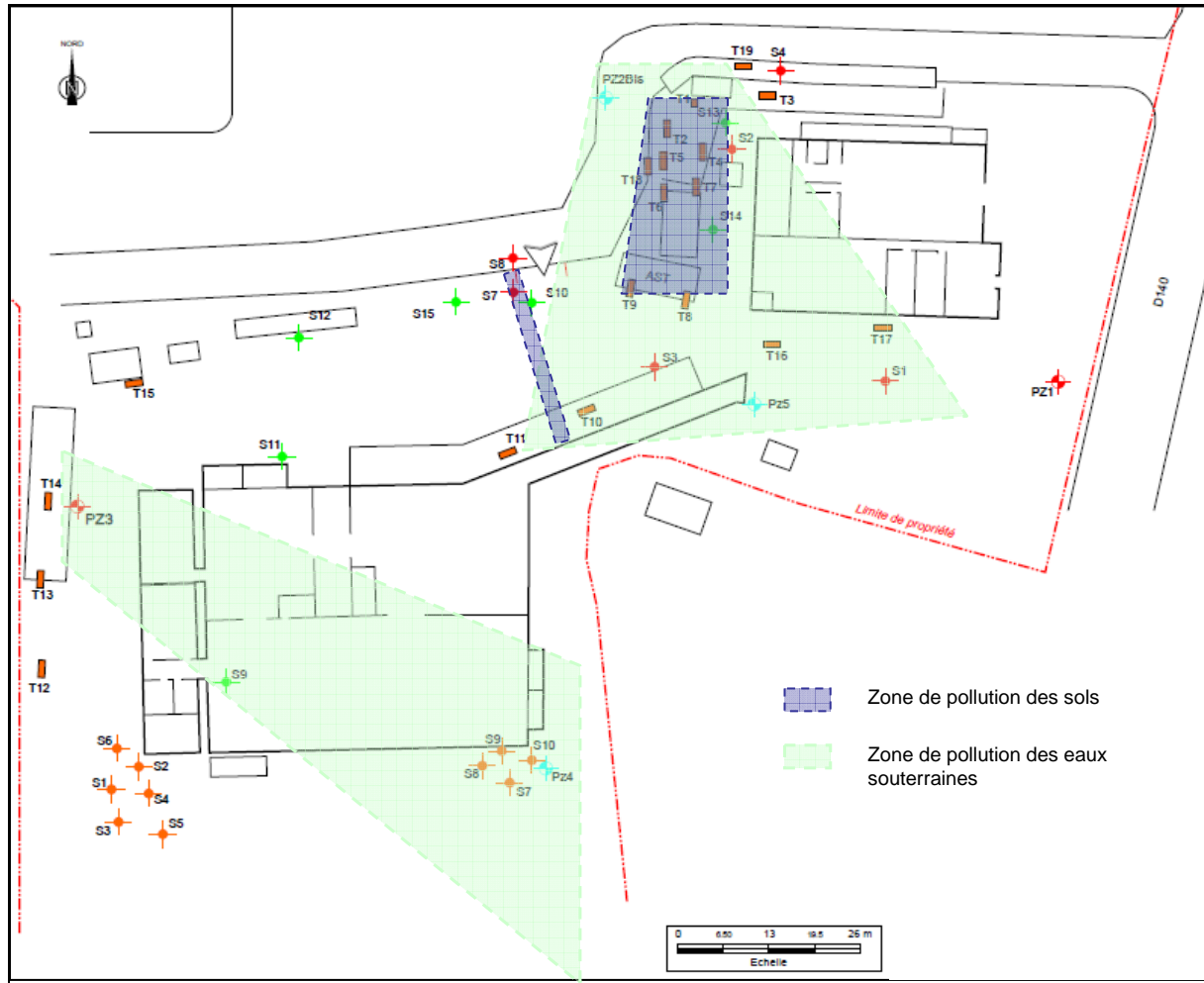


Figure 2 : Localisation des zones impactées

III PROJET DE REHABILITATION

1. Objectifs de dépollution

Au droit du site GRACE de Saillenard, l'objectif des travaux peut être résumé ci-dessous :

- Zone PZ5 : supprimer la source sol en éliminant les matériaux pollués de la zone non saturée puis traiter les eaux souterraines ;
- Zone PZ3 : traiter les eaux souterraines afin d'obtenir des concentrations résiduelles sur site et en amont ;

Les objectifs de dépollution sont fixés par zone.

L'objectif global est de réduire la pollution au droit du site GRACE de Saillenard dans des délais acceptables afin de permettre au propriétaire du site d'envisager une cession de celui-ci.

2. Stratégie de réhabilitation

Aux vus des éléments en notre possession, les différentes zones seront traitées selon les méthodes suivantes :

- SOLS :
 - Zone amont de PZ5 : dépollution de type hors site (excavations et traitement des matériaux en centre agréé) ;
- EAUX SOUTERRAINES :
 - Zone PZ5 : Traitement in situ bioaérobie,
 - Zone PZ3 : Traitement in situ bioanaérobie.

IV ENGAGEMENTS DE SITA REMIATION

L'agence Rhône-Alpes / PACA ainsi que le siège de SITA Remediation sont basés à Meyzieu (69). La proximité avec le site (moins d'1h30) permettra :

- De pouvoir intervenir rapidement en cas de dysfonctionnement des unités de dépollution.
- De pouvoir réagir rapidement en cas de défaillance matériel, de part la présence du **parc matériel national et de ses équipes dédiées** SITA Remediation à **Meyzieu**.

Une équipe sera dédiée au projet et comprendra :

- Un **chef de projet expérimenté**, interlocuteur privilégié pour le Maître d'œuvre du chantier,
- Un **superviseur de projet**, de la direction de l'agence Rhône Alpes / PACA, garantissant ainsi une parfaite continuité du service en cas d'absences du chef de projet (congrés),
- L'appuis des services supports internes à SITA Remediation, via le chef de projet : Laboratoire interne (pilotes d'essais, analyses, ...) ; Centre Matériel (équipements, maintenances, ...) ; QHSE ; Procédé et Modélisation (dimensionnement, modélisations, ...) ; Infographie, ...

Un organigramme détaillé est présenté dans le paragraphe XI.1. Moyens humains de ce document.

V RESERVES

SITA Remediation ne pourra être tenu responsable en cas d'arrêt des unités de dépollution en cas de coupure ou de défaillance de l'alimentation électrique (orages, coupures EDF, arrêts de sécurité du site, ...) et de l'alimentation en eau.

VI TRAVAUX PREPARATOIRES ; Q.H.S.E

1. Démarches administratives

Avant le démarrage des travaux, l'ensemble des documents techniques (plans de réseaux du site, ...) et administratifs devront être en possession de SITA Remediation.

En concertation avec le Maître d'Ouvrage, les démarches réglementaires (Autorisations d'accès au site, Avis d'Ouverture de Chantier (O.C.), Demandes de renseignements (Mairie et concessionnaires de réseaux), Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (D.I.C.T.)), seront engagées dans le respect des textes réglementaires.

2. Qualité Sécurité Environnement

a. Certifications, politique QHSE, gestion des risques

- *Plan de Prévention*

SITA Remediation établira en coordination avec le Maître d'Ouvrage un plan de prévention pour l'ensemble des travaux, en prenant en compte les travaux à réaliser, les polluants présents sur le site et les contraintes générales.

Les travaux seront réalisés conformément aux dispositions de la législation française en vigueur comprenant notamment :

- Le décret 65-48 de janvier 1965 relatif à la sécurité sur les chantiers de travaux publics ;
- La loi du 6 décembre 1976 et ses décrets d'application relatifs à la prévention des accidents de travail.

Pendant les travaux, ce document sera mis à jour si nécessaire en fonction des mesures nouvelles prises sur le site et/ou du recours à de nouveaux sous-traitants et transmis aux organismes officiels (inspection du travail, CRAM, CHSCT...).

- *Sécurité sur chantier*

Le chantier sera supervisé par un représentant de SITA Remediation. Il veillera à l'application des règles générales de sécurité et de qualité et se conformera aux usages, procédures et règlements de sécurité propres au site GRACE de Saillenard.

b. Equipements de protection individuelle

SITA Remediation aura en charge de veiller à ce que chaque intervenant sur chantier soit sensibilisé aux risques générés par les activités menées sur site. Le port des équipements individuels de sécurité sera scrupuleusement contrôlé aux cours des divers opérations effectuées sur site (casques, lunettes, chaussures ou bottes de sécurité, gilet fluo, gants de manutention et/ou chimique). Si nécessaire, certains équipements particuliers seront fournis par SITA Remediation (masque respiratoire à cartouche, masque à assistance respiratoire, ...).

Les détails des précautions à mettre en œuvre seront présentés par le biais du plan de prévention disponible en permanence sur chantier, par conséquent disponible pour les sous-traitants et le Maître d'ouvrage.





La certification sécurité MASE de l'agence Rhône-Alpes / PACA, garantit un respect strict des mesures de sécurité et une maîtrise du planning.

3. Installations de chantier

a. Clôture accès horaires

Le chantier dans sa globalité sera clairement signalé, balisé et sécurisé à l'aide de barrières et de panneaux de signalisation. Suite à la phase d'installation, les dispositifs de traitement seront positionnés de façon à ne pas perturber une éventuelle activité du site.

Au sein du site les zones de travaux seront également signalées et sécurisées à nouveau par des clôtures de chantier, celles-ci permettront de définir plus précisément les zones à risques.

Les horaires de travaux prévus sur site sont : 8h-12h 13h30-18h30.

b. Base vie (Zone verte)

Les sanitaires du site pourront être utilisés lors des phases d'installations des dispositifs de dépollution. La présente proposition ne prévoit pas donc pas de mise en place de base vie.

c. Zones de travaux (Zones orange/rouge)

Compte tenu de la nature du site, de la pollution et des travaux à réaliser, l'ensemble de la zone de travaux sera classé Zone Rouge. Les obligations et interdictions propres à ces zones (interdiction de manger, boire, fumer, ...etc.) seront respectées par tout le personnel intervenant.



4. Voies de circulation

L'ensemble des travaux sera réalisé à l'extérieur des bâtiments.

Les voies de circulation concernées par les travaux de forage et de mise en place des réseaux seront fermées pendant la durée des travaux : balisage type chantier mobile.

Les intervenants du chantier de dépollution respecteront scrupuleusement le plan de circulation du site et consignes de sécurité liés aux déplacements d'engins motorisés (vitesses limites, place et sens de stationnement, ...).

VII TRAITEMENT DES SOLS DE LA ZONE AMONT DE PZ5

1. Définition de la zone à traiter

L'ancienne zone de stockage de produits est à l'origine de la pollution des sols de la zone amont de PZ5. Les fuites ont eu lieu à l'aplomb des rétentions béton (zone A) ainsi qu'au niveau d'une canalisation enterrée (zone B).

Selon le plan de gestion réalisé par URS France, la surface des sols à dépolluer est de l'ordre de **540 m²** pour la zone A (solvants aromatiques) et **100 m²** sur la zone B (huile). Les volumes associés sont estimés ci-dessous :

- Zone A : profondeur : 1,5 m >> 810 m³ soit environ 1540 tonnes ;
- Zone B : profondeur : 1 m >> 100 m³ soit environ 190 tonnes.

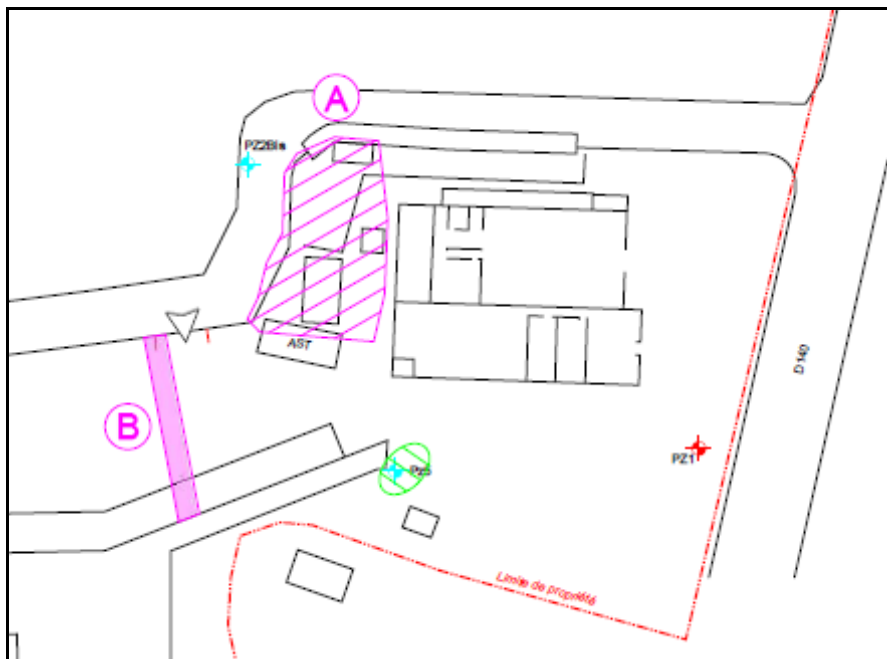


Figure 3 : Localisation des zones à excaver

Sur l'ensemble des 2 zones, environ 1730 tonnes de matériaux pollués seront excavés (densité estimée de 1,9).

Il s'agit d'une estimation ; le suivi des travaux par un technicien SITA Remediation associé à une personne d'URS France permettra de guider les excavations. Par ailleurs, SITA Remediation mettra à disposition un kit d'analyse de terrain pour les hydrocarbures (Petroflag) et un PID (Photoioniseur portable) afin de contrôler, si besoin, le caractère sain des matériaux.

2. Travaux préparatoires

L'emprise des matériaux pollués semble dépasser les limites de la clôture du site. Il est donc prévu de déposer la clôture avant les travaux d'excavation ; la réfection est proposée dans notre proposition financière.

Les zones à excaver sont recouvertes de béton. Préalablement aux excavations, les bétons seront extraits et triés à l'avancement. Une analyse pourra être réalisée afin de valider la filière d'élimination.

3. Excavations des terres polluées

Le terrassement sera réalisé à l'aide d'une pelle mécanique 20 à 25 t.

Lors de la réalisation des travaux de terrassement, un technicien spécialisé en dépollution des sols sera présent en permanence lors des phases de terrassement des zones polluées.

Il sera chargé de :

- Trier les terres polluées et non polluées sur la base de critères organoleptiques, de kits analytiques de terrain si besoin pour les hydrocarbures (kits PETROFLAG) et d'un PID (Photoioniseur portable) pour les composés volatils,
- Noter et repérer les indices de terrain (géologie, indices de pollution),
- Gérer l'organisation et la programmation de l'évacuation des terres auprès des transporteurs et des filières de traitement, en concertation avec l'entreprise chargée du terrassement,
- Fournir aux chauffeurs et pour chaque transport de terres polluées, les Bordereaux de Suivi de Déchets.

4. Gestion des eaux pendant les travaux

Dans le cas où des hydrocarbures flottants en phase libre sont mis en évidence au niveau des eaux de fouille, SITA Remediation propose de mettre en place un système de pompage ou d'écrouissage mobile.

En fonction des arrivées d'eaux ou de produit pur dans la fouille, le système pourra être adapté.

Les hydrocarbures récupérés seront ensuite acheminés vers un centre d'élimination agréé. Conformément à la réglementation, un Bordereau de Suivi de Déchets sera émis pour chaque livraison.

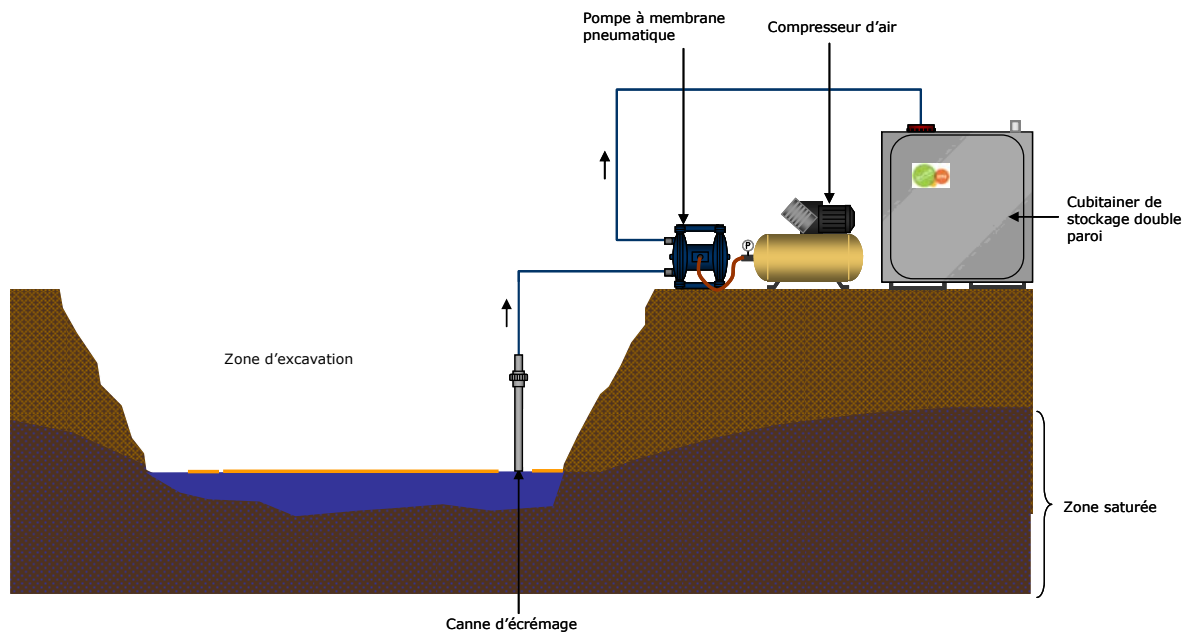


Figure 4 : Schéma de principe du dispositif d'écrémage proposé

Dans le cas d'une découverte de pollution importante en phase dissoute et/ou présence de fortes irisations des eaux de fouille, SITA Remediation prévoit la mise en place d'un système de pompage et traitement des eaux de fouille sur charbon actif.

Ce système ne sera maintenu en place que pendant la durée nécessaire aux excavations afin par exemple de rabattre les eaux de fouille et ainsi permettre de purger au maximum les pollutions présentes en zone de battement de nappe.

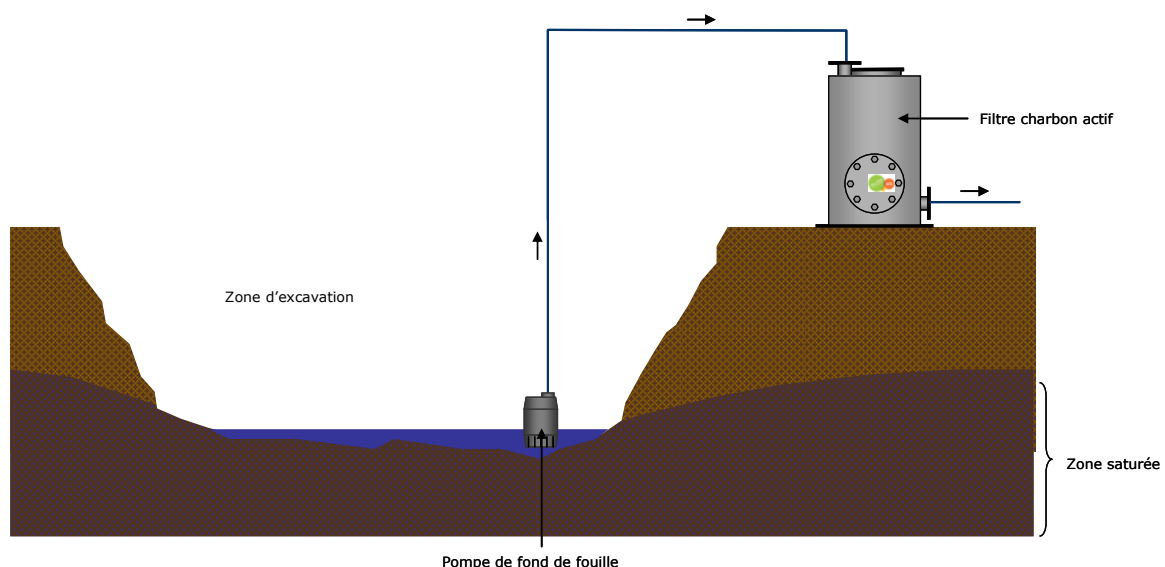


Figure 5 : Schéma de principe du dispositif de pompage proposé

5. Filières de traitement retenues

Les bétons et enrobés sains pourront être évacués vers une plateforme de recyclage agréée :

- **Centre de traitement des déchets inertes BIPE à Lons le Saunier (39).**

Concernant les bétons et terres polluées, nous proposons plusieurs filières de traitement adaptées à la pollution rencontrée :

- **Plateforme multimodale CET1 : Centre SITA FD de Drambon (21)**
- **Traitement biologique des terres en BIOCENTRE : Centre SITA FD de Drambon (21)**
- **Traitement biologique des terres en BIOCENTRE : Centre BiOGENIE de Château Gaillard (01)**

Les résultats d'analyses fournis correspondent aux critères d'acceptation de ce centre.

La proximité de ces centres permettra une évacuation rapide des terres polluées (diminution des coûts d'engins de terrassement, ...).

L'appartenance de SITA Remediation et SITA FD au même pôle de gestion de déchets permet d'obtenir une plus grande souplesse de livraison (horaires élargis, créneaux réservés, ...).

Un contrôle de la qualité des terres sera effectué en entrée du centre qui validera l'acceptation des terres en conformité avec les exigences de l'Arrêté Préfectoral du centre.

6. Transport et traçabilité

Pour l'évacuation des matériaux, le transport sera réalisé par voie routière. Les camions utilisés sont des semi-remorques d'environ 25 tonnes de charge utile. Les transferts seront réalisés selon la réglementation en vigueur.

Chaque transport vers le centre de traitement sera accompagné d'un bordereau de suivi de déchets (document CERFA n°12571*01 modifié en décembre 2005) complété et signé par les intervenants.



7. Contrôle des quantités

Le contrôle des quantités sera effectué à partir des bons de pesée à l'entrée des centres de traitement.

8. Prélèvements de réception

A l'issue du terrassement, des échantillons de réception de parois et fond de fouilles seront prélevés.

En première approche 8 échantillons, répartis de façon homogène sur les parois et fond de fouille seront envoyés au laboratoire pour analyses.

Des échantillons supplémentaires seront prélevés lors des travaux. Ils pourront être analysés à la demande du Maître d'Ouvrage ou de son Assistant.

Les échantillons prélevés seront conditionnés en glacières, avant d'être envoyés par messagerie express au laboratoire d'analyses.

Les composés analysés seront :

- Hydrocarbures C5-C10,
- Hydrocarbures C10-C40,
- COV (51 composés).

9. Réfection des réseaux enterrés

Les zones d'excavation mettront potentiellement en évidence des réseaux enterrés qu'il conviendra de remplacer, le cas échéant.

Ne disposant pas, au stade du CCTP, des plans des réseaux enterrés, il ne nous est pas possible de chiffrer les éventuels coûts associés à la réfection des dits réseaux.

SITA Remediation propose donc de refacturer la prestation sur la base de peines et soins de 15 % sur présentation des factures du sous-traitant spécialisé en charge de ces réfections.

SITA Remediation propose donc de refacturer ces éventuelles prestations complémentaires sur présentation des factures du sous-traitant spécialisé, majorées de peines et soins de 15 %.

10. Remblaiement

Sur la partie inférieure de la fouille, le remblaiement sera réalisé de façon à favoriser l'accessibilité aux polluants de la zone saturée (voir paragraphe VIII.6).

Sur la partie supérieure, la fouille sera remblayée avec des matériaux de type tout venant.

La proposition financière intègre ce type de remblais.

En pour mémoire, les tarifs des finitions en enrobé pour voiries légère et lourde sont présentés.

VIII TRAITEMENT DES EAUX SOUTERRAINES DE LA ZONE DE PZ5

1. Définition de la zone à traiter

Une ancienne zone de stockage de produits (cumène, white spirit, huile claire, fioul...) est à l'origine de la pollution. Les fuites ont eu lieu au droit des rétentions béton et d'une canalisation enterrée. Les sols sont relativement impactés adsorbés et peuvent ponctuellement révéler du produit en phase libre. La profondeur moyenne de la limite de pollution s'établit vers 1,5 m et peut ponctuellement être plus profonde.

Les eaux souterraines semblent s'écouler selon un axe nord nord-ouest sud sud-est (PZ2bis – PZ5) avec un impact notable sur PZ12, en aval immédiat du site.

Les polluants principaux sont les hydrocarbures volatils, les CAV (toluène, éthylbenzène, xylènes, isopropylbenzène, 1,3,5 triméthylbenzène, 1,2,4 triméthylbenzène, n-propylbenzène et n-butylbenzène) et le chlorure de vinyle.

Le traitement des eaux souterraines sera réalisé suite aux travaux d'excavation des sols pollués.

2. Stratégie

Le cahier des charges préconise de traiter les eaux souterraines dans la zone de PZ5 par voie biologique aérobie.

Cette technique semble la plus adaptée à la problématique (polluants de type hydrocarbures légers) car elle permet d'optimiser la biodégradation naturelle des polluants sans créer de produits nocifs. En effet, la dégradation est complète, jusqu'au CO₂ (cf. note technique en annexe 3).

Toutefois, les traitements biologiques sont généralement assez longs. De plus, les écoulements observés au droit du site GRACE révèle des vitesses d'écoulement faibles. SITA Remediation propose donc de réaliser le traitement de la zone de PZ5 en 2 parties :

- **zone source** : Pompage / réinjection en continu afin de créer un abattement important au niveau de la zone source ;
- **zone aval** : Traitement par injections ponctuelles afin de réduire les concentrations du panache.

Au niveau de la zone source, SITA Remediation propose d'accélérer le traitement biologique en augmentant les vitesses d'écoulement et en favorisant la biodégradation des polluants. Le but est d'augmenter le gradient hydraulique en injectant de l'eau chargée en oxygène dans la zone polluée et en pompant les eaux polluées à l'aval via une tranchée drainante.

Par ailleurs, SITA Remediation propose la mise en place de 4 ouvrages de contrôle à proximité de la tranchée de pompage et de la canalisation fuyarde ainsi que 13 ouvrages d'injection ponctuelle en aval.

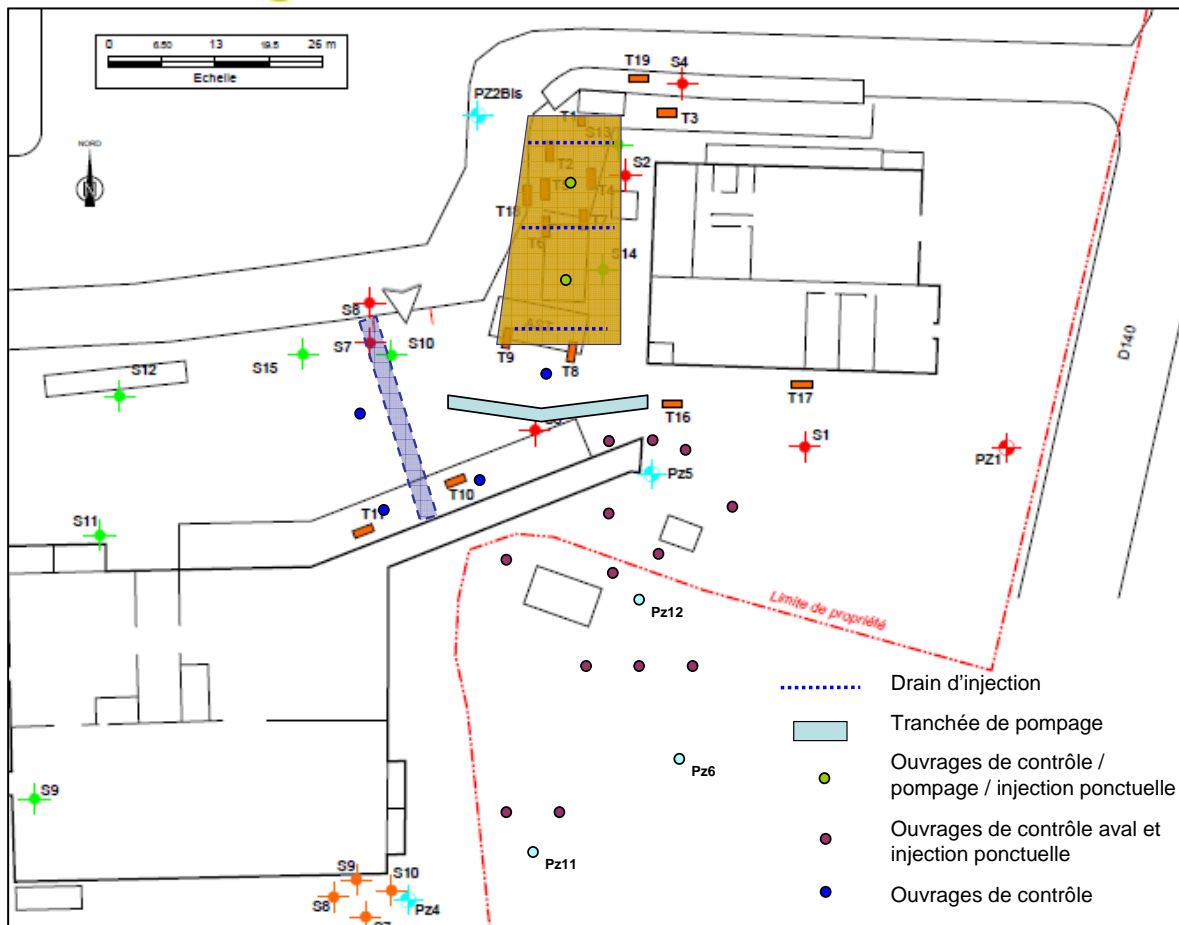


Figure 6 : Vue de la zone à traiter et des ouvrages associés

3. Objectifs et engagements de SITA Remediation

Au vu de l'expérience de SITA Remediation dans le domaine de la dépollution in situ des eaux souterraines, nous estimons que la durée du traitement sera de 9 mois pour la zone source et 18 mois pour la zone du panache.

SITA Remediation propose en première approche les objectifs suivants :

- **80 % d'abattement sur l'ouvrage PZ5 à l'issue des 18 mois de traitement ;**

>> Si les objectifs ne sont pas atteints à l'issue de la période initiale, SITA Remediation s'engage à poursuivre le traitement à ses frais pendant 6 mois.

L'abattement à respecter pour atteindre les objectifs est considéré par substance, sur les composés significatifs : **concentration supérieure à 100 µg/l.**

La campagne de référence pour le calcul de l'abattement sera celle de juillet 2010.

4. Principe du traitement bioaérobie

Parmi les nombreuses techniques d'aération disponibles pour mener à bien la biodégradation, la plus adaptée à la problématique du site GRACE de Saillenard est la biostimulation par augmentation de la teneur en oxygène dissous dans l'eau de la nappe.

Dans l'eau ou dans un sol saturé en eau, le principal facteur limitant l'activité biologique est le manque d'oxygène. En effet, l'oxygène moléculaire (O_2) est très peu soluble dans l'eau (environ 10 mg/L au maximum).

Afin d'augmenter la teneur en oxygène dissous dans l'eau de la nappe, du peroxyde d'hydrogène en très faible concentration sera injecté. Ce composé injecté dans l'eau se décompose entièrement en eau (H_2O) et en oxygène dissous (O_2). Il **ne génère aucun sous-produit dangereux ou toxique**.

Le **justificatif technique et scientifique** du traitement proposé est présenté en annexe 3.

Ce produit permet d'atteindre des concentrations en oxygène dissous supérieures à 10 mg/L et par conséquent des vitesses de biodégradation élevées.

Par ailleurs, sa forme liquide facilite son injection dans l'aquifère.

De plus une injection **sous pression** permet d'accroître de façon significative le rayon d'action d'un puits d'injection et permet, par élévation du toit de la nappe et saturation de la zone non saturée, de traiter également la zone de battement.

5. Dimensionnement

Ce dimensionnement a été réalisé par service Modélisation Hydrodynamique interne à SITA Remediation.

Le pré-dimensionnement du système de pompage réinjection a été réalisé à l'aide du logiciel FEFLOW.

A l'échelle du site, nous avons considéré les caractéristiques physiques suivantes pour la nappe.

- une perméabilité $K \approx 10^{-5}$ m/s
- le coefficient d'emmagasinement $S = 0,05$
- épaisseur $e = 5$ m

Après avoir reproduit les écoulements souterrains, l'étape suivante de la simulation numérique est de satisfaire les contraintes techniques imposées par la mise en place de la tranchée (20 m) et de la zone de réinjection (10*30m).

La profondeur de la tranchée sera de l'ordre de 6 m soit environ 2,5 m sous eau (niv. Nappe = -3,5 m).

L'objectif de la simulation numérique est de définir le débit de pompage nécessaire dans la tranchée pour imposer au droit de la tranchée un rabattement de l'ordre de 2 m.

Les simulations numériques permettent d'estimer le débit de pompage nécessaire dans la tranchée à la cote voulue.

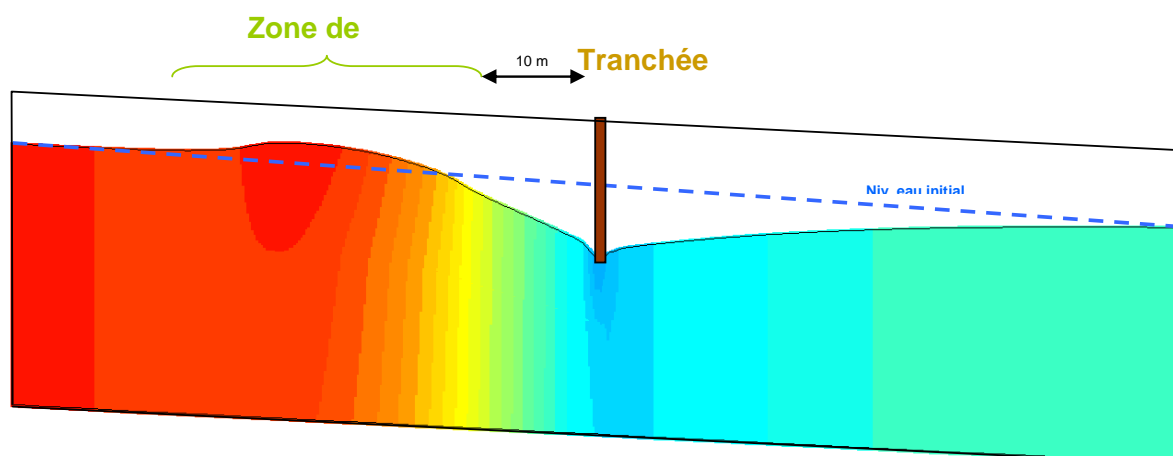


Figure 7 : Influence du système de pompage / réinjection

Sur la base des hypothèses de travail, il apparaît qu'un pompage maximal de l'ordre de 1 m³/h serait suffisant pour permettre un rabattement dans la tranchée de 2 m.

Le débit de réinjection pour le lessivage des sols correspond au débit d'eau pompé dans la tranchée. Le débit de réinjection est représenté sous la forme de débit surfacique soit $F < 3,33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$.

Le dispositif de pompage / réinjection ainsi dimensionné permet d'augmenter les vitesses d'écoulement au droit de la zone source d'un facteur de l'ordre 10.

6. Zone d'injection

SITA Remediation préconise d'utiliser la fouille ouverte pour créer des points d'accès aux eaux souterraines, ceci dans différents buts :

- utiliser les voies d'infiltration empruntées initialement par la pollution ;
- améliorer l'accessibilité des eaux souterraines en vue du traitement ;
- contrôler la qualité des eaux et du traitement au droit de la zone de fuite ;
- pouvoir intervenir au cœur de la zone polluée en cas de nécessité (injections ponctuelles).

Ainsi, la fouille d'une profondeur moyenne d'1,5 m sera surcreusée en différents points afin de :

- mettre en place 3 drains d'injection ;
- d'implanter 2 puits entre les drains.

De plus, le fond de la fouille sera remblayé en massif drainant sur environ 0,5 m d'épaisseur afin de constituer une zone tampon pour l'eau d'infiltration en cas d'augmentation ponctuelle du débit de réinjection.

La profondeur de mise en place des drains sera de l'ordre de 0,5 m par rapport au fond de la fouille, soit environ 2 m.

Les puits seront mis en place à une profondeur d'environ 6 m. Le matériel utilisé sera du PVC de forage crépiné et du sable sera disposé autour des crépines afin de constituer un massif filtrant. Par ailleurs, une étanchéité de tête sera réalisée au niveau des puits afin de ne pas constituer une zone d'infiltration privilégiée.

Dans un premier temps, seuls les drains seront réutilisés en injection. Les puits serviront de contrôle de la qualité de l'eau souterraine et de l'oxygénation de la nappe.

7. Zone de pompage

Sur la partie avale de la zone polluée, SITA Remediation préconise la mise en place d'une tranchée drainante. Le but de cette tranchée est :

- d'**augmenter** les vitesses d'écoulement dans la zone polluée ;
- de **contrôler** les écoulements (notamment vis-à-vis de l'injection dans la zone polluée) ;
- de **traiter** les eaux polluées afin de limiter la migration des polluants en aval.

La tranchée sera réalisée à environ 6 m de profondeur. Du massif drainant sera mis en place depuis le fond jusqu'à environ jusqu'à la zone non saturée. La collecte des eaux de la tranchée sera réalisée via 2 puits réalisés en PVC de forage. Un massif filtrant sera mis en place en vis-à-vis de la partie crépinée.

Les têtes d'ouvrage seront placées dans des regards.

Le traitement de la zone source est schématisé ci-dessous :

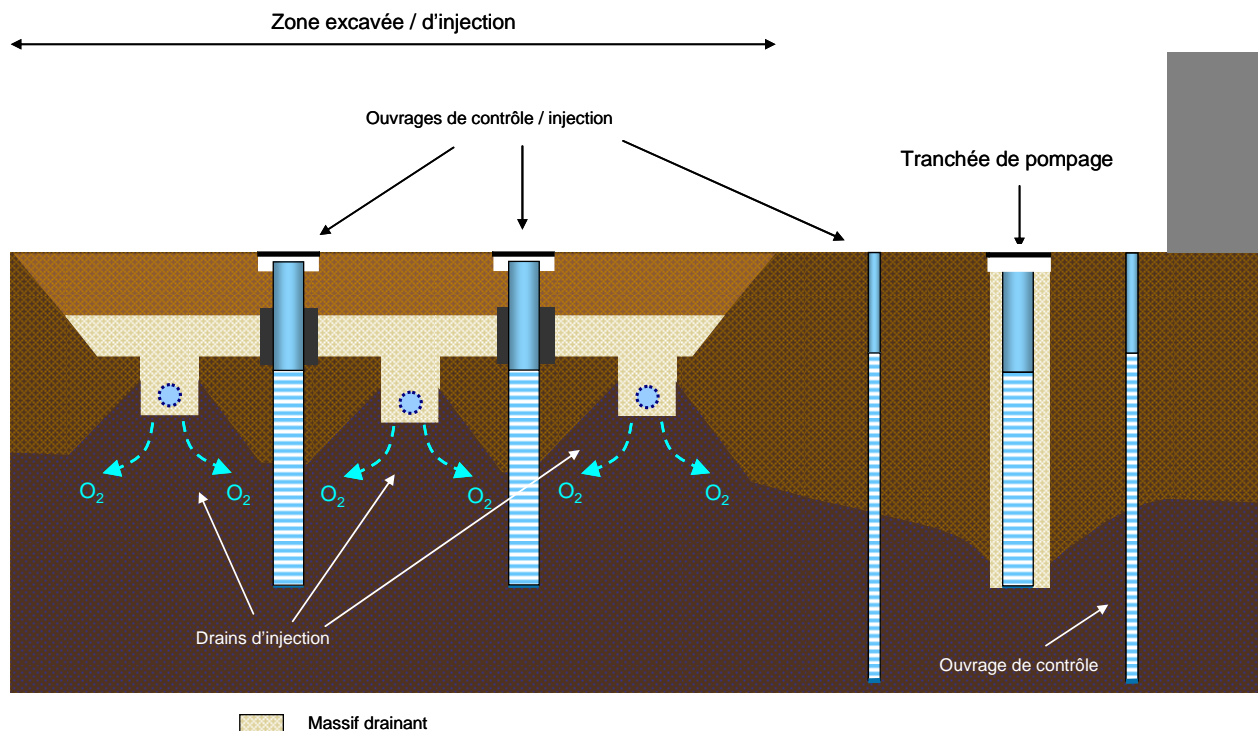


Figure 8 : Schéma de principe du traitement sur la zone PZ5

8. Traitement du panache

En aval de la zone de pompage / réinjection, le panache de pollution sera traité par l'intermédiaire de 11 ouvrages en injections ponctuelles. La fréquence des injections sera bimensuelle pendant 65 mois puis mensuelle. La durée prévisionnelle du traitement du panache est de 18 mois. Grâce à une modélisation (cf. paragraphe IX.5) des écoulements souterrains, un rayon d'influence a pu être estimé : une injection à un débit compris entre 0,7 et 1 m³/h, sur une durée de 7 h, influence les eaux souterraines dans un rayon de 4 à 5 m.

13 ouvrages d'injection ponctuelle	
Fréquence	Bimensuelle (6 premiers mois) puis mensuelle
Débit d'injection	0,7 à 1 m ³ /h par aiguille
Rayon d'influence estimé par aiguille	4 - 5 m par aiguille
Durée d'injection par phase	4 jours max par phase
	Environ 7 h
Source d'oxygène utilisée	H ₂ O ₂ liquide

Tableau 1 : Dimensionnement des injections pour le traitement bioaérobie du panache

9. Détail technique

Une unité de pompage / traitement / réinjection sera installée sur le site, en conteneur. L'extraction des fluides au niveau de la tranchée sera réalisée via des pompes pneumatiques. Les eaux seront traitées sur un séparateur à hydrocarbures avant d'être filtrées sur charbon actif. Le système de pompage mis en place permettra de s'affranchir d'une éventuelle arrivée de produit pur dans la tranchée. En effet, des pompes pneumatiques seront utilisées et le produit pur sera collecté au niveau du séparateur à hydrocarbures. Après traitement sur charbon actif, l'eau sera enrichie en Oxygène dissous, par l'intermédiaire d'une pompe doseuse, avant d'être injectée dans les drains de la zone source. Des organes de régulation permettront de répartir uniformément le débit d'injection et d'affiner les réglages par la suite en fonction des mesures réalisées sur les puits.

Le traitement du panache sera réalisé via une unité mobile d'injection.

10. Les réseaux

Sur les zones de circulation, les réseaux seront enterrés. Toutefois, en périphérie, ils seront disposés au pied des infrastructures (murs, ...).

11. Sécurité et automatismes

L'unité de pompage / traitement / réinjection sera gérée par un automate comprenant des sondes de détection, des sécurités intrinsèques et des boutons d'arrêt d'urgence.

La maintenance électrique sera effectuée par le personnel possédant une habilitation électrique.

12. Paramètres de suivis du traitement de la zone PZ5

Les paramètres de suivi sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Zone	Traitement réalisé	Type de suivi	Paramètre	Fréquence
Zone source	Tranchée de pompage Injections d'O ₂ par drains	Suivi de l'unité de pompage / traitement / réinjection	Monitoring de l'installation Piézométrie générale	Bimensuelle
			Qualité de l'eau en sortie de filtre	Mensuelle
		O ₂ dissous	2 puits zone source 3 ouvrages de suivi	Bimestrielle
		O ₂ dissous Teneurs en : HC C ₅ C ₁₀ HC C ₁₀ C ₄₀ COV (51 composés)	1 ouvrage de suivi	Bimestrielle
Panache	Injections ponctuelles pour apport d'O ₂	O ₂ dissous Teneurs en : HC C ₅ C ₁₀ HC C ₁₀ C ₄₀ COV (51 composés)	5 piézomètres de suivi dont PZ5	Bimestrielle

Tableau 2 : Paramètres de suivi du traitement bioaérobie

Afin d'assurer une continuité avec les résultats d'URS France, le laboratoire d'analyses utilisé sera EUROFINS.

IX TRAITEMENT DES EAUX SOUTERRAINES DE LA ZONE DE PZ3

1. Définition de la zone à traiter

Aucune source sol active n'a été mise en évidence au cours des différentes phases d'investigation. Seules les eaux souterraines présentent un impact notable en COHV essentiellement.

Les résultats d'analyses révèlent une biodégradation naturelle effective.

Le piézomètre PZ3 a présenté des teneurs en COHV en mai 2010 puis a révélé une augmentation de ces teneurs en juillet 2010. Les teneurs mesurées en septembre 2011 sont du même ordre de grandeur. Le composé majoritaire est le Cis DCE (4350 µg/l).

Le piézomètre PZ4, localisé à l'aval de PZ3, présente également des COHV en teneurs toutefois plus faibles.

Des concentrations en COHV ont également été observées en aval, au niveau de l'ouvrage PZ11 (CV et Cis DCE).

Le potentiel rédox mesuré au droit des ouvrages a mis en évidence des conditions localement anaérobies ; ce dernier présente toutefois des variations.

2. Stratégie

D'après les données en notre possession, les ouvrages Pz3 et PZ4 sont impactés par une pollution aux COHV.

Les différentes campagnes de suivi piézométrique mettent en évidence un sens d'écoulement globalement dirigé vers le sud-est. Toutefois des variations ont été mises en évidence.

SITA Remediation préconise donc la mise en place de 6 ouvrages (Fronts 1 et 2) au niveau de la zone source supposée et 4 ouvrages à l'aval (Front 3).

La figure 9 présentée en page suivante présente la zone à traiter et les ouvrages associés.

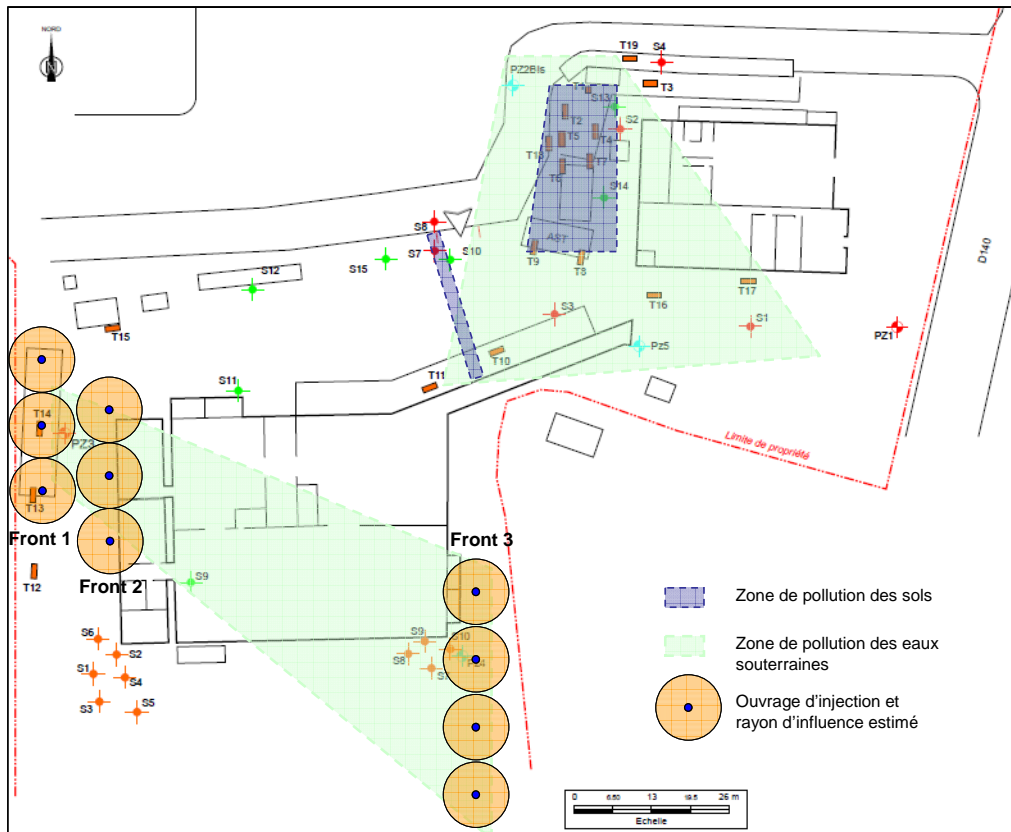


Figure 9 : Vue de la zone à traiter et des ouvrages associés

Préalablement au traitement, un pilote laboratoire sera réalisé afin de confirmer la possibilité de traiter les eaux souterraines par voie biologique anaérobie. Il sera orienté autour de 2 axes principaux :

- la recherche du genre bactérien *dehalococcoide*,
- la recherche d'éthylène.

Les résultats du pilote permettront de confirmer que la flore bactérienne du site GRACE à Saillenard renferme bien le genre bactérien responsable de la déchloration réductive et que ce dernier est capable de dégrader les éthylènes chlorés jusqu'au stade non toxique : l'éthylène.

Dans le cadre du marché, SITA Remediation offre commercialement le pilote de faisabilité du traitement biologique anaérobie

3. Objectifs et engagements de SITA Remediation

Au vu de l'expérience de SITA Remediation dans le domaine de la dépollution in situ des eaux souterraines, nous estimons que la durée du traitement sera de 18 mois.

SITA Remediation propose en première approche les objectifs suivants :

- **80 % d'abattement sur l'ouvrage PZ3 à l'issue des 18 mois de traitement ;**

>> Si les objectifs ne sont pas atteints à l'issue de la période initiale, SITA Remediation s'engage à poursuivre le traitement à ses frais pendant 6 mois supplémentaires, avec *a minima* une injection complémentaire.

L'abattement à respecter pour atteindre les objectifs est considéré par substance, sur les composés PCE, TCE, Cis DCE et VC pour lesquels la **concentration est supérieure à 50 µg/l**. La campagne de référence pour le calcul de l'abattement est celle de septembre 2011.

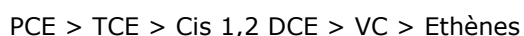
4. Principe

Le traitement biologique anaérobie consiste à stimuler les conditions biologiques de la nappe par injection de sources de carbone adéquates et le suivi des paramètres de traitement.

Le traitement biologique proposé consiste à stimuler la microflore compétente pour la déchloration réductive biologique en ajustant les différents paramètres nécessaires à l'activité métabolique :

- Conditions redox favorisant le consortium bactérien recherché (anaérobie stricte),
- Source de carbone adaptée,
- Nutriments.

On observe dans ces conditions les voies de dégradation suivantes :



Cette biodégradation aboutit à la libération d'ions chlorures et de l'éthylène dans l'eau.

Les conditions optimales de biodégradation des éthylènes et des éthanes chlorés dans l'environnement peuvent être schématisées selon la figure ci-dessous.

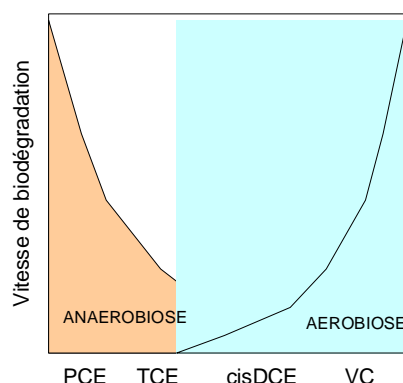


Figure 10 : Biodégradation des éthylènes et des éthanes chlorés

Les différents suivis de la qualité de la nappe réalisés précédemment sur le site attestent de la détection des sous-produits de dégradation biologique (cis-DCE et chlorure de vinyle), au droit de la zone source. **Le traitement biologique anaérobie est donc déjà amorcé.**

L'injection de sources de carbone facilement assimilables par les microorganismes permettra la poursuite de la dégradation du DCE, stagnant à des concentrations significatives. Les bactéries anaérobies capables de déchlorer les polluants vont alors continuer à se développer. L'absence de nutriments facilement assimilable peut expliquer cette stagnation des concentrations en zone source.

Choix de la source de carbone

Outre l'absence d'oxygène, les bactéries anaérobies ont donc besoin comme tout organisme vivant d'une source de carbone. Comme nous l'avons vu, les solvants sont simplement déchlorés au cours de la déchloration réductive mais ils ne servent pas de source de carbone. Ainsi, la stimulation de la biodégradation anaérobie passe d'abord par un apport de source de carbone.

Les bactéries anaérobies sont incapables d'utiliser des sources de carbone complexes. Elles ne peuvent assimiler que des petites molécules appelées AVG (acides gras volatils). Parmi eux, les plus connus sont le lactate et le pyruvate. Il existe deux façons d'apporter ces produits :

- **L'apport direct** : dans ce cas, on injecte directement dans la nappe une solution de lactate (par exemple)
- **L'apport indirect** : dans ce cas, on injecte dans la nappe un produit plus lourd qui va fermenter et libérer à terme les acides gras recherchés. Les produits les plus utilisés pour un apport indirect sont des dérivés de l'industrie agro-alimentaire, les mélasses et les huiles végétales. Ces produits vont également participer activement à la consommation de l'oxygène initialement présent et donc au passage en anaérobiose.

La source de carbone idéale doit être facile à injecter dans le sol (mise en œuvre aisée et grand rayon d'action) et doit être active pendant longtemps (pas de réinjections fréquentes et coûteuses). SITA Remediation propose 3 sources de carbone pouvant être utilisées seules ou en mélange. Chacune présente des caractéristiques physiques et chimiques différentes et sont complémentaires.

Source de carbone	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Lactate	- Directement assimilable par les bactéries anaérobies - Facile à injecter	- Prix - Très soluble dans l'eau (entraîné par la nappe) - Rapidement consommé donc apports fréquents
Mélasse de canne	- Permet une consommation rapide de l'oxygène donc passage en anaérobiose rapide - Facile à injecter - Prix	- Utilisable par les bactéries anaérobies après fermentation - Très soluble dans l'eau (entraîné par la nappe) - Rapidement consommé donc apports fréquents
Huile végétale en microémulsion	- Facile à injecter - S'adsorbe sur le sol donc migration des sous-produits - Effet « retard »	- Rayon d'action faible en sol très peu perméable

Tableau 4 : Sources de carbone utilisables

Au vu de l'incertitude sur les conditions anaérobies actuelles de la nappe, il convient de réaliser la première injection à l'aide de sources de carbone mixte (50 % lactate, 50 % microémulsion d'huile) afin de stimuler la flore bactérienne déjà présente et de contribuer au développement de cette dernière. Par la suite, les injections de source de carbone pourront être réalisées à l'aide de microémulsion d'huile. Un suivi régulier (COHV, COT Cl-, rédox) permettra de s'assurer des bonnes conditions du traitement.

5. Dimensionnement des injections

Ce dimensionnement a été réalisé par service Modélisation Hydrodynamique interne à SITA Remediation.

Le pré-dimensionnement du système de pompage réinjection a été réalisé à l'aide du logiciel FEFLOW.

Les données de base utilisées pour la modélisation sont les suivantes :

- une perméabilité $K \approx 10^{-5}$ m/s ;
- le coefficient d'emmagasinement $S = 0,05$;
- épaisseur $e = 5$ m.

Les résultats ont révélé qu'une injection à un débit compris entre 0,7 et 1 m³/h, sur une durée de 7 h, influence les eaux souterraines dans un rayon de 4 à 5 m.

6. Mise en œuvre du traitement par déchloration biologique réductive

3 fronts d'injection, composés de 10 ouvrages au total, seront mis en place.

Un front d'injection consiste à mettre en place des piézomètres d'injection de faible diamètre (aiguille) qui vont permettre d'apporter les sources de carbone et permettre le suivi de traitement. Ils seront positionnés en décalé pour optimiser l'efficacité du traitement et réduire les coûts. Pour éviter un effet de chasse de flux concentré en polluant, il convient d'injecter par front de l'aval (front n°3) vers l'amont (front n°1) de la zone source.

Les 3 fronts d'injection sont perpendiculaires au sens d'écoulement global.

Les fronts 1 et 2 sont rapprochés afin de créer une importante zone anaérobie au niveau de la zone source, sur la partie amont. Les sources de carbone injectées au niveau de ces fronts vont migrer en aval, selon les écoulements naturels.

Une barrière de surveillance sera mise en place au niveau du piézomètre existant PZ4. Cette barrière de surveillance, distante de 60 m en aval hydraulique de la dernière ligne d'injection permettra de suivre l'évolution des concentrations et la propagation des conditions anaérobies. Cette barrière pourra être réutilisée en barrière de confinement biologique aérobie pour traiter le CV si les concentrations deviennent significatives.

Fronts d'injection 1, 2 et 3	
Débit d'injection	0,7 à 1 m ³ /h par aiguille
Rayon d'influence estimé par aiguille	4 - 5 m par aiguille
Durée d'injection par phase	4 jours max par phase
	Environ 7 h
Source de carbone utilisée	Lactate/ μ -émulsion d'huile en Phase 1
	μ -émulsion d'huile pour les autres phases

Tableau 5 : Dimensionnement des injections pour le traitement bioanaérobie des COHV

Toutes les sources de carbone sont de qualité alimentaire. La μ -émulsion d'huile est à base d'huile végétale et les tensioactifs sont de qualité alimentaire.

Les alternances de phasage sont indicatives, le traitement sera adapté au fur et à mesure en fonction des résultats du suivi.

La fréquence estimée des injections est de 6 mois la première et la deuxième année. Les injections seront générales ou partielles à partir de la première phase.

Un suivi complet avec des paramètres terrain (redox, O₂dissous) et des paramètres d'analyses laboratoire (carbone organique totale, Cl⁻ et de COHV) permettront de suivre l'efficacité du traitement et la pérennité des conditions biologiques anaérobies ainsi que l'efficacité de dégradation des polluants.

L'altération de ces conditions biologiques et/ou d'un des paramètres déclenchera une phase d'injection générale ou partielle.

7. Paramètres de suivi du traitement

Le suivi du traitement biologique anaérobie sera réalisé selon les paramètres suivants :

Zone	Paramètre analysé	Nombre d'ouvrages suivis	Fréquence
Fronts 1 à 3	Teneurs en : - COV (51 composés) - COT - Cl ⁻	- 2 ouvrages front 1 - 2 ouvrages front 2 - PZ3 et PZ4	Trimestrielle

Tableau 6 : Paramètres de suivi du traitement bioanaérobie

Afin d'assurer une continuité avec les résultats d'URS France, le laboratoire d'analyses utilisé sera EUROFINS.

X SYNTHÈSE : SYNOPTIQUE DES TRAITEMENTS PROPOSÉS

Zone	Compartiment	Problématique	Traitement proposé	Durée	Abattement envisagé	Engagement de SITA Remediation en cas de non réception
PZ5	<i>Sols de la zone source</i>	Hydrocarbures adsorbés	Excavations et traitement en filière agréée	1 à 2 semaines	Absence d'indices de pollution et teneurs < seuils ISDSI	/
	<i>Eaux souterraines de la zone source</i>	Produit pur en fond de fouille	Pompage / écrémage par unité mobile	1 à 2 semaines	Absence de phase libre	<i>Traitement via l'unité de pompage de la tranchée si arrivées de produit significatives</i>
	<i>Eaux souterraines de la zone source</i>	Hydrocarbures dissous	Pompage / traitement dans tranchée drainante et injection d'H2O2 via des drains dans la zone source	9 mois	80 % d'abattement sur PZ5	<i>6 mois de traitement par injections ponctuelles au niveau du panache</i>
	<i>Eaux souterraines du panache</i>	Hydrocarbures dissous	Injections ponctuelles d'H2O2	18 mois	80 % d'abattement sur PZ5	<i>6 mois de traitement par injections ponctuelles au niveau du panache</i>
PZ3	<i>Eaux souterraines</i>	COHV	Injection de lactate / microémulsion d'huile puis 2 injections de microémulsion d'huile	18 mois	80 % d'abattement sur PZ3	<i>6 mois de traitement par injection ponctuelle (1 injection minimum)</i>

XI UTILITÉS ET GESTION DES DÉCHETS

1. Utilités

Les besoins pour les traitements des eaux souterraines sont les suivants :

- alimentation électrique en 400 V triphasé + neutre,
- alimentation en eau potable.

Le raccordement à l'alimentation électrique au niveau de l'unité et les consommations d'eau et d'électricité sont à la charge du client.

2. Gestion des déchets

Les cuttings de forage seront triés au fur et à mesure de la réalisation de l'ouvrage. Les terres polluées seront traitées en filière agréée et les matériaux propres seront laissés sur site.

Le charbon actif saturé sera évacué vers une filière agréée. Conformément à la réglementation en vigueur, un Bordereau de Suivi de Déchets sera émis pour chaque transport.

XII ORGANISATION DU CHANTIER

1. Moyens humains

L'organigramme fonctionnel du projet est présenté ci-après :

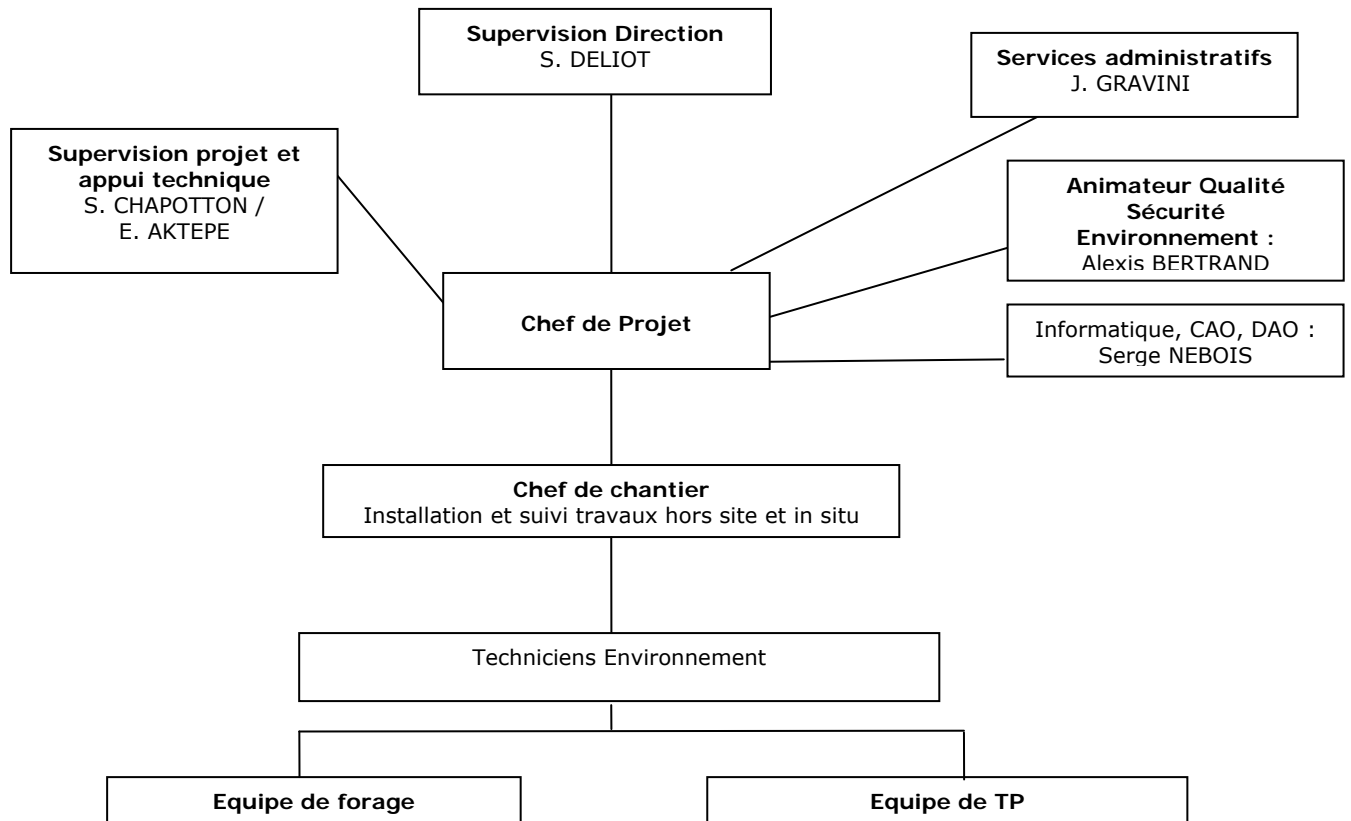


Figure 11 : organigramme prévisionnel de chantier

Le nombre d'intervenants nécessaires pour effectuer les différentes phases est estimé entre 3 à 5 personnes.

XIII PLANNING PREVISIONNEL DE REALISATION

1. Préparation - Planning prévisionnel

Un planning prévisionnel des travaux est présenté en page suivante.

Il est prévu de mettre en place dès que possible les ouvrages de traitement puis les installations de traitement In Situ afin d'initier l'exploitation de ces systèmes de traitement.

Les travaux hors site peuvent débuter entre 2 et 4 semaines après réception de la commande.

L'installation des ouvrages de traitement peut débuter entre 3 et 4 semaines après réception de la commande.

La durée prévue du traitement est de 18 mois (à l'exception de la zone source de PZ5 où la durée est de 9 mois).

Opérations de dépollution	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6	Mois 7	Mois 8	Mois 9	Mois 10	Mois 11	Mois 12	Mois 13	Mois 14	Mois 15	Mois 16	Mois 17	Mois 18	Mois 19	Mois 20	Mois 21	Mois 22	Mois 23	Mois 24	
DEPOLLUTION DES TERRES POLLUEES																									
Dépollution de la zone amont de PZ5																									
DEPOLLUTION DES EAUX SOUTERRAINES																									
A LA CHARGE DE SITA REMEDIATION en cas de non réception au mois 18																									
ZONE PZ5																									
Traitement de la zone source par pompage / traitement / injection O ₂																									
Traitement du panache par injections ponctuelles sur 8 ouvrages																									
ZONE PZ3																									
Traitement bioanaérobie*	P	I1						I2					I3												
A LA CHARGE DE SITA REMEDIATION en cas de non réception au mois 18																									

P : pilote de traitement ; I1 : Injection lactate/microémulsion d'huile ; I2 - I3 : Injection microémulsion d'huile

* : planning d'injections susceptible de varier en fonction des paramètres du traitement

Tableau 7 : Planning prévisionnel des travaux

XIV REUNIONS ET RAPPORTS

1. Comptes rendus

SITA Remediation remettra plusieurs documents pendant les phases de réalisation-suivi des travaux :

- Une note d'avancement hebdomadaire pendant les travaux d'installation,
- Un rapport d'installation,
- Des rapports de suivi de traitement trimestriels,
- Un rapport de fin de travaux.

Ces notes et rapports seront rédigés par SITA Remediation et seront soumises à l'approbation du Maître d'Ouvrage et d'URS FRANCE.

2. Réunions

La fréquence des réunions pourra être la suivante :

- Semestrielle au delà de la période de démarrage des installations. Elle comprendra la présentation synthétique montrant l'évolution du traitement de la nappe.

3. Rapports de fin de travaux

A la fin des travaux, un rapport final de chantier documentant l'exécution des travaux et les résultats des analyses sera émis dans un délai d'un mois après la fin des travaux sur site.

Ce rapport sera soumis à l'approbation du Maître d'Ouvrage.

XV PROPOSITION FINANCIERE

Le bordereau de prix est présenté en **annexe 1** de ce document.

Les conditions générales de vente SITA Remediation sont présentées en **annexe 2**.

Annexe 1

Proposition financière



Proposition financière
Devis n°2011091046 - Edition 1 du 7 octobre 2011
Site GRACE à Saillenard (71)

SITA REMEDIATION
la Terre au sens propre 

- Travaux de dépollution hors site : Zone amont PZ5
- Traitement des eaux souterraines sur la partie est du site : PZ5
- Traitement des eaux souterraines sur la partie est du site : PZ3

Ref. dev	Désignation	Unité	Prix Unit.	Qté	Montant
PARTIE 1 : TRAITEMENT DES SOLS ET PREPARATION DE LA FOUILLE					
1	PREPARATION DE CHANTIER				
1.1	Préparation du chantier et prise en main du dossier / Organisation et Planification des travaux / Formalités administratives (DICT, PAG, réunion d'établissement du plan de prévention, etc.)	Forfait	2 662,00 €	1	2 662,00 €
2	BETONS : EXCAVATIONS - EVACUATIONS				
2.1	Opérations de sciage des revêtements en béton	ml	12,00 €	160	1 920,00 €
2.2	Echantillonnage, envoi et analyses de contrôle avant élimination en CET3 (lots douteux)	Unité	100,00 €	4	400,00 €
2.3	Extraction, chargement et élimination du béton en CET3 ou valorisation	tonne	20,00 €	231	4 620,00 €
2.4	Transport des bétons pollués en filière agréée	Voyage	330,00 €	1	330,00 €
2.5	Traitement des bétons pollués en filière type CET1/Plateforme multimodale	Tonne	100,00 €	25	2 500,00 €
2.6	Mise à disposition d'un 6x4 pour transfert des terres sur site	jour	782,00 €	PM	
3	TERRES POLLUEES : EXCAVATIONS - EVACUATIONS				
3.1	Mise à disposition d'une pelle à chenilles et d'un technicien spécialisé	Jour	1 270,00 €	4	5 080,00 €
3.2	Transport des terres polluées en filière agréée de type Biocentre	voyage	330,00 €	68	22 440,00 €
3.3	Traitement des terres polluées en filière type Biocentre	tonne	47,00 €	1638	76 986,00 €
3.4	Analyses de fond et parois de fouille	Unité	105,00 €	8	840,00 €
4	POMPAGE DES EAUX EN FOND DE FOUILLE				
4.1	Préparation et amenée/Repli du matériel de pompage et traitement	Forfait	1 270,00 €	1	1 270,00 €
4.2	Mise à disposition matériel de pompage et traitement pendant la durée des travaux de terrassement (Fourniture et destruction de Charbon actif comprise)	Jour	205,00 €	3	615,00 €
4.3	Analyses en rejet de CA Eau	Unité	94,00 €	2	188,00 €
5	PREPARATION FOUILLE POUR TRAITEMENT DES EAUX SOUTERRAINES				
5.1	Mise en place 3 drains, de 2 puits à la pelle mécanique avec regards de tête	Forfait	3 750,00 €	1	3 750,00 €
5.2	Mise en place matériaux drainants (y compris lit de sable) dans la fouille	tonne	20,20 €	288	5 817,60 €
6	REMBLAIEMENT - REFECTION DE CLOTURE - REFECTION DES RESEAUX				
6.1	Remblaiement avec matériaux tout venant. Poste comprenant : Fourniture, livraison et mise en place de remblais tout venant compacté	tonne	14,72 €	1606	23 640,32 €
6.2	Finition en enrobé type VL	m ²	24,50 €	540	PM
6.3	Finition en enrobé type PL	m ²	29,00 €	540	PM
6.4	Réfection de la clôture du site. Poste comprenant : Réfection clôture grillage acier hauteur 2 m avec muret de 0,5 m de hauteur largeur 0,2 m et raccordement sur l'existant	ml	295,00 €	5	1 475,00 €
6.5	Réfection des éventuels réseaux enterrés présents au droit de la zone d'excavation	Refacturation avec peines et soins de 15 % sur présentation des factures			
MONTANT TOTAL CUMULE PARTIE 1 – EUROS HT					154 533,92

PARTIE 2 : TRAITEMENT DES EAUX ZONE PZ5 - HC

1	REALISATION DE LA TRANCHEE DRAINANTE ET RACCORDEMENTS ASSOCIES				
1.1	Réalisation de la tranchée	ml	360,00 €	20	7 200,00 €
1.2	Raccordement des puits à l'unité et de l'unité aux drains	Forfait	1 585,00 €	1	1 585,00 €
2	REALISATION DES OUVRAGES DE CONTRÔLE et D'INJECTIONS PONCTUELLES				
2.1	Réalisation 4 ouvrages de contrôle à 8 m	ouvrage	775,00 €	4	3 100,00 €
2.2	Réalisation 13 ouvrages d'injection à 6 m	ouvrage	670,00 €	13	8 710,00 €
3	LOCATION, MAINTENANCE ET SUIVI DE L'UNITE DE POMPAGE / TRAITEMENT / REINJECTION ET ORGANES ASSOCIES				
3.1	Amenée et repli de l'unité	Forfait	1 425,00 €	1	1 425,00 €
3.2	Location et maintenance de l'unité de pompage traitement réinjection	Mois	1 870,00 €	9	16 830,00 €
3.3	Suivi mensuel de la qualité des effluents en sortie de filtre à CA	unité	95,00 €	9	855,00 €
4	CHARBON ACTIF ET CONSOMMABLE D'INJECTION				
4.1	Fourniture, mise en œuvre, transport et destruction de charbon actif	Tonne	3 135,00 €	1,5	4 702,50 €
4.2	Consommable H2O2 à 35 %	Tonne	680,00 €	2	1 360,00 €
5	ELECTRICITE				
5.1	Fourniture du raccordement électrique de l'unité (branchement de chantier, câble d'alimentation,	A la charge du client ou refacturation avec peines et soins de 15 %			
5.2	Consommation électrique	A la charge du client ou refacturation avec peines et soins de 15 %			
6	INJECTION PONCTUELLES D'H2O2 AU NIVEAU DU PANACHE				
6.1	Injections bi-mensuelles sur 13 ouvrages ; y compris matériel et consommable H2O2 : Mois 0 à 6	Ounzaine	1 570,00 €	12	18 840,00 €
6.2	Injections mensuelles sur 13 ouvrages ; y compris matériel et consommable H2O2 : Mois 7 à 18	Mois	1 570,00 €	12	18 840,00 €
6.3	Injections mensuelles sur 13 ouvrages ; y compris matériel et consommable H2O2 : Mois 19 à 24	Forfait	10 800,00 €	PRIS EN CHARGE PAR SITA	
7	SUIVI ANALYTIQUE				
7.1	Analyses HC C5C10, C10C40, CAV (51 composés), Cl- sur 6 ouvrages à fréquence bimestrielle	Campagne	698,00 €	9	6 282,00 €
8	RAPPORTS ET INGENIERIE				
8.1	Ingénierie d'installation et de suivi de chantier ; rapport d'installation et fin travaux ; notes trimestrielles	Forfait	9 725,00 €	1	9 725,00 €
8.2	Réunion	Unité	750,00 €	1	750,00 €
9	REPLI DE FIN DE CHANTIER				
9.1	Repli et nettoyage du chantier	Forfait	1 680,00 €	1	1 680,00 €
MONTANT TOTAL CUMULE PARTIE 2 – EUROS HT					101 884,50

PARTIE 3 : TRAITEMENT DES EAUX ZONE PZ3 - COHV

1	PILOTE LABORATOIRE FAISABILITE TRAITEMENT BIOLOGIQUE ANAEROBIE				
1.1	Recherche deshalococcoides en laboratoire et analyses éthylène / méthane / éthane	OFFERT COMMERCIALEMENT			
2	REALISATION DES OUVRAGES TRAITEMENT				
2.1	Réalisation 10 ouvrages de contrôle à 8 m	ouvrage	775,00 €	10	7 750,00 €
3	INJECTION 1 : LACTACTE / MICROEMULSION D'HUILE				
3.1	Injection sur 10 ouvrages ; y compris matériel et consommable	Forfait	2 615,00 €	1	2 615,00 €
4	INJECTION 2 : MICROEMULSION D'HUILE				
4.1	Injection sur 10 ouvrages ; y compris matériel et consommable	Forfait	2 610,00 €	1	2 610,00 €
5	INJECTION 3 : MICROEMULSION D'HUILE				
5.1	Injection sur 10 ouvrages ; y compris matériel et consommable	Forfait	2 610,00 €	1	2 610,00 €
6	SUIVI ANALYTIQUE				
6.1	Analyses HC C5C10, C10C40, CAV (51 composés), Cl- sur 6 ouvrages à fréquence bimestrielle	Campagne	462,00 €	6	2 772,00 €
7	RAPPORTS ET INGENIERIE				
7.1	Ingénierie d'installation et de suivi de chantier ; rapport d'installation et fin travaux ; notes trimestrielles	Forfait	2 020,00 €	1	2 020,00 €
MONTANT TOTAL CUMULE PARTIE 3 – EUROS HT					20 377,00
MONTANT TOTAL GENERAL CUMULE – EUROS HT					276 795,42

Conditions financières

- Les postes non forfaitaires seront facturés selon les quantités réelles
- Facturation à l'avancement (situation mensuelle)
- Tout mois commencé est dû
- Elimination du charbon actif sous réserve de l'acceptation du déchet par le centre agréé

Annexe 2

Conditions générales de vente

CONDITIONS GENERALES DE VENTE

Toute exécution d'une prestation par notre Société implique irrévocablement l'acceptation sans réserve par le client des présentes conditions générales de vente. Elles prévalent sur toutes stipulations qui pourraient figurer dans les conditions générales du client ou dans tout autre document équivalent émanant du client.

VALIDITE DE L'OFFRE

Nos offres ont une validité de 60 jours à compter de la date d'émission, sauf stipulation contraire. Au delà, les offres seront revues en fonction des nouveaux tarifs en vigueur. Il sera notamment fait application de formules dont la forme générale est réputée traduire forfaitairement les variations des conditions économiques.

CONFIDENTIALITE - PROPRIETE INTELLECTUELLE

Toute information, quel qu'en soit le support, communiquée par notre Société au client, à l'occasion de la réalisation des prestations ou à laquelle le client pourrait avoir accès à l'occasion de l'exécution des prestations, est soumise à une diffusion restreinte. En conséquence, le client ne peut l'utiliser que dans le cadre de la réalisation des prestations et ne peut la communiquer à des tiers sans l'accord préalable de notre Société.

Sont reconnus confidentiels par nature, sans que cette liste soit limitative, le savoir faire, les procédés et moyens de détection mis en œuvre notre Société, les procédés et techniques de dépollution, ou encore les données économiques et commerciales.

Notre Société conserve intégralement et exclusivement la propriété intellectuelle et industrielle de ses prestations et des moyens mis en œuvre. La propriété intellectuelle des études et moyens mis en œuvre en résultant n'est en aucun cas transférée au client, même après le paiement complet de la prestation.

RESILIATION

Le contrat peut être résilié de plein droit par notre Société dans les cas suivants :

- manquements du client à l'une quelconque de ses obligations légales ou contractuelles quinze jours après une mise en demeure notifiant les manquements en cause restée sans effet.
- manquements répétés du client à l'une quelconque de ses obligations légales ou contractuelles. Dans ce cas la résiliation interviendra au jour de la notification de la résiliation au client.
- modification importante de l'étendue des prestations liées à des événements nouveaux ou découverte de paramètres non prévus dans l'offre.

En cas de résiliation, notre Société se réserve le droit de réclamer toute indemnité en rapport avec le préjudice subi qui ne saurait être inférieure à 20% du montant H.T des prestations qui auraient dû être effectuées si le contrat n'avait pas été résilié.

CONDITIONS DE PAIEMENT

Les paiements sont faits au domicile de notre Société nets et sans escompte en monnaie française à 30 jours fin de mois. Sauf stipulations contraires prévues dans les conditions particulières, les paiements sont exigibles comme suit (tout mois commencé étant dû) :

- acompte de 30 % à la commande par virement,
 - facturation sur situations mensuelles, et/ou sur avancement des travaux par virement,
- Les règlements par virement doivent faire l'objet d'un avis transmis par courrier au service comptable de SITA Remediation.

Les prix sont établis par postes et/ou par un prix global forfaitaire.

Cette rémunération est réputée couvrir, outre les bénéfices, tous les frais accessoires notamment les frais d'établissement, de tirage et de reproduction de tous les plans et documents dans le cadre des dispositions contractuelles.

Toutefois, le contrat peut préciser que certains frais seront remboursés en sus dans les conditions spécifiées ci-dessous :

- les frais de déplacement,
- les frais de séjour (hébergement, restauration),
- les réunions de chantier hors planning.

Tout retard dans le paiement entraînera l'application de pénalités telles que prévues à l'article L 441-6 du Code de Commerce, à un taux égal à trois fois le taux d'intérêt légal, ainsi que la facturation des frais éventuels de recouvrement.

CHARGES FISCALES

Si les prix sont établis TVA incluse. et si, en vertu des textes réglementaires, le taux de la TVA intéressant le contrat vient à varier au cours de son exécution, l'incidence de ces modifications est intégralement prise en compte dans le prix de règlement, sauf dispositions particulières édictées dans le cadre de la réglementation générale des prix.

DELAI D'INTERVENTION

Tout planning ou délai d'intervention figurant dans le cadre de l'offre ne sont données qu'à titre estimatif compte tenu des informations ayant pu être portées à la connaissance de notre Société ou obtenues par elle au moment de la remise de l'offre et ne constituent en rien un engagement ferme et définitif quant aux travaux à prévoir et à leur durée et à leur coût.

PLANS ET RESEAUX

Conformément aux dispositions du décret n°91-1147 du 14 octobre 1991, le client met à la disposition de notre Société l'ensemble des plans des réseaux appartenant aux exploitants, plans de structures, plans de masse et tous documents techniques mis à jour. Notre Société n'est en aucun cas tenue de vérifier l'exactitude et l'exhaustivité des informations contenues dans ces documents. Notre Société décline toute responsabilité en cas de détérioration ou de dommage aux ouvrages ou réseaux non signalés sur les plans en notre possession, le client garantissant notre Société contre toutes les conséquences et éventuels dommages pouvant résulter de tels ouvrages ou réseaux. Par ailleurs sauf spécification particulière, la filière de mise en centre des polluants récupérés n'est pas comprise dans la proposition financière, ni leur transport.

HYGIENE ET SECURITE

Notre Société s'engage à respecter l'ensemble des consignes et règles relative à l'hygiène et à la sécurité en vigueur sur le site et préalablement transmises par écrit par le client.

GARANTIES DES RESULTATS INDUSTRIELS

Lorsque les garanties sont données quant à des résultats industriels ou économiques, les conséquences de ces engagements devront faire l'objet d'un accord spécial entre les parties.

Si les résultats ne sont pas atteints dans les délais mentionnés dans cet accord spécial, notre Société s'engage à poursuivre les travaux jusqu'aux objectifs définis dans le cadre du cahier des charges. A défaut, les pénalités spécifiées par le client seront libératoires de toute autre action du client et seront expressément limitée à 5% du montant de la valeur hors taxes de l'offre.

Lorsque des prestations donnent lieu à une garantie, le client doit signaler à notre Société les défauts qui pourraient apparaître en cours de travaux ou après achèvement de travaux, aussitôt après les avoir constatés, faute de quoi le client supporte seul les conséquences d'un avis tardif (72 h. après les constatations).

RESPONSABILITE

La responsabilité de notre Société est expressément limitée aux dommages matériels et à un montant de un million cinq cent mille euros par sinistre.

COMPETENCE JURIDICTIONNELLE

Tous litige découlant des opérations de l'exécution d'une prestation par notre Société ou des présentes conditions générales de vente sera soumis au Tribunal de commerce de Lyon. Le droit applicable est le droit français.

SITA REMEDIATION

TERIS.SOL.IM 228 – 3 – 10/04/09



Annexe 3

Note relative au traitement biologique aérobie

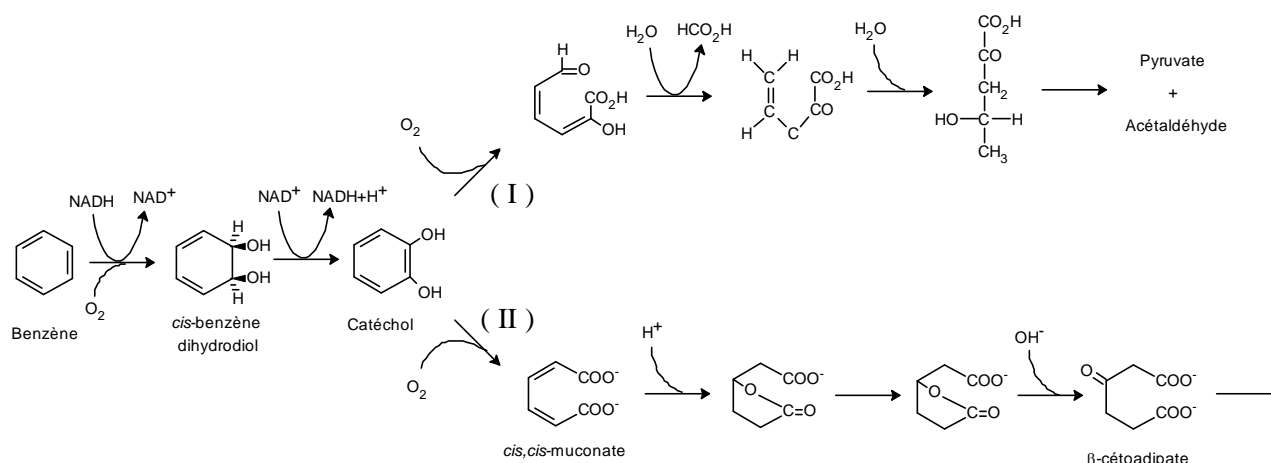
Justificatif technique et scientifique

La biodégradation des polluants organiques se fait généralement selon des voies métaboliques complexes en plusieurs étapes successives. Si un des intermédiaires de dégradation est difficile à biodégrader ou récalcitrant, il s'accumule et on observe une augmentation souvent transitoire de ces sous-produits.

Le cas le plus connu est la dégradation séquentielle des éthylènes chlorés (tri et tétrachloréthylène) en anaérobiose. Elle fait appel à des enzymes spécifiques et à des microorganismes différents ce qui se traduit parfois par l'augmentation de la concentration en sous-produits légers (cisDCE principalement).

Le risque d'apparition de sous-produits est d'autant plus élevé que la voie métabolique de dégradation est complexe. Ainsi, le risque est plus élevé en anaérobiose qu'en aérobiose. En aérobiose, le risque est plus élevé lors de la biodégradation de macromolécules complexes.

En aérobiose, la biodégradation des hydrocarbures monoaromatiques alkylés ou non se fait selon la voie métabolique très simple et bien connue du catéchol (figure ci-dessous).



La biodégradation débute par l'incorporation d'oxygène dans la molécule sous l'action d'une dioxygénase pour former le catéchol. Le catéchol peut ensuite être clivé selon 2 voies :

- La première voie de dégradation du catéchol débute par l'action de la catéchol 1,2 dioxygénase qui va ouvrir le cycle en position ortho (clivage intradiol) et la réaction aboutit à la formation de pyruvate et d'acétaldéhyde.

- La seconde voie de dégradation implique la catéchol 2,3 dioxygénase qui coupe le noyau aromatique en position meta (clivage extradiol) et conduit à la formation de l'acide cétoadipique.

Depuis la mise en évidence de ces voies métaboliques, de très nombreuses bactéries capables de se développer sur benzène ont été isolées et il semble qu'elles utilisent toutes l'une ou l'autre de ces voies.

Ainsi, la dégradation des hydrocarbures monoaromatiques débute toujours par la transformation en catéchol suivi par l'ouverture du cycle. Il n'existe pas de sous-produits de dégradation de type hydrocarbures. Après transformation en molécule de type acides gras, ces derniers sont assimilés ou minéralisés jusqu'au **stade ultime du dioxyde de carbone**.