

DETALC : Programme de développement et de
démonstration de techniques d'assainisse-
ment de lieux contaminés

TD
878
D28

3608293D



Environnement
Canada

Environnement
Canada



CANADA'S GREEN PLAN
LE PLAN VERT DU CANADA

Direction générale du
développement technologique
Place Cartier, 4^e étage
425, boul. St-Joseph
Hull (Québec)
K1A 0H3

Le 15 décembre 1994

4106-1-2

Liste d'envoi:

Objet: Fiches techniques diffusées conformément au Programme de développement et de démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés (DETALC) d'Environnement Canada

Vous trouverez ci-joint un jeu complet des fiches techniques du Programme DETALC et d'une liste à jour de ces documents. Vous pouvez vous procurer ces fiches du Bureau du transfert de la technologie (BTT). Même si vous êtes sur la liste d'envoi et que vous recevrez les fiches à venir, vous pouvez obtenir des exemplaires supplémentaires ou des versions traduites de ces documents en vous adressant au BTT dont l'adresse apparaît à la fin de cette lettre. Des fiches pour plusieurs technologies sont presque terminées, et nous vous les enverrons dès qu'elles seront disponibles.

Le Service de la protection de l'environnement est en train de mettre sur pied un nouveau système de documentation informatisé de courts documents sur des questions environnementales. La ligne EnviroFax fonctionnera 24 heures par jour, toute la semaine, et il n'en coûtera que les frais d'appel. La base de données comprendra les rapports de la Série de la Protection de l'environnement (SPE) de moins de 20 pages, les fiches d'information telles que les fiches techniques du Programme DETALC, ainsi que les exemplaires les plus récents du *Bulletin de la lutte contre les déversements* et du *Bulletin BIOQUAL*. On y trouvera également une liste des conférences, colloques et symposiums nationaux et internationaux, et les catalogues de documents seront mis à jour chaque mois. Vous pourrez passer vos commandes à l'aide de votre télécopieur par l'entremise d'un circuit de transmission de la voix sur la ligne EnviroFax en composant le (819) 953-0966. Si vous désirez des renseignements au sujet du nouveau service, appelez au (819) 953-5750 ou au (819) 953-5921.

Bureau du transfert de la technologie
Direction générale du développement technologique
Environnement Canada
425, boul. St-Joseph, 3^e étage
Hull (Québec)
K1A 0H3

Richard Moyer

Tél.: (819) 953-5921

fax: 819-953-7253

Veuillez agréer, Monsieur ou Madame, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Lisa Keller

L. Keller
Programme DETALC
Division des subventions à l'industrie

*TD
878
D28*

P.j.

Canada

Printed on recycled paper
Imprimé sur du papier recyclé



**TECHNICAL SUMMARY SHEETS AVAILABLE UNDER THE
DEVELOPMENT AND DEMONSTRATION OF SITE REMEDIATION TECHNOLOGY (DESRT) PROGRAM**

	NAME	COMPANY	PROVINCE	CODE
	01E Stabilization / Solidification Project, Pacific Place Site	Chemical Waste Management of Canada, Inc.	BC	PC-E-BC-PPS-CWM
✓	01F Projet de Stabilisation / Solidification, Site de Pacific Place	Chemical Waste Management of Canada, Inc.	BC	PC-F-BC-PPS-CWM
	02E Stabilization / Solidification Project, Pacific Place Site	Newalta Corporation	BC	PC-E-BC-PPS-N
✓	02F Projet de Stabilisation / Solidification, Site de Pacific Place	Newalta Corporation	BC	PC-F-BC-PPS-N
	03E Thermal Extraction Project, Pacific Place Site	Chemical Waste Management of Canada Inc.	BC	T-E-BC-PPCWM
✓	03F Projet d'extraction thermique, Site de Pacific Place	Chemical Waste Management of Canada Inc.	BC	T-F-BC-PPCWM
	04E Stabilization / Solidification Project, Pacific Place Site	Bennett Remediation Services	BC	PC-E-BC-PPSB
✓	04F Projet de Stabilisation / Solidification, Site de Pacific Place	Bennett Remediation Services	BC	PC-F-BC-PPSB
	05E Slurry-Phase Bioremediation Project, Pacific Place Site	Chemical Waste Management of Canada, Inc.	BC	B-E-BC-PPCWM
✓	05F Projet de Bioassainissement en Suspension, Site de Pacific Place	Chemical Waste Management of Canada, Inc.	BC	B-F-BC-PPCWM
	06E Thermal Extraction Project, Pacific Place Site	Newalta Corporation / Umatac Industrial Process	BC	T-E-BC-PPN / U
✓	06F Projet d'extraction thermique, Site de Pacific Place	Newalta Corporation / Umatac Industrial Process	BC	T-F-BC-PPN / U
	07E Bioremediation Project, Pacific Place Site	Chem-Security Ltd., and Remediation Technologies, Inc.	BC	B-E-BC-PPCS / RT
✓	07F Projet de Bioassainissement, Site de Pacific Place	Chem-Security Ltd., and Remediation Technologies, Inc.	BC	B-F-BC-PPCS / RT
	08E Stabilization / Solidification Project, Pacific Place Site	Ogden Environmental Services / Chemfix Technologies, Inc.	BC	PC-E-BC-PPSOC
✓	08F Projet de stabilisation / solidification, Site de Pacific Place	Ogden Environmental Services / Chemfix Technologies, Inc.	BC	PC-F-BC-PPSOC
	9E Bioremediation Project, Pacific Place Site	Waste Stream Technology, Inc.	BC	B-E-BC-PPWST
✓	9F Projet de Bioassainissement, Site de Pacific Place	Waste Stream Technology, Inc.	BC	B-F-BC-PPWST
	10E Stabilization / Solidification Project, Pacific Place Site	Waste Stream Technology, Inc.	BC	PC-E-BC-PPWST
✓	10F Projet de Stabilisation / Solidification, Site de Pacific Place	Waste Stream Technology, Inc.	BC	PC-F-BC-PPWST
	11E Stabilization / Solidification Project, Pacific Place Site	Bovar Environmental Services / Chem Security Ltd.	BC	PC-E-BC-PPSB / CS
✓	11F Projet de Stabilisation / Solidification, Site de Pacific Place	Bovar Environmental Services / Chem Security Ltd.	BC	PC-F-BC-PPSB / CS
	12E Gravel Washing Project - Canada Creosote Site	Alberta Research Council / Acres International Ltd.	ALTA	PC-E-ALTA-CC

**TECHNICAL SUMMARY SHEETS AVAILABLE UNDER THE
DEVELOPMENT AND DEMONSTRATION OF SITE REMEDIATION TECHNOLOGY (DESRT) PROGRAM**

	NAME	COMPANY	PROVINCE	CODE
V 12F	Projet de lavage de gravier-terrains Site de Canada Creosote	Alberta Research Council / Acres International Ltd.	ALTA	PC-F-ALTA-CC
13E	Bioremediation of Polyaromatic Hydrocarbon (PAH)-Contaminated Soils using White Rot Fungi	New Brunswick Research and Productivity Council	NB	B-E-NB-RPC
V 13F	L'utilisation du champignon de la Carie Blanche pour le redressement biologique des sols contaminés par les hydrocarbures aromatiques	Conseil de la recherche et de la productivité du Nouveau-Brunswick	NB	B-F-NB-RPC
14E	Evaluation of Soil Washing and Bioleach Reactor Treatments for PCB-Heavy Metal Contaminated Soils	Washburn & Gillis Associates Ltd.	NB	B/PC-E-NB-W&G
V 14F	Evaluation d'une technique de décontamination des sols contenant des BPC et des métaux lourds par lavage et traitement biologique d'une suspension dans un réacteur	Washburn & Gillis Associates Ltd.	NB	B/PC-F-NB-W&G
15E	In-Situ, On-Site Bioremediation of Wood Treatment Soils containing Chlorinated Phenols and PAHs	Grace Dearborn Inc.	ONT	B-E-ONT-GD
V 15F	Bioassainissement sur place des phénols chlorés et des HAP	Grace Dearborn Inc.	ONT	B-F-ONT-GD
16E	In-Situ, On-Site Bioremediation of Wood Treatment Soils containing Chlorinated Phenols and PAHs - update	Grace Dearborn Inc.	ONT	B-E-ONT-GD2
V 16F	Bioassainissement sur place de sols contaminés par des Phénols Chlorés et des HAP - mise-à-jour	Grace Dearborn Inc.	ONT	B-F-ONT-GD2
17E	Field-Based Pilot Scale Remediation Trials for industrially - Contaminated Environmentally Hazardous Soils	Tallon Metal Technologies Inc.	ONT	PC-E-ONT-TAL
V 17F	Essais d'Assainissement à l'échelle pilote de sols contaminés	Tallon Metal Technologies Inc.	ONT	PC-F-ONT-TAL
18E	A Self-Sealing / Self Healing Waste Containment System	Wastewater Technology Centre	ONT	PC-E-ONT-WTCS
V 18F	Système auto-obturant / auto-cicatrisant de confinement des déchets	Wastewater Technology Centre	ONT	PC-E-ONT-WTCS
19E	Feasibility Study of Bioremediation of the Peerless Wood Preservers Site	Alberta Research Council	ALTA	B-E-ALTA-ARC
V 19F	Assainissement du Site de la Peerless Wood Preservers: Étude de Faisabilité	Alberta Research Council	ALTA	B-F-ALTA-ARC
20E	Pervaporation of Volatile Organic compounds from Contaminated Groundwater	Zenon Environmental Inc.	ONT	PC-E-ONT-ZEN
V 20F	Pervaporation de composés Organiques Volatils Provenant d'une Eau Souterraine Contaminée	Zenon Environmental Inc.	ONT	PC-F-ONT-ZEN
21E	Bioremediation of Soil Contaminated by Transformer Oil (Boucherville) and Diesel Fuel (Jonquière)	Biogénie Inc.	QUE	B-E-QUE-BIOG
V 21F	Biotraitement de sols contaminés par des huiles de transformateurs (Boucherville) et du diesel (Jonquière)	Biogénie Inc.	QUE	B-F-QUE-BIOG
22E	Application of the Pyrovac Vacuum Pyrolysis Technology for the Remediation of Contaminated Soils from "Le vidangeur de Montréal Inc."	Laval University / Institut Pyrovac Inc.	QUE	T-E-QUE-LA / PYR
V 22F	Application de la technologie Pyrovac de pyrolyse sous vide pour la restauration des sols contaminés du site "Le vidangeur de Montréal Inc."	Laval University / Institut Pyrovac Inc.	QUE	T-F-QUE-LA / PYR

**TECHNICAL SUMMARY SHEETS AVAILABLE UNDER THE
DEVELOPMENT AND DEMONSTRATION OF SITE REMEDIATION TECHNOLOGY (DESRT) PROGRAM**

	NAME	COMPANY	PROVINCE	CODE
✓ 23E	Application of Tallon Technology in the Dickson Remediation Project	Bombardier Inc.	QUE	PC-E-QUE-BOMB
✓ 23F	Application de la technologie Tallon dans le cadre du projet de réhabilitation du site Dickson	Bombardier Inc.	QUE	PC-F-QUE-BOMB
✓ 24E	Demonstration of a Biotreatment Technology Using Biolyse™ and Dredging	Huntsman Chemical Company of Canada/Sanexon Environment Services Inc.	QUE	B-E-QUE-HU/SA
✓ 24F	Démonstration d'une technologie de biotraitement utilisant la biolyse™ et du dragage	Huntsman Chemical Company of Canada/Sanexon Environment Services Inc.	QUE	B-F-QUE-HU/SA
✓ 25E	In Situ Remediation of Soils by Venting and Forced Aeration, Shell Service Stations in Vanier in Sorel, Québec	Shell Canada Products Ltd. and ADS Groupe-Conseil Inc.	QUE	PC-E-Q-SH/ADS
✓ 25F	Restauration in situ des sols par ventilation et aération forcée, stations libre-service Shell, projets Vanier-Sorel	Produits Shell Canada Ltée et ADS Groupe-Conseil Inc.	QUE	PC-F-QUE-SH/ADS
✓ 26E	Near Real Time Monitoring of Contaminated Soils	ASL Analytical Services Laboratories	BC	A-E-BC-ASL
✓ 26F	Contrôle en temps quasi réel de sols contaminés	ASL Analytical Services Laboratories	BC	A-F-BC-ASL
✓ 27E	Application of a Mobile Ex-Situ Bioreactor Technology to the Remediation of Hydrocarbon Contaminated Soil	Natural Environment Recovery Inc.	ONT	B-E-ONT-NEC
✓ 27F	Application de la technologie du bioréacteur mobile ex-situ à l'assainissement des sols contaminés aux hydrocarbures	Natural Environment Recovery	ONT	B-F-ONT-NEC
✓ 28E	Field Validation of Test Methods for Solidified Waste Evaluation	Wastewater Technology Centre	ONT	PC-E-ONT-WTC
✓ 28F	Validation sur le terrain des méthodes pour l'évaluation des déchets solidifiés	Centre technique des eaux usées	ONT	PC-F-ONT-WTC
✓ 29E	Peatross Biofilter Study	Gemtec Ltd.	NB	B-E-NB-GEM
✓ 29F	Étude de filtrage biologique avec mousse de tourbe	Gemtec Ltd.	NB	B-F-NB-GEM
✓ 30E	Tracers in Fractured Porous Sandstone Flow Regimes	Gemtec Ltd.	NB	PC-E-NB-GEM
✓ 30F	Traceurs dans des régimes d'écoulement à travers du grès poreux fracturé	Gemtec Ltd.	NB	PC-F-NB-GEM
✓ 31E	An Assessment of Air Flow Characteristics of Fractured Sandstone Bedrock and Application of Air Sparging at a Petroleum Contaminated Site	ADI Nolan Davis	NB	PC-E-NB-ADI
✓ 31F	Évaluation des caractéristiques de l'écoulement de l'air dans un socle de grès fracturé et application de la technique d'aération à grosses bulles à un site contaminé au pétrole	ADI Nolan Davis	NB	PC-F-NB-ADI
✓ 32E	Enhanced Bioremediation and Near Real Time Monitoring of Contaminated Soils	Grace Dearborn Inc.	BC	B-E-BC-GD3
✓ 32F	Biorestauration améliorée et surveillance en temps quasi réel des sols contaminés	Grace Dearborn Inc.	CB	B-F-CB-GD3
✓ 33E	Bioremediation of Hydrocarbon Impacted Soils-A Composting Technology Demonstration	CBCL Limited	PEI	B-E-PEI-CBCL
✓ 33F	Biorestauration de sols contaminés par des hydrocarbures-Démonstration de technologie de compostage	CBCL Limited	Î.-P.-É	B-F-IPE-CBCL

**TECHNICAL SUMMARY SHEETS AVAILABLE UNDER THE
DEVELOPMENT AND DEMONSTRATION OF SITE REMEDIATION TECHNOLOGY (DESRT) PROGRAM**

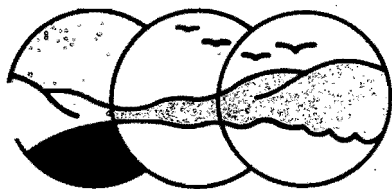
	NAME	COMPANY	PROVINCE	CODE
34E	Integration of Enhanced Oxidation and Sonic Mixing for the Treatment of Contaminated Soil	ARC Sonics Inc.	BC	PC-E-BC-ARC
34F	Oxydation poussée de contaminants organiques présents dans les sols à l'aide d'énergie sonore	ARC Sonics Inc.	BC	PC-F-CB-ARC
35E	Daramend™ Bioremediation of Soils Containing Chlorophenols and Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (Full-Scale Demonstration)	Grace Dearborn Inc.	ONT	B-E-ONT-GD4
35F	Bioassainissement Daramend™ des sols contenant des chlorophénols et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (Démonstration à l'échelle réelles)	Grace Dearborn Inc.	ONT	B-F-ONT-GD4
36E	The Bio Reactor Project: The Remediation of Hydrocarbon and Brine Contaminated Topsoil	CAPP, CPPL, U of Calgary, Gulf Canada PERD, GASReP, AERT	ALTA	B-E-AB-CAP
36F	Bioréacteur: Assainissement des sols arables contaminés aux hydrocarbures et aux saumures	CAPP, CPPL, U of Calgary, Gulf Canada PERD, GASReP, AERT	ALTA	B-F-AB-BIO
37E	Development and Demonstration of a Biofiltration Process	Biogénie Inc.	QUE	B-E-Q-BIO
37F	Développement et démonstration d'un procédé de biofiltration	Biogénie Inc.	QUE	B-F-Q-BIO
38F	Application du procédé de pyrolyse Aostra-Taciuk pour le traitement thermique de sols contaminés et de déchets dangereux, Montréal-Est	Décontam inc.	QUE	T-F-Q-DEC
39E	Reductive Dechlorination and Enhanced Bioremediation of Herbicide/Pesticide Contaminated Soils and Sediments	Grace Dearborn Inc.	ONT	B-E-ONT-GD5
39F	Déchloration réductive et bioassainissement amélioré des sols et des sédiments contaminés par des herbicides et des pesticides	Grace Dearborn Inc.	ONT	B-F-ONT-GD5
40E	Performance Tests of the Triwaste Mobile Thermal Phase Separator	Triwaste Reduction Services	NFLD	T-E-NFLD-TRI
40F	Tests d'efficacité du séparateur thermique de phases mobiles de Triwaste	Triwaste Reduction Services	NFLD	T-F-NFLD-TRI

**PROJECT DESCRIPTIONS AVAILABLE UNDER THE
DEVELOPMENT AND DEMONSTRATION OF SITE REMEDIATION TECHNOLOGY (DESRT) PROGRAM**

	NAME	COMPANY	PROVINCE	CODE
	Development of a Protocol for Performing Bench-Scale Soil Bioremediation Treatability Studies	Wastewater Technology Centre		
	Élaboration d'un protocole pour les études à l'échelle du laboratoire de l'applicabilité de techniques de bioassainissement de sols contaminés	Wastewater Technology Centre	ONT	

FOR MORE INFORMATION CONTACT LISA KELLER, PROGRAM MANAGER @ (819) 953-0962

Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

Avril 1993

- RÉSUMÉ DU PROJET -

PROJET DE STABILISATION/SOLIDIFICATION, SITE DE PACIFIC PLACE CHEMICAL WASTE MANAGEMENT OF CANADA, INC.

No. 1

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC qui a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

Une technique innovatrice de bioassainissement en suspension mise au point par Chemical Waste Management of Canada, Inc. a été choisie dans le cadre du programme DETALC. L'étude, financée par Environnement Canada, le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique et la Chemical Waste Management of Canada, Inc., a été réalisée par le vendeur.

HISTORIQUE DU LIEU

Pacific Place est un secteur de 82,5 hectares de terrains industriels, situé le long de la rive nord du ruisseau False à Vancouver (C.-B.). À cet endroit, on trouvait de nombreuses installations industrielles, notamment des usines de gaz de synthèse, des terminaux ferroviaires, des installations de traitement du bois, des ouvrages métalliques et des installations d'entreposage et de transbordement de carburant. À la suite de ces activités industrielles, certains secteurs de Pacific Place ont été contaminés avec des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des chlorophénols, des cyanures, des métaux lourds et d'autres contaminants organiques et inorganiques.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a parrainé une étude de traitabilité portant sur plusieurs techniques, en vue d'évaluer leur efficacité

en ce qui concerne le traitement de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Parmi les techniques évaluées, on compte l'extraction thermique, le bioassainissement et la stabilisation/solidification, y compris le procédé de bioassainissement mis au point par Chemical Waste Management, Inc. La contribution dans le cadre du programme DETALC s'est élevée à environ 1,13 million de dollars pour les études de traitabilité effectuées au site de Pacific Place.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

La Chemical Waste Management of Canada, Inc. développe sur mesure des préparations stabilisatrices propres à divers déchets. En général, la technique consiste à utiliser du ciment Portland, de la pouzzolane et divers mélanges de ces réactifs. Des quantités mineures d'additifs sont souvent utilisés pour activer la prise et le durcissement.

DÉMONSTRATION DE LA TECHNIQUE - SOMMAIRE

Une étude de traitabilité a été réalisée à l'échelle du laboratoire sur des échantillons de sol provenant du site de Pacific Place, qui étaient contaminés par de fortes teneurs en métaux et de faibles teneurs en matières organiques.

De nombreuses préparations stabilisatrices pour sols étaient d'abord mélangées en petits lots, séchées ensuite, puis soumises à des essais d'extraction chimiques de façon à évaluer les quantités lixiviées d'un échantillon de sol stabilisé. Afin d'améliorer la formule s'étant avérée efficace lors de la sélection initiale et réduire le plus possible les quantités de réactif utilisées et le temps de réaction, quatre variantes de celle-ci étaient ensuite testées. La préparation optimale contenait environ 10 kg de sol mélangé à de l'eau dans une proportion de 0,1 et du ciment Portland dans une proportion de 0,25. Une fois mélangés, les échantillons étaient placés dans des moules et séchés, la moitié d'entre eux pendant 28 jours et l'autre moitié pendant 56 jours enfin de comparer les effets du temps de séchage sur l'efficacité de la préparation. Les échantillons séchés étaient ensuite soumis à la batterie de tests indiquée ci-dessous.

CRITERES D'EVALUATION

L'un des objectifs de l'étude de stabilisation/solidification était de déterminer si la matière traitée pouvait être radiée de la liste des déchets (spéciaux) dangereux. Afin de déterminer dans quelle mesure cette radiation était possible, on a utilisé le protocole établi par la Colombie-Britannique (*Draft Interim*

Protocol for Delisting Special Wastes and Residues) pour valuer l'efficacité du traitement. Ce protocole renferme des critères chiffrés pour divers scénarios d'utilisation et d'élimination, soit: utilisation non restreinte, utilisation approuvée (telle que déterminée par le ministère), élimination dans une décharge spécialisée unique et élimination dans une décharge contrôlée. Les protocoles d'essai comprenaient les opérations suivantes:

- dosage du carbone organique total (COT)
- extraction à l'équilibre (lixiviation sur 7 jours)
- extraction chimique séquentielle
- essai de lixiviation dynamique (ANS/ANSI 16.1)
- détermination de la conductivité hydraulique
- résistance à la compression simple
- essai de gel/dégel ou essai à l'état humide/sec
- capacité de neutralisation des acides

Les deux méthodes d'essai par extraction s'appliquent uniquement aux utilisations non restreintes et comportent d'abord le broyage des échantillons. Les autres essais (sauf le dosage du COT) sont effectués sur des échantillons monolithiques (moulés) et servent à évaluer les trois autres scénarios.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau renferme certains de résultats de essais réalisés sur les échantillons. Voici certains des principes constatations qui ont été faites:

- La préparation séchée pendant 56 jours permet de respecter les normes de radiation pour les utilisations approuvées et pour élimination comme déchet unique. La possibilité d'élimination dans un dépotoir n'a pas été évaluée complètement, car le matériel du vendeur ne permettait pas la mesure de résistances à la compression assez élevées.

- Les échantillons séchés pendant 28 jours ont échoué à l'essai de gel/dégel dans toutes les situations envisagées.
- Les deux préparations semblent permettre de respecter les normes relatives à l'élimination dans une décharge sécuritaire pour déchets spéciaux.
- La stabilisation de l'échantillon augmentait son volume d'environ 11 %.

SOURCES

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport du vendeur, Chemical Waste Management of Canada, Inc., intitulé *Pacific Place Project Treatability Technical Study for British Columbia Hazardous Waste Management Corporation*, et sur un rapport technique intitulé *Technical Summary Report for the Pacific Place Project Special Waste Treatability Study Program*, préparé par la firme Stearns & Conrad Engineers, qui sera publié dans le cadre du programme DETALC.

Résumé du projet préparé par Stearns & Conrad Engineers
pour le compte du:

Programme DETALC, Direction du développement technologique
Conservation et Protection, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des
Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:
G. Hardy, Environnement Canada, au (819)953-0962
B. Ferguson, (C.-B.), au (604)356-6027

Tableau 1. Résultats de l'essai

	Résultats		Normes de Radiation		
	Préparation 1 28 Jours	Préparation 2 56 Jours	Utilisation approuvée	Dépotoir	Décharge à déchet unique
Carbone organique total (%)	1,6	4,3	10	AN	AN
Conductivité hydraulique (m/sec)	3.00E-09	5.00E-09	<1.0E-09	<1.0E-08	<1.0E-08
Résistance à la compression simple (kPa)	2650	>2650	350	3500	350
Gel/dégel (perte de masse en %)	30,7	2,3	<10	<10	<10
Humide/sec (perte de masse en %)	<0	<0	<10	<10	<10
Capacité de neutralisation d'acide (eq/kg a pH 9)	>4,5	>4	>1	>1	>1
Essai dynamique de lixiviation (indice de lixivabilité)	>9 ⁽¹⁾	>9 ⁽¹⁾	>9	>8	>8

(1) Résultats signalés pour les métaux suivants: As, Ba, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn.
AN Aucune norme.

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



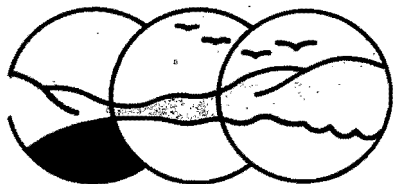
Environnement
Canada

Environment
Canada

BC
Environment



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

Avril 1993

- RÉSUMÉ DU PROJET -

PROJET DE STABILISATION/SOLIDIFICATION, SITE DE PACIFIC PLACE NEWALTA CORPORATION

N_o 2

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC qui a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

Une technique innovatrice de stabilisation/solidification mise au point par Newalta Corporation a été choisie dans le cadre du programme DETALC. L'étude a été réalisée par cette société et parrainée conjointement par Environnement Canada, le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, ainsi que par le vendeur.

HISTORIQUE DU LIEU

Pacific Place est un secteur de 82,5 hectares de terrains industriels, situé le long de la rive nord du ruisseau False à Vancouver (C.-B.). À cet endroit, on trouvait de nombreuses installations industrielles, notamment des usines de gaz de synthèse, des terminaux ferroviaires, des installations de traitement du bois, des ouvrages métalliques et des installations d'entreposage et de transbordement de carburant. À la suite de ces activités industrielles, certains secteurs de Pacific Place ont été contaminés avec des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des chlorophénols, des cyanures, des métaux lourds et d'autres contaminants organiques et inorganiques.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a parrainé une étude de traitabilité portant sur plusieurs techniques, en vue d'évaluer leur efficacité en ce qui concerne le traitement de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Parmi les techniques évaluées, on compte l'extraction thermique, le bioassainissement et la

stabilisation/solidification, y compris le procédé mis au point par Newalta Corporation. La contribution dans le cadre du programme DETALC s'est élevée à environ 1,13 million de dollars pour les études de traitabilité effectuées au site de Pacific Place.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

La technique de stabilisation mise en oeuvre pour cette étude par Newalta Corporation est un procédé d'encapsulation physique et de fixation chimique basé sur l'utilisation de ciment Portland et de cendres volantes, et servant à immobiliser les sols, les cendres ou les boues contaminés par des métaux lixiviables.

DÉMONSTRATION DE LA TECHNIQUE - SOMMAIRE

Des études de traitabilité ont été réalisées en laboratoire sur des échantillons de sol du site de Pacific Place. Pour ces études, Newalta stabilisait deux types de déchets: des échantillons de sols contaminés par de fortes teneurs élevées en métaux et de faibles teneurs en matières organiques, et un échantillon de résidus constitué de sol traité, de cendres des filtre à sacs et de solides de cyclone produits par un procédé d'extraction thermique (conditionneur Taciuk de l'AOSTRA). Les deux échantillons étaient contaminés par des concentrations importantes de plomb lixiviable.

Les échantillons de résidus étaient recueillis directement du conditionneur thermique, sans aucune homogénéisation ni tamisage. Par contre, les échantillons de sol étaient homogénéisés avant leur stabilisation. Quatre préparations stabilisées ont d'abord été préparées pour chaque type d'échantillon. Après dix jours, les échantillons qui avaient une résistance à la compression d'au moins 2,5 t/pi² ont été soumis à des essais de lixiviation dans le but de déterminer les préparations les meilleures. Du ciment Portland et des cendres volantes ont été utilisés pour stabiliser l'échantillon de sol (dans des proportions 1:1) et l'échantillon de résidus (dans des proportions 1:4). Les échantillons étaient mélangés avec les réactifs stabilisateurs, versés dans des moules et durcis pendant 56 jours. Les échantillons stabilisés ont ensuite été soumis à la batterie d'essais indiqués ci-dessous.

CRITÈRES D'ÉVALUATION

L'un des objectifs de l'étude de stabilisation/solidification était de déterminer si la matière traitée pouvait être radiée de la liste des déchets (spéciaux) dangereux. Afin de déterminer dans quelle mesure cette radiation était possible, on a utilisé le protocole établi par la Colombie-Britannique (*Draft Interim*

Protocol for Delisting Special Wastes and Residues) pour évaluer l'efficacité du traitement. Ce protocole renferme des critères chiffrés pour divers scénarios d'utilisation et d'élimination, soit: utilisation non restreinte, utilisation approuvée (telle que déterminée par le ministère), élimination dans une décharge spécialisée unique et élimination dans une décharge contrôlée. Les protocoles d'essai comprenaient les opérations suivantes:

- dosage du carbone organique total (COT)
- extraction à l'équilibre (lixiviation sur 7 jours)
- extraction chimique séquentielle
- essai de lixiviation dynamique (ANS/ANSI 16.1)
- détermination de la conductivité hydraulique
- résistance à la compression simple
- essai de gel/dégel ou essai à l'état humide/sec
- capacité de neutralisation des acides

Les deux méthodes d'essai par extraction s'appliquent uniquement aux utilisations non restreintes et comportent d'abord le broyage des échantillons. Les autres essais (sauf le dosage du COT) sont effectués sur des échantillons monolithiques (moulés) et servent à évaluer les trois autres scénarios.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau renferme certains des résultats des essais réalisés sur les échantillons stabilisés. Voici les principales conclusions de l'étude:

- Aucune des formulations soumises aux essais de l'étude de traitabilité n'était conforme aux normes de radiation des déchets stabilisés dans aucune des situations envisagées, surtout à cause des résultats des essais de lixiviation dynamique pour les deux types d'échantillons et de la conductivité hydraulique pour l'échantillon de résidus stabilisé.

- Toutefois, les indices de lixivabilité fournis par l'essai en conditions dynamiques n'ont pas été calculés adéquatement, ce qui pourrait expliquer les mauvais résultats obtenus.
- Il semble que les deux échantillons stabilisés devraient être conformes aux normes pour l'élimination dans une décharge sécuritaire pour déchets spéciaux.
- Une diminution de volume de 33 % a été signalée pour les échantillons stabilisés, tant de sol que des résidus.

SOURCES

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport du vendeur, intitulé *Treatability Study Report, Pacific Place Soils Remediation Project* (juin 1992), et sur un rapport technique intitulé *Technical Summary Report for the Pacific Place Project Special Waste Treatability Study Program*, par la firme Stearns & Conrad Engineers qui sera publié dans le cadre du programme DETALC.

Résumé du projet préparé par Stearns & Conrad Engineers pour le compte du:

Programme DETALC, Direction du développement technologique
Conservation et Protection, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:
G. Hardy, Environnement Canada, au (819)953-0962

B. Ferguson, (C.-B.), au (604)356-6027

Tableau 1 Résultats de l'essai

	Résultats		Normes de radiation		
	Préparation 1	Préparation 2	Utilisation approuvée	Décharge contrôlée	Décharge spécialisée
Carbone organique total (%)	4,9	2,6	10	AN	AN
Conductivité hydraulique (m/s)	$6,2 \times 10^{-10}$	$1,2 \times 10^{-7}$	$< 10^{-9}$	$< 10^{-8}$	$< 10^{-8}$
Résistance à la compression simple (kPa)	6 070	3 877	350	3 500	350
Essai de gel/dégel (perte, % en poids)	0,3	0,6	< 10	< 10	< 10
Capacité de neutralisation des acides (Eq/kg jusqu'à pH 9)	$> 2,0$	$> 1,6$	> 1	$> 1 > 1 > 1$	> 1
Essai de lixiviation dynamique (indice de lixivabilité)	$> 7^{(1)}$	$> 7^{(2)}$	> 9	> 8	> 8

(1) Résultats signalés pour les métaux suivants: Ba, Cu, Sn, Zn.

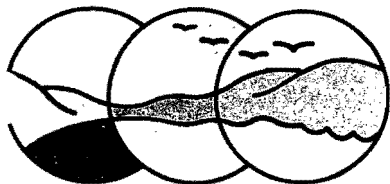
(2) Résultats signalés pour les métaux suivants: Ba, Cr, Sn, Zn.

AN Aucune norme.

NT Non testé.

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

Avril 1993

- RÉSUMÉ DU PROJET -

PROJET D'EXTRACTION THERMIQUE, SITE DE PACIFIC PLACE CHEMICAL WASTE MANAGEMENT OF CANADA, INC.

No 3

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC qui a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

Le procédé d'extraction thermique mis au point par Chemical Waste Management Canada, Inc. est l'une des techniques innovatrices choisies dans le cadre du programme DETALC. L'étude a été financée conjointement par Environnement Canada, le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, ainsi que par le vendeur.

HISTORIQUE DU LIEU

Pacific Place est un secteur de 82,5 hectares de terrains industriels, situé le long de la rive nord du ruisseau False à Vancouver (C.-B.). À cet endroit, on trouvait de nombreuses installations industrielles, notamment des usines de gaz de synthèse, des terminaux ferroviaires, des installations de traitement du bois, des ouvrages métalliques et des installations d'entreposage et de débordement de carburant. À la suite de ces activités industrielles, certains secteurs de Pacific Place ont été contaminés avec des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des chlorophénols, des cyanures, des métaux lourds et d'autres contaminants organiques et inorganiques.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a parrainé une étude de traitabilité portant sur plusieurs techniques, en vue d'évaluer leur efficacité en ce qui concerne le traitement de sols contaminés provenant de site de Pacific Place. Parmi les techniques évaluées, on compte l'extraction thermique, le bioassainissement et la stabilisation/solidification, y compris le procédé d'extraction thermique mise au point par Chemical Waste Management, Inc.

La contribution du programme DETALC s'est élevée à environ 1,13 million de dollars pour les études de traitabilité effectuées au site de Pacific Place.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

Le système X*TRAX, mis au point par Chemical Waste Management, Inc. est un procédé de séparation thermique à basse température qui vaporise ou élimine la vapeur les composés organiques des sols ou des boues. Il fait appel à un séchoir rotatif alimenté de l'extérieur et à un système de traitement des gaz. Les températures de fonctionnement s'élèvent en moyenne à environ 430 °C. Un schéma de fonctionnement simplifié du système X*TRAX est fourni dans la figure d'accompagnement.

L'azote est utilisé comme gaz porteur pour transporter les composés organiques volatilisés du séchoir rotatif à un système de traitement des gaz. Le système de traitement des gaz comporte une tour de vaporisation/épuration, des échangeurs de chaleur à calandre pour condenser les gaz et deux filtres à charbon actif pour traiter les composés organiques résiduels dans le courant gazeux. Dans les unités à l'échelle pilote et à l'échelle réelle, la plupart de l'azote est recyclé dans le système.

Les liquides et les particules (ainsi que les composés organiques moins volatils) de la tour de vaporisation traversent un séparateur de phase par gravité puis sont filtrés pour séparer les solides. Les liquides condensés à partir des échangeurs de chaleur sont mélangés, filtrés et séparés en diverses phases pour être soumis à d'autres traitements, si nécessaire.

Le système X*TRAX à l'échelle réelle est un appareil transportable capable de traiter jusqu'à 125 t/d de sol présentant un taux d'humidité de 20 %. Le vendeur exploite également un appareil mobile à l'échelle pilote qui peut traiter environ 5 t/d de matière contenant 30 % d'humidité.

DÉMONSTRATION DE LA TECHNIQUE - SOMMAIRE

Les études de traitabilité ont été effectuées à l'aide de trois différents types d'huiles contaminées provenant du site de Pacific Place. Les essais de traitabilité ont été effectués avec un système X*TRAX à l'échelle de laboratoire. Les objectifs du traitement, en ce qui concerne l'évaluation de la réduction des contaminants organiques, ont été basés sur les normes de Colombie-Britannique relatives à la gestion de la contamination provenant du site de Pacific Place.

Deux températures de fonctionnement ont été testées au cours de ces études : 482 et 371 °C. Avant le traitement, les

échantillons ont été tamisés sur un tamis à maille de 0.25 po puis homogénéisés. Les échantillons à traiter ont été recueillis une fois par heure et ils ont été réunis par groupe de température. Les solides traités et les condensats ont été prélevés toutes les 15 minutes. Les condensats et le liquide séparateur de phase ont été filtrés à travers un papier filtre de 25 microns.

La charge et tous les sous-produits de traitement ont été soumis à des analyses chimiques et physiques qui visaient à évaluer la performance et à effectuer un bilan massique. L'analyse des émissions pendant l'étude de traitabilité n'a pas été effectuée en raison de la petitesse de l'équipement.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau qui suit donne un résumé des résultats du traitement obtenus à la température la plus élevée, soit 482 °C comparativement aux concentrations initiales dans le sol et les objectifs du traitement. Voici les principales conclusions de l'étude :

- Dans le cas de l'échantillon présentant les concentrations les plus élevées de HAP, on a réduit la quantité de ces composés de 99,93 % et de 99,39 % respectivement avec les températures de fonctionnement de 482 °C et de 371 °C. Les concentrations des HAP individuels et totaux dans le sol traité étaient bien au-dessous des objectifs du traitement.
- On a réduit la quantité de pentachlorophénol d'environ 98 % en moyenne et celle de 2,3,4,6-tétrachlorophénol d'environ 92 % en moyenne. Les concentrations de chlorophénols étaient toutes sous le niveau des objectifs de traitement sauf pour un échantillon pour lequel le seuil de détection était élevé.
- Aucune des concentrations de métaux totaux ni des caractéristiques de lixiviation des métaux n'a changé de manière significative à la suite du traitement.
- Une proportion importante des contaminants organiques a été éliminée dans la tour de vaporisation/épuración et décelée dans le filtrat.

SOURCES

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport du vendeur intitulé *Pacific Place Project Treatment Technical Study For British Columbia Hazardous Waste Management Corporation, June 1992*, et sur un rapport technique intitulé *Technical Summary Report for the Pacific Place Project Special Waste Treatability Study Program* préparé par Stearns & Conrad Engineers, qui sera publié dans le cadre du programme DETALC.

Résumé du projet préparé par Stearns & Conrad Engineers pour le compte du :

Programme DETALC, Direction du développement technologique
Conservation et Protection, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:
G. Hardy, Environnement Canada, au (819)953-0962
B. Ferguson, (C.-B.), au (604)356-6027

Figure 1 Le processeur X*TRAX

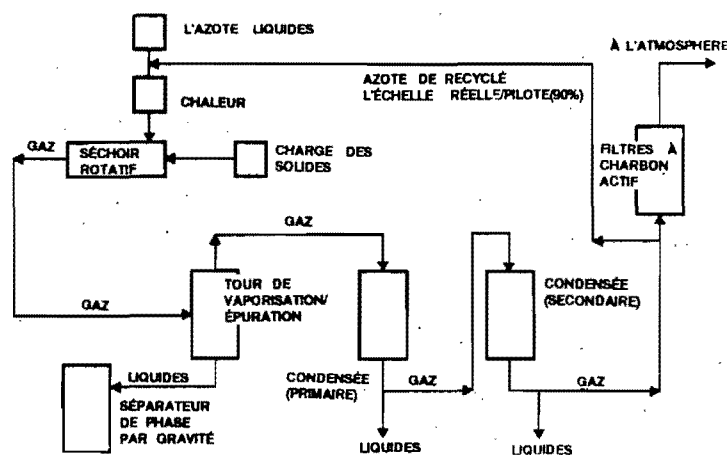


Tableau 1 Résultats de l'essai

Contaminant	Échantillon 1		Échantillon 2		Échantillon 3		objectif du traitement
	charge	matière traitée	charge	matière traitée	charge	matière traitée	
HAP totaux	3 428	2	54	SSD	193	0,2	20
Chlorophénols totaux	SSD	SSD	14	0,6	SSD	SSD	1
Huile et graisse	3 200	88	520	60	1 400	88	1 000
HET	7 900	<25	29	<25	610	<25	-

Remarques: Résultats correspondant à la température de 482 °C.
Toutes les concentrations sont exprimées en mg/kg.

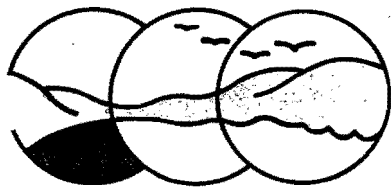
SSD Sous les seuils de détection.

ND Non décelé.

HET Hydrocarbures extractibles totaux.

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

Avril 1993

- RÉSUMÉ DU PROJET -

PROJET DE STABILISATION/SOLIDIFICATION, SITE DE PACIFIC PLACE BENNETT REMEDIATION SERVICES

No 4

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC qui a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

Le procédé de stabilisation/solidification mis au point par la société Bennett Remediation Services est l'une des techniques innovatrices choisies pour le Programme DETALC. L'étude a été réalisée par cette société et parrainée conjointement par Environnement Canada, par le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, ainsi que par le vendeur.

HISTORIQUE DU LIEU

Pacific Place est un secteur de 82,5 hectares de terrains industriels, situé le long de la rive nord du ruisseau False à Vancouver (C.-B.). À cet endroit, on trouvait de nombreuses installations industrielles, notamment des usines de gaz de synthèse, des terminaux ferroviaires, des installations de traitement du bois, des ouvrages métalliques et des installations d'entreposage et de transbordement de carburant. À la suite de ces activités industrielles, certains secteurs de Pacific Place ont été contaminés avec des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des chlorophénols, des cyanures, des métaux lourds et d'autres contaminants organiques et inorganiques.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a parrainé une étude de plusieurs techniques pour évaluer leur efficacité en ce qui concerne le

traitement de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Parmi les techniques évaluées, on compte l'extraction thermique, le bioassainissement et la stabilisation/solidification, y compris le procédé mis au point par la Bennett Remediation Services. La contribution du programme DETALC s'est élevée à environ 1,13 million de dollars pour les études de traitabilité effectuées au site de Pacific Place.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

La technique de stabilisation mise en oeuvre pour cette étude par Bennett Remediation Services avait pour but d'immobiliser les contaminants inorganiques. Elle faisait intervenir l'utilisation de ciment Portland. On a aussi évalué l'effet de l'addition de cendres volantes et d'un aluminosilicate.

DÉMONSTRATION DE LA TECHNIQUE - SOMMAIRE

Une étude de traitabilité a été réalisée à l'échelle du laboratoire sur des échantillons de sol du site de Pacific Place, qui étaient contaminés par de fortes teneurs en métaux et de faibles teneurs en matières organiques.

Pour l'étude de traitabilité, le vendeur a stabilisé un échantillon de sol après l'avoir incinéré en laboratoire. Les échantillons étaient premièrement passés sur un tamis n° 4, puis chauffés dans une hotte de laboratoire à 371 °C jusqu'à ce que la perte de masse devienne négligeable. L'opération était reproduite plusieurs fois de façon à produire 10 kg d'échantillons destinés aux essais de stabilisation.

Six préparations stabilisées ont d'abord été choisies pour ces essais. Les préparations consistaient en des sols mélangés à diverses proportions de ciment Portland de type 1, de cendres volantes ou d'un aluminosilicate. Après des essais de lixiviation et de diffusion, les deux préparations les meilleures, c.-à-d. le sol mélangé à 10 % de ciment (préparation 1) et sol mélangé à 10 % de ciment et 2 % d'aluminosilicate (préparation 2), ont été choisies et soumises à d'autres essais. Les échantillons ont été mélangés, tassés dans un moule et laissés à sécher. Une fois secs, ils ont été soumis à la batterie d'essais indiqués ci-dessous.

CRITÈRES D'ÉVALUATION

L'un des objectifs de l'étude de stabilisation/solidification était de déterminer si la matière traitée pouvait être radiée de la

liste des déchets (spéciaux) dangereux. Afin de déterminer dans quelle mesure cette radiation était possible, on a utilisé le protocole établi par la Colombie-Britannique (*Draft Interim Protocol for Delisting Special Wastes and Residues*) pour évaluer l'efficacité du traitement. Ce protocole renferme des critères chiffrés pour divers scénarios d'utilisation et d'élimination, soit: utilisation non restreinte, utilisation approuvée (telle que déterminée par le ministère), élimination dans une décharge spécialisée unique et élimination dans une décharge contrôlée. Les protocoles d'essai comprenaient les opérations suivantes:

- dosage du carbone organique total (COT)
- extraction à l'équilibre (lixiviation sur 7 jours)
- extraction chimique séquentielle
- essai de lixiviation dynamique (ANS/ANSI 16.1)
- détermination de la conductivité hydraulique
- résistance à la compression simple
- essai de gel/dégel ou essai à l'état humide/sec
- capacité de neutralisation des acides

Les deux méthodes d'essai par extraction s'appliquent uniquement aux utilisations non restreintes et comportent d'abord le broyage des échantillons. Les autres essais (sauf le dosage du COT) sont effectués sur des échantillons monolithiques (moulés) et servent à évaluer les trois autres scénarios.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau suivant renferme certains des résultats des essais réalisés sur les échantillons. Voici les principales conclusions de l'étude:

- Ni la préparation 1, ni la préparation 2 ne permettent de respecter les normes de radiation des cendres stabilisées

dans aucune des situations envisagées, vu les fortes conductivités hydrauliques signalées.

- La préparation 1 semble permettre de respecter les normes relatives à l'élimination dans une décharge sécuritaire pour déchets spéciaux. On n'a trouvé aucun renseignement indiquant si la préparation 2 satisfait à ces normes.
- Le vendeur signale que le traitement entraîne une légère diminution du volume (par rapport à celui du sol non traité).

SOURCES

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport du vendeur, intitulé *Pacific Place Soils Remediation Project, Treatability Study Phase, Soil Stabilisation Study, volumes III and IV* (juin 1992), et sur un rapport technique intitulé *Technical Summary Report for the Pacific Place Project Special Waste Treatability Study Program* préparé par Stearns & Conrad Engineers, qui sera publié dans le cadre du programme DETALC.

Résumé du projet préparé par Stearns & Conrad Engineers
pour le compte du:

Programme DETALC, Direction du développement technologique
Conservation et Protection, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des
Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:
G. Hardy, Environnement Canada, au (819)953-0962
B. Ferguson, (C.-B.), au (604)356-6027

Tableau 1 Résultats de l'essai

Essai	Résultats		Normes de radiation		
	Préparation 1	Préparation 2	Utilisation approuvée	Décharge contrôlée	Décharge spécialisée
Carbone organique total (%)	0,7	0,7	10	AN	AN
Conductivité hydraulique (m/s)	$3,0 \times 10^{-7}$	$5,5 \times 10^{-4}$	$<10^{-4}$	$<10^{-4}$	$<10^{-4}$
Résistance à la compression simple (kPa)	4 304	9 309	350	3 500	350
Essai de gel/dégel (perte, % en poids)	<1	<1	<10	<10	<10
Capacité de neutralisation des acides (Eq/kg jusqu'à pH 9)	1,6	1,3	>1	>1	>1
Essai de lixiviation dynamique (indice de lixivibilité)	>9 ⁽¹⁾	>9 ⁽²⁾	>9	>8	>8

(1) Résultats signalés pour les métaux suivants : Ba, Pb; méthode ANSI/ANS 16.1 non utilisée par le vendeur.

(2) Résultats signalés pour Ba seulement; méthode ANSI/ANS 16.1 non utilisée par le vendeur.

AN Aucune norme.

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



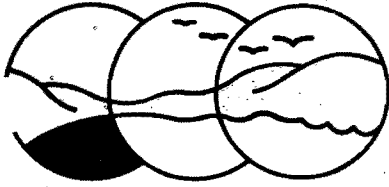
Environnement
Canada

Environment
Canada

BC
Environment



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

Avril 1993

No 5

- RÉSUMÉ DU PROJET -

PROJET DE BIOASSAINISSEMENT EN SUSPENSION, SITE DE PACIFIC PLACE CHEMICAL WASTE MANAGEMENT OF CANADA, INC.

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC qui a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

Une technique innovatrice de bioassainissement en suspension mise au point par Chemical Waste Management of Canada, Inc. a été choisie dans le cadre du programme DETALC. L'étude, financée par Environnement Canada, le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique et la Chemical Waste Management of Canada, Inc., a été réalisée par le vendeur.

HISTORIQUE DU LIEU

Pacific Place est un secteur de 82,5 hectares de terrains industriels, situé le long de la rive nord du ruisseau Faise à Vancouver (C.-B.). À cet endroit, on trouvait de nombreuses installations industrielles, notamment des usines de gaz de synthèse, des terminaux ferroviaires, des installations de traitement du bois, des ouvrages métalliques et des installations d'entreposage et de transbordement de carburant. À la suite de ces activités industrielles, certains secteurs de Pacific Place ont été contaminés avec des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des chlorophénols, des cyanures, des métaux lourds et d'autres contaminants organiques et inorganiques.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a parrainé une étude de traitabilité portant sur plusieurs techniques, en vue d'évaluer leur efficacité en ce qui concerne le traitement de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Parmi les techniques évaluées, on compte l'extraction thermique, le bioassainissement et la stabilisation/solidification, y compris le procédé de bioassainissement mis au point par Chemical Waste Management, Inc. La contribution dans le cadre du programme DETALC s'est élevée à environ 1,13 million de dollars pour les études de traitabilité effectuées au site de Pacific Place.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

Dans cette étude, on a examiné le bioassainissement en suspension en milieu aérobie. Dans cette technique, on tamise le sol pour enlever les gros morceaux, on le mélange avec de l'eau pour obtenir une suspension, puis on met le mélange dans un ou plusieurs réacteurs. On ajuste le pH et on ajoute, selon les besoins, des éléments nutritifs au réacteur, que l'on aère et agite continuellement pour favoriser l'oxygénation et le contact entre les micro-organismes et les particules de sol. On peut ajouter un inoculum à la suspension ou on peut, pour assurer la biodégradation, faire appel aux micro-organismes indigènes déjà présents dans le sol à traiter, en créant les conditions optimales pour les stimuler. Après le traitement, on filtre la suspension pour enlever l'humidité, et l'eau ainsi récu-pérée est soit réutilisée dans les bioréacteurs, soit traitée puis rejetée.

DÉMONSTRATION DE LA TECHNIQUE - SOMMAIRE

Les études de traitabilité ont été effectuées sur trois différents types de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Une étude de traitabilité d'une durée de 14 semaines a été effectuée à l'échelle du laboratoire dans des bioréacteurs de 75 L. Des bioréacteurs bioaugmentés et biostimulés et des bioréacteurs témoins ont été établis pour chaque type de sol. Une étude de volatilisation (étude des vapeurs au-dessus de la phase liquide) a aussi été effectuée, en vue d'évaluer les effets des pertes abiotiques de contaminants par volatilisation.

Avant l'établissement des bioréacteurs, on a homogénéisé les échantillons de chaque type de sol dans une petite bétonnière et on les analysés afin de déterminer leurs caractéristiques physiques et chimiques. Les échantillons homogénéisés ont ensuite été tamisés manuellement sur des tamis de 1 cm. La

suspension de sol contenait au départ 15 % de matières solides. Les suspensions ont été mélangées par de l'oxygène diffusé et les pales d'un agitateur. On a ajouté des éléments nutritifs aux réacteurs au début de l'étude. Le contenu des réacteurs a fréquemment fait l'objet de contrôles et de prélèvements tout au cours de l'étude. On a prélevé et analysé des échantillons d'eau de suspension et des gâteaux de filtration à la fin de l'étude pour déterminer si les normes régissant les effluents étaient respectées et si les objectifs de traitement étaient atteints.

Les objectifs de traitement selon lesquels on évaluait la réduction des quantités de contaminants organiques étaient basés sur les normes de la Colombie-Britannique relatives à la gestion de la contamination provenant du site de Pacific Place.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau ci-après renferme un résumé des résultats du traitement, comparés aux concentrations initiales dans le sol et aux objectifs de traitement dans le cas de certains contaminants. Voici les principales conclusions de l'étude:

- On a signalé des réductions rapides des concentrations de HAP au cours des trois premières semaines de l'étude, dont des réductions des concentrations dans les réacteurs témoins.
- Avec deux des types de sols, les concentrations de HAP totaux avaient, en moyenne, été réduites de 94,5 % à la fin de l'étude dans les bioréacteurs biologiquement actifs, tandis qu'aucune réduction n'a été observée avec le troisième échantillon de sol. Les réacteurs bioaugmentés et biostimulés avaient généralement un rendement semblable. On a noté des réductions moyennes de 75 % dans les réacteurs témoins stériles.
- Les réductions étaient légèrement plus importantes dans le cas des HAP de faible poids moléculaire (deux et trois noyaux benzéniques) par rapport aux HAP de poids moléculaire élevé (quatre et cinq noyaux benzéniques).

- Les réductions des HAP et des hydrocarbures extractibles totaux (HET) observées dans les réacteurs témoins et les résultats de l'étude de volatilisation révèlent que la plus grande partie des réductions de contaminants organiques est le résultat de pertes abiotiques autres que la volatilisation.
- Les concentrations initiales de chlorophénols étaient beaucoup plus faibles que prévues.

SOURCES

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport du vendeur, Chemical Waste Management of Canada, Inc., intitulé *Pacific Place Project Treatability Technical Study for British Columbia Hazardous Waste Management Corporation*, et sur un rapport technique intitulé *Technical Summary Report for the Pacific Place Project Special Waste Treatability Study Program*, préparé par la firme Stearns & Conrad Engineers, qui sera publié dans le cadre du programme DETALC.

Résumé du projet préparé par Stearns & Conrad Engineers
pour le compte du:
Programme DETALC, Direction du développement technologique
Conservation et Protection, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des
Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:
G. Hardy, Environnement Canada, au (819)953-0962
B. Ferguson, (C.-B.), au (604)356-6027

Tableau 1. Résultats de l'essai

Contaminant	Échantillon 1		Échantillon 2		Échantillon 3		Objectif de
	T _i	T _f	T _i	T _f	T _i	T _f	
HAP totaux	417	25	6	0,7	8	20	200
Chlorophénols totaux	2	ILD	ILD	ILD	0,5	ILD	10
Huiles et graisses	8 300	3 000	1 100	1 700	1 300	1 550	5 000
HET	470	157	8	ILD	16	9	-

Les concentrations sont exprimées en mg/kg.

T_i Concentration initiale.

T_f Concentration finale.

HET Hydrocarbures extractibles totaux.

ILD Valeur inférieure à la limite de détection.

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



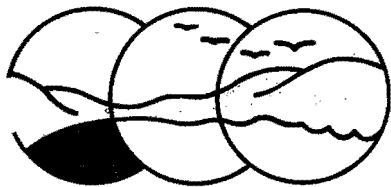
Environnement
Canada

Environment
Canada

BC
Environment



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

Avril 1993

- RÉSUMÉ DU PROJET -

PROJET D'EXTRACTION THERMIQUE, SITE DE PACIFIC PLACE NEWALTA CORPORATION/UMATAC INDUSTRIAL PROCESSES

No 6

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC qui a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

Le procédé d'extraction thermique mis au point par UMATAC Industrial Processes est l'une des techniques innovatrices sélectionnées dans le cadre du programme DETALC. L'étude a été réalisée par Newalta Corporation en association avec UMATAC et elle a été financée conjointement par Environnement Canada, par le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, ainsi que par les vendeurs.

HISTORIQUE DU LIEU

Pacific Place est un secteur de 82,5 hectares de terrains industriels, situé le long de la rive nord du ruisseau False à Vancouver (C.B.). À cet endroit, on trouvait de nombreuses installations industrielles, notamment des usines de gaz de synthèse, des terminaux ferroviaires, des installations de traitement du bois, des ouvrages métalliques et des installations d'entreposage et de transbordement de carburant. À la suite de ces activités industrielles, certains secteurs de Pacific Place ont été contaminés avec des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des chlorophénols, des cyanures, des métaux lourds et d'autres contaminants organiques et inorganiques.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a parrainé une étude de traitabilité portant sur plusieurs techniques, en vue d'évaluer leur efficacité en ce qui concerne le traitement de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Parmi les techniques évaluées, on compte l'extraction thermique, le bioassainissement et la stabilisation/solidification, y compris le procédé d'extraction thermique élaboré par UMATAC. La contribution du programme

DETALC s'est élevée à environ 1,13 million de dollars pour les études de traitabilité effectuées au site de Pacific Place.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

Le processeur AOSTRA Taciuk (ATP) fait appel à une technique d'extraction thermique mise au point par UMATAC Industrial Processes qui sépare les composés organiques des solides par pyrolyse et distillation. Un schéma de fonctionnement de l'ATP est fourni dans la figure d'accompagnement. Le processeur est constitué d'un four rotatif doté d'une zone de préchauffage et fonctionne à une température d'environ 260 °C; d'une zone de réaction fonctionnant entre 317 et 649 °C et une zone de combustion fonctionnant de 538 à 815 °C. La vapeur d'eau et les composés organiques plus volatils sont extraits dans la zone de préchauffage. Les huiles et les composés organiques plus lourds sont éliminés dans la zone de réaction. Les zones de préchauffage et de réaction sont maintenues dans des conditions anaérobies pour réduire au minimum l'oxydation des composés organiques. La zone de combustion brûle le coke provenant du craquage thermique qui se forme sur les solides dans la zone de réaction.

Les gaz qui se forment dans la zone de combustion traversent un filtre à sacs et un dépoussiéreur à voie humide. Les solides traités sont vidés du four sous forme de résidus. La vapeur et les composés organiques produits dans la section de préchauffage sont retirés et condensés dans des trains de vapeur séparés. Les eaux usées produites doivent généralement être traitées avant d'être rejetées. Les déchets huileux doivent soit être incinérés dans un incinérateur pour déchets dangereux soit être recyclés et brûlés sous forme de combustible.

DÉMONSTRATION DE LA TECHNIQUE - SOMMAIRE

Des études de traitabilité à l'échelle du laboratoire et à l'échelle pilote ont été effectuées avec quatre différents types de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. En outre, une étude de traitement des eaux usées à l'échelle du laboratoire a été réalisée pour évaluer l'efficacité d'une combinaison de techniques de traitement standard. Le résumé du projet ne traite que de l'étude à l'échelle pilote. Les objectifs du traitement pour ce qui est de l'évaluation de la réduction des contaminants organiques ont été basés sur les normes de la Colombie-Britannique relatives à la gestion de la contamination du site de Pacific Place.

Quatre essais séparés ayant duré en moyenne 4h environ ont été effectués à l'aide du prototype UMATAC traitant 5 t/h. Les taux d'alimentation variaient de 2,7 à 4,1 t/h. Pendant chaque passage, des échantillons de la charge et des échantillons des résidus traités (sols traités, cendres du filtre à sacs et cendres

du cyclone) ont été prélevés toutes les 30 min. Des échantillons composites de chacune de ces matières ont été soumises à l'analyse. Des échantillons de condensats de l'eau et de l'huile ont aussi été prélevés toutes les 30 minutes et analysés à chaque passage. Une surveillance des émissions de cheminée a aussi été exercée pendant trois passages d'essai pour tester les émissions de cheminée et pour calculer l'efficacité de la destruction et de l'élimination ainsi que les bilans massiques.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Les résultats analytiques obtenus pour les sols traités compte tenu des sols servant de charge d'alimentation et des objectifs de traitement sont fournis dans le tableau suivant. Voici les principales conclusions de l'étude:

- L'ATP a permis d'éliminer 100 % des contaminants organiques à partir du sol et de montrer que les sols traités satisfaisaient aux objectifs du traitement pour les contaminants organiques. Toutefois, les concentrations de composés organiques dans la charge d'alimentation étaient faibles en raison de l'addition de sable avant le traitement.
- Le vendeur a calculé que l'efficacité de la destruction et de l'élimination des HAP variait de 98,41 à 100,00 %.
- Les concentrations de dibenzodioxines et de dibenzofuranes ont été réduites dans le sol à la suite du traitement, mais ces composés étaient présents en concentrations importantes dans l'huile condensée obtenue à partir de deux des passages.
- En général, les concentrations de métaux étaient réduites dans les sols traités par rapport à ce qui avait été indiqué pour la charge d'alimentation et elles étaient plus élevées dans la poussière du cyclone et dans les cendres du filtre à sacs (particulièrement les concentrations d'arsenic, de cuivre, de plomb, d'étain et de zinc).
- Les normes relatives aux métaux libérés par les cheminées ont été respectées au cours de l'étude. Toutefois, les normes ont été dépassées dans le cas du dioxyde de soufre,

du monoxyde de carbone, des oxydes d'azote et des particules.

- L'eau condensée produite par le traitement nécessitait un traitement.

SOURCES

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport du vendeur intitulé *Treatability Study Report, Pacific Place Soils Remediation Project, June 1992* et sur un rapport technique intitulé *Technical Summary Report for the Pacific Place Project Special Waste Treatability Study Program* préparé par Stearns & Conrad Engineers, qui sera publié dans le cadre du programme DETALC.

Résumé du projet préparé par Stearns & Conrad Engineers pour le compte du:

Programme DETALC, Direction du développement technologique
Conservation et Protection, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:
G. Hardy, Environnement Canada, au (819)953-0962
B. Ferguson, (C.-B.), au (604)356-6027

Figure 1 Le processeur AOSTRA Taciuk

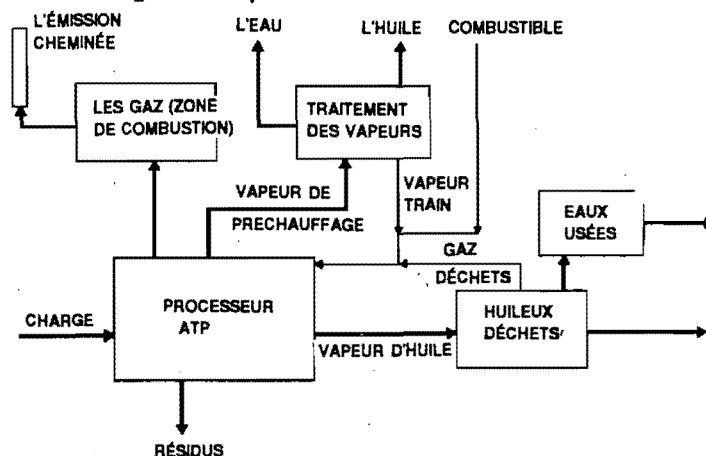


Tableau 1 Résultats de l'essai

Contaminant	Échantillon 1 + sable		Échantillon 1,2 et 4 + sable		Échantillon 3		Objectif du traitement
	Charge	Matière traitée	Charge	Matière traitée	Charge	Matière traitée	
HAP totaux	46	ND	309	SSD	2	ND	20
Chlorophénols totaux	ND	ND	ND	ND	ND	SSD	1
Huile et graisse	118	26	159	<5	1 180	21	1 000
HET	145	ND	ND	ND	ND	ND	-

Remarques: Résultats correspondant à la température de 482 °C.

Toutes les concentrations sont exprimées en mg/kg.

SSD Sous les seuils de détection.

ND Non décelé.

HET Hydrocarbures extractibles totaux.

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



Environnement
Canada

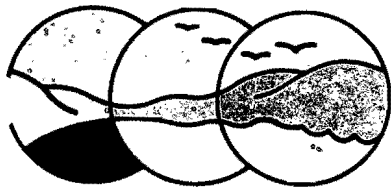
Environment
Canada

BC
Environment



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN

Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

Avril 1993

- RÉSUMÉ DU PROJET -

PROJET DE BIOASSAINISSEMENT, SITE DE PACIFIC PLACE CHEM-SECURITY LTD. ET REMEDIATION TECHNOLOGIES INC.

No 7

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC qui a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

Une technique innovatrice de bioassainissement mise au point par Remediation Technologies, Inc. a été choisie dans le cadre du programme DETALC. L'étude, financée par Environnement Canada, le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique et les vendeurs, a été réalisée par Remediation Technologies, Inc. en association avec Chem-Security Ltd.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a parrainé une étude de traitabilité portant sur plusieurs techniques, en vue d'évaluer leur efficacité en ce qui concerne le traitement de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Parmi les techniques évaluées, on compte l'extraction thermique, le bioassainissement et la stabilisation/solidification, y compris le procédé de bioassainissement mis au point par Remediation Technologies, Inc. La contribution dans le cadre du programme DETALC s'est élevée à environ 1,13 million de dollars pour les études de traitabilité effectuées au site de Pacific Place.

DESCRIPTION DES TECHNIQUES

Deux techniques de bioassainissement ont fait l'objet d'essais au cours de cette étude, soit le traitement en suspension en milieu aérobie et le traitement à l'état solide en milieu aérobie.

Dans la technique en suspension, on tamise le sol pour enlever les gros morceaux, on le mélange avec de l'eau pour obtenir

une suspension, puis on met le mélange dans un ou plusieurs réacteurs. On ajuste le pH et on ajoute, selon les besoins, des éléments nutritifs au réacteur, que l'on aère et agite continuellement. Normalement, aucun inoculum n'est ajouté à la suspension. Pour assurer la biodégradation, on fait plutôt appel aux micro-organismes indigènes, en créant les conditions optimales pour les stimuler. Après le traitement, on filtre la suspension pour enlever l'humidité, et l'eau ainsi récupérée est soit réutilisée dans les bioréacteurs, soit traitée puis rejetée.

Dans la technique de traitement à l'état solide, les sols à traiter sont épandus sur une surface de traitement imperméable jusqu'à l'obtention d'une couche d'environ 30 cm d'épaisseur. On les oxygène en les retournant fréquemment; cette opération favorise également le mélange des micro-organismes et des particules de sol. On applique des éléments nutritifs et de l'humidité par pulvérisation ou par épandage, puis on les introduit dans la masse en retournant les sols.

DÉMONSTRATION DE LA TECHNIQUE - SOMMAIRE

Des études de traitabilité ont été effectuées en laboratoire sur trois différents types de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Avant de procéder à l'établissement de réacteurs de laboratoire destinés à servir au traitement en suspension et au traitement à l'état solide, on a homogénéisé et tamisé les échantillons de sol.

Les essais de traitement en suspension à l'échelle du laboratoire ont été effectués sur une période de 12 semaines dans des réacteurs de 20 L. On a établi des réacteurs inoculés avec des micro-organismes indigènes et additionnés d'éléments nutritifs et des réacteurs témoins. On a ajouté des éléments nutritifs et on a ajusté le pH au début de l'étude puis à des intervalles réguliers par la suite. La charge initiale en matières solides était de 20 %. On a pompé de l'air dans les réacteurs en vue de mélanger et d'aérer la suspension.

Les essais de traitement à l'état solide à l'échelle du laboratoire ont été effectués sur une période de 16 semaines dans des plateaux en polypropylène contenant de 2 à 3 kg de sols. Un plateau témoin stérile et un plateau contenant des micro-organismes indigènes ont été établis pour chaque type d'échantillon. On a humidifié et retourné les sols une fois par semaine. On a ajouté des éléments nutritifs au début des essais.

On a prélevé des échantillons de sol et de suspension à

intervalles réguliers durant les programmes de traitement, et on a déterminé les quantités de HAP, de chlorophénols, d'huiles et graisses et de métaux. Les objectifs de traitement selon lesquels on évaluait la réduction des quantités de contaminants organiques étaient basés sur les normes de la Colombie-Britannique relatives à la gestion de la contamination provenant du site de Pacific Place.

On a aussi effectué une étude du bilan massique de la phase solide. Cette étude comportait trois parties, soit une étude de l'élimination du substrat, une étude des émissions volatiles et une étude de minéralisation à l'aide de composés radio-marqués (^{14}C -PCP ou phénanthrène).

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau ci-après renferme un résumé des résultats du traitement, comparés aux concentrations initiales dans le sol et aux objectifs de traitement. Voici les principales conclusions de l'étude:

Traitement en suspension

- Dans l'ensemble, les concentrations de HAP totaux étaient réduites de moins de 53 % dans tous les échantillons. La réduction était rapide aux cours des six premières semaines de l'étude, mais les concentrations semblaient augmenter par la suite.
- Les concentrations de chlorophénols totaux étaient réduites d'environ 76 % après 12 semaines de traitement.
- La réduction des concentrations d'huiles et graisses variait de 87 à 93 %.
- Les objectifs de traitement relatifs à la réduction des contaminants organiques n'ont pas été atteints.

Traitement à l'état solide

- La réduction des HAP totaux variait de 0 à 59 % et, dans certains cas, les concentrations augmentaient à la fin de la période de traitement.
- Les réductions de chlorophénols totaux variaient de 0 à 74 %. On observait des réductions nettes semblables dans les plateaux de traitement abiotique.
- La volatilisation des HAP et des chlorophénols n'était guère importante. Les pertes abiotiques autres que la volatilisation semblaient expliquer la plupart des cas où il y avait réduction des concentrations de composés organiques.

SOURCES

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport du vendeur, Remediation Technologies, Inc., intitulé *Final Report for Treatability Testing of Ex Situ Bioremediation at the Pacific Place Site in Vancouver, British Columbia, Canada* (juin 1992), et sur un rapport technique intitulé *Technical Summary Report for the Pacific Place Project Special Waste Treatability Study Program*, préparé par la firme Stearns & Conrad Engineers, qui sera publié dans le cadre du programme DETALC.

Résumé du projet préparé par Stearns & Conrad Engineers pour le compte du:

Programme DETALC, Direction du développement technologique
Conservation et Protection, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:
G. Hardy, Environnement Canada, au (819)953-0962
B. Ferguson, (C.-B.), au (604)356-6027

Tableau 1 Résultats de l'essai

Contaminant	Échantillon 1		Échantillon 2		Échantillon 3		Objectif de traitement
	T _i	T _f	T _i	T _f	T _i	T _f	
Traitement en suspension							
HAP totaux	895	421	78	4	246	NT	200
Chlorophénols totaux	NT	NT	NT	NT	780	172	10
Huiles et graisses	136 000	10 185	14 500	1 930	24 500	1 755	5 000
Traitement à l'état solide							
HAP totaux	895	1 453	86	73	246	NT	200
Chlorophénols totaux	0,4	NT	0,1	NT	780	258	10
Huiles et graisses	136 000	180 000	14 500	13 675	24 500	14 250	5 000

Les concentrations sont exprimées en mg/kg.

T_i Concentration initiale.

T_f Concentration finale.

NT Non testé.

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.

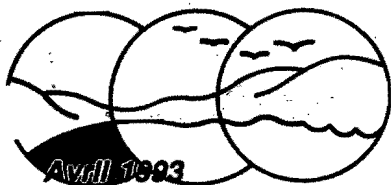


Environnement
Canada

Environment
Canada

BC
Environment





DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

- RÉSUMÉ DU PROJET -

PROJET DE STABILISATION/SOLIDIFICATION, SITE DE PACIFIC PLACE OGDEN ENVIRONMENTAL SERVICES/CHEMFIX TECHNOLOGIES, INC.

No. 8

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC qui a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

Une technique innovatrice de stabilisation/solidification mise au point par Chemfix Technologies, Inc. a été choisie dans le cadre du programme DETALC. L'étude, financée par Environnement Canada, le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique ainsi que par les vendeurs, a été réalisée par Ogden Environmental Services en association avec Chemfix.

HISTORIQUE DU LIEU

Pacific Place est un secteur de 82,5 hectares de terrains industriels, situé le long de la rive nord du ruisseau False à Vancouver (C.-B.). À cet endroit, on trouvait de nombreuses installations industrielles, notamment des usines de gaz de synthèse, des terminaux ferroviaires, des installations de traitement du bois, des ouvrages métalliques et des installations d'entreposage et de transbordement de carburant. À la suite de ces activités industrielles, certains secteurs de Pacific Place ont été contaminés avec des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des chlorophénols, des cyanures, des métaux lourds et d'autres contaminants organiques et inorganiques.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a parrainé une étude de traitabilité portant sur plusieurs techniques, en vue d'évaluer leur efficacité en ce qui concerne le traitement de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Parmi les techniques évaluées, on compte l'extraction thermique, le bioassainissement et la

stabilisation/solidification, y compris le procédé de stabilisation/solidification mis au point par Chemfix. La contribution dans le cadre du programme DETALC s'est élevée à environ 1,13 million de dollars pour les études de traitabilité effectuées au site de Pacific Place.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

La technique de Chemfix permet de stabiliser et de solidifier les métaux et certains contaminants organiques présents dans les sols, les liquides et les boues. Cette technique utilise des réactifs brevetés à base de calcium et de polysilicate (CHEMSET), des réactifs organiques servant de liants et des agents de précipitation. On ajoute de l'eau, selon les besoins, et on optimise les combinaisons et les proportions de réactifs pour chaque type de déchet. Pour réaliser le traitement de Chemfix, on utilise une unité mobile comprenant un système d'alimentation, un homogénéisateur (pour mélanger les réactifs) et un malaxeur.

DÉMONSTRATION DE LA TECHNIQUE - SOMMAIRE

Une étude de traitabilité a été effectuée en laboratoire avec des échantillons de sol provenant du site de Pacific Place, qui étaient contaminés par de fortes concentrations de métaux et de faibles concentrations de produits organiques.

Pour l'étude de traitabilité, le vendeur a stabilisé un échantillon de sol qui avait d'abord été incinéré en laboratoire dans un appareil de combustion à lit fluidisé avec giclage. Après l'incinération, des analyses effectuées en laboratoire ont révélé que la teneur en plomb était supérieure à la valeur admissible dans les normes relatives aux quantités extraites; il a donc fallu procéder à la stabilisation. Avant le traitement, on a tamisé le sol sur un tamis de 0,32 cm de diamètre avant de le mélanger. Les sols incinérés en laboratoire ont été expédiés à Chemfix qui les a stabilisés. Les échantillons ont été stabilisés, à l'aide d'un procédé au silicate soluble, puis ont été soumis à des essais réalisés dans les laboratoires d'une autre entreprise pour le compte de Ogden.

Initialement, on a choisi trois préparations de stabilisation en vue de les évaluer conformément à la méthode "Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)" de l'EPA des États-Unis. On a choisi une préparation finale en vue de la soumettre à une évaluation plus approfondie basée sur la rentabilité. On a mélangé les sols incinérés à des réactifs de stabilisation, puis on a versé dans des moules les mélanges qu'on a laissés durcir pendant 14 jours avant de passer aux autres essais.

CRITÈRES D'ÉVALUATION

L'un des objectifs de l'étude de stabilisation/solidification était de déterminer si la matière traitée pouvait être radiée de la liste des déchets (spéciaux) dangereux. Afin de déterminer dans quelle mesure cette radiation était possible, on a utilisé le protocole établi par la Colombie-Britannique (*Draft Interim Protocol for Delisting Special Wastes and Residues*) pour évaluer l'efficacité du traitement. Ce protocole renferme des critères chiffrés pour divers scénarios d'utilisation et d'élimination, soit: utilisation non restreinte, utilisation approuvée (telle que déterminée par le ministère), élimination dans une décharge spécialisée unique et élimination dans une décharge contrôlée. Les protocoles d'essai comprenaient les opérations suivantes:

- dosage du carbone organique total (COT)
- extraction à l'équilibre (lixiviation sur 7 jours)
- extraction chimique séquentielle
- essai de lixiviation dynamique (ANS/ANSI 16.1)
- détermination de la conductivité hydraulique
- résistance à la compression simple
- essai de gel/dégel ou essai à l'état humide/sec
- capacité de neutralisation des acides

Les deux méthodes d'essai par extraction s'appliquent uniquement aux utilisations non restreintes et comportent d'abord le broyage des échantillons. Les autres essais (sauf le dosage du COT) sont effectués sur des échantillons monolithiques (moulés) et servent à évaluer les trois autres scénarios.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau ci-après renferme certains des résultats des essais

effectués sur les échantillons stabilisés. Voici les principales conclusions de l'étude:

- La formulation de stabilisation utilisée au cours de cette étude ne respectait pas les normes de radiation de la matière stabilisée dans le cas des scénarios d'utilisation non restreinte et d'utilisation "approuvée".
- La formulation semblait respecter les normes de radiation dans le cas des scénarios d'élimination dans une décharge contrôlée et dans une décharge spécialisée. Toutefois, cette conclusion n'est que provisoire en raison du faible nombre d'analyses effectuées.

SOURCES

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport du vendeur, intitulé *Pacific Place Treatability Study* (juin 1992), et sur un rapport technique intitulé *Technical Summary Report for the Pacific Place Project Special Waste Treatability Study Program*, préparé par la firme Stearns & Conrad Engineers, qui sera publié dans le cadre du programme DETALC.

Résumé du projet préparé par Stearns & Conrad Engineers pour le compte du:

Programme DETALC, Direction du développement technologique
Conservation et Protection, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des
Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:
G. Hardy, Environnement Canada, au (819)953-0962
B. Ferguson, (C.-B.), au (604)356-6027

Tableau 1 Résultats de l'essai

Essai	Résultat	Normes de radiation		
		Utilisation approuvée	Décharge contrôlée	Décharge spécialisée
Carbone organique total (%)	NT	<10	AN	AN
Conductivité hydraulique (m/s)	4 x 10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴
Résistance à la compression simple (kPa)	3 987	350	3 500	350
Essai de gel/dégel (perte, % en poids)	1,9	<10	<10	<10
Capacité de neutralisation des acides (Eq/kg jusqu'à pH 9)	5 000	>1	>1	>1
Essai de lixiviation dynamique (indice de lixivialité)	NC ⁽¹⁾	>9	>8	>8

⁽¹⁾ Les indices de lixivialité n'ont pas été calculés; la méthode utilisée n'était pas la bonne.

NC Non calculé.

AN Aucune norme.

NT Non testé.

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



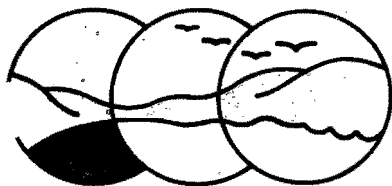
Environnement
Canada

Environ
Canada

BC
Environment



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

Avril 1993

- RÉSUMÉ DU PROJET -

PROJET DE BIOASSAINISSEMENT, SITE DE PACIFIC PLACE WASTE STREAM TECHNOLOGY, INC.

No 9

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC qui a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

Le procédé de bioassainissement mis au point par la société Waste Stream Technology, Inc. est l'une des techniques innovatrices choisies dans le cadre du programme DETALC. L'étude, financée par Environnement Canada, par le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique ainsi que par le vendeur, a été réalisée par le Waste Stream Technology, Inc.

HISTORIQUE DU LIEU

Pacific Place est un secteur de 82,5 hectares de terrains industriels, situé le long de la rive nord du ruisseau False à Vancouver (C.-B.). À cet endroit, on trouvait de nombreuses installations industrielles, notamment des usines de gaz de synthèse, des terminaux ferroviaires, des installations de traitement du bois, des ouvrages métalliques et des installations d'entreposage et de transbordement de carburant. À la suite de ces activités industrielles, certains secteurs de Pacific Place ont été contaminés avec des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des chlorophénols, des cyanures, des métaux lourds et d'autres contaminants organiques et inorganiques.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a parrainé une étude de traitabilité portant sur plusieurs techniques, en vue d'évaluer leur efficacité en ce qui concerne le traitement de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Parmi les techniques évaluées, on compte l'extraction thermique, le bioassainissement et la stabilisation/

solidification, y compris le procédé de bioassainissement mis au point par la Waste Stream Technology, Inc. La contribution dans le cadre du programme DETALC s'est élevée à environ 1,13 million de dollars pour les études de traitabilité effectuées au site de Pacific Place.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

La technique de Waste Stream fait appel au bioassainissement bioaugmenté en phase solide pour traiter des sols contaminés par des composés organiques. Cette technique consiste en l'épandage des sols à traiter sur une surface de traitement imperméable jusqu'à l'obtention d'une couche d'un peu plus de 45 cm d'épaisseur. On oxygène les sols en les retournant fréquemment; cette opération favorise également le mélange des micro-organismes et des particules de sol. On applique des éléments nutritifs, de l'humidité et un inoculum par pulvérisation ou par épandage, puis on les introduit dans la masse en retournant les sols. Le Waste Stream maintient des cultures d'organismes, initialement isolés à partir de sites contaminés, dont on connaît la capacité de dégrader certains contaminants; elle procède fréquemment à l'inoculation de sols à traiter avec les organismes ou les combinaisons d'organismes qui conviennent le mieux.

DÉMONSTRATION DE LA TECHNIQUE - SOMMAIRE

Des études de traitabilité ont été effectuées en laboratoire sur trois différents types de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Ces études ont été réalisées sur une période allant de 18 à 35 semaines. Pour chaque type de sol, on a établi des réacteurs contenant un témoin stérile biostimulé et plusieurs réacteurs bioaugmentés à plateau garni de sol. Avant l'établissement des réacteurs, on a mélangé les échantillons de sol, puis on les a tamisés pour éliminer les morceaux de plus de 5 cm de diamètre. Tous les jours, on humidifiait tous les plateaux contenant des sols à l'exception des témoins stériles et on leur ajoutait des éléments nutritifs; on inoculait les réacteurs bioaugmentés avec des organismes au moins une fois par semaine pour y maintenir d'abondantes populations microbiennes. Tout au cours de l'étude, les sols faisaient l'objet de contrôles et de prélèvements en vue de déterminer leurs caractéristiques physiques et chimiques et le nombre d'organismes microbiens. On a aussi étudié les vapeurs au-dessus du liquide dans des ballons pour évaluer les pertes de contaminants organiques par volatilisation.

Les objectifs de traitement selon lesquels on évaluait la réduction des quantités de contaminants organiques étaient basés sur les normes de la Colombie-Britannique relatives à la gestion de la contamination provenant du site de Pacific Place.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau qui suit présente les objectifs du traitement et un résumé des résultats obtenus avec certains traitements au cours d'une étude dans un réacteur biostimulé et au cours de deux études différentes dans des réacteurs bioaugmentés comparativement aux concentrations initiales dans les sols. Voici les principales conclusions de l'étude:

- En général, les concentrations de chlorophénols et de HAP étaient rapidement réduites au cours des deux premières semaines et, dans certains réacteurs, semblaient augmenter entre la 7^e et la 14^e semaines de l'étude.
- Au cours de l'étude, les concentrations de HAP totaux dans les plateaux contenant les sols bioactifs les plus contaminés accusaient des réductions comprises entre 28 % et 35 %. Dans le cas des échantillons contenant moins de HAP, ces réductions variaient de 15 % à 78 %.
- Les concentrations de chlorophénols accusaient une réduction d'environ 65 % dans le plateau le plus efficace.
- La réduction des concentrations de HAP était favorisée par la bioaugmentation, tandis que le traitement en réacteurs biostimulés constituait la meilleure façon de réduire les concentrations de chlorophénols.
- À la fin de l'étude, les concentrations de la plupart des HAP dans l'échantillon présentant les concentrations initiales les

plus élevées et les concentrations de tous les chlorophénols étaient inférieures à celles indiquées dans les objectifs de traitement.

- Les pertes de composés organiques par volatilisation n'étaient guère importantes.

SOURCES

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport du vendeur intitulé *Treatability Study for Bioremediation of Contaminated Soils at the Pacific Place Site in Vancouver, British Columbia, Canada* et sur un rapport technique intitulé *Technical Summary Report for the Pacific Place Project Special Waste Treatability Study Program*, préparé par la firme Stearns & Conrad Engineers, qui sera publié par Environnement Canada.

Résumé du projet préparé par Stearns & Conrad Engineers
pour le compte du:

Programme DETALC, Direction du développement technologique
Conservation et Protection, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des
Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:
G. Hardy, Environnement Canada, au (819)953-0962
B. Ferguson, (C.-B.), au (604)356-6027

Tableau 1 Résultats de l'essai

Contaminant	Échantillon 1 - Organisme M4		Échantillon 2 - Organisme M5		Échantillon 3 - Biostimulé		Objectif de traite- ment
	T _i	T _f	T _i	T _f	T _i	T _f	
HAP totaux	2 053	683	177	53	156	133	200
Chlorophénols totaux	NT	NT	NT	NT	53 ⁽¹⁾	17 ⁽¹⁾	10
HET	9 675	5 630	NT	NT	NT	NT	—

⁽¹⁾ Les chlorophénols totaux ne comprennent pas le tétrachlorophénol, car les concentrations de ce dernier composé n'ont pas été signalées.

Les concentrations sont exprimées en mg/kg.

T_i concentration initiale.

T_f concentration finale.

NT non testé.

HET hydrocarbures extractibles totaux.

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



Environnement
Canada

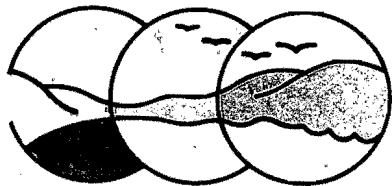
Environment
Canada

BC
Environment



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN

Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

Avril 1993

- RÉSUMÉ DU PROJET -

PROJET DE STABILISATION/SOLIDIFICATION, SITE DE PACIFIC PLACE WASTE STREAM TECHNOLOGY/WASTECH, INC.

No 10

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC qui a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

Une technique innovatrice de stabilisation/solidification mise au point par Wastech, Inc. a été choisie dans le cadre du programme DETALC. L'étude, financée par Environnement Canada, le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique ainsi que par les vendeurs, a été réalisée par Waste Stream Technology en association avec Wastech.

HISTORIQUE DU LIEU

Pacific Place est un secteur de 82,5 hectares de terrains industriels, situé le long de la rive nord du ruisseau False à Vancouver (C.-B.). À cet endroit, on trouvait de nombreuses installations industrielles, notamment des usines de gaz de synthèse, des terminaux ferroviaires, des installations de traitement du bois, des ouvrages métalliques et des installations d'entreposage et de transbordement de carburant. À la suite de ces activités industrielles, certains secteurs de Pacific Place ont été contaminés avec des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des chlorophénols, des cyanures, des métaux lourds et d'autres contaminants organiques et inorganiques.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a parrainé une étude de traitabilité portant sur plusieurs techniques, en vue d'évaluer leur efficacité en ce qui concerne le traitement de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Parmi les techniques évaluées, on

compte l'extraction thermique, le bioassainissement et la stabilisation/solidification, y compris le procédé de stabilisation/solidification mis au point par la Wastech. La contribution dans le cadre du programme DETALC s'est élevée à environ 1,13 million de dollars pour les études de traitabilité effectuées au site de Pacific Place.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

La technique de stabilisation de Wastech utilise des réactifs brevetés (SuperSet®) pour fixer les contaminants, ainsi que de la cendre volante et du ciment Portland pour lier les sols, dans une matrice. Dans ce procédé, on produit un coulis dense à cellules fermées à l'aide d'hydrogels à base de silicates de calcium. On utilise les pratiques courantes dans le domaine de l'ingénierie et de la construction pour préparer la matière et la mélanger avec les réactifs. Le produit peut être appliqué dans des excavations pratiquées dans le sol ou utilisé dans des applications *in situ*.

DÉMONSTRATION DE LA TECHNIQUE - SOMMAIRE

L'étude de traitabilité a été effectuée en laboratoire avec des échantillons de sol provenant du site de Pacific Place, qui étaient contaminés par de fortes concentrations de métaux et de faibles concentrations de produits organiques.

Avant de procéder à la stabilisation, on a effectué une analyse granulométrique du sol afin de déterminer la distribution de la taille des particules, puis on a soumis l'échantillon à des analyses chimiques et physiques.

On a préparé quelque 18 mélanges différents de réactif, de liant, et d'échantillon en vue de procéder à des essais préliminaires. De ce nombre, plusieurs ont fait l'objet d'une évaluation plus approfondie. On a préparé de nouveaux échantillons qu'on a laissés durcir pendant deux jours. Les échantillons possédant une résistance à la pénétration supérieure à 4 825 kPa ont été soumis à un essai de lixiviation conformément à la méthode *Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)* de l'EPA des États-Unis. Ces données, ainsi que celles sur l'applicabilité et les coûts, ont été utilisées pour optimiser la formulation finale, qui était constituée d'environ cinq parties de sol, une partie d'eau mélangée à du SuperSet® et trois parties de liant.

CRITÈRES D'ÉVALUATION

L'un des objectifs de l'étude de stabilisation/solidification était de déterminer si la matière traitée pouvait être radiée de la

liste des déchets (spéciaux) dangereux. Afin de déterminer dans quelle mesure cette radiation était possible, on a utilisé le protocole établi par la Colombie-Britannique (*Draft Interim Protocol for Delisting Special Wastes and Residues*) pour évaluer l'efficacité du traitement. Ce protocole renferme des critères chiffrés pour divers scénarios d'utilisation et d'élimination, soit: utilisation non restreinte, utilisation approuvée (telle que déterminée par le ministère), élimination dans une décharge spécialisée unique et élimination dans une décharge contrôlée. Les protocoles d'essai comprenaient les opérations suivantes:

- dosage du carbone organique total (COT)
- extraction à l'équilibre (lixiviation sur 7 jours)
- extraction chimique séquentielle
- essai de lixiviation dynamique (ANS/ANSI 16.1)
- détermination de la conductivité hydraulique
- résistance à la compression simple
- essai de gel/dégel ou essai à l'état humide/sec
- capacité de neutralisation des acides

Les deux méthodes d'essai par extraction s'appliquent uniquement aux utilisations non restreintes et comportent d'abord le broyage des échantillons. Les autres essais (sauf le dosage du COT) sont effectués sur des échantillons monolithiques (moulés) et servent à évaluer les trois autres scénarios.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau ci-après renferme certains des résultats des essais effectués sur les échantillons stabilisés. Voici les principales conclusions de l'étude:

- L'échantillon traité semblait satisfaire aux normes de radiation dans le cas des scénarios d'élimination dans une décharge contrôlée et dans une décharge spécialisée.

- Les normes pour le scénario d'utilisation approuvée étaient respectées, sauf pour ce qui est de la conductivité hydraulique, qui était légèrement supérieure à la valeur prévue par la norme.
- Ces données n'ont pas été convenablement vérifiées au cours de l'étude, car le vendeur a utilisé d'autres méthodes d'essai et aucun essai en double n'a été effectué; il y aurait lieu de mener d'autres essais pour confirmer cette conclusion.
- On a signalé un accroissement de 19 % du volume de l'échantillon après la stabilisation.

SOURCES

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport du vendeur, intitulé *Treatability Study for Stabilization/Fixation of Contaminated Soils at the Pacific Place Site in British Columbia, Canada* (révisé le 27 juillet 1992), et sur un rapport technique intitulé *Technical Summary Report for the Pacific Place Project Special Waste Treatability Study Program*, préparé par la firme Stearns & Conrad Engineers, qui sera publié dans le cadre du programme DETALC.

Résumé du projet préparé par Stearns & Conrad Engineers pour le compte du:

Programme DETALC, Direction du développement technologique
Conservation et Protection, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:
G. Hardy, Environnement Canada, au (819)953-0962
B. Ferguson, (C.-B.), au (604)356-6027

Tableau 1 Résultats de l'essai

Essai	Résultat	Normes de radiation		
		Utilisation approuvée	Décharge contrôlée	Décharge spécialisée
Carbone organique total (%)	NT	<10	AN	AN
Conductivité hydraulique (m/s)	1.9×10^{-4}	<10 ^a	<10 ^a	<10 ^a
Résistance à la compression simple (kPa)	6 503	350	3 500	350
Essai de gel/dégel (perte, % en poids)	4.0	<10	<10	<10
Capacité de neutralisation des acides (Eq/kg jusqu'à pH 9)	1.6	>1	>1	>1
Essai de lixiviation dynamique (indice de lixivibilité)	>9 ⁽¹⁾	>9	>8	>8

⁽¹⁾ Des résultats ont été signalés pour les métaux suivants: As, Ba, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Sn, Zn.

AN Aucune norme.

NT Non testé

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



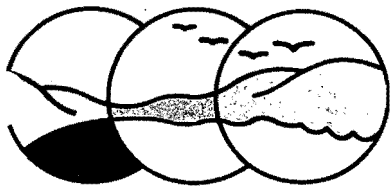
Environnement
Canada

Environment
Canada

BC
Environment



Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

Avril 1993

- RÉSUMÉ DU PROJET -

PROJET DE STABILISATION/SOLIDIFICATION, SITE DE PACIFIC PLACE BOVAR ENVIRONMENTAL SERVICES/CHEM-SECURITY LTD.

No. 11

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux ou territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC qui a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

Une technique innovatrice de stabilisation/solidification mise au point par Bovar Environmental Services a été choisie dans le cadre du programme DETALC. L'étude, financée par Environnement Canada, le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique et les vendeurs, a été réalisée par Chem-Security Ltd. en association avec Bovar.

HISTORIQUE DU LIEU

Pacific Place est un secteur de 82,5 hectares de terrains industriels, situé le long de la rive nord du ruisseau False à Vancouver (C.-B.). À cet endroit, on trouvait de nombreuses installations industrielles, notamment des usines de gaz de synthèse, des terminaux ferroviaires, des installations de traitement du bois, des ouvrages métalliques et des installations d'entreposage et de transbordement de carburant. À la suite de ces activités industrielles, certains secteurs de Pacific Place ont été contaminés avec des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des chlorophénols, des cyanures, des métaux lourds et d'autres contaminants organiques et inorganiques.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a parrainé une étude de traitabilité portant sur plusieurs techniques, en vue d'évaluer leur efficacité en ce qui concerne le traitement de sols contaminés provenant du site de Pacific Place. Parmi les techniques évaluées, on compte l'extraction thermique, le bioassainissement et la stabilisation/solidification, y compris le procédé de stabilisation/

solidification mis au point par Bovar. La contribution dans le cadre du programme DETALC s'est élevée à environ 1,13 million de dollars pour les études de traitabilité effectuées au site de Pacific Place.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

Dans la technique de Chem-Security et Bovar, on utilise divers réactifs, selon les caractéristiques des déchets, pour stabiliser les contaminants inorganiques. En général, cette technique est basée sur l'utilisation de ciment Portland et de stabilisants brevetés pour métaux (silicates de sodium). On mélange les déchets à stabiliser avec les réactifs, puis on laisse durcir le mélange avant de l'éliminer.

DÉMONSTRATION DE LA TECHNIQUE - SOMMAIRE

Des études de traitabilité ont été effectuées en laboratoire avec des échantillons de sol provenant du site de Pacific Place, qui avaient été contaminés par de fortes concentrations de métaux et de faibles concentrations de composés organiques.

Au cours de l'étude, on a tamisé le sol sur des tamis de 100 et de 20 mm, puis on l'a séché et homogénéisé avant d'ajouter les réactifs de stabilisation. Après un tamisage initial avec six préparations différentes, on a combiné les masses optimales de sol, de ciment et d'un mélange (contenant approximativement une partie de ciment Portland et de stabilisants et deux parties de sol) avec une quantité suffisante d'eau pour obtenir une suspension de ciment. On a ensuite passé cette suspension au mélangeur, puis on l'a versée dans des moules et on l'a damée avant de la laisser durcir pendant 26 jours. Les échantillons durcis ont été soumis à la série d'essais décrits ci-après.

CRITÈRES D'ÉVALUATION

L'un des objectifs de l'étude de stabilisation/solidification était de déterminer si la matière traitée pouvait être radiée de la liste des déchets (spéciaux) dangereux. Afin de déterminer dans quelle mesure cette radiation était possible, on a utilisé le protocole établi par la Colombie-Britannique (*Draft Interim Protocol for Delisting Special Wastes and Residues*) pour évaluer l'efficacité du traitement. Ce protocole renferme des critères chiffrés pour divers scénarios d'utilisation et d'élimination, soit: utilisation non restreinte, utilisation approuvée (telle que déterminée par le ministère), élimination dans une décharge spécialisée unique et élimination dans une décharge contrôlée. Les protocoles d'essai comprenaient les opérations suivantes:

- dosage du carbone organique total (COT)
- extraction à l'équilibre (lixiviation sur 7 jours)
- extraction chimique séquentielle
- essai de lixiviation dynamique (ANS/ANSI 16.1)
- détermination de la conductivité hydraulique
- résistance à la compression simple
- essai de gel/dégel ou essai à l'état humide/sec
- capacité de neutralisation des acides

Les deux méthodes d'essai par extraction s'appliquent uniquement aux utilisations non restreintes et comportent d'abord le broyage des échantillons. Les autres essais (sauf le dosage du COT) sont effectués sur des échantillons monolithiques (moulés) et servent à évaluer les trois autres scénarios.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau ci-après renferme certains des résultats de l'étude de stabilisation/solidification. Voici les principales conclusions de l'étude:

- La formulation utilisée pour ce programme d'essais ne respectait pas les normes de radiation pour aucun des scénarios d'utilisation.
- La formulation aurait respecté les normes de radiation dans le cas d'un scénario d'utilisation approuvée, sauf pour ce qui est des résultats de l'essai de gel/dégel. C'est peut-être parce que si les résultats obtenus étaient médiocres, le mode opératoire employé était plus agressif qu'il ne le fallait.

- La matière traitée semblait répondre aux normes de rendement relatives à l'élimination dans une décharge sécuritaire pour déchets chimiques.
- On a signalé un accroissement de 50 % du volume d l'échantillon après la stabilisation.

SOURCES

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport du vendeur intitulé *Final Report for the Treatability Testing of Stabilization of Pacific Place Soils* juin 1992, et sur un rapport technique intitulé *Technical Summary Report for the Pacific Place Project Special Waste Treatability Study Program*, préparé par la firme Stearns & Conrad Engineers, qui sera publié dans le cadre du programme DETALC.

Résumé du projet préparé par Stearns & Conrad Engineers
pour le compte du:
Programme DETALC, Direction du développement technologique
Conservation et Protection, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des
Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:
G. Hardy, Environnement Canada, au (819)953-0962
B. Ferguson, (C.-B.), au (604)356-6027

Tableau 1 Résultats de l'essai

Contaminant	Résultat	Norme de radiation		
		Utilisation approuvée	Décharge contrôlée	Décharge spécialisée
Carbone organique total (%)	<0,1	<10	AN	AN
Conductivité hydraulique (m/s)	5.0×10^{-11}	<10 ^a	<10 ^a	<10 ^a
Résistance à la compression simple (kPa)	9 680	350	3 500	350
Essai de gel/dégel (perte, % en poids) ⁽¹⁾	17,2	<10	<10	<10
Essai à l'état humide/sec (perte, % en poids) ⁽¹⁾	11,6			
Capacité de neutralisation des acides (Eq/kg jusqu'à pH 9)	6	>1	>1	>1
Essai de lixiviation dynamique (indice de lixivabilité)	>9 ⁽²⁾	>9	>8	>8

⁽¹⁾ Méthodes de rechange utilisées.

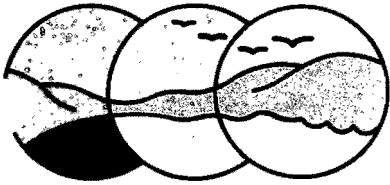
⁽²⁾ Des résultats ont été signalés pour les métaux suivants: Ba, Cr, Zn.

AN Aucune norme.

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.

Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

PROJET DE LAVAGE DE GRAVIER-TERRAIN DE LA CANADA CREOSOTE ALBERTA RESEARCH COUNCIL ET ACRES INTERNATIONAL LTD CALGARY (ALBERTA)

No. 12

-RÉSUMÉ DU PROJET-

DÉCEMBRE 1993

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a reconnu la nécessité d'une approche nationale uniforme concernant l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada et la priorité à leur accorder. Il a donc créé le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), qui est financé et géré grâce à des ententes bilatérales entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux.

Le programme de DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) a été mis sur pied dans le cadre du PNALC pour aider à réaliser l'objectif visé par ce dernier programme et consistant à collaborer avec l'industrie pour stimuler la création et la démonstration de nouvelles techniques de pointe permettant de régler les problèmes importants d'assainissement des lieux contaminés.

Une technique de lavage du gravier mise au point par l'Alberta Research Council a été jugée acceptable par les responsables du programme de DETALC. L'étude a été menée par ce dernier organisme, de concert avec Acres International Ltd., et financée conjointement par Environnement Canada, Environnement Alberta et les fournisseurs.

HISTORIQUE DU LIEU

Le terrain de la Canada Creosote est situé près du centre-ville de Calgary, sur la rive sud de la rivière Bow. Des opérations de préservation du bois y ont été effectuées du milieu des années 20 jusqu'au milieu des années 60, et, au cours de cette période, d'importantes quantités de créosote et de pentachlorophénol ont été déversées à cet endroit. On a trouvé sous le terrain de la créosote sous forme d'un liquide dense non aqueux (LDNA), et ce liquide avait migré dans le gravier du fond de la rivière Bow de même que sur la berge nord de ce cours d'eau. Des études sont en cours en vue de déterminer la nature, l'étendue et le comportement de la mare de créosote.

TRAVAUX RÉALISÉS GRÂCE À LA DETALC

Ce programme a permis de réaliser une étude de programme pilote sur le terrain de la Canada Creosote dans le but d'examiner diverses techniques de dépollution du gravier de la rivière contaminé par la créosote. Cette étude comportait la construction d'un batardeau, le lavage du gravier ainsi que le traitement de l'eau et des boues. Le programme de DETALC a fourni 2 043 000 \$ pour les études réalisées sur le terrain de la Canada Creosote.

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

La technique de lavage du gravier employée par l'Alberta Research Council comportait l'utilisation de cribles, de laveurs à vis pour les fragments grossiers et fins ainsi que d'un trommel-culbuteur. Le procédé a été optimisé en fonction de la température et du temps de séjour dans le culbuteur.

RÉSUMÉ DE LA DÉMONSTRATION DE TECHNOLOGIE

Pour faciliter l'excavation du lit de gravier contaminé, un batardeau de 35 mètres de long sur 25 mètres de large a été construit à même un berme de la rivière déjà existant. Le batardeau comprenait trois sections (un remblai perméable, une cellule de béton précontraint et une palplanche). Une fois le batardeau construit, on a installé à son périmètre un rideau d'un mètre de large pour l'injection d'un coulis de bentonite imperméable.

Le gravier contaminé a été enlevé du batardeau au moyen d'un excavateur chargeur, puis introduit dans un grizzly de 200 mm pour enlever les gros cailloux. Le gravier a ensuite été acheminé par convoyeur à un crible vibrant à trois étages, où il a été lavé et séparé en trois fractions: 200-75 mm, 75-3 mm, et 3-0 mm. La fraction de 200-75 mm a été mise en tas sans aucun autre lavage. La fraction de 75-3 mm a été acheminée par une goulotte à un laveur à vis pour les fragments grossiers, et la fraction de 3-0 mm a été entraînée par de l'eau de lavage dans un laveur à vis pour les fragments fins, puis déshydratée. Cette dernière fraction a ensuite été stockée comme un déchet dangereux.

Des essais ont été effectués au moyen d'un trommel-culbuteur pour nettoyer la fraction de 75-3 mm. Treize essais de lavage et de relavage du gravier ont été effectués en utilisant différentes combinaisons d'équipement, de quantité et de qualité d'eau ainsi que de charge d'alimentation.

Le lavage du gravier a été effectué à raison de 50 tonnes par jour en moyenne (3 000 tonnes au maximum). En tout, 1 000 tonnes de gravier contaminé ont été excavées et traitées, dont 100 tonnes ont été relavées.

En plus du gravier séparé et lavé à l'installation de lavage, une importante quantité de boues fines s'est accumulée dans les réservoirs de décantation ainsi que dans l'excavation au bas du batardeau. Elles ont été enlevées, puis centrifugées pour réduire leur teneur en eau.

La plus grande partie de la créosote s'est retrouvée dans les boues de déshydratation ainsi que dans le sable fin de 3-0 mm obtenu par lavage. Toutes les eaux résiduelles de l'installation de lavage du gravier ont été traitées sur place et recyclées. Le train pour le traitement des eaux usées comprenait cinq réservoirs de décantation, un clarificateur, un filtre à sacs,

une colonne Klensorb, une colonne de charbon granulaire activé ainsi que trois réservoirs d'eau plus ou moins propre et deux réservoirs d'eau propre.

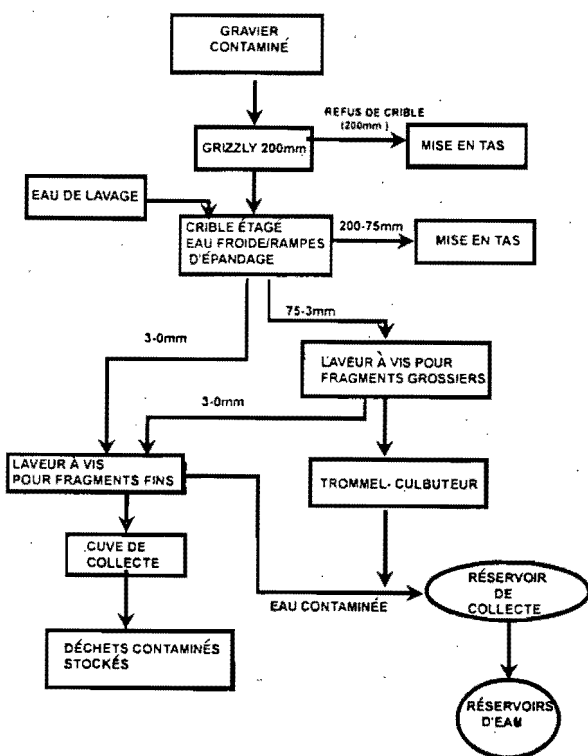
RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le gravier a été suffisamment nettoyé après avoir été lavé à l'eau propre ou plus ou moins propre sur le crible vibrant à trois étages. Il pourra probablement, compte tenu de ces résultats, être remis dans la rivière.

La fraction de 200-75 mm ne contenait pas de limon ni de créosote et n'avait pratiquement pas d'odeur. La fraction de 75-3 mm ne contenait pas non plus de limon et avait parfois une très faible odeur de créosote. Les particules fines de 3-0 mm étaient saturées d'eau et sentaient fortement la créosote.

L'utilisation de jets d'eau a permis d'enlever le sable gluant et les fines particules de la surface des cailloux. Il semble que ce procédé était plus efficace lorsque le gravier contaminé était culbuté avec de l'eau. Les cailloux nettoyés de dimension supérieure à 1 mm contenaient, en poids, de 0,04 à 0,08 % de LDNA, et pour ceux de dimension inférieure à 1 mm, ce contenu variait entre 0,5 et 7,0 %.

FIGURE 1. SCHÉMA DU LAVAGE DU GRAVIER



Les lavages à l'eau recyclée, ou «usée», ont permis d'enlever les fines particules et le limon, mais la créosote est restée sur les roches. Le gravier lavé était lustré et avait une forte odeur de créosote. En outre, les lavages à «l'eau usée» ont eu pour effet d'augmenter la quantité de particules fines en suspension dans l'eau de lavage, qui a été ensuite plus difficile à traiter. Un deuxième nettoyage s'est avéré efficace lorsque le gravier lavé a été rincé à l'eau chaude (de 60 à 80°C) dans le trommel. L'eau chaude a produit de la vapeur à forte odeur de créosote près du trommel, et, après avoir été rincé, le gravier n'avait pratiquement pas d'odeur. À lui seul, le trommel n'a pas été suffisant pour traiter le gravier contaminé provenant de l'excavation.

L'effluent de l'installation de lavage contenait du LDNA, du sable fin et des particules de sol qui se sont répartis en deux phases: l'une, aqueuse, et

l'autre, organique. La teneur en carbone organique total de la phase aqueuse claire variait de 4 à 18 ppm, selon la méthode de traitement. Le temps de décantation nécessaire pour la séparation des phases était d'environ 45 à 50 minutes.

Environ 1 950 m³ de boues ont été produites sur place au cours de opérations d'excavation et de lavage du gravier. Après avoir été centrifugées, les boues de déshydratation ont été acheminées par gravité dans une benne chargeuse à direction à glissement, puis transportées dans des cuves d'entreposage.

SITUATION ACTUELLE

Le programme pilote de lavage du gravier a été terminé à l'automne de 1991. Le rapport final a été approuvé, et il est possible de l'obtenir.

Le résumé du projet a été produit par le Centre technique des eaux usées pour: le programme DETALC, Direction générale du développement technologique, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Hull (Québec), en collaboration avec Environnement Alberta (projet HELP).

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec G. Hardy, Environnement Canada (819) 953-0962, ou W. Cerioci, Environnement Alberta (403) 427-6181

TABLEAU 1. ANALYSE DE L'EAU USÉE

Échantillon d'eau	Carbone Organique Total (en mg/L)	Phénol (en mg/L)
A. Essai de culbutage en laboratoire (#16)	5,8	0,073
B. Eau de lavage de queue, essai IATF avec charbon	17,4	-
C. Eau de lavage de queue, essai IATF avec charbon	12,7	-
D. Gravier lavé une fois (LDNA: 0.02 %) culbuté avec de l'eau du robinet	4,0	0,037
Eau du robinet	1,2	

AVERTISSEMENT ET AVIS D'EXAMEN

Le présent document a été examiné par la Direction générale du développement technique d'Environnement Canada, et son contenu ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes représentés par le programme de DETALC. La mention des marques déposées ou des produits commerciaux n'équivaut pas à la recommandation ou l'approbation de leur utilisation.



Environnement
Canada

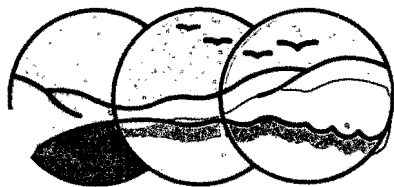
Environment
Canada

Alberta

GOVERNMENT OF ALBERTA



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

L'UTILISATION DU CHAMPIGNON DE LA CARIE BLANCHE POUR LE REDRESSEMENT BIOLOGIQUE DES SOLS CONTAMINÉS PAR LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

CONSEIL DE LA RECHERCHE ET DE LA PRODUCTIVITÉ
DU NOUVEAU-BRUNSWICK

Fredericton (Nouveau-Brunswick)

No 13

-RÉSUMÉ DU PROJET-

Décembre 1993

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a reconnu la nécessité d'une approche nationale uniforme concernant l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada et la priorité à leur accorder. Il a donc créé le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), qui est financé et géré grâce à des ententes bilatérales entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux.

Le programme de DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) a été mis sur pied dans le cadre du PNALC pour aider à réaliser l'objectif visé par ce dernier programme et consistant à collaborer avec l'industrie pour stimuler la création et la démonstration de nouvelles techniques de pointe permettant de régler les problèmes importants d'assainissement des lieux contaminés.

Une technique consistant à choisir certaines souches de champignon de la carie blanche (CCB) pour le redressement biologique des sols contaminés par les HAP a été jugée acceptable par les responsables du programme de DETALC. L'étude est réalisée par le Conseil de la recherche et de la productivité du Nouveau-Brunswick (CRP), en collaboration avec GEOBAC Technology Group Inc., et a été financée conjointement par Environnement Canada, Environnement Nouveau-Brunswick et le fournisseur.

TRAVAUX RÉALISÉS GRÂCE À LA DETALC

Ce programme a permis d'effectuer des recherches en laboratoire suivies d'essais sur le terrain. Le projet avait pour but:

de vérifier si le champignon de la carie blanche pouvait dégrader les HAP à poids moléculaire élevé (ceux qui possèdent trois noyaux aromatiques ou plus);

d'identifier et d'isoler les souches de champignon de la carie blanche capables de dégrader biologiquement les HAP dans le sol contaminé choisi pour le projet;

de déterminer les conditions favorisant le redressement biologique au moyen de ces souches;

de tester le procédé sur le terrain et d'établir un protocole de gestion des lieux contaminés.

Le programme de DETALC fournira 180 000 \$ pour ces études.

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Les champignons, tout comme les bactéries, sont les principaux décomposeurs qui recyclent la matière organique dans l'environnement.

Le champignon de la carie blanche (qui dégrade la lignine) est un microorganisme naturel qui peut dégrader une grande variété de polluants, dont au moins certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) à poids moléculaire élevé. Ces composés sont souvent difficiles à dégrader au moyen des techniques ordinaires de redressement biologique utilisant des bactéries, et il arrive fréquemment qu'ils résistent aux traitements dans les lieux contaminés.

La technique proposée consiste à ajouter des CCB et des suppléments nutritifs convenables aux sols contaminés et de traiter le tout comme un compost. Même si cette technique est employée ailleurs, les résultats obtenus jusqu'à présent ont été variables, peut-être en raison du choix des souches, ou des conditions qui ne favorisent pas la croissance des champignons et leur pouvoir de dégradation dans le sol. Les CCB colonisent naturellement le bois ou d'autres substrats lignocellulosiques, et, pour qu'ils se multiplient bien dans le sol, il faut ajouter des suppléments nutritifs convenables.

Le projet a pour but de choisir les bonnes souches, de mettre au point des suppléments nutritifs et de déterminer les conditions permettant d'optimiser la croissance des CCB et leur pouvoir de dégradation des HAP dans le sol contaminé.

RÉSUMÉ ET RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION DE TECHNOLOGIE

Divers CCB ont été testés pour déterminer leur pouvoir de dégradation de la lignine (et donc aussi des HAP) en mesurant leur capacité de décolorer le colorant Poly R 478 de même que les activités enzymatiques reliées à la dégradation de la lignine. Certains de ces champignons ont été isolés de substrats contaminés par les HAP, et d'autres, à la suite d'une série de cultures. L'activité des isolats prometteurs a ensuite été mesurée dans des milieux liquides de composition bien précise afin de déterminer les conditions dans lesquelles le pouvoir de dégradation serait à son maximum. Les essais ont été effectués en faisant varier la température et le pH ainsi que dans des milieux contenant de l'azote et du manganèse en concentrations diverses. L'on sait que ces facteurs influent sur la dégradation de la lignine, et probablement des HAP.

Les divers isolats étaient très différents dans leur comportement. Ceux dont le pouvoir de dégradation était élevé dans les conditions qui régneraient probablement dans un sol contaminé ont été choisis pour d'autres études. Des essais ont été effectués dans des milieux liquides de composition bien précise pour déterminer dans quelle mesure ces champignons pouvaient métaboliser les HAP représentatifs (p. ex., le phénanthrène, le fluoranthène, le chrysène, le benzo(a)pyrène et le dibenzo(a,h)anthracène), et un chromatographe à gaz muni d'un détecteur à ionisation de flamme a été utilisé pour suivre l'évolution de la disparition des HAP. Dans le cas du benzo(a)pyrène, des techniques utilisant un indicateur radioactif ont aussi été employées pour suivre le processus de dégradation. Tous les champignons ont permis de réduire de plus de 90 %, en dedans de trois semaines, les concentrations de phénanthrène, de fluoranthène et de benzopyrène, mais la dégradation des deux autres HAP a été beaucoup moins rapide. La dégradation de tous les HAP a été la plus forte dans les milieux contenant de faibles quantités d'azote et de manganèse, mais c'est l'azote qui a eu le plus d'effet. La minéralisation du benzopyrène marqué a donné lieu à la formation d'importantes quantités de CO₂ marqué, mais ce gaz s'est formé moins rapidement que le benzopyrène ne disparaissait, ce qui a indiqué la formation de composés intermédiaires qui, d'après les résultats d'une autoradiographie, étaient probablement des quinones, des diols et des métabolites du benzopyrène plus oxydés.

La croissance et le pouvoir de dégradation de ces champignons dans le sol ont ensuite évalués. En l'absence de suppléments nutritifs, la colonisation était erratique, et la croissance dans le sol, faible. Des suppléments nutritifs contenant du carbone et de l'azote sous une forme complexe ont favorisé la croissance des CCB dans un sol stérile, ce qui a porté à croire que ces deux éléments limitaient le taux de croissance. Les phosphates, les micronutriments et les vitamines ont eu peu d'effet. Toutefois, lorsque des suppléments nutritifs contenant du carbone et de l'azote ont été ajoutés à un sol non stérile, la colonisation a encore été erratique en raison de la compétition d'autres microorganismes. Cette compétition peut cependant cesser dans des conditions de croissance favorables et grâce à l'ajout de suppléments. Dans le sol traité, la croissance des champignons et la production d'enzymes dont on croit qu'elles sont à l'origine de la dégradation des HAP sont élevées, et certains xénobiotiques sont fortement dégradés, mais la dégradation des HAP est encore moins rapide que dans une culture liquide. On tente actuellement de trouver des explications possibles pour ce faible taux de dégradation.

SITUATION ACTUELLE

Les travaux en cours comprennent l'évaluation de la croissance des champignons et de la dégradation des HAP dans un sol déjà contaminé provenant d'un terrain d'une province atlantique qui doit être assaini.

L'utilisation de marqueurs radioactifs dans les études d'incubation et les analyses qui s'y rattachent permettront de suivre et de quantifier la dégradation complète des HAP. On essaiera aussi d'optimiser les conditions de dégradation en ayant recours à certains régulateurs de la croissance des champignons ainsi qu'à des méthodes courantes de biostimulation.

Des essais sur le terrain sont prévus pour le printemps de 1994, et rapport final sera produit en mars 1995.

Le résumé du projet a été produit par le Centre technique des eaux usées pour le programme de DETALC, Direction générale du développement technologique, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Hull (Québec), en collaboration avec Environnement Nouveau-Brunswick.

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec G. Hardy, Environnement Canada (819) 953-0962, ou L. Steward, Environnement Nouveau-Brunswick (506) 457-4848

AVERTISSEMENT ET AVIS D'EXAMEN

Le présent document a été examiné par la Direction générale du développement technique d'Environnement Canada, et son contenu ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes représentés par le programme de DETALC. La mention des marques déposées ou des produits commerciaux n'équivaut pas à la recommandation ou l'approbation de leur utilisation.



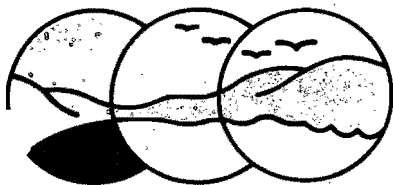
Environnement
Canada

Environment
Canada

New
Nouveau Brunswick
Environment / Environnement



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

**ÉVALUATION D'UNE TECHNIQUE DE DÉCONTAMINATION DES SOLS CONTENANT
DES BPC ET DES MÉTAUX LOURDS PAR LAVAGE ET TRAITEMENT BIOLOGIQUE
D'UNE SUSPENSION DANS UN RÉACTEUR
WASHBURN & GILLIS ASSOCIATES LTD
Fredericton (Nouveau-Brunswick)**

No. 14

-RÉSUMÉ DU PROJET-

Décembre 1993

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a reconnu la nécessité d'une approche nationale uniforme concernant l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada et la priorité à leur accorder. Il a donc créé le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), qui est financé et géré grâce à des ententes bilatérales entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux.

Le programme de DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) a été mis sur pied dans le cadre du PNALC pour aider à réaliser l'objectif visé par ce dernier programme et consistant à collaborer avec l'industrie pour stimuler la création et la démonstration de nouvelles techniques de pointe permettant de régler les problèmes importants d'assainissement des lieux contaminés.

Une technique mise au point par Washburn & Gillis Associates Limited a été jugée acceptable par les responsables du programme de DETALC; elle consiste à décontaminer les sols contenant à la fois des BPC et des métaux lourds par lavage et traitement biologique d'une suspension dans un réacteur. L'étude a été menée par cette firme, en collaboration avec Keystone Environmental Inc., et financée conjointement par Environnement Canada, Environnement Nouveau-Brunswick et le fournisseur.

HISTORIQUE DU LIEU

Le lieu choisi pour les essais de traitement du sol en laboratoire est un ancien parc à ferraille situé à Saint-Jean, Nouveau-Brunswick, et qui appartenait à la Dominion Metal Ltd. Ce parc, qui est maintenant la propriété du ministère des Transports du Nouveau-Brunswick (MDT), a été exploité de 1950 à 1974. On y procédait à l'enlèvement de métaux comme le cuivre, le plomb et le zinc présents dans les transformateurs électriques, dont certains contenaient probablement des fluides à forte teneur en BPC. L'on croit que ces fluides, de même que des métaux lourds dissous comme le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc, se sont infiltrés dans le sol, dont on estime que de 210 à 648 m³ environ ont été contaminés par les BPC et les métaux lourds.

TRAVAUX RÉALISÉS GRÂCE À LA DETALC

Ce programme a permis de réaliser une étude en laboratoire ayant pour but de déterminer la possibilité d'enlever, par lavage et traitement biologique d'une suspension dans un réacteur, les BPC et les métaux lourds présents dans le sol de l'ancien parc à ferraille. En raison des fortes concentrations de BPC et de métaux lourds à cet endroit, il a été impossible d'envisager

l'emploi d'une méthode unique d'assainissement. Le programme de DETALC a fourni 215 000 \$ pour ce projet.

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Le procédé mis au point par Washburn & Gillis Associates Ltd. consistait à décontaminer le sol en trois étapes. Tout d'abord, les métaux lourds ont été enlevés en lavant le sol, en le mettant en suspension dans de l'eau additionnée d'un solvant ou d'un surfactant, puis en brassant le mélange. Ensuite, plusieurs essais sélectifs ont été effectués afin de savoir quel était le surfactant le plus efficace pour extraire les BPC. Enfin, les BPC ont été éliminés par traitement biologique d'une suspension, en milieu aérobie et anaérobie, dans un réacteur.

RÉSUMÉ DE LA DÉMONSTRATION DE TECHNOLOGIE

Des échantillons de sol dont le niveau de contamination était supérieur à la moyenne pour cet endroit ont été prélevés et préparés pour les essais. Près de la surface, où il y avait surtout du gravier et de l'argile sableux, les échantillons ont été prélevés avec une cuiller en acier inoxydable, puis séchés, mélangés, divisés et tamisés afin qu'ils soient assez homogènes.

Les techniques de traitement ont été évaluées en trois étapes. Premièrement, une série d'essais sélectifs ont été effectués pour savoir quel était l'agent le plus efficace pour extraire les métaux, et une deuxième, pour optimiser les conditions expérimentales. Les essais ont été effectués dans des bocaux.

À la deuxième étape, une série d'essais sélectifs ont été effectués pour savoir quel était le surfactant le plus efficace pour extraire les BPC, et une deuxième, pour déterminer les effets de l'augmentation du cycle de lavage et du temps d'extraction sur le rendement du procédé. Pour tous ces essais, qui ont été effectués au moyen d'une unité de lavage de sol Denver, la suspension contenait un mélange de sol et d'eau dans la proportion de 1:3 (en poids).

La troisième étape a consisté à effectuer, dans différentes conditions opératoires, le traitement biologique de la suspension dans cinq réacteurs pour lesquels des bocaux ordinaires en verre, d'une capacité d'un gallon ont été utilisés. Les bocaux étaient recouverts de papier d'aluminium pour que la lumière y pénètre moins.

Dans chaque réacteur, on a introduit 500 grammes (en poids à l'état sec) de sol préalablement traité, auxquels 2 500 ml d'eau du robinet ont été ajoutés. Le traitement préalable comprenait un lavage avec un surfactant, un rinçage au NaOH, un lavage au HCL et un rinçage à l'eau du robinet.

Le matériel d'ensemencement en milieu aérobie ajouté aux réacteurs provenait du liquide surageant prélevé après quatre semaines de fonctionnement en milieu aérobie d'un réacteur contenant du sol non traité. Le matériel d'ensemencement en milieu anaérobie provenait de boues anaérobies prélevées dans une fabrique de papier blanchi au chlore. Un agitateur à vitesse variable muni d'une hélice a été placé dans chaque réacteur pour que le brassage soit uniforme. Une fois les réacteurs mis en marche, les suspensions ont fait l'objet d'un contrôle quotidien: la température, le pH et l'oxygène dissous ont été mesurés. La durée de fonctionnement a été de dix semaines pour quatre réacteurs, et de quatorze pour l'autre. Après le démarrage des réacteurs et lorsque les traitements ont été terminés, des échantillons ont été prélevés afin de doser les BPC et les métaux, d'effectuer une numération bactérienne et de déterminer la teneur en eau, en carbone organique total et en chlorures.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Les résultats de l'étude sur le lavage du sol qui figurent au tableau 1 montrent que, des diverses méthodes utilisées, c'est l'extraction acide à pH 2 qui a donné le meilleur rendement global d'élimination des métaux. Les concentrations originales, qui étaient de 22 mg/kg pour le cadmium, de 24 800 mg/kg pour le cuivre, de 22 800 mg/kg pour le plomb et de 4 130 mg/kg pour le zinc ont respectivement diminué à 8, 5, 16 800, 8 420 et 2 700 mg/kg.

Étant donné que le pouvoir mouillant du Kalex en solution était plus élevé et que l'utilisation de l'acide chlorhydrique occasionnait des contraintes opérationnelles (p. ex., la production de vapeurs), le Kalex a finalement été choisi comme le meilleur agent d'extraction des métaux.

Les résultats de l'étude sur les surfactants, entreprise au cours de la deuxième étape, figurent au tableau 2. Ils indiquent que, des quatre surfactants testés, le Redicote E-11 a été le plus efficace pour éliminer les

BPC et les métaux, tandis que le Tween 80 l'a été le moins. À la suite d'autres essais avec du Redicote E-11 en solution deux fois plus concentrée, de plus grandes quantités de BPC, de plomb et de zinc ont été éliminées. L'augmentation des temps et des cycles de lavage n'a pas amélioré le rendement. Les résultats de l'étude de la troisième étape sont présentés au tableau 3 et indiquent les rendements d'élimination calculés pour les cinq traitements biologiques de la suspension dans les réacteurs. Le traitement n° 2 (sol préalablement traité + matériel d'ensemencement aérobie + nutriments) a donné le meilleur rendement d'élimination des B₁ (41 %).

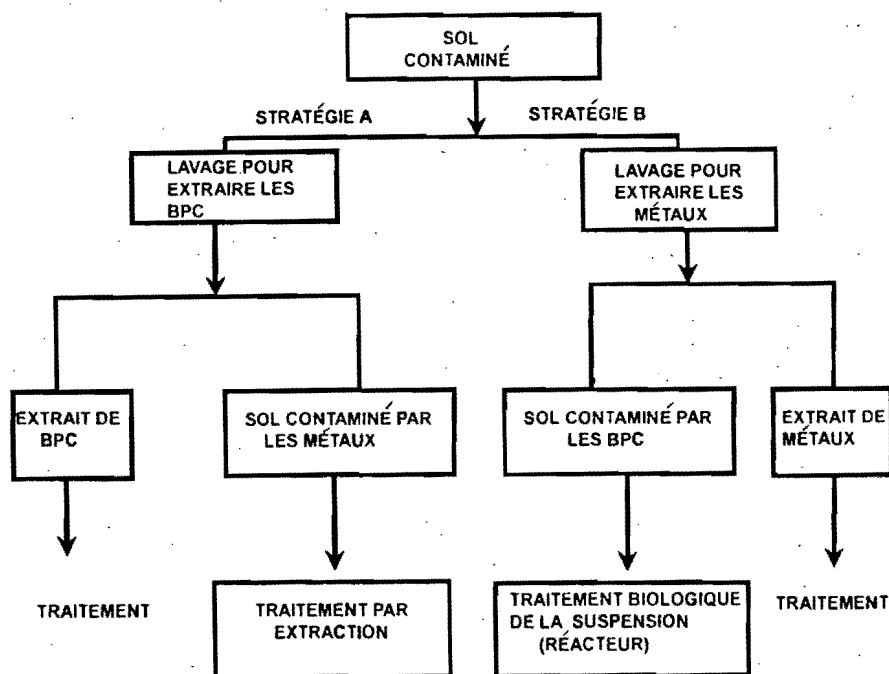
SITUATION ACTUELLE

L'étude de décontamination du sol par lavage et traitement biologique d'une suspension dans un réacteur a été terminée à l'automne de 1992. Un rapport final a été présenté au comité d'examen technique et approuvé par ce dernier.

Le résumé du projet a été produit par le Centre technique des eaux usées pour le programme de DETALC, Direction générale du développement technologique, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Hull (Québec), en collaboration avec Environnement Nouveau-Brunswick.

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec G. Hardy, Environnement Canada (819) 953-0962, ou L. Steward, Environnement Nouveau-Brunswick (506) 457-4848

FIGURE 1. SCHÉMA DU LAVAGE ET DU TRAITEMENT DU SOL



AVERTISSEMENT ET AVIS D'EXAMEN

Le présent document a été examiné par la Direction générale du développement technique d'Environnement Canada, et son contenu ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes représentés par le programme de DETALC. La mention des marques déposées ou de produits commerciaux n'équivaut pas à la recommandation ou l'approbation de leur utilisation.



Environnement
Canada

Environnement
Canada

New
Nouveau Brunswick
Environnement / Environment



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN

TABLEAU 1. ÉLIMINATION DES MÉTAUX DU SOL PAR DIFFÉRENTS AGENTS D'EXTRACTION (ÉTAPE I)

TRAVAIL	N° DE L'ESSAI	RÉACTIF	TEMPS DE LAVAGE	NOMBRE DE CYCLES	RENDEMENT D'ÉLIMINATION (en %) **			
					Cd	Cu	Zn	Pb
Essais sélectifs pour les métaux	1-1	Eau chaude (40°C)	2 h	1	0	0	50	0
	1-2	HCl (pH 2)	2 h	1	61	32	63	35
	1-3	Verseen Tetra (10%)	2 h	1	56	35	63	25
	1-4	Kalex (solution à 10 %)	2 h	1	43	28	75	6
	1-5	Séquence: Eau chaude (40°C) HCl (pH 2) Verseen Tetra (10 %)	30 min. chaque	1 chaque	50	0	12	25
Essais finaux pour les métaux	2-1	Kalex (solution à 10 %)	4 h	2	57	27	57	22
	2-2	Kalex (solution à 10 %)	4 h	1	41	13	54	19
	2-3	Kalex (solution à 10 %)	4 h	1	52	4	46	19
	2-4	Kalex (solution à 10 %)	8 h	1	54	0	37	23
	2-5	Séquence: Verseen Tetra (10 %) HCl (pH 2)	2 h chaque	1 chaque	63	35	49	29
	2-6	Kalex (solution à 10 %)	24 h	1	52	25	54	28

* temps de rinçage, de sédimentation et de décantation non inclus

** en poids à l'état sec

TABLEAU 2. ÉLIMINATION DES MÉTAUX ET DES BPC DU SOL PAR DIFFÉRENTS SURFACTANTS (ÉTAPE II)

TRAVAIL	N° DE L'ESSAI	RÉACTIF	TEMPS DE LAVAGE	NOMBRE DE CYCLES	RENDEMENT D'ÉLIMINATION (en %) **				
					Cd	Cu	Pb	Zn	BPC
Essais sélectifs pour les BPC ***	3-1	Olin 4750 (0,25 %)	10 min	1	47	25	21	25	25
	3-2	Redicote E-11 (0,25 %)	10 min.	1	52	47	42	41	46
	3-3	Witconate 1223L (0,25 %)	10 min.	1	47	46	21	32	33
	3-4	Tween 80 (0,25 %)	10 min.	1	43	16	0	39	8
Essais finaux pour les BPC ***	4-1	Redicote E-11 (0,5 %)	10 min.	1	37	25	59	34	52
	4-2	Redicote E-11 (0,5 %)	10 min.	2	0	12	17	12	0
	4-3	Redicote E-11 (0,5 %)	30 min.	1	0	1	44	0	0
	4-4	Redicote E-11 (0,5 %)	45 min.	1	35	38	15	38	42

* temps de rinçage, de sédimentation et de décantation non inclus

** en poids à l'état sec

*** rendements d'élimination relatifs seulement

TABLEAU 3. ÉLIMINATION DES BPC DU SOL PAR DIVERS TRAITEMENTS BIOLOGIQUES DE LA SUSPENSION EN RÉACTEUR (ÉTAPE III)

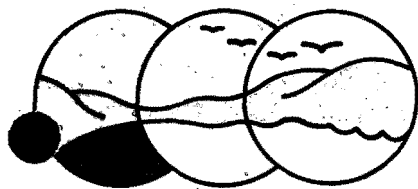
RÉACTEUR	DESCRIPTION	CONCENTRATION (en mg/kg)		RENDEMENT D'ÉLIMINATION (en %)
		Initiale (1991/11/22)	Finale (1992/04/01)	
1	Sol brut + matériel d'ensemencement aérobie + nutriments	1 575	2 306	0
2	Sol préalablement traité + matériel d'ensemencement aérobie + nutriments	1 193	702	41
3	Sol préalablement traité + barbotage à l'air	1 193	719	40
4	Sol préalablement traité + surfactant	1 193	954	20
5	Sol préalablement traité + matériel d'ensemencement anaérobie + glucose + atmosphère d'azote	1 193	708	41



Environment
Canada

Environnement
Canada

New
Brunswick
Environnement / Environment



DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

BIOASSAINISSEMENT SUR PLACE DE SOLS CONTAMINÉS PAR DES PHÉNOLS CHLORÉS ET DES HAP -

GRACE DEARBORN INC.
Mississauga (Ontario)

No. 15

- RÉSUMÉ DU PROJET -

Décembre 1993

INTRODUCTION

En 1989, reconnaissant la nécessité d'une démarche nationale en matière d'assainissement des lieux contaminés à haut risque, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a établi le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), financé et mis en oeuvre conformément à des ententes bilatérales entre le gouvernement fédéral et les provinces et les territoires.

Ce programme comporte un volet collaboration avec l'industrie pour le développement et la démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés (DETALC). L'objectif du programme DETALC est d'encourager la mise au point et la diffusion de techniques innovatrices pouvant aider à résoudre des problèmes d'importance critique pour l'assainissement des lieux contaminés.

Une des techniques étudiées dans le cadre du programme DETALC repose sur l'application d'un amendement organique solide de granulométrie définie. L'étude a été réalisée par le fournisseur de la technique, la firme Grace Dearborn Inc., et a été financée conjointement par cette dernière, Environnement Canada ainsi que le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario.

HISTOIRE DU LIEU

L'étude a été réalisée sur le terrain d'une installation de préservation du bois qui appartenait à la société Dormar. Ce terrain, d'une superficie de 20,25 hectares (50 acres), est situé à Trenton, en Ontario, sur la rive est de la rivière Trent. Il a été utilisé de 1913 à 1992. Des opérations de nivellement y ont été effectuées; le sol se compose de matériaux de remblai, principalement du sable limoneux, qui y ont été apportés à plusieurs reprises avant et pendant l'exploitation du site. Des concentrations élevées de phénols chlorés et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) y ont été mesurées.

APPUI DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a fourni au total 746 650,00 \$ au projet de démonstration à l'échelle pilote de la technique proposée, appliquée *in situ* et *ex situ*, sur place, dans des parcelles expérimentales. Les principaux objectifs du projet étaient:

- démontrer l'efficacité de l'application d'un amendement organique solide pour l'assainissement des sols contaminés par des phénols chlorés à des concentrations normalement toxiques pour les organismes dégradant le PCP (>300-400 mg/kg);
- démontrer l'efficacité du procédé pour l'assainissement de sols contaminés à la fois par des HAP et par des phénols chlorés;

présenter une démonstration valable scientifiquement du procédé appliqué *in situ* et *ex situ*, sur place.

vérifier les résultats des traitements par une étude en laboratoire à petite échelle dans des microcosmes avec des analogues radiomarqués du PCP et de HAP.

Grace Dearborn Inc., fournisseur de la technologie, a commencé les travaux sur le terrain en août 1991.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

La technique de bioassainissement Daramend[™] a été mise au point par Grace Dearborn Inc. avec la coordination d'Environnement Canada. Elle repose sur l'utilisation d'amendements organiques solides ayant des caractéristiques précises quant à la granulométrie, à la composition en substances nutritives et à la cinétique de libération des nutriments.

MÉTHODES

L'étude s'est étendue sur deux ans (1991 et 1992). Les travaux sur le terrain ont comporté deux démonstrations, une par année, pour chaque type d'application des traitements (*in situ* et *ex situ*). En laboratoire, des microcosmes ont été installés afin de vérifier les résultats des travaux sur le terrain. Un schéma de la zone de démonstration est présenté à la figure 1.

Dans le cas de la démonstration *in situ* de 1991, 21 placettes de 10 m² ont été établies pour tester sept traitements différents, dont un témoin, en trois répétitions. Chaque placette était délimitée au-dessus et au-dessous de la surface par des plaques d'acier galvanisé et était entourée d'une bande de sol non perturbé (tampon) d'une largeur de 2 m. Dans chacune, environ 8,4 tonnes de sol ont été traitées.

Les traitements suivants ont été appliqués :

- labour + irrigation (placettes 2A-2C)
- labour + irrigation + D6380 (placettes 3A-3C)
- labour + irrigation + inoculation (placettes 4A-4C)
- labour + irrigation + D6380 + inoculation (placettes 5A-5C)
- labour + irrigation + D6390 + inoculation (placettes 6A-6C)
- labour + irrigation + D6380 + inoculation + nutriments inorganiques à libération contrôlée (placettes 7A-7C)

Dans les placettes témoins «statiques», le sol n'a pas été perturbé. «D6380» et «D6390» sont des numéros de produits Daramend[™] désignant des amendements organiques à faible et haute teneur, respectivement, en nutriments.

En 1992, la démonstration de la technique *in situ* a porté sur des concentrations de HAP plus élevées qu'en 1991. Neuf placettes ont été établies, et trois traitements ont été appliqués avec trois répétitions. Ces traitements étaient:

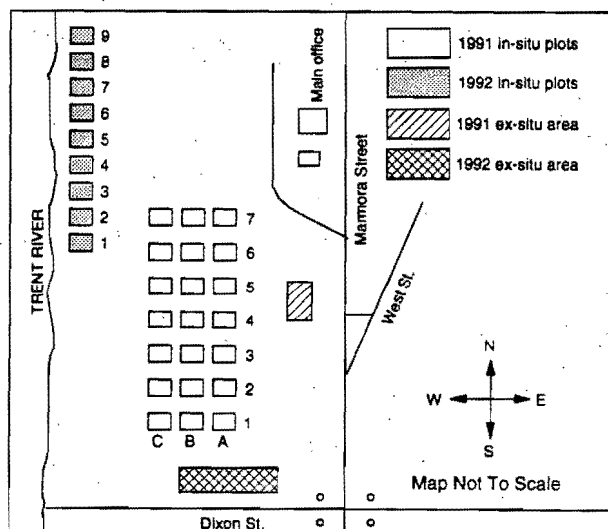
- i) labour + irrigation (placettes 1-3)
- ii) labour + irrigation + D6380 (placettes 4-6)
- iii) labour + irrigation + D6380 + nutriments inorganiques à libération contrôlée (placettes 7-9)

La démonstration de la technique appliquée *ex situ* (sur place) en 1991 a porté sur environ 10 tonnes de sol. La zone traitée mesurait 3 m sur 4 m et était entourée d'une bande tampon de 1 m. L'épaisseur du sol était de 30 cm approximativement. La zone a été entièrement couverte par une serre chauffée de sorte que le traitement puisse se poursuivre toute l'année.

En 1992, la démonstration du traitement *ex situ* a été faite à plus grande échelle, soit sur approximativement 100 tonnes de sol d'environ 45 cm d'épaisseur. Dix-huit zones différentes d'échantillonnage, mesurant 2 m sur 6 m, ont été établies, chaque zone étant entourée d'une bande tampon de 1 m.

Les traitements étudiés dans la démonstration de la technique *ex situ* étaient, en 1991, l'application d'amendement organique avec labour hebdomadaire et irrigation et, en 1992, le même traitement avec, en plus, apport de nutriments inorganiques à libération contrôlée. Les témoins dans les deux cas étaient le sol non perturbé du terrain.

Figure 1. Schéma présentant les 21 placettes traitées *in situ* et la placette traitée *ex situ* en 1991.



AVERTISSEMENT ET AVIS D'EXAMEN

Ce document n'a pas été revu par la Direction générale du développement technologique d'Environnement Canada. Il ne reflète pas nécessairement les vues et les principes du programme DETALC. La mention de marques ou de noms commerciaux ne doit pas être interprétée comme une indication que les produits en question sont recommandés ou approuvés.

RÉSULTATS DES DÉMONSTRATIONS

Dans le cas des traitements *in situ*, les données indiquent que les concentrations moyennes de PCP dans les sols traités par application d'amendement organique, avec ou sans inoculant bactérien, étaient réduites en 115 jours au-dessous du critère provisoire du CCME pour l'assainissement des sols commerciaux et industriels, qui est de 5 mg/kg. Dans le cas de la placette de traitement *ex situ* de 1991 (10 tonnes de sol), les concentrations de PCP et de HAP sont passées en 345 jours de 702 mg/kg et 1 400 mg/kg respectivement à 6 mg/kg et 35 mg/kg. La biodégradation des HAP s'est révélée non uniforme, certains se dégradant rapidement (fluorène et phénanthrène), d'autres se montrant plus résistants (pyrène et chrysène).

Dans le cas du traitement *ex situ* de 100 tonnes de sol, les concentrations de PCP et de HAP sont passées respectivement de 662 et 1 570 mg/kg environ à approximativement 47 et 363 mg/kg en 95 jours.

Dans la deuxième démonstration des traitements appliqués *in situ*, les réductions maximales des HAP (86 %) ont été obtenues dans les parcelles labourées ayant reçu amendement organique et nutriments.

SITUATION ACTUELLE

La deuxième année des activités de démonstration sur le terrain s'est terminée en 1992. Le critère du CCME pour les utilisations industrielles ou commerciales a été atteint dans le cas des HAP et a été approché dans le cas des chlorophénols. Le rapport final de l'étude a été présenté pour approbation.

Les travaux à grande échelle pour la restauration du site ont commencé au cours de l'été 1993.

Résumé préparé par le Centre technique des eaux usées et Grace Dearborn Inc. pour le Programme DETALC, Direction générale du développement technologique, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Hull (Québec) avec la coopération du Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario

Renseignements : G. Hardy, Environnement Canada, (819) 953-0962. D. Vallery, ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario, (416) 323-4476.

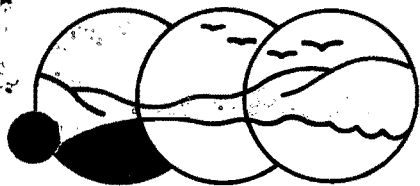


Environnement
Canada

Environment
Canada



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

BIOASSAINISSEMENT SUR PLACE DE SOLS CONTAMINÉS PAR
DES PHÉNOLS CHLORÉS ET DES HAP - GRACE DEARBORN INC.
Mississauga (Ontario)

No. 16

- RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE -

Juin 1994 (MISE À JOUR)

INTRODUCTION

En 1989, reconnaissant la nécessité d'une démarche nationale en matière d'assainissement des lieux contaminés à haut risque, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a établi le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), financé et mis en oeuvre conformément à des ententes bilatérales entre les gouvernement fédéral, provinciaux et territoriaux.

Le Programme de développement et de démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés (DETALC) fait partie du PNALC. Il a été mis sur pied pour la réalisation de l'objectif de ce dernier de collaborer avec l'industrie pour la mise au point et la démonstration de techniques innovatrices pouvant aider à résoudre des problèmes d'importance critique pour l'assainissement des lieux contaminés.

Une des techniques étudiées dans le cadre du Programme DETALC repose sur l'application d'un amendement organique solide. L'étude a été réalisée par le fournisseur de la technique, la firme Grace Dearborn Inc., et a été financée conjointement par cette dernière, Environnement Canada ainsi que le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario dans le cadre du programme DETALC.

APPUI DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC a fourni au total 370 500,00 \$ au projet de démonstration à l'échelle pilote de la technique en question, appliquée *in situ* et *ex situ*, sur place, dans des placettes expérimentales. Les principaux objectifs du projet ont été exposés dans la fiche produite en décembre 1993.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

La technique de bioassainissement par le Daramend[®] a été mise au point par Grace Dearborn Inc. en collaboration avec Environnement Canada. Elle repose sur l'utilisation d'un amendement organique solide ayant des caractéristiques précises sur les plans de la granulométrie, de la teneur en substances nutritives et de la cinétique de libération des nutriments.

RÉSUMÉ DES DÉMONSTRATIONS

L'étude s'est étendue sur deux ans (1991 et 1992). Les travaux sur le terrain ont comporté deux démonstrations de l'application de la technique *in situ*, une chaque année, et deux démonstrations de son application *ex situ* (sur place), également une chaque année. En laboratoire, des microcosmes ont été installés afin de vérifier les résultats des travaux sur le terrain.

Dans le cas de la démonstration *in situ* de 1991, 21 placettes de 10 m² ont été établies pour tester, avec trois répétitions, sept traitements

différents, dont un témoin. Chaque placette était délimitée par des plaques d'acier galvanisé à la surface et sous la surface du sol et était entourée d'une bande de sol non perturbé (tampon) d'une largeur de 2 m. Dans chacune, environ 8,4 tonnes de sol ont été traitées.

Les traitements suivants ont été appliqués :

- i) labour + irrigation (placettes 2A-2C)
- ii) labour + irrigation + D6380 (placettes 3A-3C)
- iii) labour + irrigation + inoculation (placettes 4A-4C)
- iv) labour + irrigation + D6380 + inoculation (placettes 5A-5C)
- v) labour + irrigation + D6390 + inoculation (placettes 6A-6C)
- vi) labour + irrigation + D6380 + inoculation + nutriments inorganiques à libération contrôlée (placettes 7A-7C)

Dans les placettes témoins «statiques», le sol n'a pas été perturbé. «D6380» et «D6390» sont des numéros de produits Daramend[®]; il s'agit d'amendements organiques à faible et haute teneur en nutriments, respectivement.

En 1992, la démonstration de la technique *in situ* a porté sur des concentrations de HAP plus élevées qu'en 1991. Neuf placettes ont été établies, et trois traitements ont été appliqués avec trois répétitions. Ces traitements étaient :

- i) labour + irrigation (placettes 1-3)
- ii) labour + irrigation + D6380 (placettes 4-6)
- iii) labour + irrigation + D6380 + nutriments inorganiques à libération contrôlée (placettes 7-9)

La démonstration de la technique appliquée *ex situ* (sur place) en 1991 a porté sur environ 10 tonnes de sol. La zone traitée mesurait 3 m sur 4 m et était entourée d'une bande tampon de 1 m. L'épaisseur du sol était de 50 cm approximativement. La zone a été entièrement couverte par une serre chauffée afin que le traitement puisse se poursuivre toute l'année.

En 1992, la démonstration du traitement *ex situ* a été faite à plus grande échelle, soit sur approximativement 100 tonnes de sol. La cellule de traitement mesurait 6 m sur 37 m et était entourée d'une bande tampon de 1 m. L'épaisseur du sol était approximativement de 50 cm.

Les traitements étudiés dans la démonstration *ex situ* étaient, en 1991, application d'amendement organique avec labour hebdomadaire et irrigation et, en 1992, le même traitement avec, en plus, apport de nutriments inorganiques à libération contrôlée. Les témoins dans les deux cas étaient le sol non perturbé du terrain.

RÉSULTATS DES DÉMONSTRATIONS

Dans le cas de la démonstration *in situ* de 1991, les concentrations initiales totales des phénols chlorés différaient d'une placette à l'autre. Dans les sols amendés, avec ou sans inoculant bactérien (traitements ii, iv et v), les concentrations des phénols chlorés ont été réduites en 112 jours sous les concentrations définies comme critères d'assainissement par le CCME pour les sols commerciaux et industriels (5 mg/kg pour chaque phénol chloré visé). Dans les sols traités uniquement par labour et irrigation (traitement i), les concentrations ont également été réduites sous les critères du CCME; toutefois ce résultat pourrait être attribuable au fait que les concentrations totales des phénols chlorés dans les placettes 2A à 2C étaient initialement faibles (moyenne : 6,6 mg/kg). Le critère n'aurait peut-être pas été atteint si la concentration initiale avait été plus élevée. Les concentrations des phénols chlorés ont également été réduites dans les sols traités avec un inoculant bactérien uniquement ou avec, en plus, amendement organique et apport de nutriments (traitements iii et vi), mais après 112 jours de traitement les concentrations totales des phénols chlorés étaient respectivement, pour les deux traitements, de 6,7 et 6,8 mg/kg; le critère d'assainissement du CCME n'a pas été atteint.

Dans le cas de la démonstration *in situ* de 1992, après 147 jours de traitement, la concentration totale des HAP a été réduite de 79 % (étant passé de 18 496 mg/kg à 3 870 mg/kg) dans les sols ayant reçu uniquement un amendement organique (traitement ii) et de 68 % (de 7 577 à 2 409 mg/kg) dans les sols ayant reçu amendement organique et nutriments (traitement iii). Dans le cas des sols uniquement labourés et irrigués (traitement i), la concentration totale des HAP a été réduite de 48 % (de 16 933 mg/kg à 8 736 mg/kg); toutefois, certains HAP, à poids moléculaire plus élevé, ayant de quatre à six cycles benzéniques condensés (ex. : fluoranthène, pyrène et benzo(a)anthracène) se sont révélés plus résistants, leurs concentrations n'ayant été réduites que dans les sols soumis aux traitements ii et iii.

Dans le cas de la démonstration *ex situ* (sur place) de 1991 qui a porté sur 10 tonnes de sol et a consisté à appliquer uniquement un amendement organique, la concentration totale des phénols chlorés est passée en 345 jours de 702 mg/kg à 4 mg/kg (sous le critère du CCME pour tous les phénols chlorés indiqués). Dans le cas des HAP, la concentration totale a été réduite de 97 %, étant passée de 1 442 mg/kg à 36 mg/kg durant la même période. La concentration de chacun des HAP visés par un critère du CCME a été réduite à une concentration inférieure au critère applicable aux sols industriels et commerciaux (10 mg/kg), y compris les plus résistants, c.-à-d. ceux à poids moléculaire plus élevé [benzo(a)pyrène et indéno(1,2,3-c,d)pyrène]. À noter que le critère d'assainissement a été atteint rapidement, ordinairement en 21 jours, dans le cas des HAP à deux ou trois cycles benzéniques condensés (comme le fluorène et le phénanthrène).

Des tests toxicologiques standards portant sur la mortalité des vers de terre et la germination de graines ont été effectués sur des échantillons de sol prélevés dans la zone traitée et la zone témoin après la démonstration. Ils ont indiqué que l'application du Daramend[®] avait réduit ou éliminé la toxicité des sols. En effet, les vers de terre exposés au sol de la zone témoin sont morts en quatre jours (100 % de mortalité) alors que tous ceux qui ont été exposés au sol traité avec le Daramend[®] sont demeurés vivants pendant les 28 jours de l'essai (0 % de mortalité). Les essais de germination ont révélé des réductions similaires de la toxicité du sol traité. Par exemple, on a obtenu un taux

de germination des graines d'avoine de 0 % dans le sol témoin, par comparaison à 93 % dans le sol traité avec le Daramend[®]. Le même taux de germination des graines d'avoine (93 %) a été obtenu dans un sol agricole sans antécédents de contamination.

Enfin, dans le cas de la démonstration effectuée *ex situ* (sur plâtré) en 1992 et ayant porté sur 100 tonnes de sol, les concentrations totales des phénols chlorés et des HAP sont passées, respectivement, de 691 et 1 568 mg/kg à 8 et 96 mg/kg en 291 jours. Compte tenu des résultats de la démonstration *ex situ* de 1991, on peut raisonnablement supposer que les critères d'assainissement du CCME seraient atteints pour tous les composés si le traitement était prolongé. Les résultats des quatre démonstrations sont résumés au tableau 1.

CONCLUSIONS

Les résultats des quatre démonstrations indiquent que l'application de l'amendement organique Daramend[®] est une technique d'assainissement efficace dans les sols contaminés par des phénols chlorés et des HAP à la suite d'activités de traitement du bois. Notamment, le traitement au Daramend[®] a permis d'atteindre les critères d'assainissement du CCME pour les sols industriels et de réduire ou éliminer la toxicité du sol d'après des essais toxicologiques standards. Le traitement qui s'est avéré le plus efficace dans cette étude comportait l'application du produit Daramend[®] D6380. Le choix et les doses appliquées des produits Daramend[®] est fonction de la nature et de la concentration des composés cibles dans le sol ainsi que d'autres propriétés physiques et chimiques du sol.

ÉTAT DES TRAVAUX

Les travaux se poursuivent. Une démonstration pleine échelle de la technologie d'assainissement par le Daramend[®] a été entreprise à l'été 1993. Cette démonstration, faite *in situ*, porte sur une superficie approximative de 0,5 ha (4 800 m²). Celle-ci a été divisée en 49 zones d'environ 100 m². Après 305 jours de traitement au Daramend[®], les concentrations de tous les phénols chlorés visés par le CCME ont été réduites sous les seuils établis comme critères d'assainissement pour les sols industriels et commerciaux, et ce, dans toutes les zones sauf trois où les concentrations de deux des HAP les plus résistants, le benzo(a)pyrène et le benzo(b)fluoranthène qui ont un poids moléculaire élevé, sont demeurées légèrement supérieures au critère du CCME qui est de 10 mg/kg pour chacun d'eux. On s'attend à ce que les critères d'assainissement soient atteints pour tous les composés lors du prochain échantillonnage.

Résumé préparé par le Centre technique des eaux usées et Grace Dearborn Inc.

pour le

Programme DETALC, Direction générale du développement technologique,
Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Hull
(Québec)

avec la coopération du

Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario

Renseignements :

G. Hardy, Environnement Canada, (819) 953-0962.

D. Vallery, ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario,
(416) 323-4476.



Environnement
Canada

Environment
Canada



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN

Tableau 1. Résumé des résultats des démonstrations

Démonstration <i>in situ</i> - 1991				Démonstration <i>in situ</i> - 1992			
Traitement	Concentration totale de phénols chlorés (mg/kg)		Critère du CCME atteint? (O/N)	Traitement	Concentration totale des HAP (mg/kg)		Réduction des HAP (%)
	initiale	finale (après 112 jours)			initiale	finale (après 112 jours)	
i	6,6	2,8	O				
ii	26,1	3,9	O	i	16 933	8 736	48
iii	42,6	6,7	N	ii	18 496	3 870	79
iv	24,5	4,2	O	iii	7 577	2 409	68
v	8,6	1,5	O				
vi	29,7	6,8	N				
Démonstration <i>ex situ</i> - 1991				Démonstration <i>ex situ</i> - 1992			
Traitement	Amendement organique			Traitement	Amendement organique et libération contrôlée de nutriments inorganiques		
Contaminant	Concentration (mg/kg)		Critère du CCME atteint? (O/N)	Contaminant	Concentration (mg/kg)		Critère du CCME atteint? (O/N)
	initiale	finale (après 345 jours)			initiale	finale (après 291 jours)	
HAP totaux	1 442	36	O	HAP totaux	1 568	96	N
Phénols chlorés totaux	702	4	O	Phénols chlorés totaux	691	8	N

AVERTISSEMENT

Ce document n'a pas été revu par la Direction générale du développement technologique d'Environnement Canada. Il ne reflète pas nécessairement les vues et les principes du programme DETALC. La mention de marques ou de noms commerciaux ne doit pas être interprétée comme une indication que les produits en question sont recommandés ou approuvés.

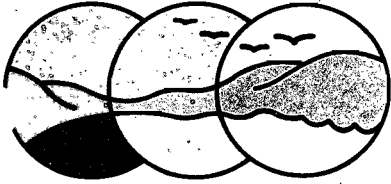


Environnement
Canada

Environment
Canada



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



Programme de développement et de démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés

Août 1994

- RÉSUMÉ DE PROJET -

ESSAIS D'ASSAINISSEMENT À L'ÉCHELLE PILOTE DE SOLS CONTAMINÉS INDUSTRIELLEMENT PAR DES SUBSTANCES DANGEREUSES TALLON METAL TECHNOLOGIES INC. GUELPH (ONTARIO)

No. 17

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a reconnu la nécessité d'une approche nationale pour l'assainissement des lieux contaminés à haut risque et l'établissement des priorités à ce chapitre. En conséquence, il a créé le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), financé et mis en œuvre conformément à des ententes bilatérales entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux.

Le Programme de développement et de démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés (DETALC) fait partie du PNALC. Il a été mis sur pied pour aider à la réalisation de l'objectif de celui-ci de collaborer avec l'industrie afin d'encourager la création et la démonstration de nouvelles techniques de pointe permettant de régler des problèmes importants d'assainissement des lieux contaminés.

Une technique innovatrice étudiée dans le cadre du programme de DETALC a été mise au point par Tallon Metal Technologies de Guelph (Ontario). Il s'agit d'une technique de récupération intégrée des métaux lourds et des contaminants organiques. L'étude a été réalisée grâce à une aide financière de 409 054 \$ du programme de DETALC, fournie, à parts égales, par le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario et Environnement Canada.

HISTOIRE DU LIEU

Les sols contaminés sur lesquels a porté l'étude se trouvent près du centre financier de Toronto, sur le terrain d'Ataratari, d'une superficie d'environ 32 hectares, qui a été acquis par la ville de Toronto et la province d'Ontario pour être réaménagé à des fins résidentielles et commerciales. Historiquement, ce terrain a été occupé par des fonderies, des parcs à ferraille, des voies ferrées et des dépôts à charbon. Les activités industrielles passées ont contaminé une partie importante du terrain par des métaux lourds, notamment plomb (Pb), cuivre (Cu), zinc (Zn) et cadmium (Cd), ainsi que par des composés organiques, principalement des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Des analyses préliminaires d'échantillons de sols excavés ont indiqué que les concentrations de ces contaminants dépassaient les limites fixées dans les lignes directrices du ministère de l'Environnement de l'Ontario pour la réutilisation des sols. De plus, il a été estimé qu'au moins 500 000 tonnes de sol n'étaient pas conformes aux critères moins sévères s'appliquant aux utilisations commerciales et industrielles.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

Dans le procédé de Tallon (figure 1), le sol contaminé est d'abord prétaillé afin d'extraire les débris de grosse taille (ex. : pierre, brique), puis le sol tamisé est lavé dans un appareil qui lave et sépare les éléments grossiers du sol.

La suspension de sol est ensuite soumise à diverses séparations (séparation en fonction de la taille, séparation magnétique et

séparation par gravité), qui fournissent d'autres produits propres. Notamment, les produits métalliques récupérés ont été jugés utilisables par une installation extérieure de recyclage des métaux. La suspension de sol libérée des fractions métalliques grossières est traitée chimiquement au moyen de réactifs spécialisés, en passant dans une série de séparateurs physiques, pour récupérer les contaminants organiques (OP-1). La suspension de sol débarrassée des contaminants organiques est envoyée dans un circuit hydrométallurgique où les matières métalliques fines sont dissoutes sélectivement, puis récupérées à l'aide d'adsorbants sélectifs Vitrokele^{MC}. La suspension débarrassée des matières métalliques est ensuite lavée, déshydratée et mélangée aux autres produits décontaminés du sol qui sont ensuite retournés sur le terrain. Le produit métallique récupéré (MP-5) est envoyé à l'extérieur pour recyclage.

RÉSUMÉ DE LA DÉMONSTRATION

Une étude de démonstration du traitement à l'échelle pilote a été effectuée *ex-situ* sur quatre échantillons volumineux (35 tonnes chacun) de sols contaminés provenant du terrain d'Ataratari à Toronto. Comme l'indique le tableau 1, dans le cas de deux des échantillons, en raison des niveaux de contamination de divers métaux lourds et HAP, les exigences de décontamination étaient nombreuses. Tous les échantillons de sol, séparément, et un composite des quatre échantillons ont été traités en continu dans une installation *ex-situ* pouvant traiter entre 0,5 et 1,5 tonne de sol par heure.

RÉSULTATS

Les conclusions clés suivantes ont été tirées des résultats obtenus pour deux des échantillons de sol traités suivant le procédé mis au point par Tallon (tableau 1) :

- Une décontamination efficace est obtenue en suivant les étapes pleinement intégrées de récupération des contaminants métalliques grossiers, d'extraction des contaminants organiques et de récupération hydrométallurgique des contaminants. (Pour certains HAP, des rendements d'élimination atteignant 95 % ont été obtenus. Dans le cas des métaux, les rendements globaux allaient de 60 % pour le Pb à 90 % pour le Cd.)

- Des sous-produits de traitement étaient fortement enrichis en certains contaminants et ont été trouvés utilisables par une installation extérieure de recyclage.

- D'après les résultats d'analyse et de traitement des quatre échantillons de sol, il a été estimé que, sur les 500 000 tonnes de sol du terrain d'Ataratari, 70 % devra être traité à cause de concentrations trop élevées d'au moins un HAP, la totalité devra subir un traitement partiel pour des contaminants métalliques, et 35 % nécessitera un traitement complet pour les contaminants métalliques.

Une analyse des coûts, effectuée par le fournisseur en s'appuyant sur les résultats de l'étude, a indiqué que la décontamination à grande échelle du terrain d'Ataratiri coûterait approximativement 100 \$ la tonne de sol contaminé.

ÉTAT DES TRAVAUX

Les renseignements contenus dans ce résumé sont tirés du rapport produit par le fournisseur en septembre 1993 et intitulé *Decontamination of Ataratiri Soils Contaminated with Heavy Metals and Organics: A Demonstration of Tallon Metal Technologies Inc.'s*

Le résumé du projet a été produit par le Centre technique des eaux usées pour le programme de DETALC, Direction générale du développement technologique, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Hull (Québec) K1A 0H3.

Ce projet fut réalisé avec la coopération du Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario.

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :
L. Keller, Environnement Canada, (819) 953-0962.

D. Vallery, ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario,
(416) 323-4478.

**Tableau 1. Résultats globaux de traitement des sols du terrain d'Ataratiri
AT-3 et AT-4**

CONTAMINANT ^a	TENEUR EN CONTAMINANT (µg/g poids sec)				CRITÈRES D'ASSAINISSEMENT USAGE COMMERCIAL/INDUSTRIEL (USAGE RÉSIDENTIEL/PARCS)	
	SOL AT-3		SOL AT-4			
	Avant traitement	Après traitement	Avant traitement	Après traitement	Ontario (MEE) ^b	CCME ^c
Arsenic	32 ^b	< 26	32	20	50 (25)	50 (30)
Cadmium	8,26 ^{**}	2	7,6	< 1,7	8 (4)	20 (5)
Cuivre	175	120	2400 ^{**}	297	300 (200)	500 (100)
Plomb	1025 ^{**}	480	3300 ^{**}	881	1000 (500)	1000 (500)
Mercure	1,4	0,8	0,8	0,3	2 (1)	10 (2)
Nickel	70	50	400 ^{**}	60	200 (200)	500 (100)
Zinc	1300 ^{**}	481	2300 ^{**}	788	800 (800)	1500 (500)
Huiles et graisses	8792	2559	3281	966	1 % (1 % ⁷)	5000 (1000)
Benzo(a)anthracène	4,4	< 1,0	2,0	< 1,0		10 (1)
Benzo(a)pyrène	4,8	< 1,0	1,6	< 1,0		10 (1)
Benzo(b)fluoranthène	12,4 ^{**}	3,0	1,3	< 1,0		10 (1)
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0		10 (1)
Pyrène	12,15	1,0	5,0	< 1,0		100 (1)
Pourcentage de sol récupéré pour réutilisation sur place	0 ¹ > industriel	86 ² résidentiel	0 ³ Règl. 347 Déchet assujéti à l'inscription	84 ⁴ industriel		

^a Seuls les contaminants importants sont indiqués.

^b Les sols ont été analysés pour 24 métaux et 16 HAP.

^{*} Valeur dépassant la ligne directrice pour les usages résidentiels.

^{**} Valeur dépassant la ligne directrice pour les usages industriels.

¹ Non conforme à la ligne directrice pour les usages commerciaux/industriels.

² Conforme aux lignes directrices pour les usages commerciaux/industriels; ≈ lignes directrices pour les usages résidentiels^c.

^c Prévu pour un simple lavage des produits grossiers avec un détergent pendant le traitement.

³ Non conforme aux lignes directrices pour les usages industriels ni au Règl. 347 en ce qui concerne le Pb dans le lixiviat.

⁴ Conforme aux lignes directrices pour les usages industriels.

⁵ Valeurs tirées du rapport provisoire du CCME (1991) et exprimées en µg/g (poids sec), sauf indications contraires.

⁶ Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario; en µg/g (poids sec), sauf indications contraires.

⁷ Applicable à l'huile non altérée; la ligne directrice pour l'huile altérée (minimum de deux années d'exposition sur le site) est de 2 %.

AVERTISSEMENT ET AVIS D'EXAMEN

Le présent document a été examiné par la Direction générale du développement technologique d'Environnement Canada. Son contenu ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes représentés par le programme de DETALC. La mention de marques déposées ou de produits commerciaux ne signifie pas que les produits en question sont recommandés ou approuvés.



Environnement
Canada

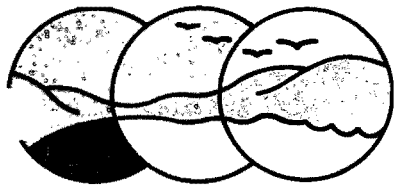
Environment
Canada



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



 **TALLON METAL TECHNOLOGIES INC.**



DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

SYSTÈME AUTO-OBTURANT/AUTO-CICATRISANT DE CONFINEMENT DES DÉCHETS WASTEWATER TECHNOLOGY CENTRE BURLINGTON, ONTARIO

No. 18

- Résumé du projet -

AOÛT 1994

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) reconnaissait qu'il y avait lieu de mettre au point une méthode uniforme à l'échelle nationale pour établir des priorités et assainir les lieux contaminés à risque élevé au Canada. C'est donc pour cette raison que le CCME a établi le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est financé et administré dans le cadre des ententes bilatérales entre le fédéral, les provinces et les territoires.

Le Programme de développement et de démonstration de techniques de dépollution d'assainissement de lieux contaminés (DETALC) constitue l'un des éléments du PNALC. Ce programme a été établi en vue d'atteindre l'objectif du PNALC, c'est-à-dire travailler de concert avec l'industrie afin de stimuler la création et la démonstration de nouvelles techniques innovatrices qui permettraient de résoudre des problèmes très importants relatifs à l'assainissement de lieux contaminés.

Le système auto-obturant/auto-cicatrisant de confinement des déchets est l'une des techniques innovatrices choisies dans le cadre du Programme DETALC. Les chercheurs du Centre technique des eaux usées (exploité par la RockCliffe Research Management) d'Environnement Canada collaborent avec le Centre néerlandais de recherches sur l'énergie en vue de mettre au point une nouvelle technique de confinement brevetée qui permettrait d'isoler de l'environnement les sites d'élimination des déchets.

TRAVAUX FINANCÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Cette étude a été réalisée grâce à une aide financière de 344 606 \$ du programme de DETALC fournie à parts égales par le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario et Environnement Canada. Un projet a été mis sur pied en vue de mettre au point des préparations pouvant constituer une barrière efficace, et d'obtenir des données de base sur leur efficacité tant à l'échelle du laboratoire qu'à l'échelle pilote.

On procédera pendant ces travaux à la mise au point d'une barrière adaptée aux besoins de l'industrie minière. Cette barrière fera, par la suite, l'objet d'une démonstration sur le terrain à l'été 1995.

APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE

Cette nouvelle technologie pourra être utilisée dans la plupart des applications comportant le confinement de polluants liquides, d'eaux

de surface ou d'eaux souterraines. Parmi les applications possibles, on compte: le revêtement des résidus miniers, des stériles et des tas où l'on procède à l'extraction en tas dans l'industrie minière; le revêtement des sites industriels dans l'industrie chimique; le revêtement des décharges contrôlées et des bassins de retenue de déchets industriels non dangereux dans le secteur des déchets municipaux et/ou industriels dangereux; et l'assainissement des sites pour isoler les sols et les sédiments contaminés.

Cette barrière peut aussi être utilisée dans le domaine des transports et de la construction, comme revêtement protégeant contre les eaux souterraines dans les ouvrages creusés, les tunnels et les sols de fondation, et comme revêtement d'imperméabilisation des barrages, des fondations, des lacs artificiels, des étangs, des réservoirs et des canaux d'évacuation.

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Une barrière efficace doit, en général, satisfaire à trois critères: 1) posséder une faible perméabilité afin de résister au mouvement des eaux souterraines et des lixiviats, 2) agir comme une barrière de diffusion afin d'assurer le confinement des polluants, et 3) posséder une durabilité à long terme dans l'environnement.

La barrière auto-obturante/auto-cicatrisante (OO/OC) possède des avantages uniques par rapport aux technologies existantes et peut satisfaire aux critères d'un système de confinement efficace des décharges contrôlées. La barrière OO/OC fait intervenir le principe suivant: deux substances réactives disposées en couches réagissent à l'interface pour former une couche insoluble hautement imperméable. Toute perturbation de la couche imperméable de la barrière OO/OC mettra de nouveau en contact les substances réactives qui, en réagissant, rétabliront l'imperméabilité; c'est ce qui constitue le principal avantage de ce système par rapport aux autres revêtements conventionnels (dans lesquels toute brèche est difficile à repérer et, une fois repérée, peut, pour être réparée, nécessiter de coûteux travaux d'excavation). Le concept OO/OC est illustré à la figure 1. Les substances A et B réagissent pour donner les produits très insolubles C et D. En cas de brèche, ces deux substances qui sont présentes en excès de part et d'autre du revêtement entreront en contact et réagiront pour "auto-cicatriser" la brèche. La figure 2 illustre un scénario comportant une brèche provoquée par l'affaissement du matériau sous-jacent.

MISE AU POINT DE LA TECHNOLOGIE - RÉSUMÉ

Actuellement, nous en sommes à la quatrième étape de la mise au point de cette technologie. Lors de la première étape, on a évalué les

propriétés et les caractéristiques des diverses formes de substances permettant d'obtenir efficacement un revêtement imperméable et on a fait des recommandations sur les substances dont il y aurait lieu, en raison du coût et de la réactivité, de poursuivre l'étude. La solubilité, l'homogénéité, la pureté, le coût et la disponibilité étaient tous des facteurs importants dont on a tenu compte pour choisir des constituants possibles. On a soumis à des essais en laboratoire un certain nombre de substances obtenues auprès de fournisseurs nord-américains, en vue d'évaluer ces facteurs.

Lors de la deuxième étape des travaux, on a cherché à mettre au point une méthode de diffusion qui faciliterait l'examen efficace d'une grande gamme de paramètres et qui permettrait de déterminer quantitativement et qualitativement la performance du revêtement. On a effectué des expériences de diffusion sur des combinaisons individuelles substance unique/matrice, puis on a comparé les résultats avec ceux obtenus avec diverses combinaisons substance/matrice préparées en vue de réaliser un revêtement.

Au cours de la troisième étape, on a évalué la conductivité hydraulique de diverses substances et combinaisons substance/matrice, à l'aide d'un perméamètre à paroi flexible. On a modifié une méthode de détermination de la conductivité hydraulique (méthode D5084-90 de l'ASTM) afin de mesurer la conductivité hydraulique de la barrière. Dans cette méthode, on applique une pression externe pour maintenir l'échantillon en contact avec la membrane flexible et ainsi éviter toute fuite par les parois latérales. L'injection d'un colorant dans la conduite d'entrée avant de procéder à l'essai permettait de suivre visuellement l'écoulement du liquide.

L'étape la plus récente visait à déterminer dans quelle mesure on pouvait optimiser la performance de la barrière en modifiant les paramètres d'exploitation. Le but de cette optimisation était d'obtenir la meilleure performance possible au coût le plus bas possible. On a d'abord effectué un certain nombre d'expériences préliminaires pour se familiariser avec les techniques de positionnement de la barrière et pour déterminer quels facteurs influencent le plus sur la performance. On a ensuite entrepris une expérience d'optimisation en plan factoriel (demi-fraction) conçue pour isoler les paramètres d'exploitation qui influencent le plus sur la performance. On a effectué deux autres expériences de formation d'un revêtement en utilisant de la magnésite comme source de carbonate de magnésium.

MISE AU POINT DE LA TECHNOLOGIE - RÉSULTATS

Il y avait différentes formes de substances en termes de constituants, de pureté et de coût. Deux substances peu coûteuses de qualité réactive se sont avérées des candidats possibles à cette fin: la magnésite ($MgCO_3$) comme source de carbonate de magnésium et la chaux

hydratée riche en calcium comme source d'hydroxyde de calcium.

Les essais de diffusion ont permis d'établir que le coefficient de diffusion variait entre 0,9 et 1,5 $E-0,6 \text{ cm}^2/\text{s}$. On constate, en comparant les profils de diffusion du revêtement et de la magnésite, que le revêtement résiste à la diffusion.

L'utilisation d'un perméamètre à paroi flexible pour mesurer la conductivité hydraulique n'a permis d'obtenir qu'un succès limité, car les fuites par les parois latérales étaient considérables. Toutefois, l'injection d'un colorant a montré que le liquide s'écoulait autour de l'interface séparant les deux substances et non à travers celle-ci.

Selon les résultats des expériences d'optimisation, la concentration apparente des substances réactives constitue le paramètre, autre que la solubilité, qui influe le plus sur la performance. La solubilité des substances réactives a un effet marqué sur la formation du revêtement. En présence de concentrations en solution ne correspondant pas à un rapport stoechiométrique, il y a déplacement de la zone de précipitation, ce qui peut se traduire par la formation d'un revêtement peu résistant ou par un temps accru d'auto-cicatrisation. Les revêtements formés à partir de magnésite présentaient une bonne performance lors de divers scénarios d'essais. Le colorant utilisé comme traceur était entièrement confiné au-dessus de l'interface ou sa diffusion était considérablement retardée par le revêtement formé. On a effectué des expériences d'obturation sur ces échantillons en perforant le revêtement après l'addition du traceur. Après une phase initiale pendant laquelle le traceur traversait la barrière, il y a eu auto-cicatrisation, puis la barrière obturée ne laissait plus diffuser le traceur.

SITUATION

On procédera pendant ces travaux à la mise au point d'une barrière adaptée aux besoins de l'industrie minière. Cette barrière fera, prévoit-on, l'objet d'une démonstration sur le terrain à l'été 1995.

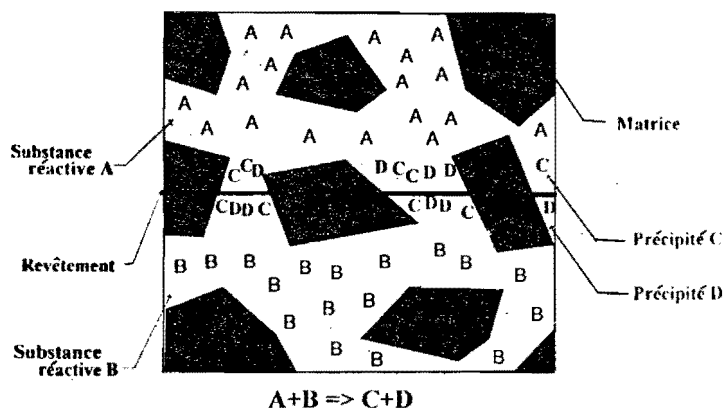
Résumé du projet préparé par le Centre technique des eaux usées
Programme DETALC, Direction du développement technologique
Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

En coopération avec le:
Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario
Programme de mise au point de technologies de dépollution

Pour plus de précisions, veuillez communiquer avec:
L. Keller, Environnement Canada (819) 953-0962
J. Stegmann, Centre technique des eaux usées (905) 336-4738

Figure 1

Concept de la barrière
auto-obturante/auto-cicatrisante

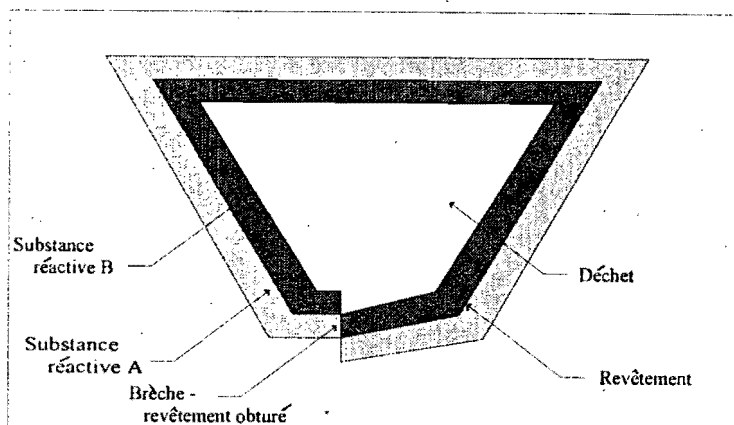


RENONCIATION/AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Il ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes du Programme DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.

Figure 2

Mécanisme d'auto-cicatrisation

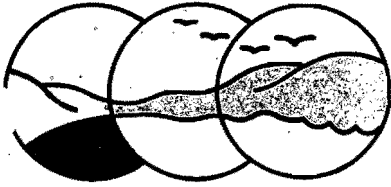


Environnement
Canada

Environment
Canada



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

ASSAINISSEMENT DU SITE DE LA PEERLESS WOOD PRESERVERS: ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Alberta Research Council
Edmonton, Alberta

No 19

- Résumé du projet -

Août 1994

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) reconnaissait qu'il y avait lieu de mettre au point une méthode uniforme à l'échelle nationale pour établir des priorités et assainir les lieux contaminés à risque élevé au Canada. C'est donc pour cette raison que le CCME a établi le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est financé et administré dans le cadre des ententes bilatérales entre le fédéral, les provinces et les territoires.

Le Programme de développement et de démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés (DETALC) constitue l'un des éléments du PNALC. Ce programme a été établi en vue d'atteindre l'objectif du PNALC, c'est-à-dire travailler de concert avec l'industrie afin de stimuler la création et la démonstration de nouvelles techniques innovatrices qui permettraient de résoudre des problèmes très importants relatifs à l'assainissement de lieux contaminés.

L'étude de faisabilité de l'assainissement entreprise par l'Alberta Research Council est l'un des projets choisis dans le cadre du Programme DETALC. Elle est financée conjointement par Environnement Canada et Environnement Alberta dans le cadre du programme DETALC.

HISTORIQUE DU SITE

Le site de la Peerless Wood Preservers se trouve à proximité de Cayley (Alberta), à environ 60 km au sud de Calgary. De 1958 à 1982, on a procédé à cet endroit à la préservation sous pression du bois avec du pentachlorophénol (PCP). Le site a été abandonné en 1982. Une évaluation effectuée de 1989 à 1990 a révélé que le site était contaminé sur une superficie d'environ 7200 m² et, à certains endroits, jusqu'à une profondeur de trois mètres. Les résidus des opérations de préservation, et principalement le PCP, sont les principaux contaminants qui suscitent de l'inquiétude.

TRAVAUX FINANCÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Une étude de traitabilité, financée dans le cadre du programme DETALC, a été effectuée à l'échelle du laboratoire par l'Alberta Research Council en vue de dépolluer le site de la Peerless. Cette étude avait comme objectif de déterminer si les contaminants présents sur le site pouvaient être biodégradés par la population microbienne indigène, dans diverses conditions de concentration et de température.

L'étude de traitabilité a été effectuée au cours du printemps 1991. Au

total, une somme de 93 000 \$ (1991-1992) a été affectée à ce projet dans le cadre du programme DETALC.

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

L'Alberta Research Council a effectué l'étude de faisabilité en examinant la biodégradation par la population microbienne indigène. Dans l'étude à l'échelle du laboratoire, on favorisait la croissance de la population microbienne en aérant le milieu de culture et en ajoutant des éléments nutritifs [NH₄NO₃ et (NH₄)₃PO₄]. On déterminait le nombre total de micro-organismes et le nombre de micro-organismes "acclimatés" aux concentrations élevées de PCP.

ÉTUDE DE TRAITABILITÉ - RÉSUMÉ

Le 13 février 1991, des échantillons de sol ont été prélevés à neuf points sur le site. Plusieurs paramètres, dont la teneur en huile et en graisse et la teneur en PCP, ont été déterminés. À partir des résultats de ces analyses, on a choisi trois sols présentant des concentrations faible (300 ppm), moyenne (500 ppm) et élevée (900 ppm) de PCP.

On procédait au traitement en plaçant 250 grammes (masse sèche) de chaque sol dans un pot Mason de 2 L, en réglant la teneur en humidité des sols à 70 % de la capacité au champ, puis en ajoutant des éléments nutritifs (azote et phosphore).

On déterminait le taux de biodégradation des contaminants dans les sols traités, à une température de 15 °C (pour les sols présentant une teneur faible, moyenne et élevée en contaminants), ainsi qu'à 5 °C et à 25 °C pour le sol présentant une concentration moyenne de PCP.

ÉTUDE DE TRAITABILITÉ - RÉSULTATS

Les chercheurs ont conclu que les micro-organismes indigènes peuvent biodégrader les contaminants dans les sols du site de la Peerless. La concentration de PCP (figure 1), la concentration d'huile et de graisse (figure 2), ainsi que la toxicité des sols (figure 3) étaient apparemment réduites après une période de 20 semaines. La quantité de dioxyde de carbone dégagée et le nombre total de micro-organismes dans les sols changeaient également avec le temps.

La température et la concentration de PCP influent sur la dégradation des contaminants, la biodégradation étant réduite par de faibles températures et par des concentrations élevées de PCP. Les auteurs recommandent donc de poursuivre l'étude pour voir jusqu'où progressera la dégradation du PCP et ainsi déterminer la concentration des résidus de contaminants dans les sols.

SITUATION

L'étude a été terminée au cours de l'été 1992. Un rapport final provisoire a été préparé et approuvé.

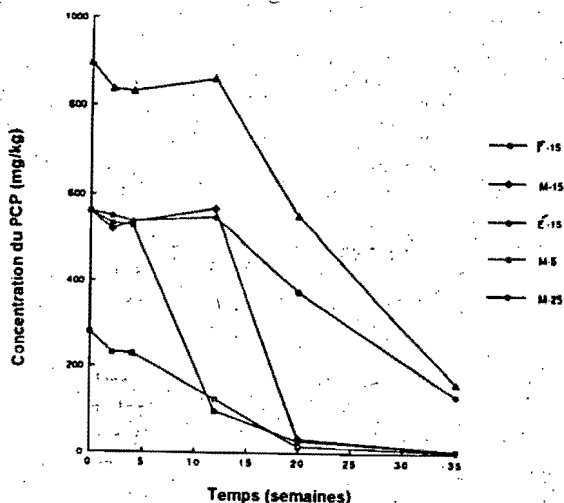
Dans la foulée de cette étude de traitabilité, on a entrepris sur le site de la Peerless Wood Preservers une expérience d'assainissement *in situ* à l'échelle pilote. Selon les résultats obtenus après un an, la plupart des sols contaminés respecteront les critères d'assainissement du CCME après une période d'opération de deux ans; cependant, il se peut que des travaux supplémentaires d'assainissement soient nécessaires après une période d'opération de deux ans pour que les sols contaminés par de l'huile et de la graisse respectent les critères du CCME.

Résumé du projet préparé par le Centre technique des eaux usées
Programme DETALC, Direction du développement technologique
Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada
Hull (Québec)

En coopération avec:
Alberta Environment (projet HELP)

Pour plus de précisions, veuillez communiquer avec:
M. Trudell, Alberta Research Council (403) 438-7506
L. Keller, Environnement Canada (819) 953-0962

FIGURE 1. Effet des traitements sur les concentrations de PCP. Légende: concentration de traitement (faible, moyenne, élevée); température de traitement en °C (5, 15 ou 25).



RENONCIATION/AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Il ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes du Programme DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.

FIGURE 2. Effet des traitements sur les concentrations d'huile et de graisse. Légende: concentration de traitement (faible, moyenne, élevée); température de traitement en °C (5, 15 ou 25).

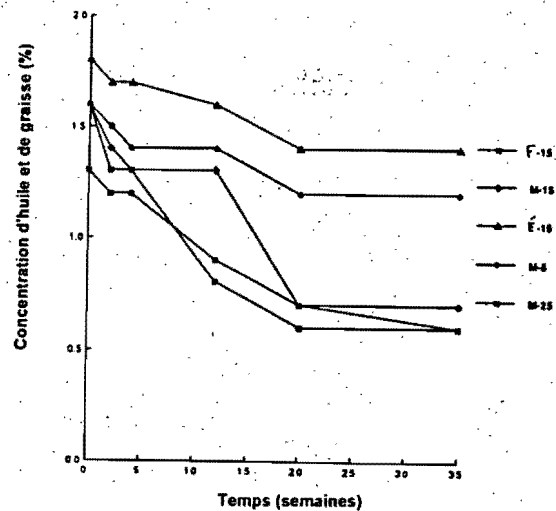
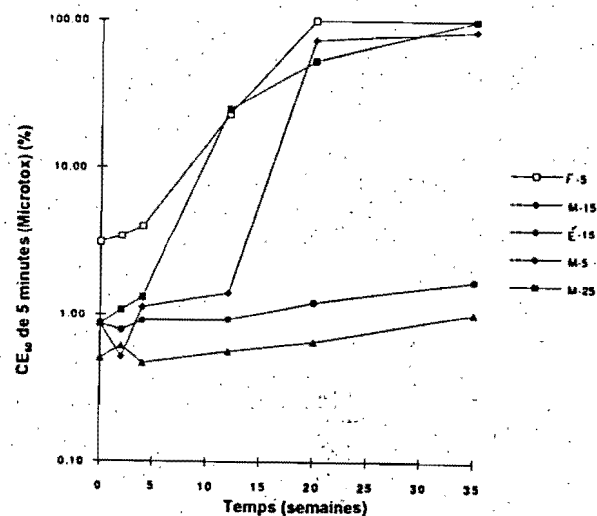


FIGURE 3. Effet des traitements sur la toxicité des sols (Microtox); CE₅₀ de 5 minutes (% de l'extrait de la solution de sol). Légende: concentration de traitement (faible, moyenne, élevée); température de traitement en °C (5, 15 ou 25).



Environnement
Canada

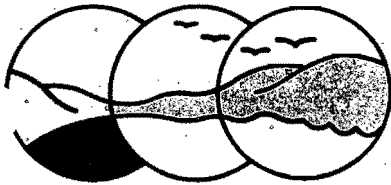
Environnement
Canada

Alberta

GOVERNMENT OF ALBERTA



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

Avril 1994

No. 20

- RÉSUMÉ DES TRAVAUX -

PERVAPORATION DE COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS PROVENANT D'UNE EAU SOUTERRAINE CONTAMINÉE ZENON ENVIRONMENTAL INC. BURLINGTON (ONTARIO)

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une méthode uniforme à l'échelle du Canada pour l'établissement de priorités et l'assainissement des lieux contaminés à haut risque. Pour répondre à ce besoin, le CCME a créé le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), qui est soutenu et administré en vertu d'ententes bilatérales fédérales-provinciales-territoriales.

Le programme DETALC (Développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC. Il a été établi pour répondre à l'objectif du PNALC, c'est-à-dire collaborer avec l'industrie afin de favoriser la mise au point et la démonstration de techniques nouvelles et novatrices permettant de résoudre les grands problèmes liés à l'assainissement des lieux contaminés.

Une des techniques novatrices sélectionnées pour le programme DETALC a été un procédé de pervaporation à flux transversal, conçu par Zenon Environmental Inc. Durant l'été de 1993, Zenon a effectué une étude dans une installation pilote (construite pour la Division de l'ingénierie d'urgence d'Environnement Canada). Cette étude a été financée conjointement par l'Environnement Canada et le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario dans le cadre du programme DETALC.

LIEU CONTAMINÉ

L'étude à échelle réduite a été effectuée dans un lieu contaminé par des hydrocarbures, situé dans le sud de l'Ontario.

TRAVAUX FINANCÉS PAR LE DETALC

Le programme a contribué une somme de 480 000 \$ à la démonstration et la commercialisation des techniques de pervaporation.

DESCRIPTION DES TECHNIQUES

Les techniques de pervaporation de Zenon sont conçues pour éliminer les composés organiques volatils (COV) des eaux usées, des lixiviats et des eaux souterraines contaminées. Dans le système de Zenon, les eaux contaminées sont pompées dans un module de pervaporation muni d'une membrane organophile dense. L'eau s'écoule d'un côté de la membrane, tandis que l'autre côté de cette dernière est exposé à un vide de 760 mm de mercure. Les COV présents dans l'eau, attirés par le vide, filtrent à travers la membrane. L'eau traitée est récupérée ou évacuée. Les COV (et une petite quantité d'eau) qui traversent la membrane (c.-à-d. le perméat) se condensent et s'écoulent jusqu'à une cuve de captage du perméat où il y a séparation gravitaire de l'eau et des COV. Les COV concentrés sont récupérés et l'eau est retournée au système de pervaporation pour une épuration plus poussée.

RÉSUMÉ DE LA DÉMONSTRATION DES TECHNIQUES

Une étude à échelle réduite d'une durée de quatre mois a été effectuée pour évaluer le système de pervaporation de Zenon. On a analysé l'eau de plusieurs puits situés sur les lieux afin de localiser la source d'eau souterraine la plus contaminée. Ensuite, on a pompé l'eau du puits le plus contaminé jusqu'au système de pervaporation aux fins de traitement.

CRITÈRES D'ÉVALUATION

Pour évaluer le rendement du système, on a employé la méthode du bilan massique. On a analysé l'eau qui arrivait dans le système et qui en sortait, afin de déterminer la quantité de COV éliminée lors du traitement. L'EPA des É.-U. a vérifié le rendement du système lors d'un échantillonnage et d'une surveillance, qui ont duré huit heures.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Les résultats de l'étude d'échantillonnage de l'EPA sont présentés au tableau 1. Le système de pervaporation de Zenon a permis d'éliminer plus de 98 % des COV (benzène, toluène, éthylbenzène et xylène) de

l'eau souterraine. Zenon a prétendu pouvoir obtenir des taux d'élimination plus élevés en prolongeant le temps de séjour dans le système.

Les COV éliminés par le système étaient fortement concentrés, ce qui permettait de réduire les déchets et laissait envisager la possibilité de récupérer les composés organiques. L'effluent gazeux provenant de la pompe à vide traversait un condenseur avant de quitter le système, ce qui donnait lieu à des rejets de COV non décelables dans l'air ambiant.

SITUATION

L'information contenue dans le présent résumé est fondée sur un rapport résumé d'un fournisseur. Un rapport technique réalisé par Zenon sera publié dans le cadre du programme DETALC. Une

démonstration de l'unité de pervaporation sur le terrain, parrainée par le programme Superfund Innovative Technologies Evaluation (SITE) aura lieu en 1994.

Résumé des travaux réalisés par le Centre technique des eaux usées pour :
le programme DETALC Direction générale du développement technologique, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada
Hull (Québec) K1A 0H3

Pour plus de renseignements, prière de s'adresser à :
L. Keller, Environnement Canada : (819) 953-0962;
D. Vallery, ministre de l'Environnement et de l'Énergie :
(416) 323-4476

Tableau 1. Résultats de l'étude d'échantillonnage de l'EPA sur l'eau souterraine non traitée et l'eau traitée à l'aide du système de pervaporation à échelle réduite de Zenon

COV	Eau non traitée (µg/L)	Eau traitée (µg/L)	Taux d'élimination
Benzène	480	9	98,1
Toluène	340	6	98,2
Éthylbenzène	120	2	98,3
Total - Xylène	690	12	98,3
TOTAL - COV	1 630	29	98,2

Concentrations moyennes des échantillons composites prélevés sur une période de huit heures.

AVIS DE DÉSISTEMENT ET D'EXAMEN

Le présent document a été examiné par la Direction générale du développement technique d'Environnement Canada. Son contenu ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes représentés par le DESRT. La mention d'appellations ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de l'utilisation.



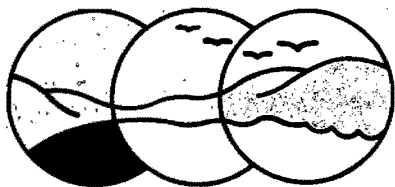
Environnement
Canada

Environment
Canada



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN

Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DÉTALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

BIOTRAITEMENT DE SOLS CONTAMINÉS PAR DES HUILES DE TRANSFORMATEURS (BOUCHERVILLE) ET DU DIESEL (JONQUIÈRE) BIOGÉNIE INC., QUÉBEC

- RÉSUMÉ DU PROJET -

Septembre 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DÉTALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) a été mis sur pied afin de travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE PARRAINÉE PAR LE PROGRAMME DÉTALC

Le présent projet, qui s'est déroulé de mai 1992 à mai 1993, a été réalisé dans le cadre du programme fédéral-provincial de développement et de démonstration de technologies d'assainissement de lieux contaminés (DÉTALC). Il visait à démontrer le potentiel et les limites de l'utilisation d'un procédé de biotraitement en pile pour traiter des sols contaminés par certains types d'hydrocarbures, en l'occurrence de l'huile à transformateur (site de Boucherville) et du diesel (site de Jonquière). Sur chacun des deux sites, le traitement a été réalisé sur 500 m³ de sol.

Les objectifs du projet étaient de :

1. Vérifier l'importance de la volatilisation et de la lixiviation lors du traitement par biodégradation.
2. Établir le potentiel de traitabilité (par voie biologique) de deux types de contamination : un sol contaminé par de l'huile à transformateur et un sol contaminé par du diesel.
3. Démontrer l'intérêt d'inoculer des bactéries adaptées pour maximiser le rendement du traitement biologique.
4. Vérifier l'efficacité du système d'aspiration et de filtration des gaz.
5. Démontrer la faisabilité d'utiliser un procédé biologique dans le contexte climatique québécois.
6. Faire une évaluation technico-économique de ce type de procédé.

Le projet a été financé par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, par Environnement Canada et par Biogénie inc. Le coût du projet a été de 230 000 \$, et la contribution du programme DÉTALC s'est élevée à 180 000 \$.

NATURE DE LA CONTAMINATION

Le diesel et les huiles de transformateurs constituent des contaminants très répandus au Québec. Devant la réglementation de plus en plus sévère concernant le remplacement des réservoirs souterrains et la restauration des sites contaminés, le développement de solutions technologiques qui maximisent le bénéfice environnemental tout en étant économiquement abordable devient impérieux. Le projet de Boucherville représentait un cas inapproprié de sol (argile) et celui de Jonquière représentait un cas de haute contamination (>50 000 mg/kg en huiles et graisses minérales).

DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Le procédé, qui depuis a été breveté par Biogénie inc. aux États-Unis et au Canada, consiste à optimiser les conditions de biodégradation du contaminant dans le sol :

- Le matériel contaminé est excavé et est placé sur une aire asphaltée.
- Des canalisations perforées sont installées sous la pile et sont reliées à un surpresseur qui fonctionne en aspiration.
- L'air aspiré est acheminé vers un système de traitement (charbon activé ou biofiltre) avant d'être rejeté à l'atmosphère.
- Un système d'irrigation est placé à la surface et assure le maintien du bon degré d'humidité. Le lixiviat est recirculé (circuit fermé).
- Le sol est régulièrement mélangé et l'apport en nutriments (N, P, K) est contrôlé.
- Après le traitement, le sol peut être remis à son endroit original, peut servir de matériel de remplissage sur un autre terrain industriel ou être utilisé comme matériel de recouvrement dans un lieu d'enfouissement sanitaire.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Enlèvement des huiles et graisses minérales

Dans le cas de Boucherville, la teneur en contaminant est passée de 13 700 mg/kg (H&GM) à 3 800 mg/kg, soit un enlèvement de 72%. Le traitement a été maintenu pendant 48 semaines, dont la moitié en hiver. L'air était alors chauffé et soufflé sous la pile de sol durant la saison froide.

Dans le cas de Jonquière, la contamination est passée de 54 100 mg/kg à 17 100 mg/kg au cours du traitement qui a été arrêté après 28 semaines.

TD

878

D28

No. 21 F

Effet de l'inoculation

Une partie de la pile à Jonquière a été inoculée en cours de traitement avec des bactéries spécifiques et les résultats obtenus n'ont pas permis de montrer l'utilité de cette intervention.

Effet de l'amendement

Une partie de la pile à Boucherville a été amendée avec de la tourbe et de la sciure de bois dans le but d'améliorer la structure et la perméabilité du sol. L'évaluation de cette mesure a montré une amélioration du taux d'enlèvement des hydrocarbures d'un facteur de 20%.

Bilan de masse

Un bilan de masse a été calculé dans le cas du projet de Jonquière:

Contaminant dans la pile au départ :	35 198,0 kg
Contaminant enlevé au cours du traitement :	24 031,0 kg
– par volatilisation	139,4 kg
– par biodégradation	23 943,6 kg

Potentiel

- Souplesse d'application : technologie douce qui peut être implantée en milieu urbain, résidentiel, en région éloignée, sur le site ou à l'extérieur, etc.
- Aucun sous-produit (pas de résidus liquides ou autres).
- Dégradation simultanée de contaminants organiques secondaires dans le sol (ex: PCP, HAP, etc.).
- Une fois le sol traité, il n'y a plus d'odeur d'hydrocarbure et il n'y a pas de lixiviation.
- Coût significativement plus bas (env. 90 \$/m³) que la plupart des autres choix comme l'enfouissement en cellule sécuritaire ou le traitement thermique.

Limites

- Difficulté d'atteindre les critères de décontamination («A-B» ou «B-C») dans les cas de sols hautement contaminés (>20 000 mg/kg d'huiles et graisses minérales).
- Temps de traitement qui peut être relativement long dans certains cas (entre 18 et 40 semaines) comme pour les sols fortement argileux par exemple.

Conclusion

Le projet a permis de démontrer que le procédé est efficace pour réduire une contamination par du diesel ou de l'huile à transformateur d'environ 70% et ce, dans un contexte climatique nordique. Pour la majorité des cas de contamination (moyenne de 20 000 mg/kg et moins), ce procédé permet d'atteindre la plage «B-C» (1 000 à 5 000 mg/kg). En optimisant le contrôle de certains paramètres d'opération, un enlèvement de 75% et plus pourrait être atteint. À la fin du traitement, le sol est biologiquement stable, il ne sent plus les hydrocarbures et il ne lixivie plus. Le coût d'application de cette technologie évalué à 90 \$/m³ comprend toutes les opérations entre l'excavation des sols contaminés et la remise en place des sols après traitement.

POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

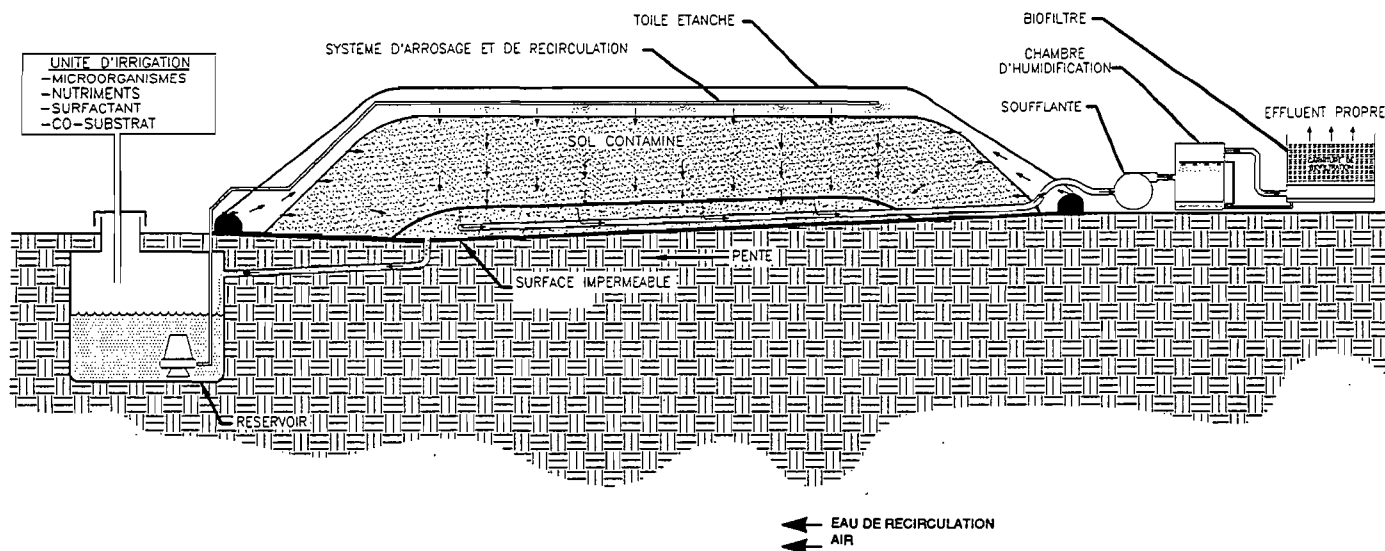
Le projet a été réalisé par la compagnie Biogénie inc.

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport préparé par Biogénie inc. en octobre 1993, intitulé : "Biotraitement de sols contaminés par des huiles de transformateurs (Boucherville) et par du diesel (Jonquière)".

Pour plus d'information, veuillez communiquer avec :

Section du Développement technologique,
Environnement Canada (514) 283-9678
Direction de la coordination de la recherche,
Environnement et Faune du Québec (418) 643-2073

STATION DE TRAITEMENT DIAGRAMME DU PROCÉDÉ DE TRAITEMENT

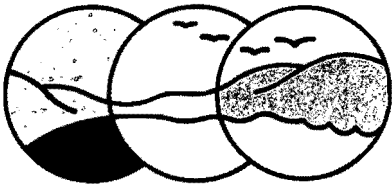


AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par le Comité fédéral-provincial de DÉTALC pour le Québec. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DÉTALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DÉTALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

**APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE PYROVAC DE PYROLYSE SOUS VIDE POUR LA
RESTAURATION DES SOLS CONTAMINÉS DU SITE "LE VIDANGEUR DE MONTRÉAL INC."
MASCOUCHE, PROVINCE DE QUÉBEC
UNIVERSITÉ LAVAL / INSTITUT PYROVAC INC.**

- RÉSUMÉ DU PROJET -

No. 22

Septembre 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DÉTALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) a été mis sur pied afin de travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE PARRAINÉE PAR LE PROGRAMME DÉTALC

Le procédé de pyrolyse sous vide Pyrovac[™] mis au point par Pyrovac International inc. est l'une des techniques innovatrices choisies dans le cadre du programme DÉTALC. L'étude a été financée par Environnement Canada et le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec.

Le programme DÉTALC a parrainé une étude visant à vérifier la faisabilité du procédé de pyrolyse sous vide pour traiter des échantillons de sols contaminés à des degrés divers par des hydrocarbures et provenant du site "Le Vidangeur de Montréal inc." à Mascouche (Québec). La contribution dans le cadre du programme DÉTALC s'est élevée à 221 430 \$.

NATURE DE LA CONTAMINATION

Le site "Le Vidangeur de Montréal inc." est situé à Mascouche, à 20 km au nord-est de Montréal et occupe une superficie de 6 km². Ce site est une ancienne sablière désaffectée qui a été utilisée de 1969 à 1974 pour l'incinération de résidus liquides de raffineries de pétrole de même que pour l'enfouissement de résidus solides. Des bassins fissurés contenant des liquides et des boues d'hydrocarbures y ont été abandonnés et l'on retrouve des plaques d'hydrocarbures lourds un peu partout sur le site qui présente aujourd'hui des problèmes de contamination du sol et de la nappe phréatique, principalement par des hydrocarbures lourds, des hydrocarbures aromatiques polycycliques et des biphényles polychlorés. Le site est présentement considéré comme orphelin et hautement contaminé selon les critères du Québec.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Le réacteur utilisé est un four cylindrique horizontal doté d'un mécanisme inédit d'écoulement des sols qui assure un transfert thermique

maximal. Les sols contaminés sont pyrolysés, c'est-à-dire chauffés à une température d'environ 500 °C en absence d'oxygène. La pression totale est de l'ordre de 35 kPa. Les matières organiques se vaporisent et se retrouvent sous forme de vapeurs. Les vapeurs sont pompées et condensées dans deux tours garnies fonctionnant en série qui permettent de recueillir une phase huileuse et une phase aqueuse. Le gaz résiduaire produit est valorisé comme combustible. Un système d'étanchéité à l'azote empêche toute entrée d'air. Les sols restaurés sont récupérés et refroidis en continu.

Les échantillons prélevés sur le site de Mascouche étaient de natures diverses (sable, argile, blocs d'hydrocarbures) et présentaient des degrés de pollution variables. Les objectifs de traitement étaient basés sur la réduction des quantités de contaminants organiques de manière à rencontrer les critères du Québec relativement à la contamination de sols contaminés.

Dans un premier temps, des essais de laboratoire ont été réalisés dans un réacteur de pyrolyse sous vide par alimentation en cuve. Dix échantillons de 3 à 10 kg, pour un total de 75 kg, ont été traités. Ces essais ont confirmé le potentiel du concept de pyrolyse sous vide puisque tous les échantillons traités étaient compatibles au niveau accepté pour un usage en milieu résidentiel.

Les travaux se sont alors poursuivis avec le développement du procédé à l'échelle du prototype industriel. Une unité pilote avec un réacteur central de 3 mètres de longueur et 0,6 mètre de diamètre a été construite et testée. Le fonctionnement mécanique satisfaisant de l'unité a été validé lors de l'essai de traitement en continu d'un échantillon de sols contaminés. Un débit sécuritaire de 75 kg/h avait été fixé.

Les analyses de l'échantillon traité sur l'unité pilote montrent des concentrations compatibles avec les critères résidentiels. L'évaluation technico-économique préliminaire a été réalisée sur la base de l'ingénierie du prototype industriel. L'hypothèse d'une unité de taille moyenne de 5 t/h a été retenue et les coûts de construction associés ont été évalués à 700 000 \$, hormis les équipements de transfert.

Les coûts de fonctionnement n'ont pas pris en compte le traitement de la phase aqueuse, mais ils incluent une évaluation des coûts de mobilisation et démobilitation. Ces derniers devraient d'ailleurs être modérés compte tenu du caractère mobile des futures installations et de leur faible encombrement.

Le coût de revient pour le traitement d'une tonne de sols contaminés a été évalué à 50 \$ (excluant le coût de traitement de la phase aqueuse et de l'amortissement des équipements).

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau qui suit représente les concentrations de contaminants dans les sols avant et après traitement ainsi qu'un résumé des résultats obtenus avec l'unité pilote de pyrolyse sous vide. Voici les principales conclusions de ce projet :

- Obtention d'un sous-produit (huiles) pouvant être valorisé.
- Critères résidentiels atteints pour les sols traités.
- Applicable pour plusieurs types et combinaisons d'hydrocarbures.
- Les biphényles polychlorés sont extraits des sols traités et se retrouvent dans les huiles.
- Faibles émissions atmosphériques sans besoin d'équipement d'épuration des fumées.

Potentiel

- Les conditions opératoires peuvent être ajustées selon le degré de pollution et d'humidité des sols. On rationalise ainsi la consommation énergétique et on optimise le débit de traitement.
- L'unité pourrait être installée sur un système mobile afin d'opérer directement sur le site. Des travaux sont d'ailleurs en cours pour élaborer ce système.
- L'évaluation économique préliminaire est favorable et se compare à d'autres technologies présentement disponibles.

Limites

- La phase aqueuse issue du procédé devra être traitée subséquentement (possibilité de traiter conjointement avec l'eau du site).
- Le chauffage électrique actuel ne permet pas d'utiliser toute la capacité potentielle de l'unité pilote. Des travaux complémentaires sont envisagés pour tester d'autres modes de chauffage.
- Des travaux complémentaires devront être réalisés afin de tester le procédé à partir de différents types de sols.

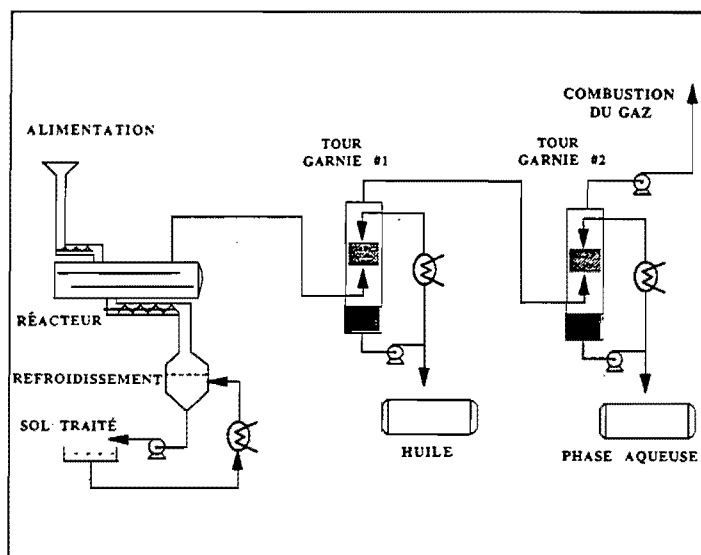
POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

Le projet a été réalisé par l'université Laval en collaboration avec l'Institut Pyrovac inc.

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport préparé par l'université Laval en collaboration avec l'Institut Pyrovac inc. en septembre 1993, intitulé : "Évaluation du procédé Pyrovac de pyrolyse sous vide pour la restauration des sols contaminés avec des matières organiques dangereuses".

Pour plus d'information, veuillez communiquer avec :

Section du Développement technologique,
Environnement Canada (514) 283-9678
Direction de la coordination de la recherche,
Environnement et Faune du Québec (418) 643-2073

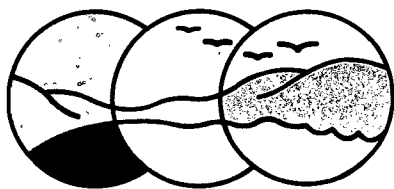


Échantillon	Produits pétroliers (en mg/kg, base anhydre)	
	AVANT	APRÈS
Argile A	290	5.0
Argile B	150	4.1
Sable A	3 000	6.8
Sable B	6 100	4.9
Sable C	19 770	2.9
Sable D	2 050	7.7
Sable E	790	3.1
Sable F	4 600	2.5
Plaque A*	51 000	12.2
Plaque B*	49 000	236.0
Sable (unité pilote)	7 470	22.0

* Plaques de goudron en surface

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par le Comité fédéral-provincial de DÉTALC pour le Québec. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DÉTALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



Programme de développement et de démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés

APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE TALLON DANS LE CADRE DU PROJET DE RÉHABILITATION DU SITE DICKSON, BOMBARDIER INC., MONTRÉAL, QUÉBEC

- RÉSUMÉ DU PROJET -

No. 23

Septembre 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DÉTALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) a été mis sur pied afin de travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE PARRAINÉE PAR LE PROGRAMME DÉTALC

Le procédé de traitement des sols de Tallon Metal Technologies inc. a été développé entre 1987 et 1991 en adaptant et en employant une partie de la technologie développée pour la récupération des métaux lourds présents dans les eaux usées ainsi que dans les résidus provenant de l'industrie minière. Le procédé intègre des techniques de récupération hydrométallurgiques ainsi que d'autres procédés physico-chimiques que Tallon a développés pour la récupération sélective des métaux lourds et contaminants organiques contenus dans les sols et autres déchets.

Dans un premier temps, le programme DÉTALC a parrainé une étude de traitabilité en laboratoire visant à évaluer et à préciser la méthode de traitement pour les sols du site Dickson. Par la suite, le projet a été complété par la réalisation d'un essai pilote avec des équipements d'une capacité de 300 t/j.

Le projet a été financé par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, par Environnement Canada et par Bombardier inc. Le budget total du projet était de 880 000 \$, et la contribution du programme DÉTALC s'est élevée à 250 000 \$.

NATURE DE LA CONTAMINATION

Le projet d'application de la technologie Tallon a été réalisé dans le cadre des travaux de réhabilitation du terrain Dickson situé dans l'est de Montréal. Ce terrain faisait partie historiquement du site industriel MLW Bombardier, utilisé principalement depuis le début du siècle pour la production de matériel ferroviaire.

Des travaux de caractérisation effectués entre 1989 et 1991 ont permis de détecter sur cette propriété une contamination par le cuivre, le plomb et principalement l'arsenic.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Suite aux résultats d'essais de traitabilité effectués sur des sols prélevés

au site Dickson, les procédés d'extraction et de récupération ont été remplacés par un procédé de séparation par flottation. Les grandes étapes du procédé de traitement appliquées dans le cadre de ce projet sont les suivantes (voir figure 1) :

- Excavation et tamisage sur un tamis vibrant à mailles de 5 cm.
- Introduction des sols (< 5 cm) dans un réservoir d'alimentation et acheminement sur un convoyeur à tête magnétique permettant une première récupération des matériaux métalliques grossier.
- Déversement des matériaux non récupérés par la tête magnétique sur un crible de lavage et tamisage (0,6 cm) par vibration sous des jets d'eau à forte pression.
- Acheminement des sols < 0,6 cm jusqu'aux cellules d'attrition où les particules de sol agglomérées sont dissociées.
- Seconde récupération des matériaux métalliques dans un purificateur magnétique et déversement des particules non magnétiques dans un séparateur en spirale où les particules inférieures à 0,2 mm sont séparées des particules plus grossières et acheminées dans des cellules de flottation.
- Traitement par flottation visant à produire une phase flottante enrichie en contaminants.
- Récupération à l'aide d'un filtre-presse des solides contaminés contenus dans la phase flottante.
- Assèchement partiel dans un filtre à courroie des particules non contaminées contenues dans la phase non flottante.

Afin d'évaluer l'efficacité du traitement, des échantillons ont été prélevés de façon périodique aux points de contrôle suivants (voir figure 1) :

- Point A : sols contaminés avant tamisage initial.
- Point B : matériaux grossiers (> 5 cm) après tamisage.
- Point C : matériaux tamisés (< 5 cm) avant leur introduction dans les autres éléments du système.
- Point D : matériaux traités.
- Point E : matériaux fins contaminés provenant du filtre-presse.
- Point F : eaux de procédé.
- Point M : débris métalliques provenant de séparateurs magnétiques.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Les résultats analytiques sont présentés de façon sommaire au tableau 1 sous la forme d'une synthèse des moyennes de concentrations d'arsenic, de cuivre et de plomb pour chacun des points de contrôle. Il est important de noter que les résultats, de même que les éléments

d'interprétation, sont donnés respectivement pour deux secteurs d'excavation différents, étant donné que la nature du remblai variait de façon significative entre ces deux secteurs. Les principales conclusions de l'étude sont résumées ci-après.

- Le site a été réhabilité selon la démarche prévue visant à éliminer une source potentielle de pollution et à redonner au terrain une qualité environnementale acceptable pour un usage industriel.
- Les résultats d'analyse des métaux et des produits organiques dans les eaux de procédé montrent des concentrations faibles répondant aux normes de la CUM relativement au rejet des eaux à l'égout sanitaire.
- Au point de vue technique, les équipements ont fonctionné de façon efficace pour les sols granulaires (non cohésifs). Tous les problèmes reliés principalement à la difficulté d'intégrer plusieurs types d'équipements dans une chaîne de traitement ont été réglés, principalement durant la mise en marche.
- Le projet a permis de déceler un problème important de fonctionnement de certains équipements résultant de la présence de sols cohésifs (silt et argile) dans le secteur I. L'utilisation d'un tamis vibrant modifié et d'un mélangeur primaire est proposée par Tallon pour remédier à ce problème. Cette solution a déjà été appliquée avec succès par Tallon pour un autre projet mais n'a pu être appliquée dans le cadre du présent projet à cause de contraintes de temps.
- Au point de vue chimique, les résultats d'analyse des sols traités témoignent de l'efficacité du système pour réduire la contamination en arsenic avec, dans le secteur I plus contaminé en arsenic, plus de 82 % des concentrations inférieures au critère «B», et 100 % des concentrations inférieures au critère «C»; la moyenne des concentrations dans le même secteur est passée de 52,4 (point de contrôle A) à 25,1 mg/kg (point de contrôle D).
- La séparation magnétique a permis de récupérer des matériaux à concentration élevée en arsenic pour les secteurs I et II et élevée en cuivre principalement pour le secteur II;
- La séparation physico-chimique du système de flottation a permis de concentrer l'arsenic et le cuivre; l'efficacité de la flottation semble augmenter pour des concentrations plus élevées dans le sol à traiter.

POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

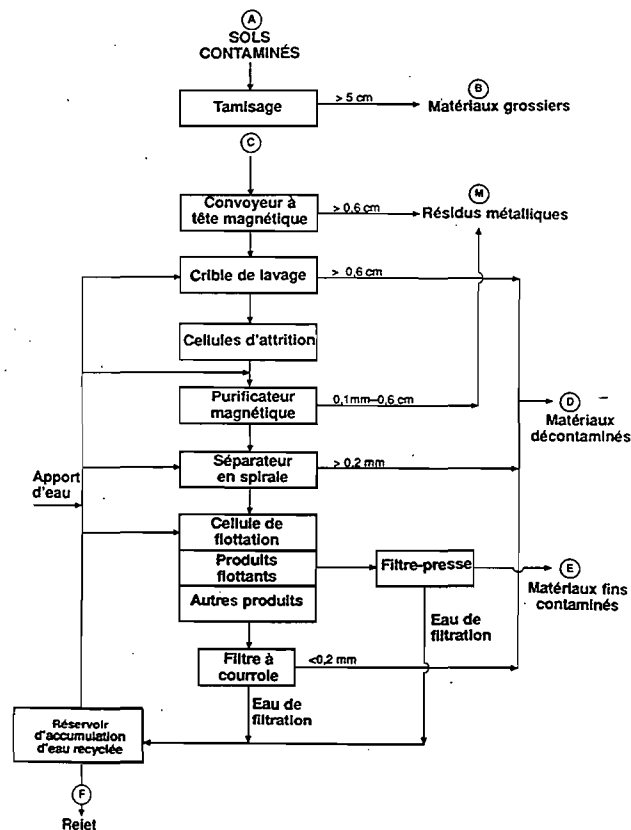
Le projet a été réalisé par la compagnie Tallon Metal Technologies Inc. en collaboration avec Écotone inc. et Bombardier inc.

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport intitulé : «Application de la technologie Tallon dans le cadre du projet de réhabilitation du site Dickson», Volumes 1 et 2 préparé en octobre 1993 par la firme Écotone inc.

Pour plus d'information, veuillez communiquer avec :

Section du développement technologique,
Environnement Canada (514) 283-9678
Direction de la coordination de la recherche,
Environnement et Faune du Québec (418) 643-2073

Figure 1 Schéma du procédé de traitement Tallon



TABEAU 1. Moyennes par secteur des concentrations de métaux pour chacun des points de contrôle (mg/kg)

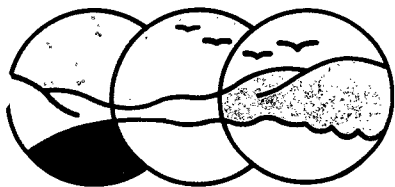
	Critères		SECTEUR I Points de contrôle						SECTEUR II Points de contrôle					
	B	C	A	B	C	M	D	E	A	B	C	M	D	E
As	30	50	52,4	65,7	50,8	70,0	25,1	97,1	27,4	15,1	21,3	79,7	14,3	24,2
Cu	100	500	151,4	204,8	313,6	420,9	115,5	921,8	260,6	365,6	235,8	822,6	346,6	555,0
Pb	500	1000	248,0	213,2	220,2	277,2	187,6	434,1	336,2	283,5	282,0	928,7	327,3	564,8

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par le Comité fédéral-provincial de DÉTALC pour le Québec. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DÉTALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

DÉMONSTRATION D'UNE TECHNOLOGIE DE BIOTRAITEMENT UTILISANT LA BIOLYSE^{MD} ET DU DRAGAGE, MANSONVILLE, QUÉBEC SANEXEN SERVICES ENVIRONNEMENTAUX INC.

No. 24

- RÉSUMÉ DU PROJET -

Septembre 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) a été mis sur pied afin de travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE PARRAINÉE PAR LE PROGRAMME DETALC

La Biolyse^{MD}, une technologie brevetée, développée et détenue par Sanexen Services Environnementaux inc., procède par l'induction d'une transformation exocellulaire des hydrocarbures présents dans la matrice visée, permettant un taux élevé de dégradation pour des contaminants qui sont normalement réfractaires aux techniques conventionnelles de biotraitement. Développé initialement pour traiter des boues huileuses de raffineries de pétrole, le procédé a été adapté en 1992 pour gérer des sols et des sédiments contaminés. Le procédé se prête à des applications en phase liquide ou solide, en utilisant des systèmes de bioréacteurs ou de compostage. La technologie a pour effet de rendre des composés insolubles, tels que des huiles minérales, physiquement, chimiquement et biologiquement disponibles pour une utilisation microbienne menant à leur minéralisation.

Le programme DETALC a permis d'effectuer de la recherche, de démontrer et de documenter la technologie lorsqu'appliquée à la restauration *in situ* de sédiments contaminés. 1350 m³ de sédiments ont été décontaminés dans le cadre d'un projet réalisé lors de l'été 1993 à un site à Mansonville en Estrie.

Le projet a été financé conjointement par Environnement Canada, le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, la Compagnie Chimique Huntsman du Canada inc. et par Sanexen Services Environnementaux inc. Le coût total pour le projet a été de 200 700 \$ et la contribution de DETALC a été de 61 200 \$.

NATURE DE LA CONTAMINATION

Le bassin, avec un fond de sol naturel, avait reçu entre 1975 et 1989 les effluents aqueux d'une usine fabriquant du polystyrène. Avec la mise en opération de nouvelles installations de traitement pour les eaux usées, le bassin a été mis hors de service et le site a dû être restauré à des conditions acceptables pour l'environnement. Les sédiments étaient contaminés à une concentration moyenne de 13 500 mg/kg d'huiles et graisses

minérales sur une base de poids sec, les hydrocarbures étant constitués principalement de composés allant de 17 à 30 atomes de carbone. Aucune contamination par des métaux lourds ou par des substances halogénées n'était impliquée dans ce projet.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Une revue des approches de restauration envisageables a indiqué qu'un biotraitement suivi par une solidification offrait le meilleur potentiel dans ce projet en terme d'une analyse coût-bénéfices. Les partenaires se sont servis de ce projet pour effectuer le biotraitement de la façon la plus poussée possible en tirant partie de la technologie innovatrice mise de l'avant par Sanexen et pour éviter d'avoir à procéder à la fixation de contaminants résiduels.

Le traitement a été effectué *in situ* au cours d'une période de dix semaines en utilisant une drague hydraulique avec des équipements d'aération, de dosage et d'agitation pour induire les réactions exocellulaires requises et pour promouvoir la dégradation endocellulaire désirée. Suite au traitement et à l'acceptation, le bassin a été drainé et remblayé.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Les observations microscopiques ont révélé que les stratégies opérationnelles utilisées, en particulier la méthode d'acclimatation et le contrôle du cisaillement mécanique, de l'émulsification, du pH et du cycle d'oxygène dissout, ont permis avec succès de détacher les hydrocarbures des particules solides, de réduire la grosseur des gouttelettes d'hydrocarbures et d'induire une hydrolyse et un craquage des hydrocarbures, tel que démontré par le changement de couleur des gouttelettes.

On a observé que les particules plus grossières (>150 µm) ont été libérées presque totalement lors des deux premières semaines d'opération des huiles qui leur étaient associées. Ceci en fait a créé des problèmes dans l'obtention d'échantillons représentatifs, étant donné que l'endroit et le moment de l'échantillonnage influaient grandement sur la granulométrie, et donc sur le niveau de contamination des échantillons. Le protocole d'échantillonnage conséquemment a dû être modifié de prélèvements instantanés lors de l'opération à un échantillonnage composite suite à une période d'arrêt pour assurer la représentativité globale des résultats.

Un taux de dégradation biochimique de 340 mg/kg-jr a été obtenu lors des quatre premières semaines d'opération, le taux diminuant par la suite à moins de 50 mg/kg-jr. Ceci se compare à un taux d'élimination naturelle de 3 mg/kg-jr, tel qu'estimé par la diminution des concentrations entre les campagnes de caractérisation de 1989 et de 1993.

Après dix semaines d'opération, les deux objectifs de réhabilitation du projet ont été rencontrés, soit le critère B (1000 mg/kg) et le critère de lixiviation du Règlement sur les déchets dangereux (30 mg/L) pour les

huiles et les graisses minérales, des concentrations moyennes de 920 mg/kg et de 0,3 mg/L étant atteintes respectivement.

La technologie utilisée a aussi permis de rencontrer l'objectif économique spécifique au projet, le coût de la restauration se montant à 75 \$ par tonne métrique de matériel traité.

Un programme de recherche a conjointement été réalisé au département de génie chimique et biochimique de l'université Western Ontario pour évaluer la nature et les effets des biosurfactants dans le procédé, en utilisant des échantillons pris à différentes étapes lors du traitement. Les résultats de tension de surface, de tension interfaciale et des essais d'émulsification/désémulsification, tels que présenté au tableau I, ont démontré que des biosurfactants étaient présents, et que ceux-ci ont graduellement disparus à mesure que le biotraitement avançait. Au moyen de chromatographie en phase gazeuse et en couche mince, des composés tombant dans la plage des biosurfactants ont été identifiés. Ces composés, avec une structure proche de celle des glycolipides, s'élevaient à 5,9 mg/g dans les boues au début du traitement et à 1,6 mg/g vers la fin du traitement.

Des expériences additionnelles ont indiqué que la biodégradation peut aussi être accentuée par l'ajout de biosurfactants d'origine extérieure. L'ajout de lipides sophoroses obtenus par fermentation avec la levure *Torulopsis bombicola* a produit une élimination plus complète des hydrocarbures dans les sédiments lorsque comparé aux contrôles.

Dans le cadre du projet utilisé pour la démonstration, la technologie a permis de reclassifier le site à des niveaux de décontamination et de coûts rencontrant les objectifs du projet. Des évaluations pour d'autres sites et d'autres applications doivent être effectuées cas par cas, et exigent expérience et discernement, chaque combinaison de contaminants et de matrices affectées se caractérisant par un comportement propre, rendant une simple transposition des résultats un exercice périlleux. L'approche évaluée dans ce projet constitue néanmoins un développement significatif au-delà des méthodes conventionnelles de biotraitement, et élargit le champ d'application de la biorestauration.

POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

Le projet a été réalisé par Sanexen Services Environnementaux inc. avec la collaboration de la compagnie Chimique Huntsman du Canada inc.

L'information fournie dans ce résumé est basée sur un rapport technique préparé par Sanexen Service Environnementaux inc., intitulé : "Développement et démonstration d'une technologie de biodégradation en phase semi-solide. Procédé de Biolyse^{MD} avec dragage".

Pour plus d'information, veuillez communiquer avec :

Section du Développement technologique,
Environnement Canada (514) 283-9678

Direction de la coordination de la recherche,
Environnement et Faune du Québec (418) 643-2073

Tableau I : Résultats d'essais sur les sédiments

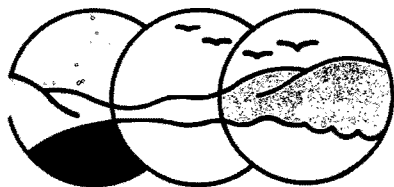
Paramètres	28 juin	28 juillet	11 août	3 sept.
Tension de surface (mN/m)				
- Surfactant aqueux	58,27	69,11	70,4	-
- Extrait organique	19,25	19,095	18,975	-
Tension interfaciale (mN/m)	11,26	22,90	22,93	-
Demi-vie d'émulsion(min.)	2,7-5,5	1,3-4,0	secondes	-
Huiles et graisses minérales (mg/kg)	13 500	2 110	-	920

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par le Comité fédéral-provincial de DÉTALC pour le Québec. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DÉTALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DÉTALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

RESTAURATION IN SITU DES SOLS PAR VENTILATION ET AÉRATION FORCÉE, STATIONS LIBRE-SERVICE SHELL, PROJETS VANIER - SOREL, QUÉBEC

No. 25

- RÉSUMÉ DU PROJET -

Septembre 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DÉTALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) a été mis sur pied afin de travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE PARRAINÉE PAR LE PROGRAMME DÉTALC

La technologie à l'étude est une méthode de traitement in situ combinant la ventilation du sous-sol non saturé par aération forcée produite par l'injection d'air dans les sols situés sous le niveau de l'eau souterraine. Le programme DÉTALC a parrainé la démonstration de cette technologie sur deux terrains situés respectivement dans les villes de Vanier et Sorel. La performance des deux systèmes de ventilation et d'aération forcée (SVAF) fut évaluée principalement en regard de la restauration des sols relativement au critère "C" du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF). Le potentiel pour réduire les concentrations en hydrocarbures dissous dans l'eau souterraine fut également abordé.

Le projet a été financé par Produits Shell Canada Ltée, par Environnement Canada et par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Le coût du projet a été de 366 600 \$, et la contribution du programme DÉTALC s'est élevée à 120 000 \$. ADS Groupe-Conseil Inc. a fourni l'expertise technique complète pour la réalisation du projet.

NATURE DE LA CONTAMINATION

Le projet a été réalisé dans le cadre des travaux de réhabilitation de deux terrains, situés à Ville de Vanier et à Sorel au Québec, utilisés anciennement comme stations libre-service. Les résultats des études de caractérisation antérieures ont permis de détecter une contamination par des hydrocarbures légers dans les sols.

Les études de caractérisation préliminaires ont révélé qu'à Vanier, le niveau de l'eau souterraine se retrouve à 7 m de profondeur dans l'unité de sable fin silteux avec de minces horizons de silt. La conductivité hydraulique fut estimée à 10^{-4} cm/s. Le volume de sols affectés était de 3 000 m³ et la masse d'hydrocarbures fut estimée à 3 000 kg. À Sorel, le niveau d'eau est peu profond, soit entre 2,5 à 3,0 m sous la surface. Le

sous-sol est constitué de sable fin avec un peu de silt et possède une conductivité hydraulique de 10^{-4} cm/s. À cet endroit, une masse d'hydrocarbures de 300 kg a affecté un volume de sol de 300 m³.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Cette technique permet, grâce à des puits d'injection d'air situés sous le niveau de la nappe, de forcer la volatilisation des contaminants contenus dans les sols situés dans la zone saturée. Les puits de ventilation permettent d'aspirer les vapeurs et d'extraire les contaminants volatils contenus dans les sols situés dans la zone non-saturée. L'injection d'air sous le niveau de la nappe augmente le gradient de migration des vapeurs.

Le procédé est constitué d'un système d'aspiration et de traitement des rejets à l'atmosphère ainsi que d'un système d'injection (figure 1). Les dispositifs d'injection et d'aspiration possèdent des composantes souterraines (puits: crépinés, conduites et valves de contrôle) et des composantes mécaniques. Pour le système d'aspiration, les composantes mécaniques comprennent un piège à eau jumelé à une pompe pour contrôler l'accumulation d'eau, un filtre anti-poussière, une pompe à vide et deux barils de charbon activé raccordés en série. Le système d'injection est composé essentiellement d'un compresseur précédé d'un filtre à air et suivi d'une soupape de sécurité et de valves de contrôle. Toutes les composantes mécaniques incluant les barils de charbon activé ont été aménagés dans des conteneurs métalliques d'une largeur et d'une hauteur de 2,4 m par 4 m de longueur (Sorel) ou 5 m (Vanier). Possédant les mêmes caractéristiques qu'un conteneur de dimension réduite, cet aménagement permet de déplacer facilement les unités d'un site à un autre. De plus, les conteneurs ont été isolés afin que le niveau sonore perçu à une distance de 15 m (bâtiments voisins) se confonde avec le niveau ambiant.

À Ville Vanier, le SVAF comprenait neuf puits verticaux d'aspiration et huit puits d'injection. Les activités de la station libre-service se sont poursuivies pendant la restauration. Le système a été opéré en aspiration avec un débit d'air nominal de 7,1 m³/min. alors que l'injection était deux fois moindre (3,7 m³/min.).

À Sorel, le SVAF était composé de quatre puits horizontaux d'aspiration et de trois puits d'injection. Le système a été opéré en aspiration avec un débit d'air nominal de 2,7 m³/min. alors que l'injection était réduite (1,7 m³/min.).

Dans les deux cas, les concentrations en COV (composés organiques volatils totaux) furent mesurées afin de quantifier la masse extraite d'hydrocarbures et pour vérifier les teneurs après les filtres au charbon. La

performance des SVAF fut donc évaluée en fonction de l'extraction physique des composés sans considérer les autres facteurs pouvant intervenir dans le processus de restauration (biodégradation, etc.).

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Les résultats du traitement par les SVAF opérés sur les deux terrains sont résumés dans le tableau qui suit. Les principales conclusions sont les suivantes :

- La masse extraite de façon directe par le SVAF (extraction physique) fut de près de 45% de la masse initiale en place pour une période de traitement de 110 jours dans le cas de Vanier et de 475 jours pour Sorel (40 % était déjà extrait après les 200 premiers jours).
- Le volume de sols affectés (en excès du critère "C"), tant au-dessus que sous le niveau d'eau, fut réduit de 94 % (passant de 3 000 m³ à 170 m³ pour Vanier) et de l'ordre de 83 % (300 m³ à 50 m³ pour Sorel) suite au traitement.
- D'autres facteurs concourent à réduire la masse d'hydrocarbures dans les sols dans une proportion pouvant être équivalente à l'extraction physique tels que : l'augmentation des processus de biodégradation due à l'ajout d'air et la volatilisation directe lors des excavations, des enlèvements de réservoirs et de la mise en place des conduites dans les tranchées d'excavation.

Concernant le suivi de la qualité de l'eau souterraine, les résultats indiquent que les hydrocarbures en phase dissoute sont présents essentiellement à la surface de la nappe. D'autre part, l'évolution des concentrations semble démontrer une amélioration en fonction du temps de traitement. Toutefois, le processus est long puisque les concentrations résiduelles dans les sols saturés, même inférieures au critère "B", sont suffisantes pour affecter l'eau à des teneurs excédant le critère "C" du MEF pour l'eau souterraine.

	Vanier	Sorel
Concent. en BTEX totaux (mg/kg)		
Initiales	20-850	15-1130
À la fin de la période de traitement	ND-165	ND-590
Nombre de jours de traitement	110	475
Bilan de masse		
Masse initiale d'hydrocarbures	3000 kg (100 %)	300 kg (100 %)
Masse extraite par le SVAF	1300 kg (43%)	130kg (43%)
Masse excavée	50 kg (2%)	-
Masse restant en place (sols <C)	200 kg (7%)	50 kg ¹ (17%)
Masse biodégradée ou volatilisée	1450 kg (48%)	120 kg (40%)

Notes

ND : Sous le seuil de détection.

1 : Un volume de sol de 50 m³ excédait encore le critère "C" du MEF après la période de traitement.

POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

Le projet a été réalisé par la compagnie Produits Shell Canada Ltée en collaboration avec ADS Groupe-Conseil inc.

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport technique préparé par ADS Groupe-Conseil inc. intitulé : "Restauration in situ des sols par un système de ventilation et d'aération forcée. Projet de développement technologique. Stations-service Shell, Vanier et Sorel.

Pour plus d'information, veuillez communiquer avec :

Section du Développement technologique,
Environnement Canada

(514) 283-9678

Direction de la coordination de la recherche,
Environnement et Faune du Québec

(418) 643-2073

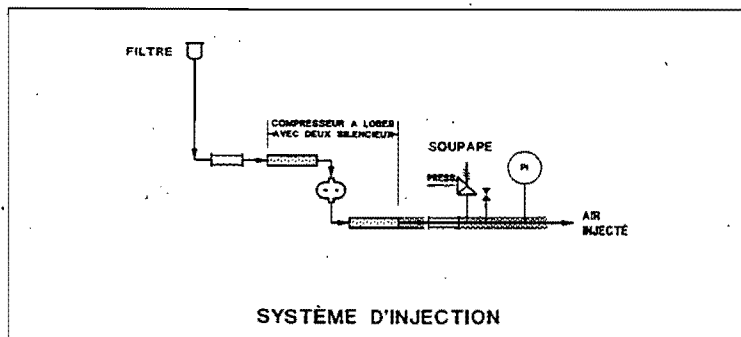
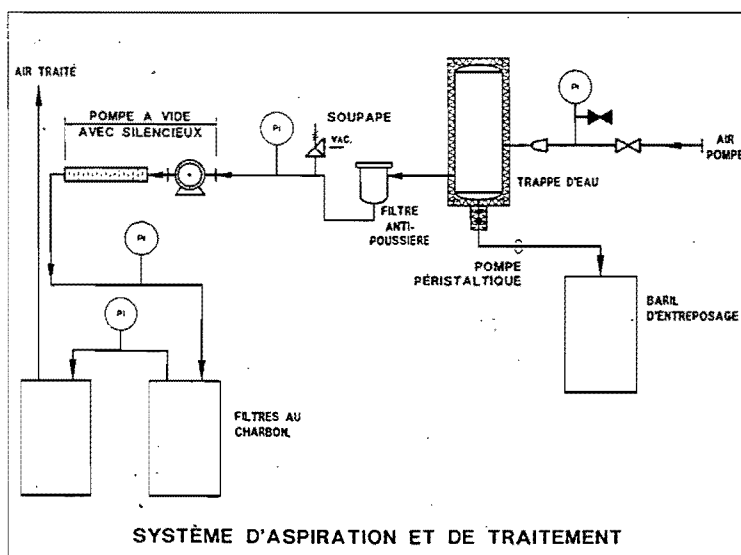
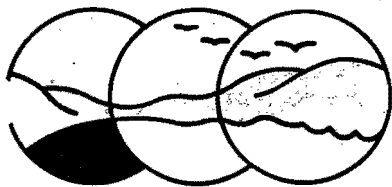


FIGURE 1

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par le Comité fédéral-provincial de DÉTALC pour le Québec. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DÉTALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.





DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

CONTRÔLE EN TEMPS QUASI RÉEL DE SOLS CONTAMINÉS
ASL ANALYTICAL LABORATORIES LTD.
Vancouver (Colombie-Britannique)

- Résumé des travaux -

No. 26

Mai 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir la priorité et d'assainir les lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC. Il a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC qui consiste à travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices susceptibles de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TRAVAUX PARRAINÉS DANS LE CADRE DU PROGRAMME DETALC

Ces travaux comprenaient la démonstration d'une technique améliorée de bioassainissement et l'évaluation de méthodes d'analyse en temps quasi réel.

L'analyse chimique des échantillons prélevés, qui représente une part considérable des coûts des travaux et en allonge pour la peine la durée, constitue un élément important des travaux de caractérisation et d'assainissement des lieux.

La société ASL et le Centre technique des eaux usées (CTEU) ont entrepris la première phase de ces travaux, qui comprend l'évaluation, le développement, puis la démonstration des techniques d'analyse en temps quasi réel. Voici ces techniques:

- extraction par fluide supercritique (EFS) d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de phénols chlorés (PC) présents dans les sols;
- détection des HAP par extraction rapide et chromatographie liquide à haute pression (CLHP/fluorescence);
- analyse des hydrocarbures aromatiques volatils à l'aide de techniques de micro-extraction en phase solide (MEPS);
- immunodosage des HAP, des polychlorobiphényles (PCB)

et des CP;

- analyse rapide des éléments présents à l'état de traces à l'aide d'une technique de digestion assistée par micro-ondes;
- analyse rapide des métaux présents à l'état de traces, par spectroscopie de fluorescence X (FRX).

On s'est servi de certaines des techniques décrites ci-dessus pour analyser des échantillons prélevés lors d'une phase distincte du projet, menée par Grace Dearborn, portant sur le bioassainissement amélioré des sols contaminés. Les informations sur les travaux de bioassainissement amélioré sont publiées dans une fiche technique DETALC séparée. Ces travaux ont été financés (402 000 \$) conjointement par Environnement Canada et le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, dans le cadre du programme DETALC.

DESCRIPTION DES TECHNIQUES

Extraction par fluide supercritique (EFS). Dans cette technique, on utilise des solvants comme du dioxyde de carbone et de l'oxyde nitreux à l'état supercritique, pour extraire les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les phénols chlorés présents dans des sols contaminés. Il s'agit d'une technique complémentaire de l'extraction au soxhlet ou par sonication, qui exige peu de solvants organiques et ne comporte aucune manipulation fastidieuse.

Extraction rapide et détection par fluorescence des HAP. Dans cette technique, on procède à une extraction rapide à température élevée, puis à l'analyse à l'aide d'un système de chromatographie liquide à deux pompes couplé à un détecteur à fluorescence pour réaliser le dosage rapide, sensible et partiellement sélectif des HAP présents dans des sols contaminés. Les méthodes couramment utilisées comportent une extraction au soxhlet ou par sonication qui demande beaucoup de temps, puis un dosage par CLHP ou CG/SM.

Micro-extraction en phase solide (MEPS). On a étudié cette méthode comme méthode de rechange pour caractériser les hydrocarbures aromatiques volatils (BETX) dans des sols contaminés. Les BETX du sol passent sur une fibre de silice fondue qui est ensuite récupérée, puis les analytes sont désorbés thermiquement dans l'injecteur d'un chromatographe en phase gazeuse. On peut utiliser cette technique à la place des méthodes actuelles de purge et piégeage ou d'espace de tête.

Techniques d'immunodosage. Ces techniques exploitent les interactions très sélectives antigène-anticorps et utilisent des réactions enzymatiques sensibles pour obtenir des résultats analytiques. Les systèmes d'essais permettent de détecter de faibles concentrations de HAP, de PCB et de PC dans des sols contaminés, en utilisant des échantillons n'ayant exigé que peu de préparation.

Techniques de digestion aux micro-ondes. Dans ces techniques, on utilise des sources commerciales de micro-ondes pour chauffer et digérer rapidement des sols contaminés. L'extrait à l'acide est prêt en quelques minutes, alors que les méthodes couramment utilisées comportent normalement une digestion sur plaque chauffante pendant toute la nuit.

Spectrométrie de fluorescence X à dispersion d'énergie (FRXDÉ). Dans cette technique, on irradie la matrice de sol avec des rayons X pour exciter les métaux des contaminants. Le rayonnement émis par fluorescence des espèces métalliques permet de caractériser et de doser les métaux présents dans le sol. Cette technique, qui n'est pas destructive, n'exige aucune digestion du sol dans un acide chaud. Pour que les résultats de FRX soient reproductibles, il faut préparer certains échantillons, par exemple les sécher et les homogénéiser.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION ET CONCLUSIONS

Extraction par fluide supercritique (EFS). Les conditions de pression et de température, le modificateur et la durée de l'extraction ont été optimisés après l'exécution de nombreuses expériences réalisées avec des sols de référence. La méthode de EFS qui a été mise au point permet d'extraire huit échantillons de sol à l'heure tout en donnant des résultats comparables à ceux obtenus avec les méthodes d'extraction traditionnelles dont la durée peut parfois atteindre 16 heures. Par rapport aux techniques d'extraction au soxhlet et par sonication, cette technique offre l'avantage d'être rapide, de posséder une plus grande efficacité d'extraction et d'utiliser moins de solvants dangereux.

Extraction rapide et détection par fluorescence. Les études ont porté sur la détermination des conditions chromatographiques optimales permettant d'obtenir une bonne sensibilité et des profils d'élution rapides pour les HAP. On a mis au point une méthode d'extraction rapide n'exigeant que 100 mg d'échantillon et dont la durée totale d'analyse était de 19 minutes. Même si cette méthode est rapide et donne, pour les HAP, des résultats qui se comparent favorablement à ceux obtenus par extraction au soxhlet et analyse par CG/SM, cette nouvelle technique ne permet pas de déceler tous les HAP individuels.

Micro-extraction en phase solide (MEPS). Les études ont porté sur les effets individuels et combinés de trois paramètres: température d'extraction, présence de sel et acidité. Lors d'autres expériences, on a comparé les résultats des analyses courantes par purge et piégeage avec les résultats des analyses d'espace de tête par MEPS effectuées sur le même groupe de 10 échantillons d'eau dopés. On a mis au point deux méthodes d'extraction couplées à la CG/DIF, toutes deux faisant appel aux techniques de micro-extraction en phase solide, afin de procéder à l'analyse rapide des hydrocarbures aromatiques volatils (BETX) dans les sols.

Avis de révision

Le présent document a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DETALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.

Techniques d'immunodosage. Les travaux sur l'élaboration de méthodes ont porté sur les paramètres techniques qui régissent la méthode d'immunodosage, ainsi que sur la mise en corrélation des résultats obtenus en laboratoire et sur le terrain. On a testé un certain nombre de trousseaux différents d'immunodosage dans des lieux contaminés en Colombie-Britannique. Leur utilité était spécifique du site; néanmoins, elles permettaient d'obtenir rapidement des informations analytiques lorsqu'elles étaient utilisées correctement.

Digestion aux micro-ondes. On a développé ces méthodes en optimisant les mélanges de réactifs servant à la digestion, et les paramètres de fonctionnement des appareils. On a aussi étudié d'autres facteurs comme la taille, la composition et l'homogénéité des échantillons. Deux méthodes rapides ont été mises au point, l'une utilisant des mélanges d'acides concentrés et l'autre des mélanges d'acides dilués. En général, les résultats obtenus par digestion aux micro-ondes étaient de même qualité sinon de qualité supérieure à ceux obtenus à l'aide de techniques classiques de digestion à l'acide, et la vitesse d'analyse était considérablement accrue.

Fluorescence X à dispersion d'énergie (FRXDÉ). La détection de métaux dans des sols contaminés et des matériaux de référence a donné des résultats qui concordaient bien avec ceux obtenus à l'aide des méthodes classiques de digestion sur plaque chauffante. Les mesures obtenues par FRXDÉ dépendaient, a-t-on constaté, de l'homogénéité, de la granulométrie, de la teneur en humidité et de diverses concentrations de différents métaux dans la matrice du sol. Lors de tests sur le terrain, on a dosé tous les jours 11 métaux différents dans 35 échantillons. La limite de détection était médiocre dans le cas de certains métaux, mais il y avait une étroite corrélation entre les données obtenues sur le terrain par FRX et les données obtenues en laboratoire dans le cas de l'arsenic ($r = 0,81$), du cuivre ($r = 0,83$) et du plomb ($r = 0,93$).

SITUATION

Les démonstrations en laboratoire et sur le terrain prévues dans le cadre de ces travaux sont maintenant terminées. L'ASL Analytical Services Laboratories Ltd. travaille actuellement à la rédaction d'un rapport technique qui, prévoit-on, sera publié au début de 1995.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Cette fiche technique a été préparée par l'ASL Ltd. pour le compte du:
Programme DETALC, Direction du développement technologique,
Service de la protection de l'environnement,
Environnement Canada,
Hull (Québec) Canada

En collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des
Parcs de la Colombie-Britannique

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:

L. Keller, Environnement Canada (819) 953-0962
J. Ward, Ministère de l'Environnement, des Terres et des
Parcs de la C.-B. (604) 387-9951



Environnement
Canada

Environment
Canada



Province of
British Columbia

BC
Environment



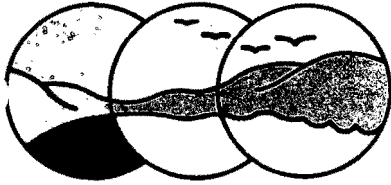
LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN

Tableau 1. Résumé des techniques de contrôle en temps quasi réel (CTQR)

Technique CTQR	Contaminants étudiés	Technique comparative	Principales constatations	
			Avantages	Inconvénients
Extraction par fluide supercritique (EFS)	HAP et PC	Extraction au Soxhlet	Plus rapide que l'extraction au soxhlet ¹ Transportable sur le terrain Utilise peu de solvant	Le sol humide doit être asséché Coûts d'utilisation plus élevés que la méthode au soxhlet ² Faible taux de récupération avec certains analytes
Technique d'immunodosage	HAP, PCB et PC	Extraction au soxhlet, puis CG/SM ou CG/DCE	De 40 à 200 échantillons/jour Plus économiquement rentable ³ Bonnes corrélations avec des techniques comparatives: PCB (86 %), HAP (82 %), PCP (89 %)	Obtention de faux négatifs (de 10 à 20 %) Analyses de confirmation nécessaires Réactivité avec d'autres analytes
Micro-extraction en phase solide	BTEX	Espace de tête avec CG/DIF	Transportable sur le terrain Rapide (1 échantillon/heure) Résolution complète des BTEX	Acceptée à des fins de réglementation Coût ⁴ Non-sélectivité du détecteur DIF
Extraction rapide puis CLHP /fluorescence	HAP	Extraction au soxhlet et détection par CG/SM	Transportable sur le terrain Rapide (2 échantillons/heure) Économiquement rentable ⁵	Résolution partielle seulement des HAP
Digestion assistée par micro-ondes	Métaux-traces	Digestion sur plaque chauffante	Transportable sur le terrain Rapide (12 échantillons/heure) Résultats comparables à ceux avec la technique sur plaque chauffante	Coûts d'utilisation élevés ⁶
Fluorescence X à dispersion d'énergie	Métaux-traces	Digestion sur plaque chauffante avec détection par AA ou ICP	Transportable sur le terrain Rapide (5 échantillons/heure) Économiquement rentable ⁷	L'échantillon doit être préparé Limites de détection médiocres avec certains métaux

¹L'EFS permet d'analyser 8 échantillons/heure, tandis que l'extraction au Soxhlet prend toute la nuit. ²La rentabilité économique de l'EFS réside dans un plus grand nombre d'échantillons analysés plutôt que dans une diminution des coûts d'opération. ³Le coût de l'immunodosage par échantillon varie selon le type de trousses utilisées et le coût par jour du personnel sur le terrain, mais les coûts sont, en général, de 40 à 60 % inférieurs à ceux de méthodes comparables appliquées en laboratoire. ⁴Le coût par échantillon est comparable au coût de l'analyse des BTEX par la méthode de l'espace de tête. ⁵Les économies typiques devraient s'approcher de 50 % ou plus par rapport à la méthode au soxhlet/CG/SM. ⁶Vu le coût de la source de micro-ondes et des contenants de digestion, cette méthode serait de 5 à 10 fois plus coûteuse que la méthode comparable par digestion sur plaque chauffante. ⁷Typiquement, les appareils représentent de 30 à 40 % du coût de la SEO-ICP; les économies réalisées devraient être considérables, car il n'est pas nécessaire de digérer les échantillons.

Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

TO
878
028

APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE DU BIORÉACTEUR MOBILE *EX SITU*
À L'ASSAINISSEMENT DES SOLS CONTAMINÉS AUX HYDROCARBURES
DON RIVER VALLEY, EAST YORK, TORONTO (ONTARIO)

No. 27

NATURAL ENVIRONMENT RECOVERY INC., RICHMOND HILL (ONTARIO)

-SOMMAIRE DE PROJET-

Mars 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a établi le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), soutenu et administré dans le cadre d'accords bilatéraux fédéraux-provinciaux/territoriaux.

Le Programme de mise au point et de démonstration de techniques touchant les lieux contaminés (DETALC) a été institué pour réaliser l'objectif du PNALC de collaborer avec l'industrie pour stimuler la mise au point et la démonstration de technologies nouvelles et novatrices capables de résoudre des problèmes critiques en assainissement de sites contaminés.

Le procédé de biorestauration *ex situ* mis au point par la firme Natural Environment Recovery (NER) Inc. fait partie des techniques novatrices choisies aux fins de participation au programme.

TECHNOLOGIE SOUTENUE PAR LE PROGRAMME DETALC

Environnement Canada et le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (MEEO) ont partiellement financé le projet, par l'entremise du programme fédéral-provincial DETALC. Le programme a souscrit 460 000 \$ à ce projet, dont le coût global estimatif est de 1 340 000 \$.

APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE

La biorestauration fait appel à l'utilisation de micro-organismes et à leurs processus métaboliques pour transformer les contaminants en substances moins nocives telles le bioxyde de carbone et l'eau. Avec le soutien du programme DETALC, la firme NER a mis au point une technologie de biorestauration *ex situ*. Cette technologie regroupe les méthodes de biorestauration aérobie, exclusives à la firme NER, à des réacteurs mobiles «Biox». Durant le traitement, les terres déblayées sont placées dans des réacteurs dotés de systèmes de distribution qui transportent

des substances nutritives, des microbes aérobies et le Fiton^{MC}, un biostimulant en propriété exclusive de NER. Les réacteurs Biox sont conçus pour également récupérer et recycler ces ingrédients qui servent au procédé de biorestauration.

Dans le cadre du programme DETALC, NER a appliqué sa technologie de biorestauration *ex situ* à la dépollution d'environ 7 000 m³ de sols contaminés. NER avait pour mandat d'appliquer ses réacteurs Biox à la restauration des sols et à l'amélioration de leurs caractéristiques en conformité des critères du MEEO pour les terres à parc et résidentielles.

HISTORIQUE DU SITE

Le site retenu pour cette démonstration est situé à Don River Valley, East York, Toronto. Sa superficie est d'environ 12 hectares, et il est près d'une grande autoroute, d'une piste cyclable et d'un secteur résidentiel.

Polyresins et Domtar, les anciens occupants de ces lieux, y ont respectivement exploité des usines de traitement de peinture et de fabrication de papier. Entre 1989 et 1991, trois firmes d'experts-conseils indépendantes y ont mené des études de caractérisation. Leurs rapports font état de contamination des sols par des composés organiques volatils (COV), y compris l'éthylbenzène, le xylène et le styrène, ainsi que par des composés d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dont des naphthalènes et des méthyl-naphthalènes. NER a également soumis des échantillons de déblais à un laboratoire indépendant. Les résultats de ces analyses ont révélé une teneur en hydrocarbures pétroliers totaux (HPT), en éthylbenzène et en xylène supérieure aux seuils limites prescrits par le MEEO pour les parcs et les secteurs résidentiels. NER a également décelé des teneurs excessives en HAP, mais seulement par endroits ponctuels.

SOMMAIRE DU PROJET DE DÉMONSTRATION

NER s'est servi, pour ce projet, de huit (8) réacteurs Biox. Chaque réacteur fonctionnait en autonomie et pouvait traiter 60 m³ de déblais. À plein rendement, les huit réacteurs peuvent traiter 480 m³ de sols par lot.

La Figure 1 illustre la conception générale du réacteur Biox doté d'un système de vaporisation/percolation. La suspension microbienne est mise en contact avec les déblais dans chaque réacteur par le système de vaporisation/percolation illustré ou par un système d'injection à sondes, NER ayant mis ces deux systèmes à l'essai.

Système de vaporisation/percolation : NER a conçu le système de vaporisation/percolation pour traiter les sols à gros éléments. Le système se compose de becs pulvérisateurs en hauteur, montés le long des faces latérales et frontale du réacteur, qui répandent la suspension de microbes, de substances nutritives et de Fiton^{MC} sur la surface supérieure du sol. Sous l'effet de la gravité, la suspension traverse les déblais de terre et se décharge dans un bac. On pompe alors le percolat liquide du bac vers un réservoir de rétention, le réintroduisant ainsi dans le cycle du procédé. En traversant les déblais, la suspension microbienne entre en contact avec les contaminants et amorcent leur biodégradation.

NER a creusé en trois endroits différents du site et a commencé le projet par la mise à l'essai du système de distribution par vaporisation. NER a appliqué cette méthode de traitement à trois lots distincts (24 remplissages du réacteur). Un des lots (360 m³) n'a pas atteint les seuils prescrits par les critères du MEEQ; la durée de traitement de plusieurs des lots n'a pas correspondu de façon persistante à l'objectif de NER de réaliser la restauration en sept jours.

NER a alors soupçonné que la principale cause des résultats inégaux du traitement résidait dans la faible conductivité hydraulique des sols de ce site. Des études ont permis de déterminer leur teneur élevée en sols limoneux et argileux à éléments fins, d'une conductivité hydraulique se situant entre $2,0 \times 10^{-6}$ cm/sec et $1,5 \times 10^{-7}$ cm/sec. Sous la seule force de la gravité, le flux de la suspension microbienne était trop lent. Cette lenteur entravait l'efficacité du procédé de biorestauration. NER a par la suite entrepris de traiter les déblais avec un système d'injection à sondes.

Système d'injection à sondes : NER a conçu le système d'injection à sondes pour les sols à éléments fins de faible conductivité hydraulique. Le système utilise huit (8) paires de sonde par réacteur (16 sondes par réacteur). La Figure 2 en illustre la conception. Chaque paire est enfoncée à travers la couche supérieure du sol contenu dans le réacteur, à intervalles réguliers. La suspension microbienne est expulsée par les orifices des sondes, au moyen d'une pompe, à diverses profondeurs du sol traité. L'énergie cinétique du fluide morcelle les mottes compactes de terre et permet à la suspension microbienne d'entrer en contact

avec les contaminants. De plus, le mélange simultané de microbes, du Fiton^{MC}, et des substances nutritives avec les sols contaminés forme un milieu idéal pour la biorestauration.

Lors des essais initiaux du système, NER a traité des sols d'une teneur en argile de 24 %. Ces essais initiaux ont été concluants, NER traitant en tout 585 m³ de déblais par cette méthode.

NER a fait parvenir tous les échantillons de sol à un laboratoire indépendant agréé qui les a analysés pour y déceler la présence de composés d'hydrocarbures pétroliers totaux, de BTEX et de HAP. Les techniciens de NER ont prélevé ces échantillons au moyen de sondes enfoncées aléatoirement en huit points du réacteur. Les échantillons ont été combinés et mélangés afin de constituer un échantillon composite pour chaque réacteur. Dans le cas des lots de plus grande taille, NER a combiné et mélangé les échantillons composites de jusqu'à quatre (4) réacteurs pour constituer un échantillon de lot composite.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION DE LA TECHNOLOGIE

Le Tableau 1 montre les résultats des deux lots traités en conformité des normes pour les terres à parc/résidentielles par le système de vaporisation/percolation. Le système se révèle efficace en sol poreux. Pour le lot n° 1, contenant des sols à éléments fins, la suspension microbienne n'a pas atteint les contaminants et seule la couche supérieure du sol a été restaurée.

Le Tableau 2 montre les résultats de trois lots traités au moyen du système d'injection à sondes. Ce système convient manifestement mieux au sol argileux/limoneux de ce site. NER entend s'en servir pour traiter les déblais au rythme d'un (1) lot par sept jours de façon persistante.

NER a également mené des essais de la qualité d'air ambiant durant l'excavation et le traitement des déblais. L'émission globale de substances volatiles n'a pas dépassée les normes au point de contact prescrites par le Règlement 308 pris en application de la Loi sur la protection de l'environnement. Lors de trois essais distincts par tubes dragueurs pour évaluer la qualité de l'air dans les réacteurs, aucun composé BTEX n'a été décelé au-delà de la limite de détection de la méthode, soit 10 ppm. NER restreint l'émission de vapeur en recouvrant tous les tas de déblais d'une toile.

Le coût de traitement associé à la technologie de biorestauration *ex situ* de NER se situe entre 50 \$ et 60 \$ la tonne. Ce coût dépend du volume à traiter, de la teneur et du type de contaminants organiques présents dans les sols et du seuil d'assainissement à viser. Il n'inclut pas les coûts d'excavation, de transport du matériel et d'analyse en laboratoire.



Les résultats amènent NER à conclure que sa technologie de biorestauration mobile *ex situ* :

- peut restaurer les sols contaminés par toute une gamme de composés d'hydrocarbures en conformité des normes du MEEQ pour les terres résidentielles et les parcs;
- peut traiter avec succès les sols d'une conductivité hydraulique aussi faible que $2,0 \times 10^{-6}$ cm/sec, et d'une teneur en argile aussi élevée que 24 %;
- peut offrir une option rentable de traitement sur place des sols contaminés.

ÉTAT DES TRAVAUX

Les travaux ont provisoirement été interrompus au site, pour la durée de l'hiver. NER prévoit les reprendre en avril 1995 et terminer le projet d'ici à septembre 1995.

Tableau 1 - Résultats du traitement par le système de vaporisation/percolation

Composé	Critères du MEEQ (ppm)	Lot n° 1		Lot n° 2		Lot n° 3	
		Non poreux		Poreux		Mélange	
		Début (ppm)	14 jours (ppm)	Début (ppm)	14 jours (ppm)	Début (ppm)	30 jours (ppm)
HPT	100	2 245	a/r	4 590	< 40	682	72
Benzène	0,05	< 0,02	a/r	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Toluène	1	< 0,02	a/r	< 0,02	< 0,02	0,39	0,03
Éthylbenzène	0,5	6,70	a/r	5,17	0,08	0,32	0,02
Xylènes	1	56,69	a/r	8,54	0,43	1,42	0,37

Nota : a/r = aucune réduction

Au début, seul le lot n° 2 contenait des HAP en excédent des critères du MEEQ. Le procédé les a ramenés en deçà des critères du MEEQ dans la période de 14 jours.

Les critères s'appliquent aux terres résidentielles/à parc où l'eau souterraine n'est pas potable.

Tableau 2 - Résultats du traitement au moyen du système d'injection à sondes

Composé	Critères du MEEQ (ppm)	Moyenne de 3 analyses de déblais (24 % argile) (ppm)	Lot n° 1	Lot n° 2	Lot n° 3
			Après 4 jours (ppm)	Après 7 jours (ppm)	Après 10 jours (ppm)
HPT	100	506	55	93	90
BTEX					
Benzène	0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Toluène	1	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Éthylbenzène	0,5	2,14	0,14	0,16	0,05
Xylènes	1	0,95	0,55	0,73	0,22

Nota : Aucun HAP décelé dans ces échantillons.

Les critères s'appliquent aux terres résidentielles/à parc où l'eau souterraine n'est pas potable.

AVERTISSEMENT/AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été vu par la Direction générale du développement technologique d'Environnement Canada. Sa teneur ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques des organismes que représente le programme DETALC. Toute mention de marque de commerce ou de produit ne constitue en aucune façon une recommandation ou un appui quant à son emploi.

La présente fiche technique sommaire a été préparée par NER et se fonde sur un rapport intitulé *Using Process Engineering to Increase the Effectiveness of the Natural Environment Recovery Mobile Ex Situ Bio Reactor Technology*. Le rapport est présentement à l'étape finale de révision et sera soumis au MEEQ et à Environnement Canada en mars 1995.

POUR OBTENIR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS, VEUILLEZ COMMUNIQUER AVEC :

Lisa Keller, Direction générale du développement technologique, Environnement Canada, (819) 953-0962

Doug Vallery, Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario, (416) 323-4476

Figure 1 - Réacteur Blox

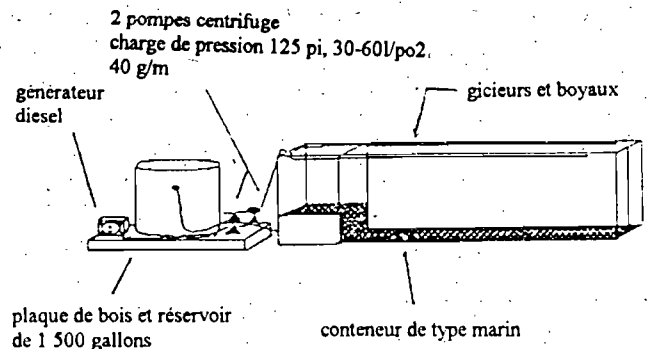
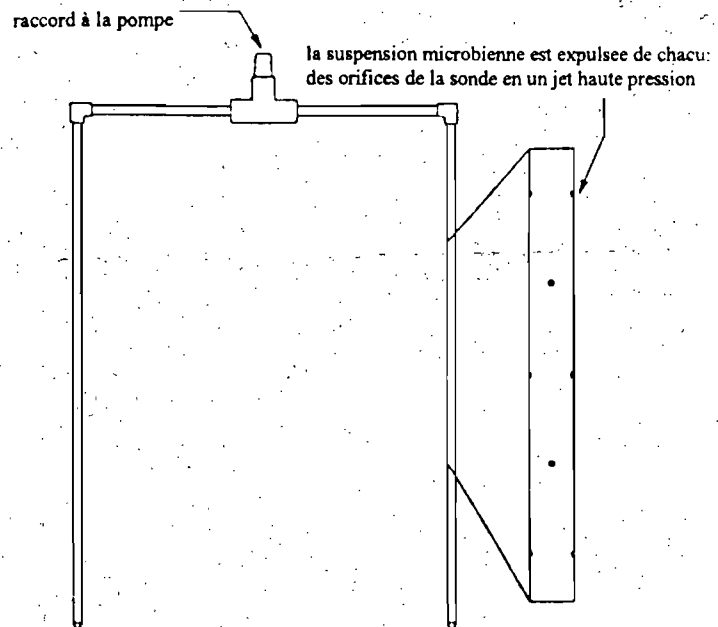
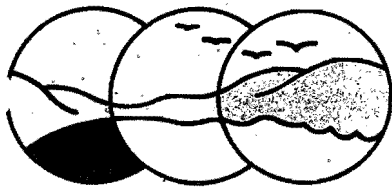


Figure 2 - Sonde à injection



Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

VALIDATION SUR LE TERRAIN DES MÉTHODES D'ESSAI POUR L'ÉVALUATION DES DÉCHETS SOLIDIFIÉS CENTRE TECHNIQUE DES EAUX USÉES - BURLINGTON, ONTARIO

No. 28

- RÉSUMÉ DU PROJET -

Avril 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) reconnaissait la nécessité d'adopter une approche nationale cohérente permettant d'établir des priorités et d'assainir les terrains contaminés à risque élevé du Canada. C'est pourquoi le CCME a mis sur pied le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), financé et géré dans le cadre d'ententes bilatérales entre le fédéral, les provinces et les territoires.

Le Programme de développement et de démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés (DETALC) est un volet du PNALC, mis en place pour répondre à l'objectif de collaboration avec l'industrie pour stimuler la création et la démonstration de nouvelles techniques novatrices qui permettraient de résoudre les problèmes techniques à l'assainissement des lieux contaminés.

L'étude de validation sur le terrain des méthodes d'essai pour l'évaluation des déchets solidifiés est un nouveau projet, entrepris en janvier 1993 dans le cadre du programme DETALC.

TECHNOLOGIE APPUYÉE PAR LE DETALC

On fait appel aux procédés de stabilisation et de solidification (s et s) au moyen de liants à base de ciment pour améliorer les propriétés physiques et chimiques des déchets avant de les utiliser ou de s'en défaire.

Malheureusement, même si une vaste gamme de méthodes d'essai est disponible, il n'existe aucune méthode standard d'évaluation de l'efficacité d'un procédé de s et s.

Le Centre technique des eaux usées (CTEU) a proposé une série de méthodes d'essai pour l'évaluation des propriétés physiques et chimiques intrinsèques d'un déchet solidifié (Rapport SPE 3/HA/9 d'Environnement Canada). L'essai évalue la capacité du déchet solidifié à retenir les contaminants à long terme, selon diverses possibilités d'utilisation et d'élimination.

Même si les études antérieures ont permis de mettre sur pied une riche base de données de fond des propriétés des déchets solidifiés selon les techniques les plus modernes, on n'a pas pu établir encore de rapport entre les propriétés mesurées en laboratoire et le comportement des déchets solidifiés sur le terrain; c'est à quoi s'attaque à l'heure actuelle le CTEU.

Le financement de ce projet a été assuré jusqu'à maintenant par le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario, le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique et Environnement Canada dans le cadre du DETALC, le programme de

financement provincial/fédéral conjoint (540 000 \$), ainsi que par l'Environmental Protection Agency des États-Unis (106 000 \$).

Ont apporté au projet des connaissances spécialisées et des contributions non financières, Laidlaw Environmental Services Limited, Shaw-Eurocan Environmental Inc., Standard Slag Cement, Lafarge Canada Inc., National Silicates Limited et Beachville Lime.

APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE

Les méthodes d'essai proposées pour l'évaluation des déchets solidifiés seront utilisées par les producteurs de déchets, les fournisseurs de techniques de s et s et les responsables de la réglementation pour examiner de nouvelles méthodes de gestion des déchets qui soient acceptables aux plans économique et environnemental.

La validation sur le terrain des méthodes d'essai permettra aux utilisateurs potentiels d'adopter celles-ci en toute confiance.

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Le mélange des déchets dangereux avec des liants hydrauliques comme le ciment Portland ou les cendres volantes pouzzolaniques des centrales thermiques peut permettre d'immobiliser les contaminants de deux manières : 1) en les liant chimiquement sous une forme insoluble et 2) en les emprisonnant physiquement dans une matrice rigide, imperméable et durable.

Le protocole proposé d'évaluation des déchets solidifiés tient compte des caractéristiques de base de la matrice des déchets solidifiés et de l'immobilisation chimique et physique des contaminants, afin d'évaluer la stabilité environnementale du produit solidifié.

L'étude de validation sur le terrain du protocole avait les deux objectifs suivants :

- 1) comparer les caractéristiques de lessivage d'un produit solidifié sur le terrain avec celles d'un produit solidifié en laboratoire et établir des rapports entre ces caractéristiques;
- 2) examiner de façon critique les critères proposés de performance d'un produit solidifié soumis aux essais prescrits en laboratoire.

RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE DE VALIDATION SUR LE TERRAIN

La période initiale de l'étude de validation sur le terrain du protocole du CTEU devrait s'étendre sur trois ans. Ce projet peut être subdivisé en trois volets principaux :

- I. Choix des déchets et mise au point du procédé de s et s
- II. Solidification sur le terrain
- III. Surveillance de la cellule de décharge et évaluation des résultats

La solidification sur le terrain a été réalisée en octobre 1993 et la première année de surveillance a été achevée.

RÉSUMÉ DE LA DÉMONSTRATION DU PROJET

On a choisi d'utiliser pour le travail sur le terrain de la poussière de four électrique à arc. Il s'agit d'une poussière très fine d'un brun rougeâtre foncé, renfermant des concentrations élevées de bore, de chrome, de cuivre, de plomb, de mercure, de nickel et de zinc. La mise au point d'un procédé de s et s a comporté des expériences initiales en plan factoriel avec des liants hydrauliques génériques pour choisir un système efficace de cimentation, puis le choix d'adjuvants, en fonction de la résistance initiale. Un système liant, composé de 62,5 % de laitier granulé de haut-fourneau, de 25 % de chaux, de 7,5 % de fumée de silice et de 5 % de silicate de sodium pour un rapport $\text{Na}_2\text{O}/\text{Si}_2$ de 1/1 a été choisi. Des essais par lots comportant divers rapports liants/déchets selon le protocole d'évaluation des déchets solidifiés du CTEU ont permis de choisir un rapport de 4/3 pour le travail sur le terrain. Comme l'on peut s'y attendre pour la plupart des déchets solidifiés monolithiques, le produit solidifié répond au protocole d'évaluation des déchets solidifiés en immobilisant physiquement les contaminants.

Une décharge expérimentale a été placée dans la couverture d'argile compactée de 6 m d'épaisseur de la décharge de déchets dangereux exploitée par la Laidlaw Environmental Services près de Sarnia en Ontario. La cellule expérimentale a été construite sous forme d'une pyramide inversée de 3 m de profondeur maximale au centre et de 18 m x 18 m de base. Le revêtement et le système de collecte des lixiviats de la cellule se composent, de bas en haut, de l'argile compactée, d'une membrane géotextile, d'un réseau de drainage, d'un revêtement de membrane flexible et d'une autre membrane géotextile. Le lixiviat est recueilli au-dessus et au-dessous de la membrane flexible. Une couche de 0,5 m de sable silteux de 10^{-6} m/s de perméabilité a été placée tout autour du matériau solidifié.

Le brassage des déchets solidifiés a été effectué au moyen d'un système de traitement mobile composé d'une bétonnière haute puissance centrale, entourée de trémies sur des cellules dynamométriques, pour chacune des composantes du mélange. Quatre cent quatorze (414) lots de 0,15 m³ de déchets solidifiés ont été préparés au cours d'une période de onze jours et ont produit quelque 63 m³ de matériau solidifié dans la cellule. Les déchets fraîchement solidifiés ont été extraits de la bétonnière au moyen d'une pompe à piston et consolidés par sonde vibrante.

Des carottes ont été prélevées dans la masse de déchets solidifiés 56 jours, 6 mois et un an après la mise en place et seront prélevés encore deux fois, à six mois d'intervalle. Les carottes ont été soumises aux trois niveaux d'essais en laboratoire conformément au protocole du CTEU, parallèlement aux échantillons de sédiments solidifiés durcis en laboratoire.

AVERTISSEMENT

Le document a été revu par la Direction générale du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes représentés par le DETALC. Le fait de mentionner des marques déposées ou des noms de produits commerciaux ne doit pas être interprété comme une forme de recommandation.

On prélève le lixiviat à peu près tous les mois au moyen de cheminées de collecte et de sondes hygrométriques installées dans le sable qui entoure la masse de déchets. Le lixiviat est analysé pour en déterminer la présence des principaux contaminants et des paramètres classiques: c'est-à-dire pH, potentiel d'oxydo-réduction, TSS, TSD et d'autres paramètres intéressants, comme le calcium, l'aluminium, le carbonate et d'autres anions.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

On a découvert que les propriétés physiques des échantillons de terrain variaient plus que celles des échantillons de laboratoire. La résistance de l'échantillon de 56 jours était faible, mais la résistance élevée prévue a été observée pour l'échantillon de six mois, ce qui révèle que le durcissement sur le terrain a bien lieu, mais plus lentement que prévu. La conductivité hydraulique *in situ* semble être de plusieurs ordres d'amplitude plus élevée que ne le laissent supposer les résultats des expériences en laboratoire.

ÉTAT

On prévoit utiliser un endoscope de sondage pour examiner la continuité du monolithe de déchets. La collecte, l'évaluation et la comparaison des données de lessivage en laboratoire et sur le terrain sont en cours. Une comparaison statistique sera effectuée pour déterminer toute différence significative entre les résultats du protocole du CTEU pour les déchets solidifiés sur le terrain et les résultats obtenus pour la solidification en laboratoire. Cette comparaison permettra aussi d'examiner les changements des propriétés des déchets solidifiés au fil du temps.

Le rapport existant entre les propriétés sur le terrain et les résultats en laboratoire sera étudié. On fera l'examen critique de la qualité d'lixiviat, à la lumière des conclusions concernant la qualité des déchets solidifiés, d'après les résultats du protocole du CTEU.

Un rapport provisoire pour la préparation du terrain et des déchets a été présenté aux collaborateurs financiers, qui en font à l'heure actuelle l'examen critique. Un rapport final devrait paraître en mars 1996.

Résumé du projet préparé par le Centre technique des eaux usées pour :

Le programme DETALC, Direction générale
du développement technologique
Service de la protection de l'environnement,
Environnement Canada

en collaboration avec :

le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario
le ministère de l'Environnement,
des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique
l'Environmental Protection Agency des États-Unis

Pour plus de précisions, veuillez communiquer avec :

L. Keller, Environnement Canada (819) 953-0962
J. Stegemann, Centre technique des eaux usées (905) 336-4738
G. Castonguay, MOEE (416) 323-5214
Kul Bindra, Environnement, Terres et Parcs de la C.-B.
(604) 387-3648

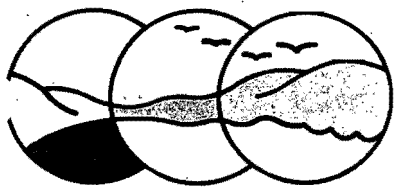


Environnement
Canada

Environment
Canada



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

ÉTUDE DE FILTRAGE BIOLOGIQUE AVEC MOUSSE DE TOURBE GEMTEC Limited, Fredericton (Nouveau-Brunswick)

No. 29

- Résumé de projet -

Juin 1995

Introduction

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est financé et géré grâce à des ententes bilatérales entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement des lieux contaminés) a été mis sur pied dans le cadre du PNALC pour aider à réaliser l'objectif visé par ce dernier et consistant à collaborer avec l'industrie pour stimuler la création et la démonstration de nouvelles technologies de pointe permettant de régler les problèmes importants d'assainissement des lieux contaminés.

Parmi les projets de recherche choisis dans le programme DETALC figure l'étude de la mousse de tourbe comme filtre dans la gestion des lixiviats. L'étude a été financée conjointement par Environnement Canada et le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick dans le cadre du programme DETALC.

Application de la technologie

La GEMTEC Ltd. est une société d'experts-conseils du Nouveau-Brunswick, exploitée dans cette province et possédant une expertise dans le génie géotechnique appliqué aux ouvrages, aux installations de services publics et aux infrastructures, dans tous les aspects des ressources en eau souterraine, leur protection et leur assainissement. Elle offre en outre des services de contrôle de la qualité et d'essai en génie de la construction.

Ce projet du programme DETALC a pour principal objectif d'évaluer l'utilisation de la mousse de tourbe pour décontaminer les eaux souterraines dans les décharges (dépotoirs) ou près de celles-ci. La mousse de tourbe est une ressource abondante au Nouveau-Brunswick et son emploi présente une solution de remplacement rentable pour éliminer certains contaminants comme les métaux lourds, les matières nutritives et les composés organiques contenus dans les eaux souterraines.

Historique

Le potentiel de contamination des eaux souterraines par la lixiviation des décharges de déchets solides non surveillées (dépotoirs) constitue une préoccupation importante en matière de protection de l'environnement. Il est donc important d'élaborer des technologies de traitement pour contrôler et décontaminer efficacement les eaux souterraines dans ces sites ou près de ceux-ci.

Au Nouveau-Brunswick, le ministère de l'Environnement a entrepris la mise en œuvre d'un programme visant à fermer plus de 150 dépotoirs dans la province qui seront remplacés par un certain nombre d'installations régionales de gestion des déchets. Même si les décharges seront mises hors service après l'adoption de directives sévères, la protection des ressources en eau environnantes demeurent une préoccupation.

Travaux bénéficiant de l'appui du programme DETALC

La Gemtec Ltd. a été financée par le programme DETALC pour réaliser une étude d'évaluation du potentiel d'utilisation de la mousse de tourbe du Nouveau-Brunswick pour filtrer les lixiviats provenant des décharges. Le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick et Environnement Canada ont contribué la somme totale de 35 000 \$. Les fonds de la province proviennent du Fonds en fiducie pour l'Environnement.

Description du projet

La première phase du projet a consisté à réaliser des expériences en laboratoire pour évaluer la capacité de filtration de la tourbe de sphaigne du Nouveau-Brunswick et pour déterminer les conditions d'exploitation optimales pour des systèmes à l'échelle réelle. Des colonnes verticales remplies de tourbe ont servi à évaluer les effets de l'épaisseur de la couche, la charge organique, la compaction du lit, la charge hydraulique et les changements des paramètres des lixiviats comme le pH. La durée de vie des filtres de tourbe et les avantages d'utiliser plusieurs filtres biologiques en série ont également été étudiés.

La deuxième phase consistera à construire une installation de filtrage biologique à plus grande échelle à l'une des décharges de la province. Les incidences des conditions comme les températures de précipitation et de gel seront analysées. Enfin, les modes d'élimination des filtres usés seront évalués tout comme les coûts globaux d'exploitation des systèmes à filtres biologiques.

Résultats de la démonstration

À ce jour, les résultats indiquent que la mousse de sphaigne peut servir à traiter efficacement les lixiviats et les eaux souterraines contaminées dans les décharges. Les taux d'élimination des contaminants atteints à ce jour sont énumérés au tableau 1.

D'autres données indiquent qu'il n'y a pas, en général, de différence significative au niveau de l'efficacité du traitement entre les charges hydrauliques élevées (12 cm/j) et faibles (4 cm/j).

Il y a, cependant, une différence marquée selon l'épaisseur de la couche; les taux d'élimination sont plus élevés dans les colonnes de 60 cm que dans celles de 30 cm.

La compaction du lit n'a pas semblé avoir d'effet sur les taux d'élimination; cependant, un taux de compaction plus élevé de la couche cause une résistance significative de l'écoulement à travers la colonne.

Les données à ce jour révèlent que les filtres biologiques en tourbe utilisés seuls ou combinés à d'autres étapes de traitement, permettent de respecter les normes actuelles.

État de la situation

La partie de l'analyse en laboratoire est terminée. La partie se déroulant sur le terrain débutera en avril 1995.

Ce résumé technique du projet a été préparé par la Gemtec Limited pour: Le Programme DETALC, Direction générale du développement technologique, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Hull (Québec). En collaboration avec: le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick

Pour plus d'information sur ce projet ou sur le Programme national d'assainissement des lieux contaminés, veuillez vous adresser à :

Louise Steward, ministère de l'Environnement du N.B.
(506) 457-4848

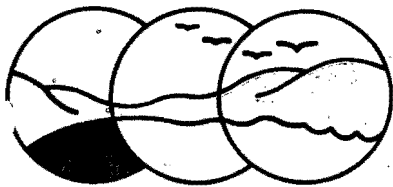
Robert Lutes, P. Eng. Gemtec Ltd. (506) 453-1025
Lisa Keller, Environnement Canada (819) 953-0962

Tableau 1 Qualité des effluents biofiltrés vs charge hydraulique

	Lixiviat brut	Charge hydraulique			Épaisseur de la couche		Compaction de la couche (g/cm ³)	
		4 cm/j	8 cm/j	12 cm/j	30 cm	60 cm	0,20	0,25
Total des solides en suspension	130	3	3	7	20	6	2	3
Demande biochimique totale	940	2	2	9	300	4	4	3
Demande chimique totale	1500	190	420	640	630	160	350	400
Chrome	12,7	0,02	0,02	0,02	3,2	0,00	0,00	0,00
Fer	89,7	0,13	0,45	0,37	0,09	0,06	0,09	0,10
pH	6,84	3,44	3,61	4,11	2,98	2,97	3,06	3,06

Unité: mg/L sauf pour le pH

AVERTISSEMENT ET AVIS D'EXAMEN: Le présent document a été examiné par la Direction générale du développement technologique d'Environnement Canada. Son contenu ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes représentés par le programme DETALC. La mention des marques déposées ou des produits commerciaux ne constituent pas une recommandation ou l'approbation de leur utilisation.



DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

TRACEURS DANS DES RÉGIMES D'ÉCOULEMENT À TRAVERS DU GRÈS POREUX FRACTURÉ GEMTEC Limited, Fredericton, Nouveau-Brunswick

No. 30

- Résumé du projet -

Juin 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est financé et géré grâce à des ententes bilatérales entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement des lieux contaminés) a été mis sur pied dans le cadre du PNALC pour aider à réaliser l'objectif visé par ce dernier et consistant à collaborer avec l'industrie pour stimuler la création et la démonstration de nouvelles technologies de pointe permettant de régler les problèmes importants d'assainissement des lieux contaminés.

Parmi les projets de recherche choisis dans le programme DETALC figure l'étude de traceurs chimiques dans un grès poreux fracturé pour la caractérisation des régimes d'écoulement. L'étude a été financée conjointement par Environnement Canada et le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick dans le cadre du programme DETALC.

APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE

La GEMTEC Ltd. est une société d'experts-conseils du Nouveau-Brunswick exploitée dans cette province et possédant une expertise dans le génie géotechnique appliqué aux ouvrages, aux installations de services publics et aux infrastructures, dans tous les aspects des ressources en eau souterraine, leur protection et leur assainissement. Elle offre en outre des services de contrôle de la qualité et d'essai en génie de la construction.

Ce projet du programme DETALC a pour objectif d'évaluer l'utilisation de traceurs chimiques, en plus des essais hydrauliques classiques, pour caractériser les régimes d'écoulement dans un grès poreux fracturé.

Environ la moitié de la province du Nouveau-Brunswick repose sur un grès pennsylvanien, substratum fracturé et poreux souvent exploité pour ses ressources en eau. La libération de contaminants, comme des hydrocarbures, dans ces aquifères créent un danger de pollution pour les ressources souterraines voisines.

Lorsqu'on évalue le régime d'écoulement des contaminants dans ces grès poreux fracturés, il est souvent difficile de prévoir les directions et les vitesses d'écoulement selon les techniques classiques. Les essais hydrauliques sur le terrain peuvent être complétés par l'introduction et la surveillance de traceurs chimiques. Une telle méthode peut permettre d'améliorer l'évaluation de l'écoulement des eaux souterraines et des contaminants à travers les diverses roches du socle.

HISTORIQUE DU SITE

Les programmes d'essai sur le terrain porteront sur deux sites situés au Nouveau-Brunswick. Au site A, un panache d'eau souterraine contaminée à l'essence est actuellement assaini par un système de pompage et de traitement. Un essai par traceur à gradient forcé sera effectué à ce site. Le site B sera une carrière de grès choisi en conséquence là où la géologie convient à des essais par traceur à gradient naturel ou forcé.

TRAVAUX BÉNÉFICIAIRE DE L'APPUI DU PROGRAMME DETALC

Le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick et Environnement Canada ont contribué la somme de 65 000 \$. Les fonds de la province proviennent du Fonds de fiducie pour l'Environnement.

DESCRIPTION DU PROJET

En se basant sur les résultats des études en laboratoire et sur le terrain, on établira un protocole pour l'ajout et la surveillance de traceurs dans divers contextes hydrogéologiques. Les travaux de laboratoire incluront des expériences en colonnes et la détermination des caractéristiques matricielles d'échantillons de grès représentatifs.

Aux deux sites proposés pour l'étude, on déterminera la vitesse linéaire moyenne de l'eau souterraine et la porosité efficace. On élaborera ensuite un modèle pour évaluer le lien qui existe entre la porosité et la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine en se basant sur les caractéristiques du grès intact et fracturé.

RÉSULTATS ACTUELS

Après analyse documentaire et essais en laboratoire, on a choisi pour les essais sur le terrain le bromure de sodium (NaBr), traceur persistant dans les eaux souterraines. Le bromure a donné des résultats concluants comme traceur persistant dans les eaux souterraines dans plusieurs études sur le terrain notamment celle de Borden. Il se comporte comme le chlorure mais sa concentration est beaucoup plus faible dans la plupart des milieux naturels phréatiques. De plus, on peut détecter l'ion de bromure à des concentrations de 0,5 mg/L en se servant d'un appareil portable peu coûteux (on peut détecter le bromure (Br) dans l'eau souterraine par la mesure de la conductance spécifique mais les solides dissous totaux sont trop élevés pour que cette méthode soit utilisée aux sites proposés). On a plutôt perfectionné une méthode par spectrophotométrie qui permet d'analyser un grand nombre d'échantillons d'eau souterraine sur le terrain. Les deux méthodes analytiques ont été comparées par essais de laboratoire en colonnes. En voici les résultats.

Les essais en colonnes ont été réalisés en utilisant un perméamètre à charge constante. La colonne a été remplie d'un sable uniforme à une vitesse constante avant l'introduction du traceur. Celui-ci a ensuite été introduit à vitesse et concentration constantes. Des courbes de rupture ont été produites et utilisées pour calculer la vitesse et la dispersivité de l'eau souterraine. Ces expériences en colonnes avaient pour objectif de confirmer la persistance du bromure et d'évaluer la méthode par spectrophotométrie qui avait été mise au point pour mesurer la concentration de bromure.

AVERTISSEMENT ET AVIS D'EXAMEN

Le présent document a été examiné par la Direction générale du développement technologique d'Environnement Canada. Son contenu ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes représentés par le programme DETALC. La mention de marques déposées ou des produits commerciaux ne constituent pas une recommandation ou l'approbation de leur utilisation.

Les expériences en colonnes avec du chlorure et du bromure ont produit de courbes de rupture semblables, confirmant que le dernier serait un choix approprié. On a également démontré que la technique par spectrophotométrie choisie pourrait être utilisée avec succès sur le terrain.

Avant les essais sur le terrain, le ministère de la Santé et des Services communautaires du Nouveau-Brunswick a été consulté étant donné que les données sur la toxicité indiquaient qu'aux fortes concentrations (>580 mg/L) le bromure a des effets toxiques chez les animaux de laboratoire.

Le ministère de la Santé et des Services communautaires a analysé l'utilisation de bromure de sodium (NaBr) comme traceur dans l'eau souterraine et a déclaré que son utilisation ne pouvait pas être appuyée du point de vue toxicologique.

ÉTAT DE LA SITUATION

La partie de l'analyse en laboratoire est maintenant terminée. On entrevoit présentement de recourir à la rhodamine (Wt) comme teinture de traçage de remplacement même si la non persistance de ce composé le rend moins approprié au but visé. Les travaux sur le terrain ont été interrompus jusqu'à ce que cette question soit résolue. Un site a été aménagé dans une ancienne carrière pour y mener des essais de traçage mais on a dû l'abandonner à cause de vandalisme. D'autres sites dans des carrières sont actuellement évalués.

Cette description du projet a été préparé par la Gemtec pour:

Le Programme DETALC, Direction générale du développement technologique, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Hull (Québec)

En collaboration avec :
le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick

Pour plus d'information sur ce projet ou sur le Programme national d'assainissement des lieux contaminés, veuillez vous adresser à :

Geoff R. Dickson, P. Eng. - Gemtec Ltd., (506) 453-1025
Louise Steward, ministère de l'Environnement du N.-B.
(506) 457-4848

Rita Mroz, Environnement Canada, (902) 426-9405
Lisa Keller, Environnement Canada, (819) 953-0962

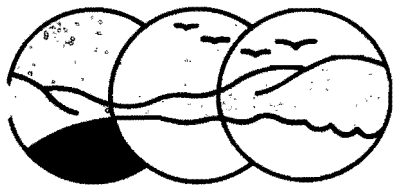


Environnement
Canada

Environnement
Canada

New Brunswick
Environnement / Environment

LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

ÉVALUATION DES CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCOULEMENT DE L'AIR DANS UN SOCLE DE GRÈS FRACTURÉ ET APPLICATION DE LA TECHNIQUE D'AÉRATION À GROSSES BULLES À UN SITE CONTAMINÉ AU PÉTROLE ADI NOLAN DAVIS, Fredericton (Nouveau-Brunswick)

- Résumé de projet -

No. 31

Juin 1995

Introduction

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est financé et géré grâce à des ententes bilatérales entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement des lieux contaminés) a été mis sur pied dans le cadre du PNALC pour aider à réaliser l'objectif visé par ce dernier et consistant à collaborer avec l'industrie pour stimuler la création et la démonstration de nouvelles technologies de pointe permettant de régler les problèmes importants d'assainissement des lieux contaminés.

Parmi les projets de recherche choisis dans le programme DETALC figure l'étude des caractéristiques de l'écoulement de l'air dans un socle de grès fracturé et l'application d'un aérateur à grosses bulles à un site contaminé au pétrole.

Application de la technologie

Dans de nombreux sites contaminés, des particules d'hydrocarbures sont adsorbées dans le sol et le socle sédimentaire fracturé reposant au-dessus de la nappe phréatique. L'aération à grosses bulles peut non seulement accélérer l'assainissement mais également nettoyer les sites à un niveau de décontamination supérieur à ce qui peut être atteint avec le seul système de pompage et de traitement. Les sites contaminés où le socle sous-jacent est fracturé offrent un défi particulier du fait de l'impossibilité de prédire la migration des vapeurs potentiellement explosives le long des joints et des fractures dans le socle. C'est pourquoi la technique d'aération à grosses bulles nécessite l'installation d'un système

d'extraction de vapeur techniquement au point pour capter et éliminer le panache de vapeur.

Travaux appuyés par le programme DETALC

L'étude est réalisée par ADI Nolan Davis et est conjointement financée (68 000 \$) par Environnement Canada et le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick dans le cadre du programme DETALC.

Ce projet a pour objectif d'élaborer une méthode générale permettant de déterminer par l'étude d'un gaz traceur les caractéristiques de l'écoulement d'air et de diffusion des gaz dans des zones non saturées situées dans un socle sédimentaire fracturé. Les géométries de migration du gaz traceur seront interprétées et utilisées pour prévoir les déplacements du panache de vapeur formé par l'aération à grosses bulles. L'aérateur à grosses bulles actuel sera surveillé pour déterminer son efficacité à lutter contre la contamination par les hydrocarbures.

Description du site

Le site choisi pour ce projet est une ancienne station-service située à Chatham (N.-B.). La stratigraphie est composée de 0,5 à 2,0 m d'un sol granuleux reposant sur un socle de grès fracturé. La nappe phréatique est située dans le socle à environ 2 à 3 m au-dessous de la surface du sol, et la contamination par le pétrole a été détectée dans le socle autant dans les zones saturées que non saturées.

L'assainissement du site a débuté en novembre 1994 par l'élimination du sol contaminé et d'un peu de roche de socle altérée dans une zone circonscrite. Étant donné l'appui offert par le programme DETALC pour réaliser l'étude sur l'aération à grosses bulles, le propriétaire du site a apparemment décidé de mettre en place un aérateur à grosses bulles dans le cadre du programme d'assainissement du site et a tenté de remplacer le système de pompage et de traitement initialement prévu.

L'installation et l'exploitation de l'aérateur à grosses bulles seront réalisées concurremment à ce projet du programme DETALC.

Description du projet

Le projet se divise en cinq composantes : forage et installation de sondes de surveillance de la vapeur, essais d'aération à grosses bulles, étude par gaz traceur, essais d'aspersion d'air, interprétation des données et compte rendu des résultats. Les sondes ont été installées en décembre 1994 tandis que l'essai de perméabilité à l'air sera réalisée en février 1995 et l'étude par gaz traceur au cours du printemps 1995.

Installation des sondes de surveillance de la vapeur

Vingt sondes de surveillance de la vapeur ont été installées dans la zone vadose à douze endroits différents et à des profondeurs variant entre 0,5 m et 3,5 m au-dessous de la surface du sol. Les sondes de surveillance de la vapeur entourent trois points d'aération à grosses bulles qui sont dotés chacun de 7 orifices d'aération. Les sondes de surveillance de la vapeur sont constituées de tuyaux de PVC filetés à 25 mm et munis à la base du trou de sondage d'un tamis de 0,5 à 1,0 m. On a placé un paquet de sable grossier autour de la section à tamis et une bentonite de colmatage a été déposée sur le paquet de gravier pour limiter l'afflux d'air à partir de la surface.

Essais de perméabilité à l'air

En utilisant des techniques d'extraction de la vapeur, on réalisera des essais de perméabilité à l'air dans la zone vadose. Les effets du retrait de l'air seront surveillés dans les puits (de surveillance) adjacents afin de déterminer la perméabilité à l'air et le rayon d'influence. De cette façon, on aura une indication des résultats prévus pour l'étude par gaz traceur. Les concentrations de méthane seront mesurées afin d'obtenir une concentration de fond avant la réalisation de l'étude par gaz traceur.

Étude par gaz traceur

Une étude par gaz traceur dans la zone vadose consistera à injecter un gaz inerte facile à détecter à différents endroits dans la zone vadose et ce à des distances variables du puits d'extraction de la vapeur. Ce dernier sera par la suite surveillé pour y détecter la présence du gaz. Le déplacement temporel et spatial du gaz traceur dans le sous-sol sera surveillé avec des sondes de surveillance de la vapeur. On évalue actuellement deux gaz aux fins de l'étude: l'hexafluorure de soufre (SF_6) et le méthane.

Le méthane est d'emploi plus pratique dans des conditions de terrain ordinaires étant donné que, contrairement au SF_6 , il n'est pas nécessaire de recourir à un chromatogramme en phase gazeuse. Cependant, la détection de fortes concentrations de fond empêcherait l'utilisation du méthane comme gaz traceur. Le choix du gaz traceur sera finalisé en se basant sur les concentrations de fond du méthane mesurées durant l'essai de perméabilité à l'air.

Préalablement aux essais, on injectera un volume précis de gaz traceur au taux de 5 à 10 litres environ par minute (L/min). Les volumes du gaz traceur seront mesurés en utilisant des débitmètres courants pour faible capacité d'écoulement. Lorsque le volume interstitiel du point d'injection sera rempli de gaz traceur, le débit du gaz sera réduit pour éviter un changement de pression locale significative au point d'injection. Durant et après l'injection du gaz traceur, le débit du puits d'extraction sera surveillé au moyen d'un détecteur de surveillance continue. Le «temps de déplacement» du gaz traceur dans le sous-sol est le principal paramètre à l'étude.

Essai d'aération à grosses bulles

En se fondant sur les caractéristiques d'écoulement établies à partir des essais de perméabilité à l'air et de l'étude par gaz traceur, on déterminera les géométries d'écoulement prévisibles dans la zone vadose. Les géométries de l'écoulement de l'air ainsi obtenues serviront à évaluer l'efficacité de l'étude par gaz traceur pour l'application de la technique d'aération à grosses bulles dans le socle fracturé.

État de la situation

Un rapport final et un manuel décrivant en détail toutes les méthodes utilisées sur le terrain durant le projet seront produits au cours de l'été 1995.

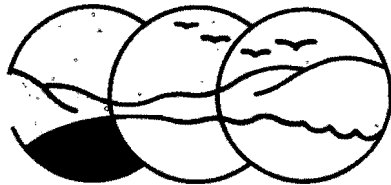
Ce résumé technique a été préparé par ADI Nolan Davis pour le Programme DETALC, Environnement Canada, en collaboration avec le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick

Pour plus d'information sur ce projet veuillez vous adresser à :

M.D. Riley, Vice-président, ADI (506) 458-9770
Louise Steward, ministère de l'Environnement du N.-B.
(506) 457-4848
Rita Mroz, Environnement Canada, (902) 426-9405
Lisa Keller, Environnement Canada, (819) 953-0962

AVERTISSEMENT ET AVIS D'EXAMEN: Le présent document a été examiné par la Direction générale du développement technologique d'Environnement Canada. Son contenu ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes représentés par le programme DETALC. La mention des marques déposées ou des produits commerciaux ne constituent pas une recommandation ou l'approbation de leur utilisation.

Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DÉTALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

GRACE DEARBORN ET ASL BIORESTAURATION AMÉLIORÉE ET SURVEILLANCE EN TEMPS QUASI RÉEL DES SOLS CONTAMINÉS

Grace Dearborn Inc., Mississauga, Ontario

- RÉSUMÉ DU PROJET -

No 32

Juillet 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DÉTALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) a été mis sur pied afin de travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE APPUYÉE PAR LE PROGRAMME DÉTALC

Cette étude portait sur la faisabilité d'utiliser la technologie de biorestauration Daramend^{MC}, mise au point par Grace Dearborn, pour le traitement de sol contaminé du site Pacific Place (ancien site d'EXPO 86) à Vancouver (C.-B.). Ce nouveau traitement séquentiel anaérobie/aérobie a été utilisé pour traiter des sols contaminés par du goudron de houille contenant des liquides denses en phase non aqueuse, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et d'autres hydrocarbures pétroliers. De plus, les échantillons de sol tirés du site ont été analysés par ASL Ltd, dans le cadre de leurs travaux conjoints sur l'évaluation et la démonstration de six (6) techniques de surveillance en temps quasi réel (STQR). On peut trouver des détails sur les travaux de STQR d'ASL Ltd dans un feuillet technique du programme DESRT (mai 1995), présenté séparément.

Cette démonstration a reçu l'appui d'Environnement Canada et du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique dans le cadre du programme DESRT. La participation totale de DESRT se montait à 765 000 \$.

SOMMAIRE DE LA DÉMONSTRATION DE LA TECHNOLOGIE

Environ 100 m³ de sol contaminé aux HAP et aux hydrocarbures pétroliers provenant d'une usine de gaz ont été retirés du site et placés dans une parcelle expérimentale. Les travaux sur le terrain ont duré de novembre 1993 à juillet 1994, et comportaient une démonstration à l'échelle pré-industrielle ainsi qu'une

étude parallèle à petite échelle en microécosystème, destinées à la vérification des résultats de terrain.

La parcelle, de 5,5 m sur 35 m, avait une base et des talus de faible perméabilité, pour bien confiner la zone de traitement au cas où il se formerait des lixiviats pendant le processus. Une couche de traitement d'argile compactée a été étendue sur la surface d'asphalte existante. Un revêtement de polyéthylène haute densité (PEhd) a été placé sur les talus d'argile, pour constituer un second niveau de confinement du sol contaminé. Une séquence de couches de géotextile et de sable a été mise en place sur le revêtement, où elle jouait un rôle tampon pour protéger le PEhd contre tout dommage mécanique pendant le travail du sol. Le sol contaminé a été placé en couche de 0,6 m sur le géotextile.

Pour confirmer que la concentration initiale de HAP totaux dans le sol étudié se situait dans la plage visée, ASL a procédé à un essai préliminaire sur le terrain avec une trousse d'immunoessai *in situ*.

On a aménagé une serre à armature d'aluminium recouverte de polyéthylène au-dessus de la parcelle expérimentale pour pouvoir poursuivre les travaux pendant l'hiver. On pouvait ainsi maîtriser l'humidité du sol, modérer les effets thermiques, confiner les odeurs et poussières éventuelles, et disposer d'une zone sécuritaire d'accès limité pour la démonstration.

Un amendement organique Daramend, de granulométrie, profil et caractéristiques de nutriments spécifiques, a été appliqué aux sols à un taux déterminé en fonction des concentrations pré-traitement des composés cibles, et des résultats d'une étude d'optimisation du procédé, à petite échelle en microécosystème. La masse de produit requise a été déposée à la surface du sol et incorporée jusqu'à une profondeur de 0,6 m à l'aide d'un cultivateur rotatif spécial sur tracteur.

Le sol des parcelles traitées *ex situ* a été retourné toutes les deux semaines pour que le traitement reste uniforme quelle que soit la profondeur et pour aérer la matrice du sol. On a irrigué le sol en surveillant de très près son taux d'humidité.

Deux études de traitabilité parallèles à petite échelle ont été mises en oeuvre avec du sol traité sur le terrain. La première consistait à y introduire du ¹⁴C-benzo[a]pyrène et à le porter à 28 °C. On a choisi le benzo[a]pyrène parce qu'il représentait les HAP de masse moléculaire supérieure les plus récalcitrants

présents dans le sol de Pacific Place. Pour la seconde étude de traitabilité, le sol a été imprégné de ^{14}C -phénanthrène représentant les HAP de masse moléculaire moindre. En même temps qu'elles permettaient de vérifier les résultats sur le terrain, ces études ont servi à comparer les effets d'un ajout de produit Daramend supplémentaire (combiné à des nutriments inorganiques) au sol contaminé à ceux de l'ajout d'un autre produit Daramend.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Comme le montre le tableau 1, on a surveillé, dans la zone de démonstration *ex situ*, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les hydrocarbures pétroliers totaux (HPT). Au départ, la concentration moyenne de HAP était de 659 mg/kg. Après 227 jours de traitement actif au Daramend, on a constaté une réduction de 75 % de cette concentration. Il est important de noter qu'à la fin du programme de traitement actif, la concentration totale de HAP se trouvait ramenée au-dessous du critère de 200 mg/kg. Les espèces prédominantes après les 227 jours de traitement actif au Daramend étaient certaines des espèces de masse moléculaire supérieure, et plus récalcitrantes, avec 4-6 noyaux benzéniques condensés. Les concentrations de benzo[a]pyrène et de benzo[b]fluoranthène, par exemple, étaient passées respectivement de 47 à 19 mg/kg et de 39 à 16 mg/kg pendant les 227 jours de traitement actif. Le critère de nettoyage de niveau C pour chacune de ces substances est de 10 mg/kg¹.

La parcelle expérimentale a été libérée le 3 juillet 1994 pour faire place à d'autres activités prévues sur ce site. Il a donc fallu stocker ailleurs le sol amendé et mettre fin au programme actif d'entretien. En septembre 1994, on a procédé à un échantillonnage du sol stocké pour déterminer la concentration résiduelle des HAP après 68 jours de traitement «passif». La concentration des HAP totaux était alors de 106 mg/kg. Les données indiquent en outre que les HAP les plus récalcitrants ont continué de se dégrader après la fin du programme de démonstration.

La concentration initiale moyenne de HPT était de 4416 mg/kg. Après 295 jours de traitement, on a constaté une réduction de 89 % de cette concentration. Dans l'étude 1 à petite échelle de la traitabilité, le sol traité sur place montrait une minéralisation de 11 % du ^{14}C -benzo[a]pyrène ajouté, pour une volatilisation de 0,6 % seulement.

Il n'y avait aucun avantage supplémentaire à appliquer des taux plus élevés d'amendement ni à augmenter les quantités de polynutriments dans le sol. Quant à l'étude 2 de la traitabilité, le sol a révélé là encore une minéralisation supérieure du ^{14}C -phénanthrène.

CONCLUSIONS

Les résultats de la démonstration *ex situ* ont montré que la biorestauration au Daramend est une méthode efficace de traitement des sols contaminés par des HAP et des hydrocarbures pétroliers. Les concentrations de polluants ont été réduites de façon marquée, même celles des HAP de masse moléculaire supérieure, plus récalcitrants. Il faut noter que le choix et l'application des produits Daramend sont fonction de la nature et de la concentration des composés visés dans le sol, ainsi que d'autres caractéristiques physiques et chimiques de ce dernier.

ÉTAT DE LA SITUATION

Un dernier échantillonnage du sol stocké sera effectué pour confirmer que les concentrations de tous les composés ont été ramenées au-dessous du critère de nettoyage de niveau C pour la gestion des sites contaminés en Colombie-Britannique.

Un rapport final, présenté en mai 1995, fait présentement l'objet d'un examen.

Résumé de projet rédigé par Grace Dearborn pour la :
Direction générale du développement technologique, Environnement Canada, en collaboration avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique.

Renseignements supplémentaires :

Lisa Keller, Environnement Canada, (819) 953-0962;
John Ward, ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, (604) 387-9951;
Suzanne Burwell, Grace Dearborn, (905) 279-2222

Tableau 1. Influence de la technique de biorestauration Daramend sur la concentration de HAP en fonction du temps

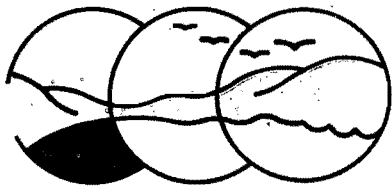
Paramètre (mg/kg)	Nombre de jours de traitement									Critère (mg/kg)
	0	19	70	139	187	197	218	227	295	
benzo[a]pyrène	47	34,8	39,2	29,3	26	24	21	19	12	10 ⁽¹⁾
benzo[b]fluoranthène	39	26,5	31,5	23,6	24	21	16,2	15,7	10	10 ⁽²⁾
HAP totaux	659	395	366	268	230	210	173	167	106	200 ⁽³⁾
HPT	4416								478	2000 ⁽³⁾

(1) Critère de niveau C de la Colombie-Britannique (utilisation industrielle des terres); (2) Critère de gestion des sols contaminés en C.-B. (B.C. MOE, 1989); (3) Note intitulée «Measuring Petroleum Hydrocarbons Contained in Soil and Water» (B.C. MOE, 1991)

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par le Comité fédéral-provincial de DÉTALC pour le Québec. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DÉTALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.

Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DÉTALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

BIORESTAURATION DE SOLS CONTAMINÉS PAR DES HYDROCARBURES DÉMONSTRATION DE TECHNOLOGIE DE COMPOSTAGE

No. 33

CBCL Ltd., Slemon Park, Summerside, L'Î.-P.-É.

RÉSUMÉ DU PROJET

JUILLET 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DÉTALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) a été mis sur pied afin de travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE APPUYÉE PAR LE PROGRAMME DÉTALC

Cette étude portait sur la faisabilité d'utiliser la technologie de compostage pour le traitement de sols contaminés avec des hydrocarbures. La technologie fut mise au point par CBCL Ltd. en collaboration avec le Département d'agriculture de l'Î.-P.-É. et avec le support du Canadian Petroleum Products Institut. Cette démonstration a reçu l'appui d'Environnement Canada et du ministère des Ressources Environnementales de l'Î.-P.-É. dans le cadre du programme DESRT. La participation totale de DESRT se montait à 85 000 \$.

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Le compostage est un processus biologique naturel, dans lequel des déchets organiques solides, par décomposition aérobie, sont transformés en compost, substance stable semblable à l'humus qui peut être utilisée comme conditionneur du sol. Les processus en jeu stabilisent les matières organiques qui peuvent ainsi être manipulées, entreposées et appliquées aux terres facilement, de façon sécuritaire et sans danger pour l'environnement. La chaleur dégagée pendant le processus détruit les organismes pathogènes pour l'homme. Le compostage est donc en fait un système contrôlé de traitement biologique.

L'utilisation du compostage comme technique de traitement des sols contaminés par des hydrocarbures (SCH) n'avait pas été suffisamment examinée. En 1991, on avait fait des expériences sur les SCH avec des déchets de pomme de terre dans l'Î.-P.-É., dont les résultats étaient encourageants, mais demandaient des travaux ultérieurs.

La présente étude visait à déterminer si le compostage était une technique viable pour le traitement des SCH, en les intégrant à la fraction compostable des déchets municipaux solides (DMS). Il s'agissait d'effectuer une démonstration en conditions réelles de terrain et de documenter le processus. Les SCH étaient mélangés, en diverses proportions volumétriques, avec la fraction compostable des déchets municipaux solides provenant d'une installation de gestion des déchets située à proximité, et on surveillait la dégradation des hydrocarbures.

RÉSUMÉ DE LA DÉMONSTRATION

Pour la démonstration, on avait besoin de SCH et de DMS. Les sols ont été obtenus localement et sont décrits comme des sables silteux très fins. On y a ajouté sur place du carburant diesel jusqu'à une concentration cible de 5000 mg/kg. Les déchets solides compostables provenaient d'une bonne installation de compostage d'une municipalité de l'endroit.

On a établi sur le site un total de huit piles, mesurant environ 20 pieds de longueur, 8 de largeur et 5 à 6 de hauteur. Quatre piles servaient de témoins (une pile statique non retournée, une retournée, une biopile et une de DMS à 100 %). Les quatre autres étaient utilisées pour mesurer l'incidence qu'avait l'accroissement du rapport SCH/DMS, allant de 10 % de SCH et 90 % de DMS dans la pile #2, jusqu'à 40 % de SCH et 60 % de DMS dans la pile #5.

Les piles 1 à 6 ont été retournées régulièrement pendant la durée de l'expérience; ce travail a été fait par un entrepreneur local avec un vire-andains Wildcat mû par un tracteur de 110 HP. Les numéros 7 et 8 n'ont pas été retournées. Seule la biopile a été couverte pendant la durée de l'expérience.

La surveillance des piles consistait à noter les paramètres physiques et les odeurs, et à recueillir les gaz par diverses méthodes, dont des détecteurs à main, des échantillonneurs à sac de Tedlar et des tubes de désorption du carbone. On analysait les échantillons de sol (HPT, BTEX et métaux).

Chaque pile était munie d'une feuille de polyéthylène avec système de collecte des lixiviats, ce qui permettait de surveiller la formation de lixiviats pendant la durée de l'expérience.

L'expérience a débuté le 5 octobre et les résultats finaux ont été recueillis le 21 décembre 1994. La température ambiante au site a fait cesser les opérations après la première semaine de décembre.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau 1 présente un sommaire des principaux résultats de l'étude. On y voit le degré de traitement réalisé. On a noté des taux d'élimination atteignant 97 %, et le compostage a donné de meilleurs résultats que dans la biopile témoin.

L'analyse du compost restant dans les piles 1 à 5 a révélé qu'il satisfaisait aux critères pour l'application sans restriction. Le compostage de sols contaminés par des hydrocarbures est donc un processus efficace, nettement plus avantageux que les biopiles.

Cette expérience ouvre la voie à l'intégration du traitement des SCH dans les activités actuelles et proposées de compostage aux échelles locale, municipale et industrielle. Outre le compost, on peut envisager d'ajouter d'autres types de déchets, comme les boues résiduaires, le foin, la sciure, etc.

SITUATION ACTUELLE

Un rapport final a été soumis et est en mesure d'être examiné.

POUR PLUS D'INFORMATION

Le présent sommaire a été produit par M. Bruce Strum. Pour plus d'information, veuillez communiquer avec les personnes suivantes :

L. Keller, Direction générale du développement technologique,
Environnement Canada (819) 953-0962

Don Jardine, ministère des Ressources Environnementales
de l'Î.-P.-É (902) 368-5035

W. J. D'Eon, CBCL Ltd. (902) 421-7241

Tableau 1 : Élimination des mazouts et des HPT dans les piles expérimentales

Pile et traitement	Élimination des HPT (%)	Élimination des mazouts (%)
#1 : 100 % de compost	97	98
#2 : 90 % de compost v/v	97	97
#3 : 80 % de compost v/v	93	92
#4 : 70 % de compost v/v	90	92
#5 : 60 % de compost v/v	88	90
#6 : 0 % de compost v/v, pile témoin retournée	65	68
#7 : 0 % de compost v/v, biopile	70	75
#8 : 0 % de compost v/v, pile témoin non retournée	20	40

AVIS DE RÉVISION: Le présent document a été examiné par la Direction générale du développement de la technologie d'Environnement Canada. Le contenu ne correspond pas nécessairement aux opinions ni aux politiques des organismes représentés par le Programme DÉTALC. Les noms de marque ou de produits commerciaux ne sont pas nécessairement recommandés.



Environnement
Canada

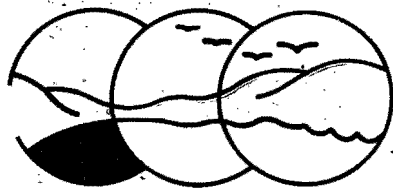
Environment
Canada



PRINCE EDWARD ISLAND
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL RESOURCES



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN



DÉTALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

OXYDATION POUSSÉE DE CONTAMINANTS ORGANIQUES PRÉSENTS DANS LES SOLS À L'AIDE D'ÉNERGIE SONIQUE

ARC Sonics Inc., Burnaby, Colombie-Britannique

Résumé de projet

No. 34

Juillet 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu la nécessité d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale pour classer par ordre de priorité les lieux contaminés à haut risque du Canada et pour les assainir. Pour répondre à ce besoin, le CCME a mis sur pied le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), qui est financé et administré au moyen d'accords fédéraux-territoriaux bilatéraux.

Le programme DÉTALC (développement et démonstration des techniques d'assainissement) constitue un élément du PNALC. Il a été mis sur pied pour atteindre l'objectif du PNALC de collaborer avec l'industrie pour stimuler la mise au point et la démonstration de nouvelles techniques innovatrices susceptibles de résoudre les problèmes qui constituent des obstacles gênants pour l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE PARRAINÉE PAR LE PROGRAMME DÉTALC

ARC Sonics Inc. de Burnaby (C.-B.), avec l'aide de la Division du génie des urgences d'Environnement Canada, a fait des recherches pour déterminer dans quelle mesure il serait efficace de combiner une méthode d'oxydation poussée avec une nouvelle technique de mélange sonique pour détruire les polluants organiques présents dans les sols. La lumière ultraviolette utilisée pour ces travaux a été fournie par Solarchem Environment Systems Ltd. de Markham (Ont.).

Description de l'équipement

L'appareil utilisé pour ces travaux est un broyeur sonique breveté par ARC Sonics dont le principal élément est un barreau en acier massif que l'on fait vibrer à sa plus faible fréquence de résonance (100 Hz) au moyen de gros électroaimants. Les chambres de sono-réaction montées sur les extrémités du barreau sont soumises à des accélérations plusieurs centaines de fois supérieures à celle de la pesanteur, ce qui crée des ondes de pression acoustique intenses et une cavitation dans un fluide ou une bouillie à l'intérieur de la chambre. L'appareil, qui développe une puissance allant jusqu'à 50 kW dans une chambre de 2 à 7 litres, est conçu pour fonctionner soit en mode discontinu, soit en mode continu.

Ondes de pression sonique et cavitation

Dans ce cas, le réacteur sonique sert à appliquer de l'énergie

sonique à des sols agglomérés comme les argiles. L'un des effets physiques des ondes de pression sonique intenses et de la cavitation sur ces sols peut être de les désagréger et de disperser les particules uniformément à travers la bouillie. Lorsque l'énergie sonique seule est insuffisante pour causer une désaggrégation, un milieu de broyage, sous la forme de billes de broyage en céramique, est ajouté à l'intérieur de la chambre.

Oxydation poussée

On a constaté que les techniques d'oxydation étaient efficaces pour détruire les polluants présents dans l'eau. Souvent, la lumière ultraviolette (UV) est combinée à des oxydants, comme le peroxyde d'hydrogène ou l'ozone, pour donner des radicaux hydroxy. Les radicaux hydroxy réagissent très rapidement avec la plupart des composés organiques, les convertissant en gaz carbonique et en eau (et en acide chlorhydrique dans le cas des hydrocarbures chlorés). Toutefois, les techniques de traitement basées sur l'oxydation produite par la lumière UV sont limitées au traitement des eaux contaminées car elles ne permettent pas de traiter des bouillies de sol contenant des grumeaux agglomérés où sont piégés des polluants et parce que les rayons UV ne peuvent pénétrer dans la bouillie.

Dans un fluide, les ondes sonores à haute intensité produisent une cavitation acoustique transitoire, c'est-à-dire la production, la croissance et l'affaissement de bulles remplies de gaz. Dans la documentation, on signale que pendant l'affaissement des bulles, la température locale peut atteindre 10 000 °C et la pression peut aller jusqu'à 4000 atmosphères. Dans ces conditions, des radicaux hydroxy peuvent se former, soit à partir de l'eau seule soit à partir de solutions aqueuses d'oxydants comme l'ozone et le peroxyde d'hydrogène.

Les travaux de ARC Sonics ont montré qu'une énergie sonique intense, combinée à l'utilisation d'ozone, constituait un système puissant pour oxyder des composés organiques, comme on le verra dans la section suivante.

SOMMAIRE DE LA DÉMONSTRATION DU PROJET

La phase 1 du projet consistait à faire la démonstration de variantes d'un procédé de traitement de sols argileux enrichis de xylène, de perchloréthylène (PCE), de phénol ou de pentachlorophénol (PCP). Le procédé le plus prometteur a été répété à la phase 2 sur des échantillons de sol prélevés sur les lieux de déversements de substances chimiques.

1. Traitement énergie sonique/UV/H₂O₂

Le sol a été dispersé dans une bouillie au moyen d'énergie sonique seule ou (lorsque nécessaire) par broyage sonique. La bouillie a alors été placée dans le sono-réacteur, une chambre en acier inoxydable munie d'un côté d'une fenêtre en quartz. Une masse de peroxyde d'hydrogène égale à celle du polluant présent dans l'argile a été ajoutée juste avant que soit fermé hermétiquement le sono-réacteur et qu'il soit installé sur le broyeur sonique. L'énergie sonique a assuré le mélange pendant que l'énergie UV était transmise à la bouillie à travers la fenêtre de quartz. On a réalisé une étude paramétrique au cours de laquelle on a utilisé divers temps de traitement et divers niveaux de puissance sonique.

2. Traitement énergie sonique/H₂O₂

Comme les essais d'optimisation pour le premier procédé indiquaient que la destruction des contaminants semblait avoir lieu pendant la dispersion, les essais du deuxième procédé ont porté principalement sur la destruction du PCE et du PCP avec et sans agents de broyage et avec l'ajout de H₂O₂ et des variations de la puissance et de la durée du traitement.

3. Traitement énergie sonique/ozone

Étant donné que les deux premiers procédés n'ont permis d'obtenir que des taux de destruction relativement faibles, on a décidé de poursuivre les essais de dispersion par voie acoustique en utilisant de l'ozone comme oxydant.

Le courant d'ozone utilisé renfermait 3 % de O₃ et 97 % de O₂. Il a été produit par un générateur d'ozone, injecté directement dans la bouillie et soumis à de l'énergie sonique à haute intensité. On a effectué une étude paramétrique au cours de laquelle on a fait varier la durée du traitement, le type et la concentration des polluants et l'utilisation du milieu de broyage. L'essai de ce procédé a été répété à la phase 2 du projet.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

L'analyse des échantillons a été effectuée par le laboratoire ASL de Vancouver au moyen de méthodes d'analyse établies de la U.S. Environmental Protection Agency (chromatographie en phase gazeuse). La Division du génie d'urgence d'Environnement Canada à Ottawa a analysé 10 à 20 % des échantillons par mesure de contrôle de la qualité.

Les principales constatations faites à partir de cette étude sont les suivantes :

Le traitement sonique avec (si nécessaire) broyage sonique des sols argileux ou limoneux constitue un moyen rapide et efficace de réduire le sol en une bouillie uniforme dont les particules présentent une granulométrie variant de 1 à 20 microns. Cette étape de réduction en bouillie permet de préparer très efficacement au traitement le sol aggloméré contaminé.

La comparaison entre trois niveaux de puissance acoustique (5, 7,5 et 10 kW) indique que c'est au niveau de 7,5 kW qu'on obtient les taux de destruction optimaux.

Bien que la combinaison énergie acoustique/UV/H₂O₂ ait permis de détruire les contaminants en présence, les taux de destruction atteints étaient trop faibles pour justifier la poursuite de l'étude. On estime que, même avec l'agitation par voie acoustique, les boues demeuraient trop opaques pour que les rayons ultraviolets pénètrent dans l'échantillon. La prolongation de la durée du traitement jusqu'à 15 minutes n'a pas permis d'améliorer les résultats de façon significative.

AVIS DE RÉVISION: Le présent document a été examiné par la Direction général du développement de la technologie d'Environnement Canada. Le contenu ne correspond pas nécessairement aux opinions ni aux politiques des organismes représentés par le Programme DÉTALC. Les noms de marque ou de produits commerciaux ne sont pas nécessairement recommandés.

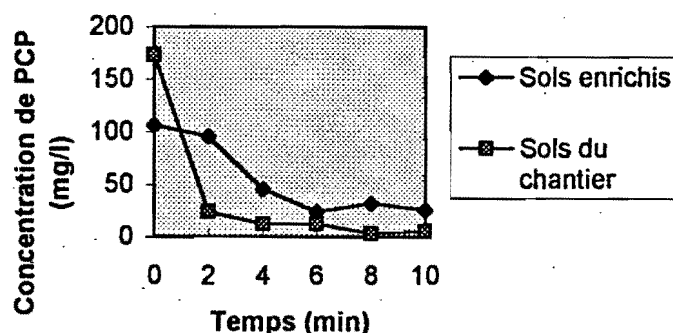
Le deuxième procédé de traitement, qui implique l'ajout de peroxyde d'hydrogène au stade de la dispersion et de l'agitation, a permis d'obtenir des taux beaucoup plus élevés, bien qu'encore moyens, de destruction du PCE et du PCP.

Des trois procédés, celui qui combine l'ozone et l'énergie acoustique semblait être le plus efficace pour la destruction de produits de préservation du bois contenus tant dans les échantillons prélevés sur les lieux de déversements que dans les échantillons enrichis. Les résultats des deux essais sont présentés à la figure 1. Dans les deux cas, on a ajouté de l'ozone à raison de 359 mg/min. et appliqué une puissance de 5kW.

Avec le troisième traitement, on a montré que la combinaison de l'ozone et d'une énergie sonique intense permettait de détruire très efficacement les contaminants organiques. Il n'est pas nécessaire d'ajouter une étape distincte de réduction en bouillie. La figure 1 montre que la destruction du PCP est rapide, avec l'énergie sonique et l'ozone, dans un sol argileux contaminé par suite d'un déversement réel de produits chimiques de protection du bois.

Pendant la destruction du PCP, le pH avait tendance à tomber en raison de la libération d'ions chlore. Dans le cas où on a commencé avec des sols dopés au PCP en concentrations élevées (> 1000 ppm), la destruction ralentissait de façon marquée aux environs de 100 ppm, peut-être en raison de la formation d'intermédiaires ayant réagi avec l'oxydant disponible qui agissait alors comme un piège.

Figure 1: Destruction du PCP par agitation par voie acoustique en présence d'ozone



SITUATION ACTUELLE

On a constaté que le procédé de dispersion sonique avec broyage était très efficace dans le cas des sols désagregés, ce qui permet de traiter des contaminants piégés. Le procédé acoustique utilisé avec de l'ozone comme oxydant semble très efficace pour la destruction du PCE, du PCP et de BTEX.

POUR PLUS D'INFORMATION

Le projet a été réalisé par ARC Sonics Inc., avec la collaboration de la Division du génie des urgences d'Environnement Canada.

L'information donnée dans le présent sommaire est basée sur un rapport technique intérimaire produit en décembre 1994. Pour plus d'information, veuillez communiquer avec les personnes suivantes :

L. Keller, Direction générale du développement technologique, Environnement Canada (819) 953-0962

J. Ward, BC Ministry of Environment, Lands and Parks (604) 387-9951

D. Warren, ARC Sonics Inc. (604) 291-2491



Environnement
Canada

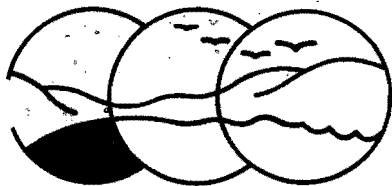
Environment
Canada

BC
Environment



LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN

Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

BIOASSAINISSEMENT DARAMEND^{MC} DES SOLS CONTENANT DES CHLOROPHÉNOLS ET DES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (DÉMONSTRATION À ÉCHELLE RÉELLE)

Grace Dearborn Inc., Mississauga (Ontario)
-Résumé du projet-

No. 35

Mai 1995 (mise à jour finale)

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a établi le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), qui est financé et mis en oeuvre conformément à des ententes bilatérales entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux.

Le Programme de développement et de démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés (DETALC) fait partie du PNALC. Il a été mis sur pied pour la réalisation de l'objectif de ce dernier qui est de collaborer avec l'industrie pour la mise au point et la démonstration de techniques innovatrices pouvant aider à résoudre des problèmes d'importance critique pour l'assainissement des lieux contaminés.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

La technique de bioassainissement Daramend^{MC} a été mise au point par la Grace Dearborn Inc., en collaboration avec Environnement Canada. Cette technique, qui repose sur l'utilisation d'amendements organiques solides présentant des caractéristiques précises sur les plans de la granulométrie, de la teneur en substances nutritives et de la cinétique de libération des nutriments, a été utilisée pour traiter des sols contenant des chlorophénols (CP), plus particulièrement du pentachlorophénol (PCP) et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

La série de fiches DETALC comprend deux autres résumés techniques décrivant les phases pilotes des travaux (fiches datées de décembre 1993 et de juin 1994).

APPUI DU PROGRAMME DETALC

Le Programme DETALC a appuyé en partie (746 650 \$) les travaux de démonstration à l'échelle pilote de cette technique, réalisés en juin 1994. Le financement de la démonstration à l'échelle réelle provenait du Metro Toronto Region Conservation Authority (MTRCA), ainsi que du Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (MEEO) et d'Environnement Canada, dans le cadre du Programme conjoint fédéral-provincial de financement du DETALC. Une somme de 370 500 \$ a été versée dans le cadre du DETALC pour financer ce projet dont le coût total s'élevait à 741 000 \$.

HISTORIQUE DU LIEU

La démonstration à échelle réelle de la technique Daramend^{MC} a été réalisée sur le site d'une installation de préservation du bois qui, actuellement, ne sert qu'à l'entreposage de bois traité. On y traitait des poteaux de bois en utilisant de la créosote et du PCP comme agents de préservation. Pour plus de précisions sur ce lieu, consulter les résumés de projet décrivant les travaux à l'échelle pilote qui y ont été effectués.

RÉSUMÉ DE LA DÉMONSTRATION

Cette démonstration a été effectuée de l'été 1993 à l'été 1994. Les travaux sur le terrain comprenaient une démonstration à échelle réelle de la technique dans des conditions *in situ* et *ex situ*. Une étude de microcosme à l'échelle de laboratoire a été effectuée en parallèle pour vérifier les résultats des travaux *ex situ*.

Démonstration *in situ*

La démonstration *in situ* était conçue pour traiter une superficie d'environ 4800 m² jusqu'à une profondeur de 0,6 m, c'est-à-dire une masse d'à peu près 3500 tonnes de sol. L'aire de 4800 m² a été divisée en 49 placettes distinctes d'environ 100 m² chacune.

Le produit D6380 de la Daramend a été appliqué sur le sol à un taux déterminé par les concentrations cibles établies avant le traitement et par les propriétés physiques et chimiques du sol. Les résultats obtenus lors des travaux à l'échelle de laboratoire et à l'échelle pilote ont été évalués lors de la sélection de l'amendement. La masse nécessaire de produit était placée sur la surface du sol, puis incorporée jusqu'à une profondeur de 0,6 m à l'aide d'un cultivateur rotatif spécialisé monté sur un tracteur.

On a labouré cette aire de démonstration *in situ* deux fois tous les mois pour s'assurer que le traitement serait uniforme quelle que soit la profondeur et pour aérer la matrice du sol. Aucun labour n'a été effectué en janvier, en février et en mars 1994. Il n'a pas été nécessaire d'irriguer, car des précipitations suffisantes avaient permis de maintenir dans le sol une teneur acceptable en humidité.

Démonstration *ex situ*

Durant la démonstration *ex situ*, on a soumis environ 1500 tonnes de sol excavé au traitement de bioassainissement Daramend dans

deux cellules de traitement complètement confinées. Chaque cellule de traitement avait été conçue pour recevoir environ 750 tonnes de sol; ces cellules étaient constituées d'une toile en polyéthylène haute densité (HDPE) déposée sur une couche de géotextile tissé reposant sur de l'argile et entouré d'une banquette d'argile. La toile en HDPE recouvrait à la fois le fond de chaque cellule de traitement et les parois des banquettes d'argile. Il y avait une couche de 15 cm de sable entre le sol et la toile en HDPE de chaque cellule de traitement. Les deux cellules de traitement étaient recouvertes d'une serre faite d'acier et de polyéthylène, qui permettait de poursuivre le traitement pendant les mois d'hiver. Il a fallu construire deux cellules de traitement en raison des restrictions imposées par la taille.

Les produits D6380 et D6399 de la Daramend ont été appliqués sur les sols aux taux déterminés par les concentrations cibles établies avant le traitement et lors d'une étude de microcosme effectuée en parallèle en laboratoire dans le but d'optimiser le procédé. On a aussi évalué les résultats obtenus lors d'études d'optimisation effectuées précédemment en laboratoire en vue de sélectionner les amendements.

On a labouré le sol dans les cellules de traitement *ex situ* une fois par semaine pour s'assurer que le traitement serait uniforme quelle que soit la profondeur et pour aérer la matrice du sol. Aucun labour n'a été effectué en février et en mars 1994 lorsque le sol des cellules de traitement était gelé. On a irrigué les sols en contrôlant précisément les quantités d'eau ajoutées pour assurer le maintien d'une teneur acceptable en humidité.

Une portion de la démonstration réalisée dans la cellule de traitement *ex situ* n° 2 a été contrôlée par la U.S. EPA dans le cadre du programme de démonstration SITE.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

On a déterminé dans quelle mesure le traitement de bioassainissement Daramend influait sur les concentrations de CP et de HAP dans les sols des aires de démonstration *in situ* et *ex situ*, en procédant à des échantillonnages successifs. L'aire de démonstration *in situ* a été divisée en 49 placettes, tandis que les cellules de traitement *ex situ* n° 1 et 2 avaient été divisées en 13 et 10 placettes, respectivement. Ces placettes avaient ensuite été subdivisées en pédons de 1 m x 1 m. À chaque période d'échantillonnage, on choisissait au hasard plusieurs pédons par aire d'échantillonnage, puis on homogénéisait ces sols de façon à obtenir un échantillon par aire. Toutes les analyses ont été effectuées par un laboratoire indépendant, soit le Centre technique des eaux usées.

Initialement, il y avait dans l'aire de démonstration *in situ* 17 zones (parmi 49) dans lesquelles le critère du CCME de 5 mg CP/kg avait été dépassé, et 10 zones (parmi 49) dans lesquelles les concentrations de HAP mesurées étaient supérieures aux concentrations limites.

Dans le cas de la cellule de traitement n° 1, la concentration totale de chlorophénol était au départ de 157 mg/kg en moyenne, tandis que la concentration totale de HAP était au départ de 439 mg/kg en moyenne. Dans le cas de la cellule de traitement n° 2, les concentrations totales de HAP et de CP étaient au départ de 619 et de 102 mg/kg de sol en moyenne, respectivement.

On a effectué en parallèle une étude de microcosme en utilisant du sol traité provenant de la démonstration *ex situ*. On a déterminé, après avoir suivi la biodégradation du pentachlorophénol marqué au ¹⁴C, qu'une application supplémentaire de D6399 permettrait d'augmenter la vitesse de dégradation de cette substance.

On trouvera un bref résumé des résultats au Tableau 1. En général, les résultats obtenus à échelle réelle étaient semblables sinon supérieurs aux résultats obtenus lors de travaux effectués précédemment à l'échelle du laboratoire et à l'échelle pilote. Les concentrations dans le sol traité variaient de 5,7 à 157 mg/kg dans le cas des chlorophénols et de 69 à 622 mg/kg dans le cas des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

CONCLUSIONS

Les résultats des démonstrations *in situ* et *ex situ* indiquent que le traitement Daramend est une méthode efficace de bioassainissement des sols contenant des chlorophénols et des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Ce traitement permet de réduire les concentrations de chlorophénols et de HAP sous les critères fixés par le CCME pour les sols industriels (5 mg CP/kg et 10-50 mg HAP individuel/kg).

Potentiel

technique mobile
faible coût d'installation

rentabilité

aucun déchet additionnel
non intrusif

Limites

non applicable aux métaux
traitement de longue durée
(mois)
optimisation à l'échelle du
laboratoire nécessaire

SITUATION ACTUELLE

On peut se procurer un rapport final sur la portion démonstration du projet. Les travaux à l'échelle réelle se poursuivront en 1995.

Résumé préparé par la Grace Dearborn Inc. pour la:
Direction générale du développement technologique,
avec la coopération du:
Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario

Renseignements:

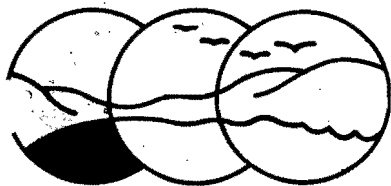
Lisa Keller, Environnement Canada (819) 953-0962
D.Vallery, MEEO (416) 323-4476
Alan Seech, Grace Dearborn (905) 279-2222

Tableau 1: Résumé des résultats de la démonstration *in situ* et *ex situ* à échelle réelle du traitement de bioassainissement Daramend^{MC}

Paramètre (mg/kg)	0 jour	118 jours	305 jours	Paramètre (mg/kg)	0 jour	282 jours
In-situ	Nbe d'aires parmi les 49 présentant une concentration supérieure à la limite du CCME			Cellule de traitement n° 1		
CP	17	2	0	CP	156.8	13.6
HAP	10	5	3	HAP	439	144.2
In-situ	Plage de concentrations dans les aires présentant une concentration supérieure à la limite du CCME			Cellule de traitement n° 2	0 jour	175 jours
CP	5.7-27.8	5.5-6.9	toutes <CCME	CP	102.1	1.63
HAP	69-622	102-176	113-139	HAP	619	79.1

Avertissement: Ce document a été revu par la Direction générale du développement de la technologie d'Environnement Canada. Il ne reflète pas nécessairement les vues et les principes du programme DETALC. La mention de marques ou de noms commerciaux ne doit pas être interprétée comme une indication que les produits en question sont recommandés ou approuvés.





DETALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

BIORÉACTEUR : ASSAINISSEMENT DES SOLS ARABLES CONTAMINÉS AUX HYDROCARBURES ET AUX SAUMURES

Nevis (Alberta)

No, 36

-Résumé du projet-

Juin 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a reconnu le besoin d'adopter une approche cohérente à l'échelle nationale afin d'établir un ordre de priorité pour l'assainissement des lieux contaminés à risque élevé au Canada. En réponse à ce besoin, le CCME a mis sur pied le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est financé et géré grâce à des ententes bilatérales entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DETALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement des lieux contaminés) a été mis sur pied dans le cadre du PNALC pour aider à réaliser l'objectif visé par ce dernier et consistant à collaborer avec l'industrie pour stimuler la création et la démonstration de nouvelles technologies de pointe permettant de régler les problèmes importants d'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE BÉNÉFICIAIRE DE L'APPUI DU DETALC

Le programme DETALC a appuyé le projet du bioréacteur entre 1992 et 1994, en finançant conjointement l'étude avec le PRESSC (Programme de restauration des eaux souterraines et des sols contaminés), l'Alberta Environmental Research Trust (AERT), l'Institut canadienne de produits pétroliers et l'Association pétrolière du Canada. Entre 1991 et 1994, la contribution financière (totale) au projet s'est élevée à 2 150 000 \$. L'appui s'est poursuivi des étapes de la planification et de la conception aux essais en laboratoire sur la stabilisation de la structure des déchets, l'élimination et la biodégradation des sels et la conception technique, la construction et l'exploitation des installations expérimentales. Les exigences en matière de technologie étaient les suivantes : 1) transformer les déchets en granulats stables dans l'eau, 2) éliminer les sels par lixiviation et évacuation par fond de puits, 3) définir les conditions optimales de la biodégradation des hydrocarbures, 4) concevoir une installation sur place dotée de dispositifs de maintien des températures au-dessus de la température ambiante, irrigation, aération souterraine forcée, labourage de précision, prélèvement des lixiviats et 5) mise en place de points de traitement terminaux basés sur des critères chimiques, physiques et écotoxicologiques.

Il est important de noter que le bioréacteur a été conçu comme un

dispositif servant à réaliser des expériences d'échelle moyenne (4-8 tonnes/traitement). Comme dispositif expérimental, il a été conçu pour exercer des contrôles environnementaux sur des cellules en réplique et pour permettre des échantillonnages statistiquement sûrs des déchets, des émissions dans l'air et des lixiviats. Par conséquent, les facteurs économiques liés au traitement des déchets dans le bioréacteur ne sont pas comparables aux installations commerciales mais on pourra évaluer les coûts lorsqu'on aura établi le protocole le plus au point.

CARACTÉRISTIQUES DE LA CONTAMINATION

Le premier des trois types de déchets assainis par le bioréacteur de phase solide a été un sol agricole contaminé au pétrole brut et aux saumures par suite d'une rupture de pipeline dans le centre de l'Alberta. Le sol contenait 4% de matières organiques, 34% d'argile, 27% de silt et avait un pH de 8.1 et un équivalent en carbonate de calcium de 2.4%. Le sol contaminé contenait 43 000 mg/kg de pétrole, avait une CE (conductivité électrique de 27 dS m⁻¹ et était très hydrofuge. Il était essentiel d'éliminer les sels (NaCl) avant d'amorcer le processus biologique nécessaire pour la réduction des hydrocarbures.

RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE DE TRAITABILITÉ

Les études en laboratoire sur les propriétés physiques du sol contaminé ont donné lieu à un procédé de granulation des déchets. En mélangeant à haute vitesse les déchets avec de la chaux, de la paille et de l'amidon, on a obtenu une matrice caractérisée par un système stable de macropores qui permettrait de lixivier rapidement le sel et de rendre plus efficace l'échange subséquent d'eau et de gaz, toutes propriétés essentielles à un assainissement biologique.

Les facteurs environnementaux ayant un effet sur la décomposition microbienne ont été analysés en laboratoire sur de petits échantillons de granulats; les traitements répétés ont été évalués en mesurant les résidus de minéralisation des hydrocarbures (émissions de CO₂) et extractible par solvant (DCM). Les sels de saumures ont freiné fortement la biodégradation et il a été nécessaire de réduire la CE à moins de 7 dS m⁻¹ pour éviter de prolonger les périodes d'incubation. Les taux de décomposition n'ont pas varié entre les teneurs en eau de 15 à 30 %. L'ajout d'engrais azoté était essentiel pour amorcer et maintenir la biodécomposition. L'ajout de 400 mg/kg de N a été

optimale et la forme de N (nitrate, ammonium ou libération lente) n'a pas influé sur les vitesses de décomposition. L'accroissement de la température de 32 à 37°C a accéléré significativement la vitesse de décomposition comparativement à la température ambiante (22°C). Ces résultats de laboratoire ont servi de cibles pour établir les paramètres d'exploitation du dispositif utilisé sur le terrain.

RÉSUMÉ DE LA DÉMONSTRATION DE LA TECHNOLOGIE

On a construit un bioréacteur de terrain près d'une usine de traitement de gaz naturel qui a fourni les services essentiels et la chaleur perdue pour l'exploitation du bioréacteur à l'année longue. Le bioréacteur comportait un réseau linéaire de neuf cellules indépendantes, mesurant chacune 9 m de long, 3 m de large et 0.5 m de profondeur. Le sol décontaminé a été réduit en granulats au moyen d'un rotoculteur haute vitesse spécialement conçu puis déposé dans les cellules à une profondeur de 15 ou 30 cm. Le traitement des déchets dans le bioréacteur a duré 11 mois dans les conditions suivantes :

- Température ambiante/aération passive
- Température ambiante/aération forcée
- Température élevée (35°C)/aération passive
- Température élevée (35°C)/aération forcée
- 30 cm de profondeur (35°C)/aération forcée

Toutes les profondeurs de chargement autres que celles du dernier traitement ont été de 15 cm et toutes les cellules ont été lixiviées et fertilisées. L'ajout de chaux hydratée a causé une hausse du pH à 11. On a injecté le CO₂ dans les déchets afin d'inverser cet effet et, en quelques heures, le pH est descendu à 7.5.

Après les 11 mois de traitement dans le bioréacteur, les sols contaminés des différents traitements ont été mélangés et transférés à une biopile chauffée et aérée. Cette biopile est une installation de finition secondaire (10 x 12 x 1 m de profondeur) et un modèle d'installation opérationnelle.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION DE LA TECHNOLOGIE

Le processus de granulation a permis de produire des granulats très stables dans l'eau et de lixivier les sels de saumure avec une quantité minimale d'eau, soit 2 L/kg de sol. La masse volumique du sol contaminé était très favorable, s'élevant à 0.65 g/cm³ de sorte que l'aération forcée résultante n'a pas eu d'effet sur la décomposition des hydrocarbures même à une profondeur de 30 cm. Ni l'absence de O₂ ni l'accumulation de CO₂ n'a semblé limiter l'activité microbienne que ce soit dans le bioréacteur ou dans la biopile de 1 m de profondeur.

Durant le temps de séjour de 11 mois dans le bioréacteur, la teneur en hydrocarbures dans les cellules chauffées est passée de 43 000 à 24 000 mg/kg (diminution de 44 %) tandis que dans les cellules non chauffées, elle a chuté de 27 %. Presque toutes les pertes pourraient être attribuées à une décomposition microbienne étant donné que la

perte de matières volatiles a été inférieure à 1 % de la teneur totale et que les pertes ont été nulles dans les lixiviats. Le chauffage a eu, par conséquent, des effets favorables qui ont été plus prononcés durant l'hiver mais également durant la saison de croissance. Son exploitation durant l'hiver s'est avérée facilement réalisable ne nécessitant qu'une faible isolation à la surface des déchets.

Lorsque le matériau a été mélangé et transféré à la biopile, la teneur en hydrocarbures a peu diminué. De juin à novembre, les teneurs en pétrole ont diminué passant de 25 000 à 22 000 mg/kg et après 1.5 an dans la biopile, la teneur en hydrocarbures est demeurée à 20 000 mg/kg et ne semble pas varier, c'est-à-dire que les contaminants d'hydrocarbures sont stables, probablement à cause de leur sorption aux argiles et aux matières organiques. Les concentrations en N et P n'ont pas été des facteurs limitatifs et l'ajout d'engrais n'a pas été nécessaire lorsque des composantes facilement décomposables avaient été utilisées (environ 1 mois) et que les mécanismes de recyclage des matières nutritives fonctionnaient. Les résidus de pétrole brut sont demeurés dans la biopile après 20 mois (janvier 1995) sans perturbation. Une surveillance minimale de la teneur en pétrole se poursuivra jusqu'à la fin du projet pour documenter les changements à long terme.

Une batterie d'essais d'écotoxicité (germination, allongement des racines, survie des vers de terre, Microtox) ont été réalisés pour déterminer la toxicité potentielle après 16 mois de traitement. Même si les hydrocarbures résiduels ont dépassé 20 000 mg/kg, on n'a détecté aucune toxicité dans le sol arable traité, indiquant que le pétrole altéré en puits peut créer des problèmes minimes d'élimination ou d'application sur les terres si la salinité et la mouillabilité ne constituent pas un problème.

ÉTAT DE LA SITUATION

Le traitement du sol arable contaminé au pétrole se poursuivra en 1995. Deux autres types de déchets contaminés aux hydrocarbures et au sel sont actuellement traités par la technologie bioréacteur/biopile. Des essais d'écotoxicité supplémentaires ont été entrepris pour évaluer les dangers que présentent les hydrocarbures résiduels. Le rapport final sur ce projet sera produit en avril 1996.

Ce résumé de projet a été rédigé par R.M. Danielson, Université de Calgary. Il est basé sur cinq rapports publiés par l'Association pétrolière du Canada [CAPP, (403) 267-1143] incluant le rapport sommaire *The Bio-Reactor Project : Executive Summary for 1992-93. The Remediation of Hydrocarbon and Brine Contaminated Topsoil (1994)*.

Le présent résumé a été produit pour : Le Programme DETALC, Direction générale du développement technologique, Environnement Canada, Hull (Québec).

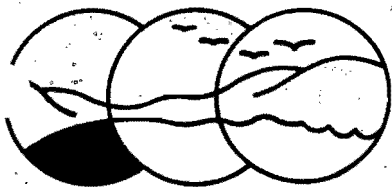
Pour plus d'information, veuillez vous adresser à :

Lin Callow, Ressources Gulf Canada Ltée, (403) 233-3924
Lisa Keller, Environnement Canada, (819) 953-0962
Walter Ceroici, Alberta Environment, (403) 427-6182

AVERTISSEMENT ET AVIS D'EXAMEN : Le présent document a été examiné par la Direction générale du développement technologique d'Environnement Canada. Son contenu ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques des organismes représentés par le programme DETALC. La mention des marques déposées ou des produits commerciaux ne constituent pas une recommandation ou l'approbation de leur utilisation.

3610262C

Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés



DÉTALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

DÉVELOPPEMENT ET DÉMONSTRATION D'UN PROCÉDÉ DE BIOFILTRATION BIOGÉNIE INC., PROVINCE DE QUÉBEC

- RÉSUMÉ DU PROJET -

No. 37

Septembre 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme DÉTALC (développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) a été mis sur pied afin de travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE PARRAINÉE PAR LE PROGRAMME DÉTALC

Le présent projet vise à développer un procédé biologique pour le traitement des émanations gazeuses lors de la restauration des sols contaminés à l'essence. Le projet, amorcé au mois de février 1993, a pris fin au mois d'octobre 1994.

Biogénie inc. est le promoteur du projet. Les travaux ont été réalisés en collaboration avec le Conseil national de recherches du Canada. Le projet a été financé par le programme DÉTALC et Biogénie inc. Le coût total du projet s'est élevé à 654 111 \$ et la contribution du programme DÉTALC a été de 314 000 \$.

NATURE DE LA CONTAMINATION

Les essais de démonstration ont été réalisés sur un site de station de service situé en périphérie de la ville de Québec. Des travaux de remplacement de réservoirs ont mis en évidence une contamination aux hydrocarbures volatils due à des fuites d'essence à partir d'un réservoir souterrain. La zone touchée avait une superficie approximative de 250 mètres carrés et le volume de sol à traiter a été estimé à environ 400 mètres cubes. Ces sols sont situés à une profondeur moyenne de 3 mètres.

Le traitement *in situ* (ventilation biologique et "Air Sparging") a été retenu pour la restauration du site. Des puits ont été installés, certains pour injecter de l'air dans la zone contaminée et les autres pour récupérer les gaz produits. Les effluents gazeux récupérés contenaient un grand nombre d'hydrocarbures volatils incluant le benzène, le toluène et les xylènes. Le système de traitement de ces gaz devait être d'une grande efficacité en raison de la présence d'activités commerciales intenses (restaurants, boutiques et arrêt d'autobus) autour du site.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Le système, schématiquement présenté à la figure 1, consiste principalement en trois unités : un séparateur air/eau, un réacteur de lit ruisselant

et un biofiltre. les effluents gazeux à traiter sont d'abord aspirés à travers le séparateur air/eau, qui a comme fonction d'enlever des impuretés dans l'air telles que des gouttelettes d'eau, des particules solides, etc. Ces effluents traversent ensuite le réacteur de lit ruisselant garni d'un polymère très poreux. Le lavage du gaz se produit par l'arrosage du liquide, qui percole à travers la couche de garnissage de polymère à contre-courant avec le gaz. L'utilisation du polymère comme matériel de garnissage a pour but de favoriser le transfert de masse entre le liquide et le gaz. En plus, le polymère peut fixer une grande concentration de bactéries spécifiques grâce auxquelles des contaminants lavés dans la phase liquide sont dégradés. Après le traitement par le lit ruisselant, les effluents gazeux sont acheminés vers le biofiltre à base de compost où les contaminants résiduels sont éliminés par le lit de compost.

Des travaux de démonstration ont été réalisés sur le site sur une période de 5 mois. Au démarrage, du liquide contenant des nutriments minéraux et un agent émulsifiant a été introduit dans l'unité de lit ruisselant. Le garnissage du lit a été inoculé avec des bactéries spécifiques à la dégradation des hydrocarbures volatils. Du matériel biologiquement actif à base de compost a été utilisé comme lit de biofiltre. Durant l'opération du système, des ajouts d'eau, de nutriments et d'émulsifiants ont été effectués afin de maintenir des paramètres d'opération convenables. Des suivis analytiques (paramètres physico-chimiques, biochimiques et microbiologiques) ont été faits pour évaluer la performance du système.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Le tableau I présente les résultats obtenus concernant l'élimination du benzène, du toluène et des xylènes.

À la lumière des essais de démonstration il en ressort les résultats suivants. Le système de deuxième génération :

1. se compose d'unités mobiles et s'avère facile d'utilisation (transport, installation et opération);
2. peut fonctionner sous des températures ambiantes très variées (4 saisons);
3. est efficace pour le traitement des gaz contaminés par des hydrocarbures volatils incluant le benzène, le toluène et les xylènes;
4. permet de traiter des contaminants de natures différentes, de tolérer des concentrations élevées en contaminants et de minimiser le temps de démarrage.

Tableau I
Élimination du benzène, du toluène et des xylènes

Contaminant	Concentration à l'entrée du système (mg/m³)	% d'élimination (moyen)
Benzène	1 - 104	87.3
Toluène	6 - 227	92.5
Xylènes	9 - 56	90.1

POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

Le projet a été réalisé par la compagnie Biogénie inc. en collaboration avec le Conseil national de recherches du Canada.

Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport technique préparé par Biogénie inc. intitulé : "Développement et démonstration d'un procédé de biofiltration".

Pour plus d'information, veuillez communiquer avec :

Section du Développement technologique,
Environnement Canada (514) 283-9678

Direction de la coordination de la recherche,
Environnement et Faune du Québec (418) 643-2073

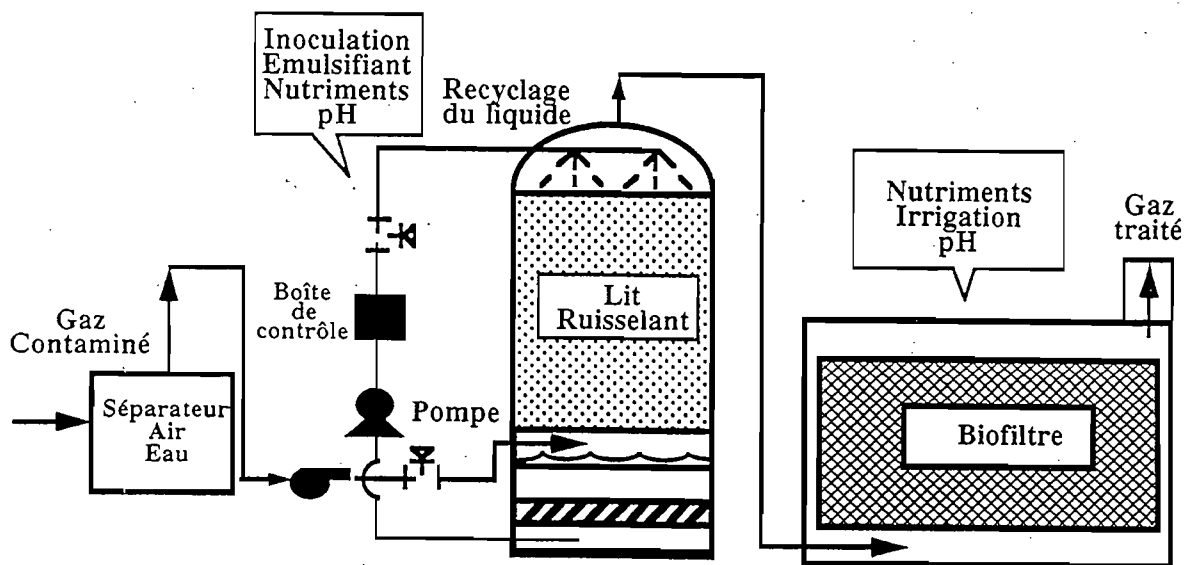
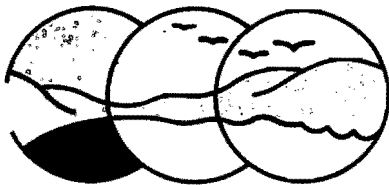


Figure 1 : Schéma du système de bioépuration des gaz

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par le Comité fédéral-provincial de DÉTALC pour le Québec. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DÉTALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.





DETALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

DÉCHLORATION RÉDUCTIVE ET BIOASSAINISSEMENT AMÉLIORÉ DES SOLS ET DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS PAR DES HERBICIDES ET DES PESTICIDES

Grace Dearborn Inc., Mississauga (Ontario)

No. 39

- RÉSUMÉ DU PROJET -

Octobre 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a établi le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC), qui est financé et mis en oeuvre conformément à des ententes bilatérales entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux.

Le Programme de développement et de démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés (DETALC) fait partie du PNALC. Il a été mis sur pied pour la réalisation de l'objectif de ce dernier qui est de collaborer avec l'industrie pour la mise au point et la démonstration de techniques innovatrices pouvant aider à résoudre des problèmes d'importance critique pour l'assainissement des lieux contaminés.

L'une des techniques innovatrices choisies dans le cadre du programme DETALC est un procédé biologique, mis au point par la Grace Dearborn Inc. (Dearborn), qui permet de traiter des sols et des sédiments contaminés par des herbicides et des pesticides.

HISTORIQUE DU SITE

Plusieurs sites en Amérique du Nord ont été choisis comme source de sols devant servir au développement de la technique. Plus précisément, on utilisait pour les travaux effectués en laboratoire des sols provenant de sites en Caroline du Sud, en Oregon, en Alberta et en Ontario (deux sites). Ces sites étaient représentatifs du fait qu'ils avaient été contaminés par divers herbicides et pesticides chlorés, dont le DDT, le toxaphène, le métolachlore, le 2,4-D et le 2,4,5-T. De plus, on a utilisé des sols provenant d'autres sites pour effectuer certains travaux préliminaires.

On a choisi le site de l'Uniroyal Chemical Inc. (Uniroyal), situé à Elmira en Ontario, pour faire la démonstration à grande échelle de la technique. En décembre 1993, l'Uniroyal avait excavé environ 25 000 m³ de déchets dans deux fosses d'enfouissement, qu'elle avait placés dans une installation d'entreposage temporaire. Cette installation, qui comprend un système de collecte et de traitement des lixiviats ainsi qu'un système de ventilation et de traitement de l'air, fait aussi l'objet d'un contrôle continu. Les déchets sont

constitués de boues ainsi que d'autres déchets comprenant des barils et des sols contaminés provenant d'autres aires d'élimination situées sur la propriété. Les déchets contiennent des produits chimiques chlorés et non chlorés, dont du 2,4-D, du 2,4,5-T, du pentachlorophénol et des phénols moins chlorés, les substances de la famille du DDT, ainsi que des dioxines et des furanes. L'Uniroyal évalue actuellement d'autres méthodes qui permettraient d'éliminer ces déchets de façon permanente. Le processus d'évaluation comprend la revue des publications et des démonstrations de technique comme celle effectuée dans le cadre de ce programme.

APPUI DU PROGRAMME DETALC

Le programme DETALC appuie un programme à deux phases de développement et de démonstration d'une technique de bioassainissement amélioré permettant de réduire la concentration de composés organiques chlorés récalcitrants dans des matrices solides. Le programme comprend une revue de la littérature, la mise au point d'un procédé de laboratoire détaillé, puis la confirmation de l'efficacité du procédé à grande échelle avec un déchet complexe. Une somme de 663 000 \$ a été versée dans le cadre du programme DETALC (fédéral et provincial) pour financer ce projet dont le coût s'élève à 995 000 \$.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

La déchloration réductive est une variante de la technique de bioassainissement des sols Daramend^{MC} pour laquelle la Dearborn détient les droits d'utilisation sous licence à l'échelle internationale. La technique de bioassainissement aérobie utilise des amendements organiques (produits Daramend^{MC}) et inorganiques (par exemple, éléments nutritifs, régulateurs de pH) pour optimiser l'activité des micro-organismes indigènes d'un sol ou d'un déchet, qui entraînent la destruction naturelle des contaminants organiques. Aucune inoculation microbienne n'est nécessaire. On a montré que le bioassainissement Daramend^{MC} s'appliquait à une vaste gamme de déchets et de contaminants. On a traité en un seul lot jusqu'à 3500 tonnes (3900 tonnes impériales) de déchets. En plus de réduire la concentration des produits chimiques, le traitement Daramend^{MC} diminue considérablement la toxicité des déchets (pour les plantes et les vers de terre).

Cette technique modifiée s'applique aux contaminants organiques comme les pesticides organochlorés qui, souvent, se dégradent lentement en conditions aérobies. Elle fait appel à des conditions anoxiques et oxiques pour réaliser la déchloration réductive séquentielle de produits organiques chlorés complexes et pour assurer la dégradation aérobie des produits de décomposition (partiellement) déchlorés, y compris les acides gras volatils.

On obtient des conditions anoxiques en ajoutant des amendements Daramend^{MC}, d'autres amendements organiques et inorganiques (métaux multivalents) et de l'eau. Les amendements Daramend^{MC} stimulent la désoxygénation biologique de la matrice du sol par les populations microbiennes aérobies et facultatives. La réoxygénation ne se fait que par diffusion, car les pores du sol sont presque complètement gorgés d'eau. La présence d'un métal multivalent permet d'atteindre un niveau redox spécifique (c.-à-d. environ - 400 mV). Tous les amendements sont des matières non dangereuses d'origine naturelle.

On obtient des conditions oxiques en réduisant la saturation du sol. Pour ce faire, on peut favoriser l'évaporation naturelle, qui est stimulée par labourage, et augmenter la capacité de rétention d'eau du sol en ajoutant des amendements Daramend^{MC}.

À grande échelle, la méthode de bioassainissement de la Dearborn est généralement appliquée à titre de procédé de régénération des sols. On mélange le sol contaminé et les amendements à l'aide d'un cultivateur rotatif assurant une pénétration efficace jusqu'à 0,6 m. Le cultivateur, qui est entraîné par un tracteur agricole, permet d'homogénéiser le sol amendé et de l'aérer lorsqu'on cherche à obtenir des conditions aérobies. Le matériel d'irrigation agricole permet de régler la teneur en eau qui est un paramètre important. On peut recouvrir le sol (avec une bâche ou encore procéder dans une serre) pour prévenir l'addition d'eau par les précipitations et, dans d'autres cas, pour minimiser l'évaporation. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de prévoir un système de collecte du lixiviat, car le sol ou le déchet traité est maintenu à une teneur inférieure à la saturation. Cette technique a été appliquée à des déchets excavés sur les lieux ainsi qu'à des sols superficiels (couche supérieure de 0,6 m) *in situ*.

RÉSUMÉ DE LA DÉMONSTRATION

Les études de laboratoire ont été effectuées avec des sols provenant de huit endroits en Amérique du Nord. Ces sols présentaient une vaste gamme de propriétés physiques et chimiques, à savoir des teneurs en sable et en carbone organique total qui variaient de 3,6 à 98 % et de 0,3 à 5,6 %, respectivement. Le but de ces études était d'optimiser les deux phases distinctes du traitement, c.-à-d. la phase anoxique et la phase oxique, et d'évaluer le devenir du contaminant étudié. Il s'agissait d'études de microcosme effectuées avec 100-250 g de sol. Selon l'objectif de l'expérience, les microcosmes étaient contenus dans des bocaux en verre de 250 - 1000 mL.

Les études en conditions anoxiques avaient pour but de déterminer le traitement le plus efficace qui permettrait d'atteindre et de maintenir un faible niveau redox dans le sol. Les principales variables mesurées étaient le potentiel redox du sol déterminé à

l'aide d'une sonde redox et, dans le cas des sols contenant des produits organiques chlorés, la concentration de chlorure (qui constituait une mesure de la déchloration réductive). On mesurait la concentration du contaminant chloré d'intérêt pour suivre la déchloration.

Les études d'optimisation en conditions anoxiques comprenaient une phase préliminaire et une phase de validation. Au cours de la première phase, on a utilisé un grand nombre d'amendements (Daramend^{MC}, métaux multivalents et autres) sur un seul sol pour déterminer lequel ou lesquels influait le plus sur le redox du sol. Au cours de la seconde phase, qui est basée sur les résultats obtenus pendant la phase préliminaire, on a examiné une plus grande gamme de sols et certains amendements choisis.

Lors des études d'optimisation en conditions oxiques, on a évalué dans quelle mesure les amendements permettaient d'éliminer les acides gras volatils. Les principales variables mesurées étaient le redox du sol, le pH et la teneur en acides gras volatils. La plus grande partie des travaux portait sur la technique Daramend^{MC}, qui avait déjà fait l'objet d'une démonstration; toutefois, on a évalué d'autres amendements comme les sources d'oxygène en phase solide.

On a appliqué des cycles répétés de traitements en conditions anoxiques et oxiques en vue de s'assurer que le traitement combiné permettait de réduire la concentration mesurable des contaminants dans le sol. La principale variable mesurée était la concentration des composés organiques chlorés.

Lors des études portant sur le devenir, on a fait appel à des techniques utilisant des radio-isotopes pour marquer au ¹⁴C les composés visés, dont le DDT et le 2,4,5-T, afin de déterminer les principaux produits de dégradation de certains composés. Les paramètres étudiés étaient le méthane, le dioxyde de carbone, l'absorption par la biomasse, la dégradation partielle en produits organiques extractibles, et les produits organiques volatils. Dans cette étude, on a dû faire appel à de nombreuses techniques de piégeage (par exemple, piège au NaOH pour le dioxyde de carbone) et à des techniques d'extraction.

L'élément final de l'étude sera une démonstration à échelle réelle comprenant le traitement de plusieurs centaines de tonnes de déchets dans une cellule garnie d'un revêtement et munie d'un couvercle. Cette démonstration aura pour but de s'assurer que les résultats obtenus en laboratoire pouvaient être appliqués sur le terrain avec un équipement utilisable à échelle réelle. Plus précisément, la cellule sera constituée de banquettes en argile garnies d'une pellicule en polyéthylène haute densité et est recouverte d'une serre rappelant le style gothique. Pour prévenir toute fuite de matières volatiles dans l'environnement pendant le traitement, l'espace à l'intérieur de la serre sera maintenu sous une pression négative et l'air contenu dans cet espace est traité dans une unité à charbon actif. Le traitement sera réalisé à l'aide d'un cultivateur rotatif, entraîné par un tracteur agricole, permettant de labourer profondément le sol. L'irrigation est assurée par un système du type

utilisé dans les exploitations maraîchères, alimenté par l'eau d'un ruisseau.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Les principaux résultats obtenus pour chaque phase du projet réalisé jusqu'ici sont résumés ci-après. De plus, le tableau 1 renferme un résumé des résultats des traitements en cycles répétés, ce qui permet d'en valider l'efficacité.

- les traitements les plus efficaces ont permis d'atteindre dans le sol des niveaux redox aussi faibles que - 550 mV. Ce faible niveau pouvait être maintenu pendant environ trois semaines. D'autres traitements ont donné des niveaux redox considérablement plus élevés. Le niveau redox témoin (conditions oxydiques) était d'environ 250 mV;
- un niveau redox fortement négatif a fait augmenter la concentration de chlorure et la concentration des acides gras volatils et a fait diminuer le pH avec le temps. La concentration de chlorure a rapidement augmenté puis a diminué avec le temps. En général, la variation de concentration de chlorure dans le sol était maximum moins de sept jours après l'apparition d'un niveau redox fortement négatif;
- plus était faible le niveau redox atteint, plus était élevé le degré de déchloration que l'on mesurait à partir de l'augmentation de la concentration de chlorure;
- les conditions oxydiques ramenaient le pH à sa valeur pré-anoxique, ce qui diminuait la concentration d'acides gras volatils, et augmentaient le niveau redox. En général, on observait des changements importants plusieurs jours plus tard;
- le traitement oxydique optimal comprenait de fréquents labourages qui étaient peut-être couplés à l'épandage d'amendements Daramend^{MC} selon le sol traité. Aucun effet bénéfique n'a été observé avec des sources d'oxygène en phase solide;
- selon les résultats préliminaires obtenus au cours des études sur le devenir, la quantité de composés chlorés récupérés sous forme de méthane et de composés volatils est négligeable. De façon générale, la quantité de dioxyde de carbone dégagé était limitée; toutefois, la quantité de dioxyde de carbone dégagé dans le cas du 2,4-D était importante (20 % de la masse ajoutée étant récupérée dans le piège à NaOH); et
- le traitement couplé permettait d'obtenir d'excellentes diminutions de concentration de contaminant, comme on peut le voir au tableau 1.

SITUATION ACTUELLE

Actuellement, nous terminons les études en laboratoire sur l'optimisation, et la définition du devenir et abordons les études sur le terrain. Les travaux d'optimisation ont montré qu'il était possible de réduire rapidement et systématiquement la concentration des composés organiques chlorés, y compris la concentration du DDT, du métolachlore, du 2,4-D et du 2,4,5-T.

L'entente relative au site où sera mené le projet sur le terrain est maintenant conclue pour l'un des deux sites possibles. Il s'agit de l'installation de l'Uniroyal Chemical, à Elmira. Le mélange à traiter est constitué d'environ 300 tonnes de déchets renfermant un certain nombre de produits dont des sols, des boues et des résidus de réservoir. Les principaux contaminants visés dans les déchets sont le 2,4-D et le 2,4,5-T, mais on évaluera l'effet du traitement sur de nombreux autres produits organiques chlorés et non chlorés. Il y aura probablement mobilisation en août ou en septembre 1995.

Un deuxième projet sur le terrain sera entrepris en Caroline du Sud durant l'année en cours. Ce projet devrait viser le DDT et plusieurs autres pesticides chlorés. Le traitement sera effectué sur la couche superficielle de deux pieds, sur place sous une serre.

POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

Résumé préparé par la Grace Dearborn Inc. pour la Direction générale d'avancement des technologies environnementales et le Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario.

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec:

Lisa Keller, Environnement Canada (819) 953-0962

Gilles Castonguay, MEEQ (416) 323-5214

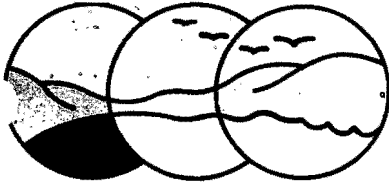
Alan Seech, Grace Dearborn (905) 279-2222

Tableau 1: Concentrations de certains produits organiques chlorés avant et après un traitement de durée donnée

Contaminant	Conc. initiale (mg/kg)	Conc. finale (mg/kg)	Durée (jours)	Cycles de traitement	Efficacité (%)
Sol 1 - DDT	225	113	47	2	50
Sol 1 - Toxaphène	577	320	47	2	45
Sol 2 - 2,4,5-T	650	370	131	2	43
Sol 2 - 2,4-D	4950	2000	131	2	60
Sol 3 - Métolachlore	139	5.2	186	4	96
Sol 3 - 2,4,5-T	566	344	47	2	39

Veuillez noter que les concentrations finales représentent les concentrations après le traitement de durée précisée.
Tout traitement supplémentaire réduira encore plus la concentration du contaminant.

Avertissement: Ce document a été revu par la direction d'avancement des technologies environnementales d'Environnement Canada. Il ne reflète pas nécessairement les vues et les principes du programme DETALC. La mention de marques ou de noms commerciaux ne doit pas être interprétée comme une indication que les produits en question sont recommandés ou approuvés.



DÉTALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

TESTS D'EFFICACITÉ DU SÉPARATEUR THERMIQUE DE PHASES MOBILE DE TRIWASTE TriWaste Reduction Services, Calgary (Alberta)

No. 40

Août 1995

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a reconnu le besoin d'une approche nationale cohérente pour la détermination des priorités et l'assainissement des lieux contaminés à risques élevés au Canada. Pour répondre à ce besoin, le CCME a créé le Programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui est parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le Programme DÉTALC (Développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés) est un élément du PNALC. Il a été créé pour atteindre l'objectif du PNALC qui est de collaborer avec l'industrie pour stimuler le développement de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

L'une des techniques innovatrices choisies pour faire partie du programme DÉTALC a été le séparateur thermique de phases mobile de TriWaste. TriWaste Reduction Services a effectué une étude de cette technique à l'échelle réelle grâce à des fonds fournis conjointement par Environnement Canada, le ministère de l'Environnement de Terre-Neuve et le fournisseur.

HISTORIQUE DES LIEUX

SCC Environmental de St. John's (Terre-Neuve) et TriWaste Reduction Services Inc. de Calgary (Alberta) ont obtenu le contrat d'assainir 1 200 m³ de sols contaminés par des BPC à Makinsons (Terre-Neuve). Le site abandonné, qui relève actuellement du PNALC, était utilisé auparavant pour la récupération des métaux; il est situé à 85 kilomètres à l'ouest de St. John's (Terre-Neuve). Entre 1965 et 1985, les activités de récupération des métaux portaient surtout sur la récupération du fil de cuivre à partir des fils électriques isolés et des transformateurs électriques. Certains de ces transformateurs renfermaient de l'huile minérale contaminée par de faibles concentrations de BPC. Le procédé utilisé sur le site consistait à vider l'huile des transformateurs sur le sol, à brûler cette huile et à extraire le noyau retiré de l'enveloppe métallique.

TECHNOLOGIE PARRAINÉE PAR LE PROGRAMME DÉTALC

L'utilisation des techniques de désorption thermique pour l'assainissement des sols contaminés par des BPC comporte certains problèmes qui ont trait, entre autres, au rendement de l'élimination et à la production de dioxines et de furanes. La technique de séparation thermique des phases a été utilisée pour l'assainissement des sols contaminés par des chlorophénols et des dichlorobenzènes, mais elle n'a pas encore fait ses preuves dans l'assainissement des sols contaminés par des BPC. C'est pourquoi le programme DÉTALC a parrainé l'exécution de tests à l'échelle réelle du séparateur thermique de phases mobiles (modèle TPS-1) de TriWaste. Ces tests, effectués en Alberta et à Terre-Neuve, ont été conçus pour évaluer l'efficacité de cette technique pour l'assainissement des sols contaminés par des BPC, tout en respectant les normes fédérales et provinciales en matière d'émissions. Le coût total du projet atteignait 180 000 \$. Le programme DÉTALC a contribué 51 000 \$ et TriWaste Reduction Services a assumé le reste, soit 129 000 \$.

DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

Le modèle TPS-1 de TriWaste fait appel à un chauffage indirect pour séparer les hydrocarbures qui contaminent le sol. On peut l'utiliser pour éliminer les hydrocarbures chlorés ou non chlorés dont le point d'ébullition peut atteindre jusqu'à 600 °C. Étant donné que le modèle TPS-1 ne fait pas appel à un procédé d'incinération, il ne devrait pas créer de produits provenant d'une combustion incomplète.

Au cours de la première étape de ce procédé en deux étapes, le sol contaminé est acheminé dans la chambre d'extraction au moyen d'une vis sans fin et est chauffé indirectement à 650 °C, ce qui volatilise les hydrocarbures qui le contaminent (voir la figure 1).

La deuxième étape sert à refroidir les gaz résiduels qui s'échappent de la chambre d'extraction renfermant les contaminants. Le procédé de condensation condense les contaminants en un liquide qui se sépare alors en deux fractions, une fraction huileuse et une fraction aqueuse. Le reste du flux gazeux relativement sec qui renferme des gaz non condensable est soumis à un polissage final dans un éliminateur de brouillard et dans une série de lits d'adsorption sur charbon actif. Le flux gazeux est ensuite acheminé dans la chambre de combustion où il agit comme combustible pour chauffer la chambre d'extraction.

RÉSULTATS DES TEST D'EFFICACITÉ

Pour démontrer que le modèle TPS-1 peut assainir les sols contaminés par des BPC tout en respectant les normes fédérales et provinciales en matière d'émissions, on a effectué une série de tests sur les gaz de combustion. Dans les gaz de combustion, on a recherché la présence de BPC, de produits provenant d'une combustion incomplète, de particules et de HCl. On a également mesuré les émissions de dioxines et de furanes.

Les protocoles d'échantillonnage utilisés pour ces tests étaient basés sur la *Méthode d'échantillonnage - Méthode de référence d'Environnement Canada (ESP 1/RM/2)*. La première série de tests en trois exemplaires a été effectuée en Alberta en juillet 1994 sur des sols contenant des concentrations moyennes de BPC de 283 mg/kg. Bien que les résultats de ces tests aient démontré que le modèle TPS-1 de TriWaste peut respecter les normes relatives aux concentrations limites de dioxines et de furanes, de HCl et de particules dans l'air et le sol, la grande variabilité dans les concentrations de BPC dans le sol contaminé a exigé une deuxième série de tests en trois exemplaires sur les BPC uniquement.

La deuxième série de tests en trois exemplaires, qui a été effectuée à Makinsons (Terre-Neuve), en octobre 1994, a confirmé que le modèle TPS-1 respecte les normes réglementaires pour le traitement des sols contaminés par des BPC. Le tableau 1 résume les résultats des tests de vérification de l'efficacité.

On définit le rendement de destruction et d'élimination (RDE) comme le rapport de masse ($BPC_{entrée} - BPC_{sortie} / BPC_{entrée}$). Les normes stipulent que 99,999 % (six 9) des BPC doivent être éliminés. Le modèle TPS-1 a permis d'obtenir ce RDE. En outre, les concentrations de dioxines et de furanes, qui ont été rigoureusement mesurées, étaient 930 fois plus faibles que celles stipulées dans la réglementation. Le rendement d'élimination du modèle TPS-1 dépassait 99,9 % dans le cas des BPC et 80,0 % dans le cas des dioxines et des furanes. Le modèle TPS-1 s'est révélé capable de satisfaire au critère du CCME concernant l'élimination des BPC dans les zones résidentielles et de parcs (*Residential/Parkland clean-up criterion*) qui est de 5 mg/kg (sol sec).

CONCLUSIONS

Les tests d'efficacité effectués dans le cadre du programme DÉTALC ont démontré que le modèle TPS-1 de TriWaste peut traiter les sols contaminés par des BPC à un rythme de plus de 4 tonnes/h tout en respectant les normes fédérales et provinciales en matière d'émission de BPC, de dioxines et de furanes, de HCl et de particules.

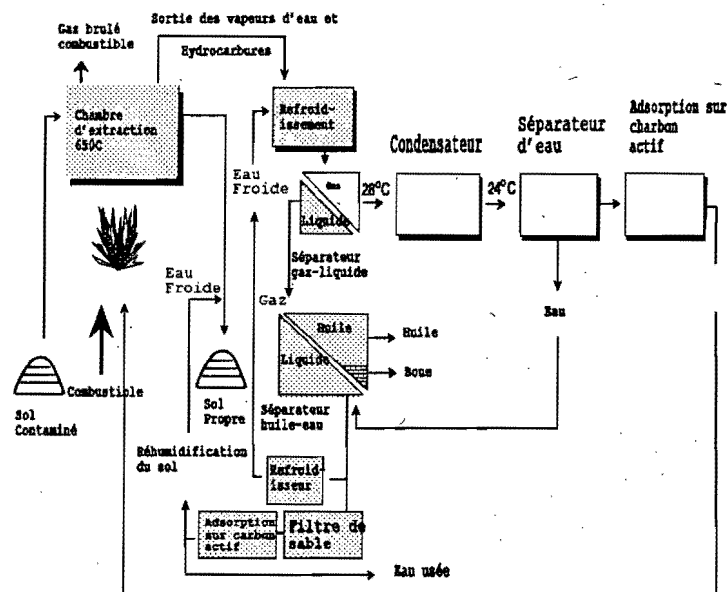
Les tests d'efficacité du programme DÉTALC ont clairement démontré que les BPC et les dioxines et les furanes émis par le modèle TPS-1 de TriWaste sont insignifiants, même comparativement aux critères du projet.

La réduction du volume de contaminants obtenue par le modèle TPS-1 réduit significativement la quantité de matières contaminées qui doivent finalement être détruites par un procédé d'incinération coûteux. Cette réduction des matières contaminées peut faire réaliser des économies substantielles.

SITUATION

La démonstration sur les lieux est maintenant terminée et le rapport final est actuellement à l'étude. Suite à cette démonstration, TriWaste a conçu et fabriqué une autre unité mobile (modèle TPS-2) dont la capacité est le double de celle du modèle TPS-1 et l'encombrement n'est que de 30 % de plus.

Figure 1.: Schéma de traitement - Séparateur de phases



POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

Ken Dominie, ministère de l'Environnement de Terre-Neuve
(709) 729-2556
Lisa Keller, Environnement Canada
(819) 953-0962
Jacques Benoit, TriWaste Reduction Services Inc.
1-800-563-4242

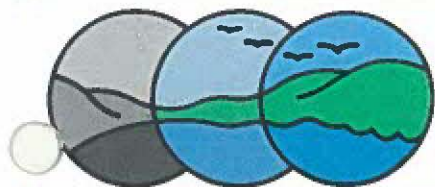
Tableau 1 : Résultats des tests d'efficacité

Paramètre	Moyenne de 3 tests Cremona	Moyenne de 3 tests Makinsons	Critères des tests
SOLS NONTRAITÉS			
Alimentation (tonnes/h) poids sec	1,06	4,432	
Teneur en eau du sol (%)	10,7	12,5	
Teneur en BPC (mg/kg) poids sec	283,3	148	
Charge d'entrée (kg/h)	0,2988	0,6551	
Dioxines et furanes(en EQ) (µg/kg)	0,0153	NM	
SOLS TRAITÉS			
BPC (mg/kg) poids humide	1,7	0,058	<5
Rendement d'élimination des BPC (%)	>99,4	>99,96	
Dioxines et furanes(en EQ) (µg/kg)	0,003	NM	<1
Élimination des dioxines et des furanes (en EQ)	>80,0	NM	
ÉMISSIONS DES GAZ DE COMBUSTION			
Concentrations de BPC (mg/m³N) - 11 % O ₂	0,12746	0,00013	
Charge de BPC dans les gaz de combustion (mg/h)	0,2479	0,3758	
Rapport de la charge d'entrée à la concentration dans les gaz de combustion	0,8858	0,5721	<1,0
HCl (mg/m³R)	<0,002	NM	75
Particules (mg m³R)	14,28	NM	200
Dioxines et furanes (ng/m³R)	0,01297	NM	12
Rendement de destruction et d'élimination des BPC (%)	>99,9999	>99,9999	99,9999

EQ : Équivalent de toxicité; R : Référence; N : Normal; NM : Non mesuré

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par la Direction générale du développement technologique d'Environnement Canada. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DÉTALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



DÉTALC

**Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés**

PROCÉDÉ DE TRAITEMENT *IN SITU* POUR LES SOLS CONTAMINÉS CONSORTIUM SERRENER-VARISCO, SHERBROOKE, QUÉBEC

- RÉSUMÉ DU PROJET -

Mars 1997

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui était parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme de développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés (DÉTALC) avait été mis sur pied afin de travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE PARRAINÉE PAR LE PROGRAMME DÉTALC

Le Groupe Serrener inc. s'est associé à Varisco Canada pour le développement d'une technologie de traitement *in situ* permettant de combiner l'approche physico-chimique et biologique. Tout le concept de l'injection des solutions de traitement et récupération des contaminants repose sur l'utilisation de la technique des pointes filtrantes. Cette technique développée par Varisco (Italie) est déjà éprouvée pour le rabattement de nappes phréatiques et le contrôle des eaux souterraines.

L'approche retenue consiste à isoler la surface à traiter et à saturer les sols contaminés en pratiquant des manipulations hydrauliques successives. Cette technique de traitement est en mesure d'intervenir sur les quatre phases d'une enclave de contamination soient la phase libre, adsorbée, dissoute et volatile.

L'application du procédé repose sur une approche de travail divisée en quatre étapes qui sont : la récupération primaire de la phase libre des contaminants; la récupération secondaire des contaminants par injection d'eau; la récupération tertiaire des contaminants par injection de tensioactifs; la biodégradation des contaminants résiduels par injection de nutriments et d'air.

Dans un premier temps, le programme DÉTALC a parrainé une étude en laboratoire, visant à optimiser le procédé de traitement pour les sols contaminés d'un site d'un ancien dépôt pétrolier à Drummondville, puis une démonstration sur le site à l'étude (Figure 1).

Le projet a été financé par le Consortium Serrener-Varisco, par Environnement Canada et par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Le budget total du projet était de 1 073 736 \$, et la contribution du programme DÉTALC s'est élevée à 486 000 \$.

NATURE DE LA CONTAMINATION

Les travaux ont été réalisés sur une parcelle d'un site d'un ancien dépôt pétrolier. Les études de caractérisation ont révélé la présence d'huiles et graisses minérales (HGM) et d'essence. La parcelle expérimentale occupait un volume de 520 m³ localisée en un point haut de la nappe d'eau souterraine de façon à éviter la contamination à nouveau de la parcelle après la démonstration. La parcelle expérimentale est constituée de till peu perméable (10⁻⁴ cm/s) recouvert d'une couche de remblai de 1 mètre constituée de matériaux granulaires dans une matrice silteuse. Le roc est localisé approximativement à 3 mètres de profondeur. Les différentes études de caractérisation ont mis en lumière l'hétérogénéité du site et la grande variabilité des résultats tant dans l'analyse des sols que des eaux souterraines. La concentration moyenne des HGM était de 11 000 ppm avec des valeurs pouvant atteindre 25 000 ppm.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Le projet comportait deux axes principaux de réalisation, soit une étude en laboratoire et une démonstration et optimisation sur le terrain.

Les travaux de laboratoire couvraient l'évaluation de l'efficacité d'extraction des contaminants par différents agents tensioactifs ainsi que leur biodégradation et toxicité, de même que la vérification et la validation de la biotraitabilité des sols. La démonstration *in situ* avait pour but d'évaluer l'effet du tensioactif et du lavage sur l'activité biologique, d'évaluer et d'optimiser les pointes filtrantes pour le contrôle du traitement et finalement, d'évaluer l'effet des nutriments et autres facteurs environnementaux sur l'activité biologique.

Les grandes étapes des travaux de laboratoire consistaient à :

- Caractérisation des sols : analyses chimiques, géochimiques et microbiologiques, essais de respirométrie et de minéralisation.
- Choix des réactifs : essais de solubilisation et d'émulsification, essais d'extraction en lot, séquentiel et sur colonne.
- Étude de la toxicité des réactifs : essais de biodégradation et toxicité du réactif, biodégradation et toxicité des sols lavés.
- Essais de simulation : étude des lavages et biodégradation sur colonne, choix des conditions de démonstration, modélisation informatique du comportement du système.

Les grandes étapes des travaux de démonstration sur le terrain ont nécessité :

- Mobilisation des équipements et installation du réseau de pointes filtrantes par forage. Dans de meilleures conditions, les pointes peuvent être implantées dans le sol à pression d'eau jusqu'à la profondeur voulue, pour un maximum de 7 mètres.
- Essais de lavage.
- Essai de traceur.
- Essais de biodégradation.

Entre chaque essai, une caractérisation chimique, microbiologique et écotoxicologique étaient effectuées.

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Laboratoire

À l'aide d'une planification expérimentale multifactorielle conçue par ordinateur, les études en laboratoire ont optimisé la sélection des produits tensioactifs en fonction du pourcentage d'extraction des hydrocarbures. Les résultats obtenus ont permis la formulation d'un mélange de tensioactifs ne démontrant pas de génotoxicité sur *Escherichia coli* (SOS Chromotest).

Par ailleurs, le sol possède une flore microbienne capable de réaliser la biodégradation des contaminants marqués avec des comptes cellulaires hétérotrophes de l'ordre de 10⁶ bactéries/gramme. De ce nombre, environ 6 % des microorganismes sont dégradeurs de benzène, toluène, éthylbenzène et xylène (BTEX) identifiés par une sonde génétique. L'activité respiratoire du sol indique que celui-ci est biologiquement très actif. Les essais en colonne de sol ont permis d'identifier une condition permettant une réduction significative de 25 % des HGM sur une période de 30 jours.

Essais de lavage

Différentes conditions de saturation des sols ont été expérimentées. La distribution des solutions par les réseaux de pointes, sans infiltration par

la surface, a permis d'atteindre un meilleur contrôle hydraulique des solutions injectées. De faibles concentrations de tensioactif ont toutefois été mesurées à l'extérieur du site et dans le roc sous la parcelle expérimentale. De manière générale, l'efficacité du tensioactif pour l'extraction des hydrocarbures s'est avérée faible. Les conditions géologiques complexes du site ont vraisemblablement influencées ces résultats. Le lavage avec tensioactifs n'a eu que peu ou pas d'impact sur la toxicité des sols ou des eaux souterraines. Aussi, suivant le lavage, les concentrations moyennes de bactéries hétérotrophes et spécifiques sont équivalentes à celles obtenues avant le lavage, sauf dans les eaux souterraines où une augmentation sporadique était notée. Finalement, il a été observé un ralentissement ou l'absence d'effet sur la respiration et sur la minéralisation d'hexadécane.

Essai de traceur

Un essai de traceur a été réalisé suite aux essais de lavage et préalablement à la phase biologique de manière à s'assurer que les solutions injectées étaient distribuées dans toute la parcelle. Il a été démontré que la distribution horizontale et verticale était presque complète. Seule une des zones caractérisées, contenant possiblement des hétérogénéités silteuses, n'a pas été atteinte. La migration verticale de la solution injectée se limitait généralement à la parcelle expérimentale. De faibles concentrations ont été mesurées dans le roc.

Essai de biodégradation

Les résultats de la consommation d'oxygène telle que mesurée à partir du test de respirométrie *in situ* variaient entre 0,1 %/heure et 5,1 %/heure. En utilisant une cinétique d'ordre zéro, nous obtenons une estimation du taux de biodégradation des hydrocarbures qui dans le meilleur des cas serait de 137 mg/kg.j. L'analyse de l'oxygène gazeux dans le sol a mis en évidence une distribution inégale de l'oxygène pendant la période d'aération, de sorte que certaines zones, contenant possiblement des hétérogénéités silteuses, sont restées en anarabiose. La migration verticale et horizontale des nutriments ne s'est pas limitée à la parcelle expérimentale. Des concentrations de NO_3^- et NH_4^+ ont été mesurées au niveau des dépôts meubles et dans le roc à l'extérieur de la parcelle.

En général, la population de bactéries hétérotrophes aérobies (BHA) dans le sol a augmenté pendant le traitement, avec une population plus élevée en surface qu'en profondeur. C'est également dans le sol plutôt que dans l'eau que ces bactéries sont en concentrations plus élevées.

Une des zones de la parcelle a démontré une diminution appréciable (77 %) des HGM (13 400 ppm à 3 078 ppm), associée à la plus forte augmentation (10¹ à 10⁷) des populations bactériennes totales, une augmentation (21 à 52 %) de la minéralisation et une augmentation des bactéries spécifiques aux alcanes de 10¹ à 10³ (sonde génétique AlkB).

L'amorce de la réduction dans la toxicité des sols a pu être observée avec *Photobacterium phosphoreum* (biotest Microtox) sur les extraits organiques. Aucun effet significatif n'a été enregistré sur les éluvats de sol avec les tests en contact direct de germination et de croissance de l'orge. Ces résultats sont encourageants pour une période d'étude aussi courte que deux mois. Dans les eaux souterraines, aucun effet toxique significatif n'a pu être mis en évidence par le biotest Microtox.

Le protocole de biotraitabilité utilisé dans ce projet a permis de confirmer la pertinence d'utiliser cet outil comme moyen de suivi/contrôle et d'optimisation en laboratoire ou sur le terrain.

Les travaux d'extraction physico-chimique sur le site de Drummondville n'ont pas permis d'atteindre les critères de décontamination visés. La trop courte durée de l'essai biologique n'a pas permis d'atteindre une décontamination complète. De plus, la complexité du site représente des conditions situées au-delà du champ d'application de la technologie.

POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

Le projet a été réalisé par le Consortium Serrener-Varisco en collaboration avec l'Institut de recherche en biotechnologie (IRB) du Conseil national de recherches Canada et l'Université de Sherbrooke. L'exploitation de la technologie a été confiée à Ecosite inc.

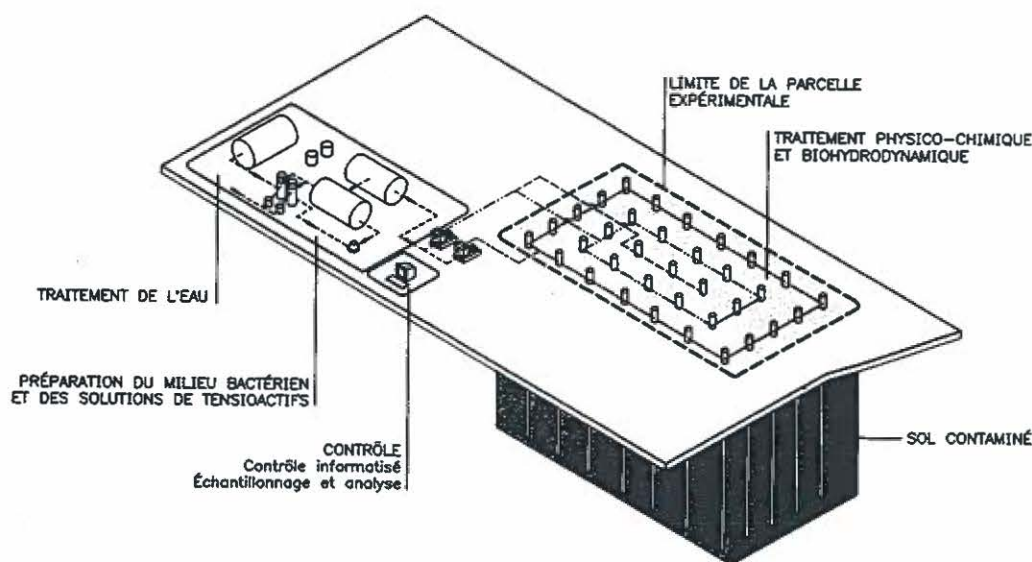
Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport intitulé : «Démonstration sur le terrain d'un procédé de traitement *in situ* pour les sols contaminés», rapport préparé par le Consortium Serrener-Varisco en collaboration avec l'IRB et l'Université de Sherbrooke, Novembre 1996.

Pour plus d'information, veuillez communiquer avec :

Section du développement technologique,
Environnement Canada (514) 283-9678

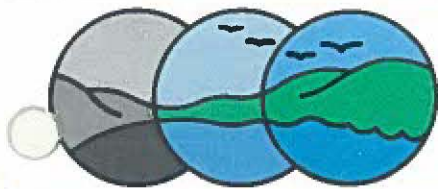
Direction de l'information et de la coordination
de la recherche
Ministère de l'Environnement et de
la Faune du Québec (418) 643-2073

Figure 1 : Localisation des équipements de traitement



AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par le Comité fédéral-provincial de DÉTALC pour le Québec. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DÉTALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



DETALC

Programme de développement et de démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés

TRAITEMENT ÉLECTROCINÉTIQUE DES SOLS CONTAMINÉS AUX MÉTAUX LOURDS C.R.E.A.LAB INC., ROCK-FOREST, QUÉBEC

- RÉSUMÉ DU PROJET -

Mars 1997

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui était parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés (DETALC) avait été mis sur pied afin de travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE PARRAINÉE PAR LE PROGRAMME DETALC

Le projet visait à développer et optimiser le procédé de traitement électrocinétique sur des sols contaminés par des métaux lourds. Dans le cadre du présent projet, des échantillons de sols fins provenant de cinq sites différents, ont été traités par électrocinétique en laboratoire. La matrice la plus compatible avec le procédé a été choisie pour la réalisation d'un essai pilote de 6 m².

C.R.E.A.Lab inc. (filiale du Groupe Serreiner inc.) est le promoteur du projet. Les travaux ont été amorcés en septembre 1993 et complétés en mars 1996 avec la collaboration de Lupien Rosenberg Consultants et de l'Université de Sherbrooke. Le projet a été financé par C.R.E.A.Lab et Lupien Rosenberg Consultants, par Environnement Canada et par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Le coût total du projet s'est élevé à 605 500 \$ et la contribution du programme DETALC a été de 350 400 \$.

NATURE DE LA CONTAMINATION

Les essais de développement à l'échelle de laboratoire ont été réalisés :

- sur des sols provenant d'un ancien site d'activité ferroviaire, d'un site portuaire et d'un site industriel (recyclage de batteries) ;
- sur des résidus fins issus d'un procédé de décontamination des sols par lavage ;
- sur des sédiments de la région de Québec et de Montréal.

Le traitement électrocinétique a été appliqué aux particules de sol de diamètre inférieur à 5 mm ainsi qu'aux échantillons de résidus fins de sol et de sédiments dans leur ensemble. Ces matrices contaminées contenaient des quantités excessives de l'un ou l'autre ou d'une combinaison des métaux suivants : cadmium (Cd), cuivre (Cu), plomb (Pb) et zinc (Zn).

DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Le projet comportait deux phases de réalisation à l'échelle de laboratoire et une troisième phase de démonstration à l'échelle pilote. Un total de 60 essais électrocinétiques ont été complétés. La réalisation de ces travaux a permis de mettre au point une série d'essais de traitabilité à effectuer pour estimer le coût et la performance du traitement à l'échelle commerciale. Les essais de traitabilité ont été réalisés en cellule électrocinétique de un litre et de 100 litres. Le schéma de procédé pour ces

unités de traitement et pour l'essai à l'échelle pilote est présenté à la figure 1.

Dans un sol, l'application d'un potentiel électrique entraîne deux phénomènes principaux : le déplacement de l'eau interstitielle du sol (électro-osmose) vers l'électrode négative (cathode) en général ainsi que la migration des ions dissous vers l'électrode de signe opposé. Ces phénomènes sont illustrés à la figure 1. Le traitement électrocinétique tel que développé dans le cadre de ce projet, vise à dissoudre les métaux lourds par voie acide puis à les faire migrer sous forme ionique (Pb^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}) vers la cathode. En général, la décontamination du sol s'effectue de l'anode vers la cathode où sont extraits les métaux lourds. Les contaminants extraits sous forme soluble, sont récupérés par précipitation chimique des solutions cathodiques. Sous certaines conditions favorables à la formation de complexes métalliques anioniques, les métaux lourds peuvent également être récupérés à l'anode.

Les principales étapes du traitement électrocinétique sont les suivantes :

- tamisage (si requis) ;
- prétraitement (ajout de solutions chimiques) ;
- mise en place des matrices contaminées ;
- remplissage des réservoirs anodiques et cathodiques ;
- application du gradient électrique ;
- mesure et contrôle du voltage, courant électrique et de la température ;
- conditionnement et contrôle des solutions électrolytiques ;
- traitement des effluents (précipitation chimique) .

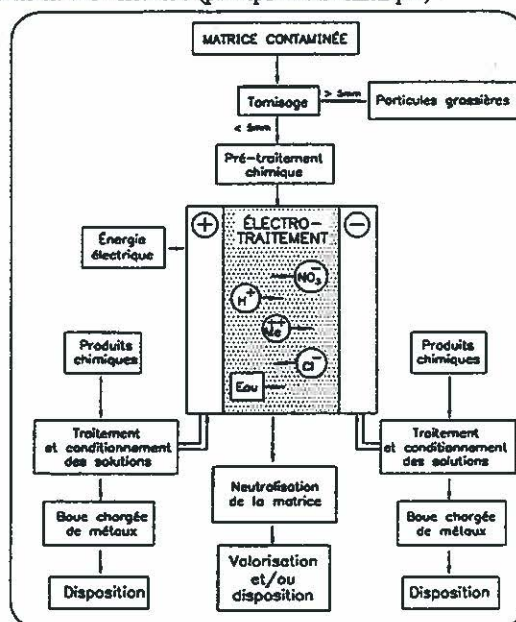


Figure 1 : Schéma du procédé de traitement électrocinétique

Tableau 1 Sommaire des résultats de l'essai pilote

Durée du traitement		22 jours			39 jours			Concentration moyenne finale (39 jours) ¹
	Concentration moyenne initiale	Point de prélèvement Axe 12			Point de prélèvement Axe 11			
		A	M	C	A	M	C	
Concentration en zinc (ppm)	3 000	225	315	2 450	225	305	325	895
% enlèvement	--	93	90	18	93	90	89	70
Degré de contamination (vs critères du MEF) ²	> C	AB	AB	> C	AB	AB	AB	BC

¹Échantillon composite de 36 sous-échantillons répartis dans la cellule.

²Critères du Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF) : critère A = 100 ppm critère B = 500 ppm critère C = 1 500 ppm

RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

L'essai pilote de 6 m³ sur les sédiments de la région de Montréal, d'une durée de 39 jours, a été complété à l'hiver 1995-1996. Une vue en plan de la cellule de 6 m³ est montrée à la figure 2. Le tableau 1 présente la concentration du zinc dans la matrice à différents temps de traitement. Les concentrations en zinc ont été mesurées à trois endroits : près du réservoir anodique (A), au milieu de la cellule (M) et près du réservoir cathodique (C). Cet essai pilote a permis de confirmer la faisabilité technique et économique du procédé et d'établir les conclusions suivantes :

- les performances atteintes à l'échelle pilote (concentration finale de 895 ppm de zinc) correspondent à celles mesurées en essai de 1 litre pour la même quantité unitaire d'électricité appliquée au sol ;
- les coûts de base du traitement pour les sédiments de canal sont de 84 \$/m³, incluant l'électricité et les produits chimiques requis ;
- le traitement de l'effluent cathodique a généré un volume de boues contaminées en zinc qui représente 5 % du volume initial des sédiments ;
- les matériaux choisis pour la conception de la cellule de 6 m³ (géomembranes, géotextiles, crépines, électrodes) ont tous résisté à l'agressivité du traitement, à l'exception des anodes de carbone, remplacées avantageusement par des anodes inertes.

L'ensemble du programme d'essais en laboratoire a permis d'établir les conclusions suivantes :

- l'efficacité du traitement électrocinétique à l'échelle pilote peut être prédite à partir des résultats obtenus en cellule de 1 litre, sur la base de la quantité unitaire d'électricité appliquée au sol ;
- en général, le cadmium et le zinc sont plus faciles à extraire des matrices contaminées que le plomb et le cuivre ;
- l'efficacité du traitement dépend de la facilité avec laquelle les contaminants peuvent être mis en solution dans l'eau interstitielle de la matrice. Cette limite s'applique aussi aux procédés de lavage et à ceux d'extraction physico-chimique. Certaines formes d'oxydes et d'hydroxydes, le sulfate de plomb ainsi que les poussières de métaux élémentaires sont généralement difficiles à solubiliser ;
- contrairement aux procédés de lavage conventionnels, l'extraction des contaminants par électrocinétique n'est pas limitée par la présence de particules fines (silt, argile) ;
- les coûts de traitement augmentent pour les matrices ayant une forte capacité de neutralisation des acides ;
- une teneur très élevée en calcium ou en fer dans la matrice contaminée se traduit par une augmentation du volume de boues générées lors du traitement de l'effluent cathodique.

POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

Le projet a été réalisé par C.R.E.A.Lab inc. en collaboration avec Lupien Rosenberg Consultants et l'Université de Sherbrooke. Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport intitulé : «Traitement électrocinétique des sols contaminés par des métaux lourds» préparé par C.R.E.A.Lab en mars 1996.

Pour plus d'information, veuillez communiquer avec :

Section du développement technologique,
Environnement Canada (514) 283-9678

Direction de l'information et de la coordination
de la recherche
Ministère de l'Environnement et de
la Faune du Québec (418) 643-2073

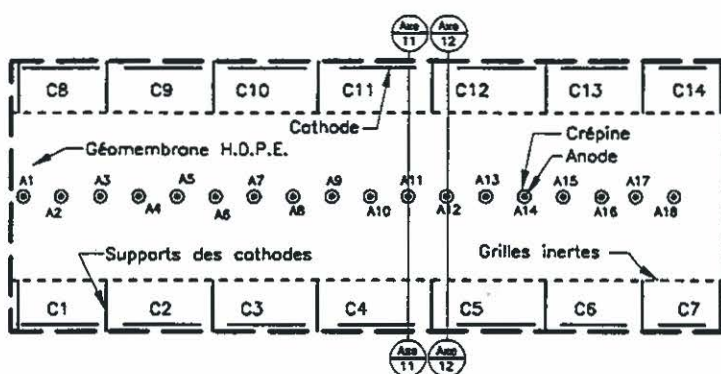
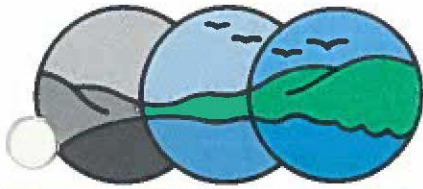


Figure 2 : Vue en plan de la cellule de 6 m³

AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par le Comité fédéral-provincial de DÉTALC pour le Québec. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DÉTALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.



DÉTALC

Programme de développement
et de démonstration de
techniques d'assainissement
de lieux contaminés

RECHERCHE ET DÉMONSTRATION DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE DE SOLS CONTAMINÉS PAR DES HYDROCARBURES, PRODUITS SHELL CANADA LIMITÉE, ADS GROUPE-CONSEIL INC. ET L'INSTITUT ARMAND FRAPPIER, MONTRÉAL, QUÉBEC

- RÉSUMÉ DU PROJET -

Mars 1997

INTRODUCTION

En 1989, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré le programme national d'assainissement des lieux contaminés (PNALC) qui était parrainé et administré dans le cadre d'accords bilatéraux conclus entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Le programme de développement et démonstration de techniques d'assainissement de lieux contaminés (DÉTALC) avait été mis sur pied afin de travailler de concert avec l'industrie pour stimuler le développement et la démonstration de techniques nouvelles et innovatrices pouvant permettre de résoudre des problèmes critiques en ce qui concerne l'assainissement des lieux contaminés.

TECHNOLOGIE PARRAINÉE PAR LE PROGRAMME DÉTALC

Dans le cadre du programme DÉTALC, le consortium formé de Produits Shell Canada Limitée, ADS Groupe-Conseil inc. et de l'Institut Armand-Frappier a mis sur pied un projet de recherche, de développement et de démonstration de traitement biologique de sols contaminés par des hydrocarbures à la sablière Thouin, située à environ 50 km à l'est de Montréal, dans la province de Québec. L'objectif du projet visait principalement à démontrer la faisabilité du biotraitement des hydrocarbures au site de la sablière Thouin en acquérant une meilleure connaissance des microorganismes et des voies métaboliques utilisées lors de la biodégradation pour augmenter ainsi la performance du traitement et minéraliser le plus complètement possible les hydrocarbures.

Le projet a été financé par les Produits Shell Canada Limitée, par Environnement Canada et par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Le coût total du projet a été de 1 017 965 \$ et la contribution du programme DÉTALC s'est élevée à 582 000 \$ pour les trois phases du projet.

NATURE DE LA CONTAMINATION

Il y a plus de 20 ans, la sablière Thouin a été utilisée pour éliminer divers résidus pétroliers et de produits industriels divers. En 1968, le site a été fermé puis, en 1984, homologué dans la liste du Groupe d'étude et de restauration des lieux d'élimination de déchets dangereux (GERLED) comme site de catégorie 1. Une caractérisation initiale effectuée par Foratek International Inc. en 1987 ainsi qu'une seconde effectuée par ADS en 1990 ont démontré que les polluants sont principalement des hydrocarbures. L'étendue actuelle de la zone contaminée couvre une superficie d'environ 35 000 m². Elle semble être limitée aux sables de surface, dont l'épaisseur varie entre 1 et 3 mètres, et elle ne pénètre pas l'argile sous-jacente. Les principaux contaminants retrouvés sont des huiles et graisses minérales (HGM), des hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) et polycycliques (HAP) ainsi que des hydrocarbures chlorés. On estime qu'environ 30 000 m³ de sol sont contaminés au-delà du critère C du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF) pour les huiles et graisses minérales (HGM). L'aquifère,

contaminé par des hydrocarbures chlorés, des HAM et des HAP, se retrouve généralement à moins de 50 cm de la surface du sol. Le gradient hydraulique est estimé à 0,5-0,7 m/m et la migration des eaux souterraines est orientée du nord vers le sud à une vitesse de 0,027-0,041 m/jour.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

La phase 1 a débuté au printemps 1992 et fut complétée à l'été 1993. Elle fut réalisée en laboratoire et visait à déterminer la biodégradabilité des hydrocarbures sous diverses conditions et à isoler les principales souches responsables de la biodégradation et à optimiser les diverses variables abiotiques du procédé de traitement biologique. La phase 2 a débuté en été 1994. Elle consistait à transposer sur le terrain les résultats obtenus en laboratoire au moyen d'essais en biopiles et d'essais *in situ*. Les travaux de terrain ont été divisés en deux étapes successives, soit l'extraction des hydrocarbures volatils des sols en place et le biotraitement *in situ* et en biopiles. La phase 3 a consisté à valider et optimiser les résultats de la phase 2 et à démontrer l'atteinte du critère C. Elle a débuté à la fin du printemps 1995 et s'est terminée à la fin de l'automne 1995.

Extraction des composés volatils

Pour la ventilation des sols, deux zones ont été aménagées et opérées durant deux semaines. La première zone a été utilisée pour ventiler et homogénéiser une quantité suffisante de sol pour les essais en biopiles. L'autre zone, préalablement confinée, a été utilisée pour l'essai de traitement *in situ*. L'extraction des hydrocarbures volatils a porté sur une surface de 400 m² où les sols présentaient une teneur moyenne en HGM de 15 000 mg/kg. Préalablement, la surface de travail a été recouverte d'une membrane étanche en polyéthylène pour prévenir l'infiltration de l'air dans le sol. La zone a été confinée par des tranchées de 2-3 m de profondeur et a été recouverte d'une géomembrane. L'extraction *in situ* s'est déroulée à 3 m de profondeur dans la zone saturée à l'aide de deux puits d'injection en chlorure de polyvinyle (PVC) de 7,5 cm de diamètre reliés à une soufflante de 2HP. L'extraction des composés volatils s'est déroulée dans la zone non saturée à l'aide de deux puits d'extraction en PVC de 5 cm de diamètre reliés à un filtre de charbon activé.

Traitement *in situ*

Un volume de sol de 40 m³ (3,5 m X 3,5 m X 3,0 m) a été confiné jusqu'à la couche d'argile à l'aide de palplanches en acier et d'injection de bentonite à l'extérieur de la zone confinée dans le but de parfaire l'imperméabilisation de la cellule. L'air a été injecté dans la zone saturée à une pression constante de 100 scfm (170 m³/h) à l'aide d'une pompe de 2 HP en utilisant des puits en PVC de 7,5 cm de diamètre. Les hydrocarbures volatils ont été extraits de la zone non saturée à un taux de 60 scfm (120 m³/h) à l'aide d'une pompe à vide de 1 HP. Les

composés volatils étaient acheminés vers 2 filtres en charbon activé installés en série.

Traitement en biopiles

Cinq cellules de 50 m³ (7m X 5 m X 1,5 m) ont été construites sur une base en bois recouverte d'une toile géotextile et d'une géomembrane en polyéthylène. Chaque biopile était munie d'un système de collection des lixiviats et d'un système d'aération forcée composé de six conduites en PVC de 7,5 cm à la base de chaque biopile. Ces conduites étaient reliées à une pompe de 2 HP. Les composés volatils étaient recueillis et acheminés vers deux filtres au charbon activé installés en série pour chacune des biopiles.

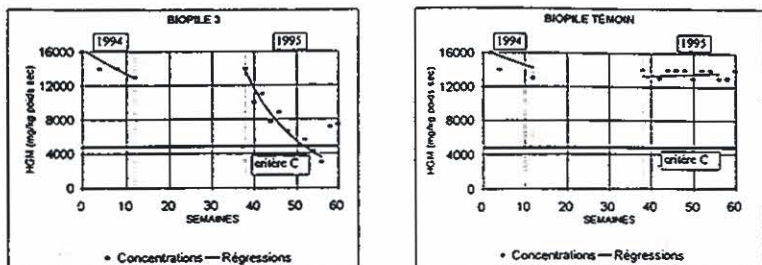
Lors des essais pilotes (phase 2) réalisés sur le terrain en 1994, cinq biopiles de sol ont été formées à partir de la pile mère homogénéisée et une cellule *in situ* a été construite. Différents scénarios d'amendements ont été testés :

- Biopile 1 Aération forcée sans ajout de nutriments (biopile témoin).
- Biopile 2 Aération forcée avec ajout de nutriments conventionnels (urée et phosphore).
- Biopile 3 Aération forcée avec ajout d'un additif naturel de croissance (Daramend).
- Biopile 4 Aération forcée avec ajout de lisier de porc.
- Biopile 5 Aération passive par retournement périodique avec ajout de nutriments conventionnels.
- Cellule Bioventilation *in situ* et extraction des volatils avec ajout de nutriments conventionnels.

Lors de la phase 3 en 1995, les scénarios de traitement ont été modifiés dans les cinq biopiles ainsi que dans la cellule *in situ* dans le but d'optimiser le rendement des essais.

- Biopile 1 Aération forcée avec ajout d'un agent dégraissant (Simple Green), de nutriments conventionnels (urée et phosphore) et d'engrais liquide.
- Biopile 2 Aération forcée avec ajout d'un agent dégraissant, de nutriments conventionnels (urée et phosphore) et de paille.
- Biopile 3 Aération forcée avec ajout d'un agent dégraissant, de nutriments conventionnels et d'un agent de croissance (FyreZyme).
- Biopile 4 Aération forcée et ajout d'un agent dégraissant et de nutriments.
- Biopile 5 Aération forcée sans ajout.
- Cellule Bioventilation *in situ*, extraction des volatils et ajout d'un agent dégraissant, de nutriments conventionnels et d'engrais liquide.

FIGURE 1: ÉVOLUTION DES HUILES ET GRAISSES MINÉRALES DANS LES SOLS



RÉSULTATS DE LA DÉMONSTRATION

Lors de la phase 1, les essais de biodégradabilité effectués en bioréacteurs ont démontré qu'il était possible de recourir au traitement biologique jusqu'à une concentration de 20 000 à 25 000 mg/kg en HGM. Au-delà de cette concentration la biotoxicité augmente rapidement et l'activité bactérienne décroît sans qu'aucune diminution en HGM ne soit observée, même après plusieurs mois de traitement. On a aussi mis en évidence un temps de latence d'environ 100 jours avant que ne débute la biodégradation des hydrocarbures lourds.

Lors de la phase 2, le rendement le plus significatif a été observé dans la biopile 2 avec un pourcentage d'enlèvement de 25 % des HGM (16 000 à 12 000 mg/kg) en 12 semaines de traitement. La demi-vie pour les HGM a été estimée à 25 semaines.

Lors de la phase 3 en 1995, les résultats les plus intéressants ont été obtenus dans la biopile 3 avec un pourcentage d'enlèvement de 80 % pour les HGM. Celles-ci ont diminué de 14 000 à 3 000 mg/kg en 18 semaines soit dans la plage B-C du MEF, pour un taux de biodégradation de 86 mg/kg/jour (figure 1). La demi-vie pour les HGM a été estimée à 9 semaines. Dans cette biopile, tous les HAP, HAM et hydrocarbures chlorés respectaient le critère C du MEF et la plupart respectaient également le critère B. Dans cette biopile, la biotoxicité a diminué proportionnellement aux teneurs en HGM et en HAP à 2 et 3 cycles aromatiques. Aucune diminution n'a été observée dans la biopile témoin (figure 2).

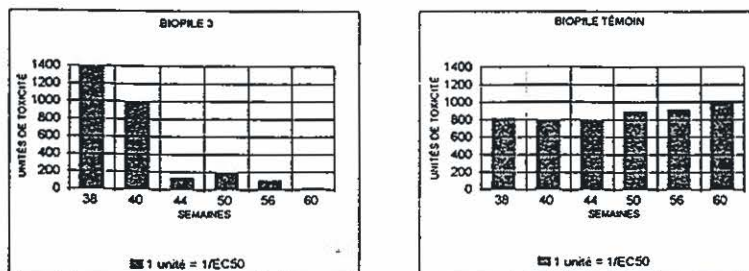
POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS

Le projet a été réalisé par un consortium formé de Produits Shell Canada Limitée, le Groupe-Conseil ADS inc. et l'Institut Armand-Frappier. Les renseignements présentés dans ce résumé sont basés sur le rapport intitulé, «Recherche et démonstration de traitement biologique de sols contaminés par des hydrocarbures» - Rapport final préparé par ADS Groupe-Conseil inc., mars 1996, publié dans le cadre du programme DÉTALC.

Pour plus d'information, veuillez communiquer avec :

Section du Développement technologique,
Environnement Canada (514) 283-9678
Direction de l'information et de la coordination
de la recherche
Ministère de l'Environnement et de
la Faune du Québec (418) 643 2073

FIGURE 2: ÉVOLUTION DE LA BIOTOXICITÉ DANS LES SOLS (SAISON 1995)



AVIS DE RÉVISION

Le présent document a été revu par le Comité fédéral-provincial de DÉTALC pour le Québec. Le contenu ne reflète pas nécessairement les vues et les politiques d'organismes représentés par DÉTALC. La mention de marques de commerce ou de produits commerciaux ne constitue pas une recommandation ou une approbation de leur utilisation.