



# TECHNOLOGIES *Saint-Laurent*

## RÉSUMÉ

La gestion de sols contaminés par des hydrocarbures pose un défi environnemental important. La compagnie Les Produits Shell Canada ltée a procédé à des essais de traitement par biodégradation aérobie à son usine de Montréal-Est (Québec). Ce projet a démontré que la biodégradation de sols argileux contaminés par des hydrocarbures est possible en conditions hivernales, et a permis d'appliquer une méthode de suivi de la biodégradation. Environ 3400 m<sup>3</sup> de sol dont la concentration moyenne d'huiles et graisses minérales était de 6670 ppm, ont été traités et décontaminés à un niveau permettant leur réutilisation comme matériel de remblai.



PLAN D'ACTION SAINT-LAURENT



Environnement  
Canada

Conservation et  
Protection

Centre Saint-Laurent

Environment  
Canada

Conservation and  
Protection

St. Lawrence Centre



Shell Canada Limitée



TECHNOLOGIE  
GROUNDWATER



Conseil national  
de recherches Canada

Institut de recherche  
en biotechnologie

National Research  
Council Canada

Biotechnology  
Research Institute



## SOLS CONTAMINÉS

**BIODÉGRADATION  
AÉROBIE, EN CONDITIONS  
HIVERNALES, DE SOLS  
ARGILEUX CONTAMINÉS  
PAR DES  
HYDROCARBURES**



## POINTS SAILLANTS

- **Technologie**
  - Biodégradation facilitée par un pré-traitement mécanique des sols.
  - Biodégradation en conditions hivernales dans des cellules ventilées.
  - Protocole de biotraitabilité pour évaluer la performance du procédé.
- **Environnement**
  - Réduction de la concentration des huiles et graisses minérales sous 1000 ppm.
  - Contrôle des émissions atmosphériques et des lixiviats.
  - Réutilisation des sols traités comme matériel de remblai.
- **Économie**
  - Coût minimal de 50 \$ la tonne.
  - Coût variable selon le type de cellules utilisées et le prétraitement.

## OBJECTIFS DU PROJET

- Évaluer la faisabilité technique, économique et environnementale de la biodégradation aérobie de sols argileux contaminés par des hydrocarbures dans des conditions climatiques hivernales.
- Vérifier si la technologie permet de réduire la concentration des hydrocarbures au-dessous de 1000 ppm.
- Appliquer et démontrer le protocole de biotraitabilité développé par l'Institut de recherche en biotechnologie (IRB) permettant de suivre et de quantifier les performances microbiologiques, biochimiques et écotoxicologiques du biotraitement.

### Phases

- I Étude de traitabilité.
- II Prétraitement mécanique des sols par tamisage, addition de nutriments et amélioration des propriétés physiques des sols.
- III Mise en place des sols prétraités dans les cellules de bio-traitement (1200 m<sup>2</sup>), aménagement des systèmes de ventilation, installation des toiles imperméables de recouvrement et des puits de contrôle (CO<sub>2</sub> et T °C).
- IV Échantillonnage, analyse et suivi du procédé de biodégradation jusqu'à l'obtention des niveaux de décontamination désirés.

## PROBLÉMATIQUE TECHNOLOGIE

Les raffineries et les centres de distribution des sociétés pétrolières doivent régulièrement éliminer des sols contaminés lors des opérations courantes. Le même problème se présente aux industries, aux sociétés publiques ou aux particuliers utilisant des produits pétroliers.

Dans le but de connaître l'efficacité technique, économique et environnementale des biotechnologies de restauration des sols contaminés par des hydrocarbures, la compagnie Les Produits Shell Canada ltée a retenu les services de la firme Technologie Groundwater Canada ltée pour réaliser des essais de biotraitement.

L'Institut de recherche en biotechnologie (IRB) du Conseil national de recherches du Canada a appliqué un protocole de biotraitabilité pour mesurer les performances biochimiques, microbiologiques et écotoxicologiques de la technologie.

Des sols contaminés, de granulométrie variable, constitués principalement d'argile et donc difficilement biodégradables, ont été mélangés à du gypse, de la sciure de bois et des nutriments azotés et phosphatés, en se servant d'un pulvomélangeur. Ce mélange a ensuite été acheminé à un système de tamisage et de broyage, où l'on procéda à un autre ajout des mêmes ingrédients dans une proportion ne dépassant pas 10 % du volume.

Les sols ainsi préparés ont ensuite été placés dans trois

cellules en béton munies de conduites de ventilation, recouvertes d'une toile imperméable et spécialement aménagées pour stimuler la biodégradation par les bactéries indigènes en contrôlant la température, l'oxygénation, les taux d'humidité et de nutriments. Un espace de 0,75 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> est nécessaire pour aménager les cellules de biotraitement. La performance des cellules aménagées a été comparée à celle de trois cellules témoins dans lesquelles on avait placé des sols ayant subi un niveau de traitement différent.



# RÉSULTATS

## Efficacité du traitement par biodégradation aérobie

En huit (8) mois de traitement, la teneur en hydrocarbures des sols argileux a été abaissée de 6670 ppm à 794 ppm, soit une réduction de 88 % par la biodégradation aérobie.

- Le prétraitement mécanique des sols a permis d'améliorer leurs propriétés physiques et d'assurer une meilleure répartition de l'oxygène et des nutriments dans les sols.
- La biodégradation aérobie des hydrocarbures a

été réalisée en conditions hivernales. Une température moyenne de 19 °C a été observée à l'intérieur des cellules au mois de décembre 1992 alors que la température extérieure moyenne était de -7 °C.

- La concentration des composés volatils s'est avérée non détectable dans les émissions des soufflantes.
- Aucun lixiviat n'a été observé au drain; les sols traités ne présentant aucune toxicité ont pu être réutilisés comme matériel de remblai.

## Démonstration du protocole de biotraitabilité

- Le protocole de biotraitabilité développé par l'IRB a permis de suivre et de quantifier les performances du biotraitement du point de vue microbiologique, biochimique et écotoxicologique.
- La combinaison de sondes biomoléculaires, de tests respirométriques et de minéralisation a permis de discriminer l'activité des microorganismes hétérotrophes et des bactéries hydrocarbonoclastes.

- Les données de minéralisation de composés témoins marqués au carbone-14 confirment l'atteinte de l'objectif de 1000 ppm.

## Coût du traitement

Le coût du biotraitement peut varier entre 35 \$ et 70 \$ par tonne selon le type de cellules utilisées (temporaires ou permanentes); ce coût inclut l'exploitation des soufflantes, l'ajout des nutriments et le suivi environnemental. Le coût du prétraitement peut varier de 10 à 30 \$ la tonne.



## POTENTIEL ET LIMITES

### Potentiel

La biodégradation aérobie peut être appliquée à des sols et des boues contaminés par n'importe quel type de composés organiques biodégradables. Lorsque réalisée dans des cellules spécialement aménagées, la biodégradation peut être optimisée tout en contrôlant les émissions de composés volatils et la production d'eaux de lixiviation.

### Limites

La nature des contaminants et les propriétés physiques des sols peuvent influencer la biodégradation; des études de biotraitabilité sont donc nécessaires afin de connaître les limites du traitement et en définir les critères de conception. En effet, les sols hétérogènes fortement contaminés (60 000 ppm) et les hydrocarbures lourds peuvent être plus lents à

biodégrader si aucun additif (oxygène, nutriments) n'est ajouté; de plus, la présence de métaux lourds peut inhiber la biodégradation.

## INFORMATIONS

Cette fiche a été rédigée à partir des résultats d'un projet de développement et de démonstration technologique réalisé par la société Technologie Groundwater Canada ltée pour Les Produits Shell Canada ltée en collaboration avec l'Institut de recherche en biotechnologie du Conseil national de recherches du Canada. Le projet a bénéficié d'une aide financière du Centre Saint-Laurent.

Pour plus d'informations, s'adresser à :

Gérald Girouard, ing.,  
Jean-René Michaud, ing.,  
Direction Développement  
technologique  
Centre Saint-Laurent  
Environnement Canada  
Tél. : (514) 283-6536  
(514) 283-9207

Marc St-Cyr, ing.  
Normand Paquet, ing.  
Les Produits Shell Canada ltée  
Tél. : (514) 640-3378

M. Ronald Desrochers, ing.  
Technologie Groundwater  
Canada ltée  
Tél. : (514) 353-6939

M. Réjean Samson, Ph.D.  
Génie de l'environnement  
Institut de recherche en  
biotechnologie  
Conseil national de  
recherches du Canada  
Tél. : (514) 496-6180

Les fiches d'information Technologies Saint-Laurent sont destinées aux entreprises, industries, organismes et personnes qui s'intéressent aux nouvelles technologies environnementales. Elles sont produites par la direction Développement technologique du Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent. Elles servent à diffuser les résultats obtenus lors des projets de développement et de démonstration technologiques réalisés dans les quatre secteurs suivants : eaux usées industrielles, sols contaminés, déchets dangereux et sédiments contaminés.

Vous pouvez obtenir gratuitement les fiches en vous adressant à :

CENTRE SAINT-LAURENT  
Conservation et Protection  
Environnement Canada  
105, rue McGill, 4<sup>e</sup> étage  
Montréal (Québec) H2Y 2E7  
Tél. : (514) 283-7000

Production :  
Claire Marier, M. Sc., M.B.A.  
Rédaction :  
Jean-René Michaud, ing., M.Sc.A.

Révision du texte :  
Monique Simond

Réalisation graphique :  
Marcel Champagne  
Communications Le Sceau inc.

Impression :  
Boulangier inc.  
Publié avec l'autorisation du  
ministre de l'Environnement  
© Ministre des  
Approvisionnement et Services  
Canada, 1993

Septembre 1993

Also available under the title :  
*Aerobic Biodegradation of  
Hydrocarbon-contaminated  
Clay Soils in Winter Conditions.*

