



TECHNOLOGIES *Saint-Laurent*

RÉSUMÉ

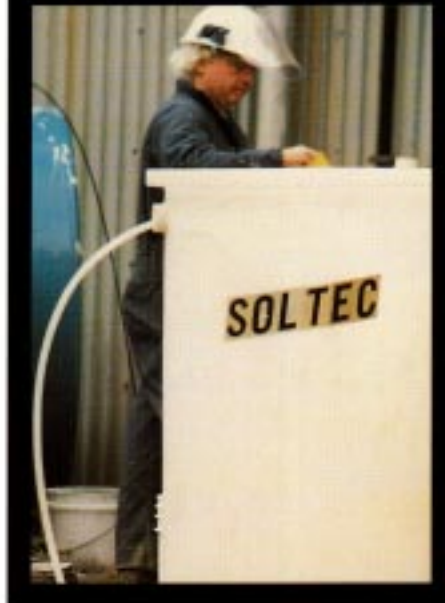
Au cours d'un projet ayant pour but de choisir une technologie pour la restauration de sites industriels, la compagnie Alcan a contribué au développement et à la démonstration d'un procédé de traitement de sols contaminés par oxydation des hydrocarbures.

En 1995, on a réalisé des essais de traitement *in situ* sur 3000 m³ de sols contaminés par des huiles diesel, et en 1996, on a traité *in situ* et *ex situ* 200 m³ de sols contaminés par des huiles de transformateurs. L'efficacité du traitement a été démontrée pour les huiles et graisses minérales, les hydrocarbures pétroliers, le benzène, toluène, éthylbenzène et xylène (BTEX), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les biphenyles polychlorés (BPC). Ces projets comportaient également l'étude en laboratoire sur la toxicité et les mécanismes de réaction.



SOLS CONTAMINÉS

DÉVELOPPEMENT DU PROCÉDÉ SOLTEC[®] POUR LE TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE DE SOLS CONTAMINÉS PAR DES HYDROCARBURES



POINTS SAILLANTS

- **Technologie**
 - Équipement simple, facile et rapide à mobiliser;
 - Procédé applicable *ex situ* et *in situ* en toute saison;
 - Traitement rapide et efficace.
- **Environnement**
 - Élimination de plus de 90 % des concentrations d'hydrocarbures pétroliers, BTEX, HAP et BPC;
 - Aucune formation de sous-produits nuisibles pour l'environnement.
- **Économie**
 - Élimination des coûts d'excavation, de transport et de mise en dépôt;
 - Réutilisation possible du sol traité comme matériel de remblai;
 - Coût de traitement compétitif.



Environnement
Canada

Environment
Canada

Protection

Protection

Région du Québec

Québec Region



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Environnement
et de la Faune

TECOSOL



Bureau fédéral de
Développement régional
(Québec)

Federal Office of
Regional Development
(Québec)

OBJECTIFS DES PROJETS

Les projets réalisés par Alcan visent à démontrer que le procédé SOLTEC[®], proposé au Québec par Tecosol inc., était acceptable des points de vue technique, économique, social et environnemental pour traiter *in situ* et *ex situ* des sols contaminés par des hydrocarbures ou des huiles de transformateurs.

PHASES

1. Essais de traitabilité en laboratoire et mesure du degré de toxicité des sols avant et après traitement.
2. Essais de traitement *in situ* (puits d'injection) et *ex situ* (dans des conteneurs) à l'échelle pilote sur le terrain.
3. Démonstration à l'échelle réelle sur le terrain.
4. Contrôle et suivi environnemental pendant un an de la qualité des sols et des eaux souterraines des secteurs traités.

De plus, des analyses ont été réalisées dans les laboratoires du département de chimie de l'Université de Sherbrooke et de l'institut de recherche en biotechnologie (IRB) du Conseil national de recherches Canada afin de définir les mécanismes de réaction entre le mélange des réactifs et les contaminants présents dans les sols et d'évaluer l'efficacité de traitement et l'évolution des contaminants.

PROBLÉMATIQUE

Les activités liées aux opérations industrielles peuvent accidentellement engendrer des problèmes de contamination des sols.

Le procédé SOLTEC[®], qui consiste à dégrader de façon physico-chimique les hydrocarbures par l'injection *in situ* ou *ex situ* de réactifs respectueux de l'environnement, paraissait très prometteur. En effet, la présence de bâtiments et d'infrastructures souterraines dans certains secteurs empêchait l'excavation des sols imbibés

d'hydrocarbures ou d'huiles de transformateurs, alors que dans d'autres secteurs, il était possible d'excaver et de traiter ce type de sols sur le site même.

TECHNOLOGIE

Le procédé SOLTEC[®] permet le traitement *in situ* ou *ex situ* de sols contaminés par des hydrocarbures. Il consiste à mettre en contact avec les hydrocarbures un mélange de réactifs solides à base de calcium et des agents oxydants liquides et gazeux. La réaction physico-chimique s'opère en moins de 48 heures.

Le mélange de réactifs est introduit *in situ* dans les sols par injection sous pression à l'aide de puits de faible diamètre localisés aux endroits stratégiques. Dans le traitement *ex situ*, les sols excavés et les réactifs sont mélangés dans un conteneur.

RÉSULTATS DES ESSAIS DE TRAITEMENT EN LABORATOIRE À L'ÉCHELLE PILOTE ET PLEINE ÉCHELLE SUR LE TERRAIN

Contaminant	Paramètres	Laboratoire			Échelle pilote			Pleine échelle		
		Avant mg/kg	Après mg/kg	Efficacité de destruction	Avant mg/kg	Après mg/kg	Efficacité de destruction	Avant mg/kg	Après mg/kg	Efficacité de destruction
Diesel	H&Gm - écart	-	-	-	43 000 à 64 000	1100 à 2700	-	25 000 à 64 000	700 à 2800	-
	- moyenne	84 700	4300	95 %	44 000	1860	96 %	44 000	1580	96 %
BTEX	- écart	-	-	-	26 à 98	1 à 17	-	20 à 100	< 2	-
	- moyenne	700	80	89 %	752	5,3	99 %	75	2	97 %
Huiles de transformateurs	C ₁₀ -C ₃₀ - écart	28 000 à 32 000	490 à 580	-	7600 à 17 000	400 à 1900	-	À compléter 1997-1998		
	- moyenne	29 766	527	98 %	16 000(*)	725 1530	92 % 90 %			
	HAP - écart	28 à 34	< 1	-	12 à 95	1 à 4	-			
	- moyenne	31	< 1	> 97 %	6,0 41 (*)	< 1,0 2,5	> 83 % 94 %			
PCB	- écart	60 200	8 30	87 % 85 %	8 à 9	1 à 2	-			
	- moyenne	-	-	-	8,6 2,4 (*)	1,3 0,25	85 % 90 %			

(*) Traitement *ex situ*.

RÉSULTATS

Mécanismes de réaction et toxicité

Les recherches en laboratoire ont démontré que les hydrocarbures présents dans les sols, mis en contact avec le mélange de réactifs, sont détruits par oxydation et que la réaction donne lieu à la formation de vapeurs d'eau (H_2O) et de gaz carbonique (CO_2). De plus, la batterie d'essais réalisés par l'IRB a démontré que la réaction avec les hydrocarbures ne génère pas de sous-produits nuisibles pour l'environnement.

Efficacité du traitement pour le diesel

En trois mois de traitement, près de 3000 m³ de sols ont été décontaminés *in situ*. Les concentrations d'huiles et de graisses minérales (H&Gm) situées entre 3 m et 5 m de profondeur, variaient entre 25 000 et 64 000 mg/kg avant le traitement. Après traitement, les concentrations mesurées dans les puits d'observation démontraient des réductions moyennes de plus de 95 % des H&Gm et des BTEX.

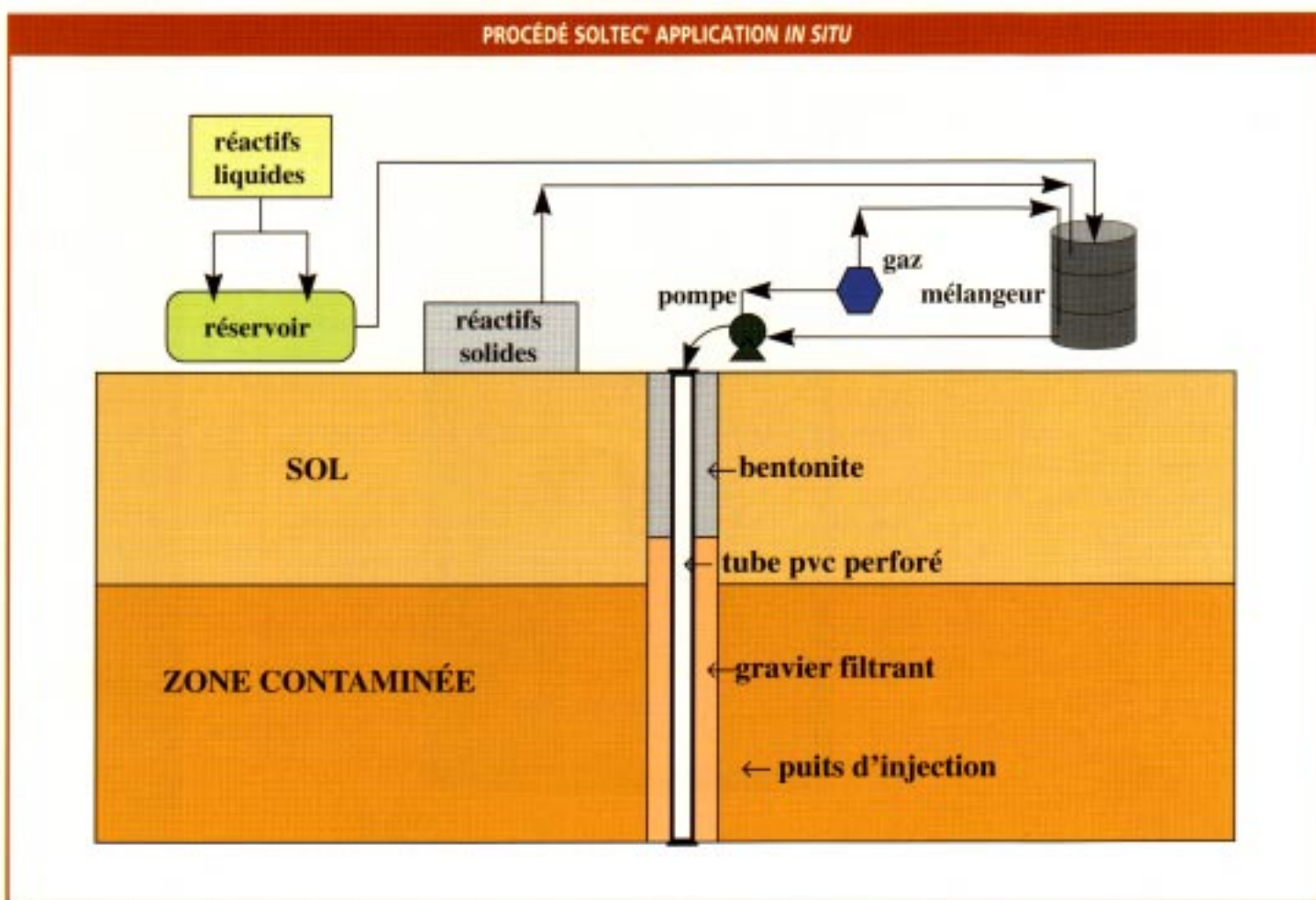
Efficacité de traitement pour les huiles de transformateurs

Les essais pilotes de traitement *in situ* de sols contaminés situés sous les bâtiments et de traitement *ex situ* de plus de 200 m³ de sols excavés ont permis de confirmer également l'efficacité du procédé pour le traitement de sols contaminés par des huiles de transformateurs. L'analyse des hydrocarbures pétroliers dans les sols non traités indiquaient des concentrations variant entre 7600 et 32 000 mg/kg.

À l'échelle pilote, on a obtenu une réduction moyenne de plus de 90 %. Les réductions étaient du même ordre pour les HAP et les BPC.

Suivi environnemental

Un suivi environnemental d'un an de la qualité des sols et des eaux souterraines a démontré que les sols décontaminés ne constituent plus une source de contamination des eaux souterraines et que la superficie de l'enclave de contamination a diminué jusqu'à présent de plus de 95 %.



POTENTIEL ET LIMITES

Potentiel

Le procédé SOLTEC® permet de traiter en quelques jours des sols contaminés par des hydrocarbures légers ou lourds difficilement biodégradables.

La présence de métaux lourds n'affecte pas l'efficacité du traitement. L'expérience européenne démontre en effet que ces

derniers sont stabilisés par les réactifs utilisés.

Les réactifs injectés dans les sols peuvent former une barrière hydraulique empêchant la dispersion des hydrocarbures.

Limites

La perméabilité et l'hétérogénéité des sols peuvent faire obstacle au traite-

ment *in situ*. Les sols à forte teneur en matières organiques, certains autres types de sols ou des conditions particulières du site peuvent aussi restreindre la mise en contact des réactifs avec les contaminants et de ce fait, nuire à l'efficacité du procédé.

INFORMATIONS

Cette fiche a été rédigée à partir des résultats obtenus de deux projets de développement et de démonstration technologiques réalisés conjointement par la compagnie Tecosol inc. et par le Centre de recherche et développement Arvida d'Alcan avec la collaboration technique et financière d'Environnement Canada. L'un des projets a également reçu un appui financier du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec.

Pour plus d'informations, s'adresser à :

Jean-Guy Tellier, ing.
Centre de recherche et de développement Arvida
Alcan International
Limitée
1955, boulevard Mellon
C.P. 1250
Jonquière (Québec)
G7S 4K8
Tél. : (418) 699-3377
Courrier électronique :
jguy_tellier
@crda.can.int.alcan.ca

Pierre Dufresne, M.Sc.
Tecosol inc.
220, des Frênes
Ste-Julie (Québec)
J0L 2S0
Tél. : (514) 922-1206

Jean-René Michaud, ing., M.Sc.A.
Gérald Girouard, ing.
Environnement Canada
Section du développement
technologique
105, rue McGill, 4^e étage
Montréal (Québec)
H2Y 2E7
Tél. : (514) 283-9270
(514) 283-6536
Courrier électronique :
jr.michaud@ec.gc.ca
gerald.girouard@ec.gc.ca

Georges Gabra, Ph.D.
Direction de l'information et
de la coordination de la
recherche
Ministère de l'Environnement
et de la Faune du Québec
2360, chemin Ste-Foy, 3^e étage
Boîte 37
Ste-Foy (Québec)
G1V 4H2
Tél. : (418) 646-4151

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 Section Développement technologique, Environnement Canada, dans le cadre de Saint-Laurent Vision 2000. Elles servent à diffuser les résultats obtenus lors des projets de développement et de démonstration technologiques réalisés dans les cinq secteurs suivants : eaux usées industrielles, sols contaminés, déchets dangereux, sédiments contaminés et outil novateur.

Vous pouvez obtenir les fiches en vous adressant à :
Environnement Canada
Section Développement
technologique
105, rue McGill, 4^e étage
Montréal (Québec)
H2Y 2E7
Tél. : (514) 283-9274

Publications disponibles sur
La Voie Verte :
<http://www.qc.doe.ca>

Production :

Dianne Ouellet
Hélène Perrault

Rédaction :

Pierre Dufresne, M.Sc.
Jean-Guy Tellier, ing.
Jean-René Michaud, ing., M.Sc.A.

Mise en page et impression :
J. B. Deschamps Inc.

Révision du texte :

Monique Simond

Publié avec l'autorisation du
ministre de l'Environnement
© Ministre des Travaux publics
et Services gouvernementaux
Canada, 1997

No. de cat. En 40-231/1-1997F

ISSN 1188-7990

ISBN 0-662-81859-8

Mars 1997

Also available under the title:
Development of the Soltec®
Process for the Physico-Chemical
Treatment of Soil Contaminated
with Hydrocarbons

Canada 

ADDENDUM

Résumé

Le procédé SOLTEC® qui permet une combinaison de traitement *in situ* et *ex situ* a été développé et démontré sur un volume de 1380 m³ de sols contaminés par des huiles de transformateurs et par des BPC et sur un volume de 30 m³ de sols contaminés par des BPC.

Résultats

Les recherches en laboratoire ont démontré que les mécanismes de réactions dans le cas des huiles de transformateurs est une oxydation et que ces réactions ne génèrent pas de sous-produits nuisibles pour l'environnement. Dans le cas des BPC, les travaux de l'Institut de recherche en biotechnologie (IRB) ont confirmé qu'il n'y avait pas de formation de dioxines et de furanes, et que l'absence de sous-produits de dégradation suggère que le mécanisme impliqué est également une oxydation.

Efficacité de traitement

Les essais de traitement *in situ* et *ex situ* à l'échelle réelle sur le terrain sur des sols contaminés par des huiles de transformateurs ont démontré des efficacités de destruction de 85 à 95% pour les hydrocarbures C₁₀-C₅₀ et de 75 à 90% pour les BPC, permettant d'atteindre le critère « C » du ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF).

Pour les sols contaminés par des BPC, les essais de traitement *ex situ* en laboratoire et à l'échelle pilote sur le terrain ont démontré des efficacités de plus de 85% pour des concentrations avant traitement de l'ordre de 200-230 mg/kg pour atteindre 30 mg/kg après traitement. Ceci a permis d'obtenir un niveau de concentration adéquat pour un enfouissement sécuritaire des sols contaminés au BPC.

Suivi environnemental

Le suivi environnemental sur les eaux souterraines durant l'année suivant le traitement a permis de constater que les concentrations en hydrocarbures furent abaissées sous le critère « C » et que le pH de l'eau est revenu à la normale dans une période de 6 à 12 mois après le traitement des sols contaminés.

RÉSULTATS DES ESSAIS DE TRAITEMENT À L'ÉCHELLE RÉELLE SUR LE TERRAIN SUR LES SOLS CONTAMINÉS PAR DES HUILES DE TRANSFORMATEURS

Phases	Paramètres mg/kg	Concentration moyenne (mg/kg)		Efficacité de destruction
		Avant traitement	Après traitement	
Échelle réelle <i>in situ</i> sous bâtiment	C ₁₀ - C ₅₀	9 930	1 567	> 85%
	BPC totaux	1,6	0,36	> 75%
Échelle réelle <i>in situ</i> à l'extérieur	C ₁₀ - C ₅₀	18 400	1 100	> 94%
	BPC totaux	5,3	0,27	> 90%
Échelle réelle <i>ex situ</i>	C ₁₀ - C ₅₀	21 800	2 194	> 90%
	BPC totaux	8,1	<0,1	> 90%

RÉSULTATS DES ESSAIS DE TRAITEMENT EX SITU SUR LES SOLS CONTAMINÉS PAR DES BPC

Phases	Paramètres mg/kg	Concentration moyenne (mg/kg)		Efficacité de Destruction
		Avant traitement	Après Traitement	
Laboratoire	BPC totaux	200	30	85%
Pilote	BPC totaux	230	29,2	> 85%