



# TECHNOLOGIES *Saint-Laurent*

## RÉSUMÉ

Alex Sol inc. et l'Institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau), en collaboration avec Environnement Canada, ont entrepris en septembre 1995, un projet de développement et de démonstration d'une nouvelle technologie de décontamination de sols et de sédiments. Cette technologie allie des phases de séparation physique, chimique et biologique pour extraire les métaux qui contaminent les sols et les sédiments. Les résultats obtenus lors de cette démonstration technologique ont permis d'établir des chaînes de traitement complètes pouvant s'adapter à plusieurs types de contaminants et permettant de respecter la politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du Québec.



## SOLS CONTAMINÉS

### DÉCONTAMINATION DE SOLS ET DE SÉDIMENTS PAR SÉPARATION PHYSIQUE, CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES MÉTAUX



Photo : Christine Sauvageau

## POINTS SAILLANTS

- **Technologie**
  - Extraction des métaux par des méthodes physique, chimique et biologique
  - Traitement ex-situ
- **Environnement**
  - Décontamination de sols et de sédiments (jusqu'à 99 % d'enlèvement des métaux)
  - Potentiel de réutilisation des sols et des sédiments décontaminés
  - Potentiel de récupération des métaux extraits
- **Économie**
  - Coût de traitement variable en fonction du volume, du type de sol ou de sédiments et du niveau de contamination (25 à 100 \$/tonne)



## OBJECTIFS DU PROJET

Le projet avait pour but :

1. D'optimiser les procédés chimique et biologique à l'échelle pilote;
2. D'intégrer une chaîne de traitement physique aux procédés chimique et biologique développés;
3. D'adapter le traitement physique en fonction des objectifs et limites des procédés chimique et biologique;
4. De vérifier l'efficacité de la chaîne de traitement sur plusieurs types de sols et de sédiments;
5. De minimiser les coûts d'exploitation.

Les travaux ont consisté à :

1. Traiter plus de 45 tonnes de sols et de sédiments;
2. Tester pendant 16 mois le procédé de traitement en usine pilote;
3. Réaliser les essais sur des sols provenant de divers sites (Montréal, Québec et Trois-Rivières) et sur des sédiments d'une zone portuaire de Montréal;
4. 70 essais réalisés dont : 60 essais sur des sols et 10 essais sur des sédiments.

## PROBLÉMATIQUE TECHNOLOGIE

La réhabilitation de sites contaminés par des métaux constitue un défi de taille pour les propriétaires qui désirent les utiliser. Des méthodes de restauration de sites sont actuellement disponibles mais les coûts associés sont généralement élevés.

Les propriétaires de sites contaminés se sont récemment tournés vers des modes de gestion plus économiques, comme l'enfouissement dans des cellules à sécurité maximale ou encore le confinement sur place des sols et des sédiments contaminés. Ces types de gestion n'apportent cependant aucune solution définitive à la problématique des sites contaminés.

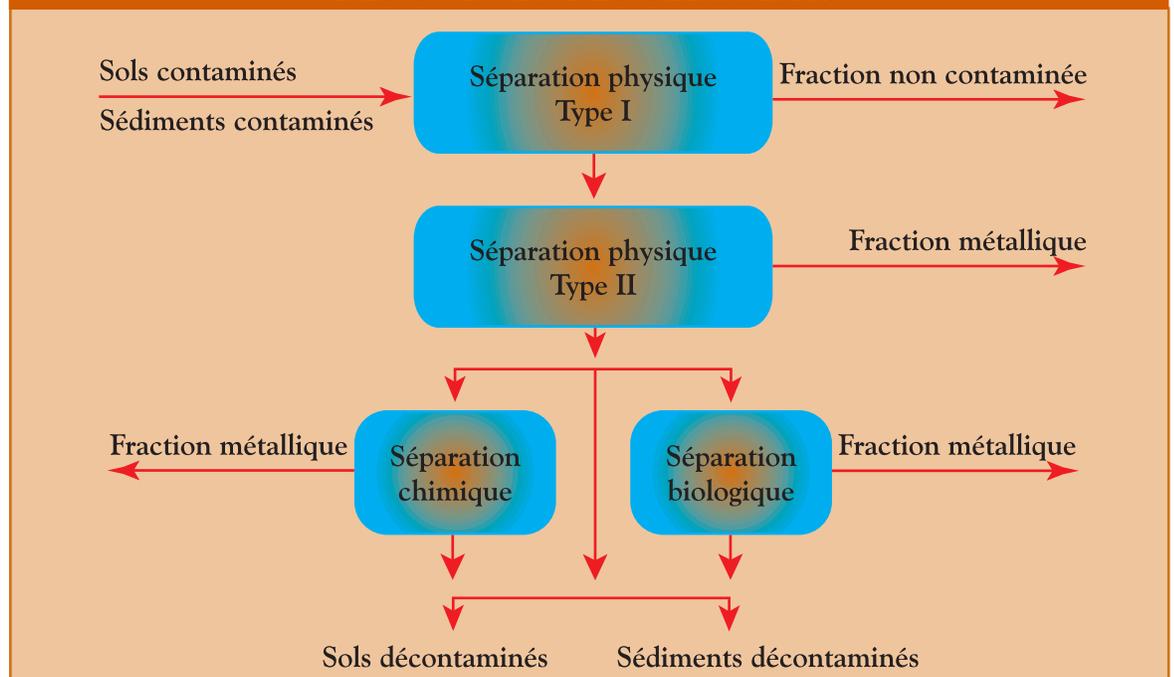
La technologie développée par Alex Sol inc. et l'INRS-Eau fait appel à plusieurs techniques d'enlèvement des métaux qui peuvent s'appliquer à différents types et concentrations de contaminants. Le procédé propose des phases de séparation physique, chimique et biologique des métaux.

La première étape consiste en la séparation physique des métaux par tamisage des fractions de sols contaminés et non contaminés. Cette séparation physique fait aussi intervenir des techniques de séparation par densité, par magnétisme et par flottation. Dans certains cas, la séparation physique permettra à elle seule de décontaminer les sols et les sédiments. Toutefois,

dans la majorité des cas, cette étape servira à abaisser le niveau de contamination préalablement à la décontamination par séparation chimique et (ou) biologique.

La séparation chimique et biologique s'effectue en réacteur et utilise le potentiel oxydant de certains acides, produits chimiques et des microorganismes qui ajustent le pH et le potentiel d'oxydo-réduction du milieu dans le but de rendre les métaux sous une forme soluble. Cette séparation est suivie d'une déshydratation qui produit, d'une part, les sols ou les sédiments décontaminés et d'autre part, les liquides contenant les métaux. Ces liquides sont ensuite traités afin d'en extraire les métaux.

**FIGURE 1.**  
**SCHEMA DU PROCÉDÉ DE DÉCONTAMINATION DES SOLS ET DES SÉDIMENTS**



# RÉSULTATS

Dans le cadre du projet de démonstration technologique, des échantillons de sols et de sédiments contaminés ont été prélevés sur des sites localisés dans les villes de Québec, Montréal et Trois-Rivières. Au total, plus de 45 tonnes de sols et de sédiments ont été traitées.

Le traitement de ces sols et sédiments par le procédé développé par Alex Sol inc. et l'INRS-Eau a permis un enlèvement marqué des métaux présents. Les résultats des essais sont présentés au tableau 1.

## Sols de Québec

Dans le cas des sols de Québec, la contamination est issue d'une activité industrielle reliée à l'usinage des métaux et à la présence de l'ancien incinérateur de Québec. Le plomb était le contaminant prédominant.

Les essais sur ces sols ont permis un enlèvement important du plomb abaissant ainsi le niveau de contamination en deçà du critère C de la politique sur les sols contaminés\*.

## Sols de Montréal

Les sols de Montréal, également caractérisés par une contamination par le plomb, avaient un fort contenu en argile qui les rendait incompatibles avec plusieurs types de séparation physique. La chaîne de traitement adaptée a permis d'atteindre des niveaux de décontamination répondant aux normes.

## Sols de Trois-Rivières

Les sols de Trois-Rivières étaient contaminés par des concentrés de minerais de zinc et de cuivre. Leur forte contamination présentait un défi technologique important. Les

résultats obtenus lors de ces essais montrent que le niveau de décontamination visé a été atteint. De plus, les pourcentages d'enlèvement du cadmium, du cuivre et du zinc dépassent 98 %.

## Sédiments

Les résultats présentés au tableau 1 montrent le degré de décontamination obtenu pour les deux métaux problématiques, soit le cuivre et le zinc. La concentration de cuivre est passée de la plage B-C à une concentration inférieure au critère A. La concentration de zinc, au départ supérieure au critère C, est passée à la plage A-B. Une fois de plus, la technologie de décontamination a permis d'atteindre l'objectif visé.

**TABLEAU 1.  
RÉSULTATS OBTENUS LORS DE LA DÉMONSTRATION TECHNOLOGIQUE  
DE TRAITEMENT DES SOLS ET DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS  
PAR LES MÉTAUX LOURDS**

Élément	Avant traitement (mg/Kg)	Après traitement (mg/Kg)	Enlèvement (%)	Critère atteint*
<b>SOLS DE QUÉBEC</b>				
Plomb	2 595	807	69	B-C
Zinc	1 521	488	68	A-B
<b>SOLS DE MONTRÉAL</b>				
Plomb	1 848	877	53	B-C
Cuivre	768	402	48	B-C
<b>SOLS DE TROIS-RIVIÈRES</b>				
Zinc	221 800	791	99	B-C
Cuivre	7 533	124	98	B-C
Plomb	1 202	591	51	B-C
Cadmium	1 020	3,4	99	A-B
<b>SÉDIMENTS DE MONTRÉAL</b>				
Zinc	2 682	333	88	A-B
Cuivre	117	34,1	70	A

\* Selon la « Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés » du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 1994 (première édition) et 1998 (dernière édition). Plages de contamination : A-B : utilisation résidentielle; B-C : utilisation commerciale et industrielle; > C : aucune utilisation sans traitement préalable.

# POTENTIEL ET LIMITES

Alex Sol inc. et l'INRS-Eau ont développé un procédé de décontamination des sols et des sédiments contaminés par des métaux lourds. La démonstration technologique de ce procédé est concluante. De fait, des essais réalisés sur des sols et des sédiments provenant des villes de Québec, Montréal et Trois-Rivières ont permis de réduire la contamination sous le seuil des critères fixés.

La chaîne de traitement développée s'attaque aussi bien aux particules très fines du sol (argile) qu'aux particules plus grossières, tels les sables et les scories, et permet une séparation efficace des métaux tant particuliers que chimiquement liés à la matrice.

Le procédé proposé est avantageux tant sur le plan environnemental que sur le plan économique. Le trai-

tement des sols et des sédiments permet d'éliminer les risques potentiels pour la santé humaine et le milieu aquatique aux abords des sites. La décontamination des sols redonne aussi une pleine valeur aux sites et favorise la construction résidentielle et commerciale.

L'efficacité du procédé développé pour l'enlèvement des contaminants organiques reste à être démontrée.

# INFORMATIONS

Cette fiche technologique a été rédigée à partir des résultats obtenus lors d'un projet de développement et de démonstration technologique réalisé par Alex Sol inc. et l'INRS-Eau avec la collaboration technique et financière d'Environnement Canada et de Développement Économique Canada (Québec).

Pour plus d'informations, s'adresser à :

Environnement Canada  
Éco-innovation technologique

Jean-René Michaud,  
ing., M.Sc.A.  
Tél. : (514) 496-6851  
Courrier électronique :  
jean-rene.michaud@ec.gc.ca

Alex Sol inc.

Richard Painchaud  
Président  
Tél. : (418) 692-5849  
Courrier électronique :  
richard.painchaud@avantage.com

INRS-Eau

Jean-François Blais  
Professeur  
Tél. : (418) 654-2541  
Courrier électronique :  
blaisjf@inrs-eau.quebec.ca

Guy Mercier  
Agent de recherche  
Tél. : (418) 654-2633  
Courrier électronique :  
mercieg@inrs-eau.quebec.ca

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 Éco-innovation 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 Éco-innovation  
technologique  
105, rue McGill, 4<sup>e</sup> étage  
Montréal (Québec) H2Y 2E7  
Tél. : (514) 496-6851  
1-800-463-4311

Publications disponibles sur  
La Voie verte :  
[http://www.qc.ec.gc.ca/protect/francais/eco\\_innovation/eco\\_accueil.htm](http://www.qc.ec.gc.ca/protect/francais/eco_innovation/eco_accueil.htm)

*Production :*  
Suzie Thibodeau

*Rédaction :*  
Jean-René Michaud  
Richard Painchaud  
Christine Sauvageau  
Guy Mercier  
Myriam Chartier  
Guy Roberge

*Mise en page :*  
Christine LePage  
Suzie Thibodeau

*Révision du texte :*  
Monique Simond  
Christine LePage

*Impression :*  
Image Créative inc.

Publié avec l'autorisation du  
ministre de l'Environnement  
© Ministre des Travaux publics  
et Services gouvernementaux  
Canada, 1999  
N° de cat.: En1-17/39-1999F  
ISSN : 1188-7990  
ISBN : 0-662-83416-X

Février 1999

Also available in English under  
the title :  
*Soil and sediment decontamination by a physical, chemical and biological metal-separation process*