

LA GESTION COMMERCIALE DES SOLS CONTAMINÉS EXCAVÉS AU QUÉBEC

par

Karine Plante

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement
en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sherbrooke, Québec, Canada, 14 décembre 2005

IDENTIFICATION SIGNALÉTIQUE

LA GESTION COMMERCIALE DES SOLS CONTAMINÉS EXCAVÉS AU QUÉBEC

Karine Plante

Essai effectué en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

Université de Sherbrooke

Décembre 2005

Mots clés : sols contaminés, traitement de sol, enfouissement de sol, options de gestion alternatives des sols traités, réduction, réemploi, recyclage et valorisation des sols traités.

Le volume total des sols contaminés traités au Québec est en constant accroissement depuis 1991. En 2005, le Québec compte une vingtaine de centres de traitement commercial des sols contaminés. Malgré cela, la très grande majorité des sols traités se retrouvent tout de même au lieu d'enfouissement sanitaire où ils sont utilisés pour le recouvrement des matières résiduelles. Toutefois, l'entrée en vigueur prochaine du *Règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles et des sols contaminés* ainsi que du *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles* force l'industrie du traitement des sols contaminés à se pencher sur la diversification des options d'utilisation des sols traités. Il s'avère que si plusieurs solutions alternatives sont envisageables, aucune ne constitue de « remède miracle » et chacune d'entre elles a des implications au niveau environnemental, social, économique, légal et/ou technique. À court terme, les centres de traitement ainsi que le gouvernement québécois devront se pencher sur la question afin d'encourager la valorisation des sols traités et la réduction du recours à l'enfouissement.

SOMMAIRE

Le volume total des sols contaminés traités au Québec est en constant accroissement depuis 1991. En 2005, le Québec compte quatre lieux d'enfouissement des sols contaminés autorisés par le gouvernement et une vingtaine de centres de traitement commercial des sols contaminés, employant des méthodes biologiques, thermiques, chimiques, physiques ou physico-chimiques pour traiter plus de 400 000 t.m. de sol annuellement. En dépit des efforts consentis pour leur décontamination, en bout de ligne, la très grande majorité des sols traités se retrouvent tout de même au lieu d'enfouissement sanitaire où ils sont utilisés pour le recouvrement des matières résiduelles.

Cependant, l'entrée en vigueur prochaine du *Règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles et des sols contaminés* ainsi que du *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles* force l'industrie du traitement des sols contaminés à se pencher sur des options d'utilisation alternatives pour les sols traités. Dans le cadre de cet essai, 14 solutions alternatives sont abordées :

- Réduction des sources de contamination;
- Accroissement du contrôle lors des travaux d'excavation de sols contaminés;
- Recours aux techniques de traitement *in situ*;
- Recours à l'analyse de risques;
- Utilisation sur le site d'origine (ex : remblayage ou fabrication de talus);
- Utilisation sur un site différent que le lieu d'origine (ex : remblayage ou fabrication de talus);
- Utilisation dans la mise en place des assises d'infrastructures routières ou des fondations de bâtiments (fabrication de matériaux géotechniques);
- Restauration de sites dégradés;
- Incorporation des sols traités à l'asphalte, au béton, à la brique et au ciment;
- Fabrication de compost;
- Mise en place de programmes de réutilisation et de revitalisation des sites orphelins et/ou contaminés (du type Revi-Sols);
- Mise en place d'incitatifs fiscaux pour le réemploi et le recyclage des sols traités;
- Développement de nouvelles méthodes de traitement et amélioration des techniques existantes et
- Remblayage de carrières et mines.

Ces modes de gestions alternatifs, allant la réduction, en passant par le réemploi, le recyclage et la valorisation, jusqu'à l'enfouissement dans des lieux autres que les LES et les DMS, sont décrits et comparés en regard de leurs avantages et inconvénients du point de vue du développement durable et de la faisabilité technique.

Il s'avère que si plusieurs solutions alternatives sont envisageables, aucune ne constitue de « remède miracle », même si elles sont toutes susceptibles de présenter une amélioration par rapport à la situation actuelle. À court terme, les centres de traitement ainsi que le gouvernement québécois devront se pencher sur la question afin d'encourager la valorisation des sols traités et la réduction du recours à l'enfouissement, tout en continuant de sensibiliser les divers intervenants à l'importance de la prévention de la contamination.

REMERCIEMENTS

Je tiens en premier lieu à remercier M. Daniel Théorêt, le directeur de cet essai, qui, en partageant ses connaissances et son expérience avec moi, a su m'ouvrir les yeux sur la réalité de l'industrie québécoise du traitement des sols contaminés. Je veux souligner à quel point j'ai apprécié le fait qu'il ait toujours accepté de répondre sans hésitation et avec une franchise étonnante à toutes mes questions, tout en me laissant entièrement libre d'aborder le sujet comme je le souhaitais.

Dans un deuxième temps, il me faut préciser que ce que je désirais avant tout, c'était que cet essai soit le reflet le plus fidèle possible de la réalité québécoise de 2005. Si ce but a pu être atteint, c'est avant tout grâce à la précieuse collaboration des personnes ressources du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ainsi que celle de l'ensemble des industriels et des consultants que j'ai interrogés.

Finalement, je tiens également à remercier M. Arnold Ross et Mme Mireille Savaria pour la relecture de cet essai.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
1. LA GESTION ACTUELLE DES SOLS CONTAMINÉS TRAITÉS AU QUÉBEC	3
1.1. Mise en contexte.....	3
1.1.1 Législation.....	3
1.1.2. Volume et origine des sols traités et enfouis au Québec	6
1.1.3. Entrepreneurs et techniques de traitement hors site des sols contaminés au Québec.....	9
1.1.4. Entrepreneurs et enfouissement de sols contaminés au Québec	21
1.2. Problématique.....	25
2. SOLUTIONS ALTERNATIVES D’UTILISATION DES SOLS TRAITÉS	29
2.1. Solutions alternatives utilisées à l’extérieur du Québec.....	29
2.2. Solutions alternatives envisagées par les intervenants québécois	31
2.2.1. Réduction	31
2.2.2. Réemploi	33
2.2.3. Recyclage	35
2.2.4. Valorisation.....	36
2.2.5. Enfouissement.....	37
2.3. Analyse des solutions alternatives	37
2.3.1. Comparaison des différentes solution alternatives.....	37
2.3.2. Description des implications de la mise en place des solutions alternatives ..	41
3. DISCUSSION	48
CONCLUSION	55
RÉFÉRENCES.....	57

ANNEXE 1	BIBLIOGRAPHIE.....	69
ANNEXE 2	ANNEXES I ET II DU RÈGLEMENT SUR LA PROTECTION ET LA RÉHABILITATION DES TERRAINS (C. Q-2, R.18.1.01).....	87
ANNEXE 3	ANNEXE III DU RÈGLEMENT SUR LA PROTECTION ET LA RÉHABILITATION DES TERRAINS (C. Q-2, R.18.1.01).....	99
ANNEXE 4	ANNEXE I DU RÈGLEMENT SUR L'ENFOUISSEMENT DES SOLS CONTAMINÉS (C. Q-2, R.6.01).....	107
ANNEXE 5	PRODUITS ET ÉQUIPEMENTS À RISQUE ÉLEVÉ VISÉS PAR LE RÈGLEMENT SUR LES PRODUITS PÉTROLIERS (C. P-29.1)	115
ANNEXE 6	GRILLE DE GESTION DES SOLS CONTAMINÉS EXCAVÉS INTÉRIMAIRE DE LA POLITIQUE DE PROTECTION DES SOLS ET DE RÉHABILITATION DES TERRAINS CONTAMINÉS	119

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1,1	Comparaison de la progression des volumes annuels de sols traités et enfouis au Québec	7
Figure 1,2	Schéma du procédé <i>Rotamix</i> développé par <i>GSI Environnement</i>	16
Figure 1,3	Schéma d'une biopile type utilisée lors du traitement par bioventilation.....	17
Figure 1,4	Procédé de traitement des sols par désorption thermique de <i>Récupère Sol inc.</i>	19
Figure 1,5	Cellule sécuritaire d'enfouissement du stablex	20
Figure 1,6	Procédé développé par <i>Alex Environnement</i> pour le traitement des sédiments et des sols contaminés aux métaux lourds	20
Figure 1,7	Vue en coupe d'une cellule de confinement de <i>Horizon Environnement</i>	23
Figure 1,8	Vue en coupe d'une cellule de confinement du <i>Groupe Cintec</i>	24
Figure 2,1	Gradation empirique au sein de la chaîne des 3RV-E	31
Tableau 1,1	Évolution du traitement et de l'enfouissement sécuritaire des sols contaminés au Québec	7
Tableau 1,2	Centres commerciaux de traitement de sols contaminés.....	10
Tableau 1,3	Lieux commerciaux d'enfouissement sécuritaire de sols contaminés	21
Tableau 1,4	Conductivité hydraulique des différents types de sols	28
Tableau 2,1	Domaines d'impact, avantages et inconvénients des diverses avenues d'utilisation des sols traités alternatives à l'enfouissement dans les LES et les DMS.....	39

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGNES

3RV-E	Réduction, réemploi, recyclage, valorisation et élimination
ACIA	Agence canadienne d'inspection des aliments
Ag	Argent
Al	Aluminium
As	Arsenic
B	Bore
Ba	Baryum
Be	Béryllium
Bi	Bismuth
BNQ	Bureau de normalisation du Québec

BPC	Biphényles polychlorés
BQMS	Bourse québécoise des matières secondaires
BRIQ	Bourse des résidus industriels du Québec
BTEX	Benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (composés organiques volatils)
CA	Certificat d'autorisation
Cd	Cadmium
Co	Cobalt
COV	Composées organiques volatils
Cr	Chrome
CTTÉI	Centre de transfert technologique en écologie industrielle
Cu	Cuivre
DDT	Dichlorodiphényltrichloroéthane
DMS	Dépôt de matériaux secs
Fe	Fer
HAM	Hydrocarbures aromatiques monocycliques
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HDPE	Polyéthylène haute densité
Hg	Mercure
HHT	Hydrocarbures halogénés totaux
HP	Hydrocarbures pétroliers
HP C ₁₀ -C ₅₀	Hydrocarbures pétroliers contenant de 10 à 50 molécules de carbone
LES	Lieu d'enfouissement sanitaire
LESC	Lieu d'enfouissement des sols contaminés
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (anciennement MENV)
MENV	Ministère de l'Environnement du Québec (nouvellement MDDEP)
Mg	Magnésium
Mo	Molybdène
MRC	Municipalité régionale de comté
MTQ	Ministère des Transports du Québec
NaOH	Soude, hydroxyde de sodium
Ni	Nickel
Pb	Plomb

PCE	Perchloroéthylène
PCP	Pentachlorophénol
RESC	Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés
RPRT	Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains
Sb	Antimoine
Se	Sélénium
Sn	Étain
TCE	Trichloroéthylène
t.m.	Tonne métrique (1 000 kg)
USEPA	United States Environmental Protection Agency
V	Vanadium
Zn	Zinc

LEXIQUE

Asphalte :	Matériau constitué par un mélange à proportions variables de sable, gravillon, de filler et de bitume tel que le produit puisse être appliqué à chaud par coulée (Office québécois de la langue française 1973)
Béton :	Matériau de construction obtenu grâce à un mélange homogène de granulats, de sable, de ciment et d'eau (Office québécois de la langue française 1984).
Brique :	Matériau de construction à base d'argile, moulé mécaniquement et cuit au four en forme de parallélépipède rectangle (Larousse 1994).
Brownfields :	Sites urbains autrefois orphelins ou contaminés (Corbin 2005).
Ciment :	Matières minérales finement broyées, formant par addition d'eau en quantité appropriée une pâte liante susceptible de durcir tant sous l'eau que dans l'air et de lier entre eux des matériaux granulaires (Office québécois de la langue française 1993).
Clinkérisation :	Cuisson, dans un four de calcination, d'un mélange dosé de calcaire et d'argile, provoquant la formation de scories de ciment (scorification) (Office québécois de la langue française 2003).
Élimination :	Se départir d'une ressource sans permettre qu'elle puisse fournir un matériau secondaire; incinération ou dépôt définitif dans des lieux d'enfouissement ou autres lieux visés par règlement (Olivier 1999).

- Piézomètre :** Dispositif d'auscultation servant à établir le niveau d'une nappe ou à mesurer la pression d'un fluide dans un sol, un rocher ou un béton. Au Québec, le terme « piézomètre » est souvent employé, à tort, comme un synonyme du terme « puits d'observation » appliqué à des puits ou sondages servant à d'autres mesures que celle du niveau ou de la pression, notamment à des puits d'échantillonnage d'eau périodique ou de surveillance de la qualité de l'eau par enregistrement in situ (Office québécois de la langue française 1994).
- Produits pétroliers :** Au sens de la *Loi sur les produits et les équipements pétroliers*, les produits pétroliers se définissent comme l'essence, le carburant diesel, le mazout, les huiles ayant été utilisées dans un véhicule à moteur ou un équipement hydraulique, ainsi que tout autre mélange liquide d'hydrocarbures utilisé comme carburant ou comme combustible, à l'exclusion des gaz liquéfiés et autres huiles usagées.
- Recyclage :** Utilisation d'une matière secondaire dans un procédé, en remplacement d'une matière première vierge de même nature (Olivier 1999).
- Réduction :** Action permettant de diminuer la quantité de résidus générés à la suite de la fabrication, de la distribution ou de l'utilisation d'un produit (Olivier 1999)
- Réemploi :** Utilisation répétée d'un produit sans modification de son apparence ou de ses propriétés (Olivier 1999).
- Réfractaire :** Granulats provenant du concassage de produits réfractaires, qui ne fondent qu'à haute température (Office québécois de la langue française 1978).
- Smeltage :** Le processus de transformation du minerai de cuivre comprend trois étapes principales, soit la concentration, le smeltage et l'affinage. La concentration se fait par broyage, pulvérisation, aération et flottation. Quant au smeltage, il peut se faire de façon conventionnelle ou en continu. Dans le procédé conventionnel, utilisé depuis 1920, on se sert d'un four à réverbère de type «à chargement humide», muni de brûleurs à oxygène; la matte qui en résulte a une teneur en cuivre d'environ 30 %. Le procédé en continu adopté depuis 1970, utilise un réacteur et de l'air enrichi d'oxygène pulsé; on peut y produire une matte à haute teneur en cuivre. Après être passé par les convertisseurs, le cuivre est pur à 98 %. La troisième étape, qui se fait dans les fours d'affinage, rend le cuivre pur à 99 %. Il est alors coulé dans des moules à anodes. Le minerai de cuivre étant polymétallique, les métaux précieux qui sont toujours retenus dans le cuivre seront récupérés par électrolyse dans un établissement spécialisé (Dorion 1992).

Valorisation : Dans son sens large, la valorisation comprend toutes les méthodes qui permettent de réduire à un minimum la proportion de déchet ultime dans un résidu. Dans un sens spécifique, mise en valeur d'une matière résiduelle à d'autres fins que son recyclage (Olivier 1999).

INTRODUCTION

Les activités industrielles, si elles sont d'une importance capitale pour la santé économique d'une nation, sont aussi génératrices de contamination et de pollution pouvant mettre en danger la santé des écosystèmes et de la population. Les sols contaminés sont un de ces tristes héritages que nous lègue ce type d'activités, même si elles ne sont pas responsables à elles seules de l'ensemble de la contamination des sols.

Au cours des deux dernières décennies, poussée par une demande sans cesse croissante induite par l'émergence d'une législation spécifique à la gestion des terrains et des sols contaminés, une nouvelle industrie s'est développée au Québec : celle du traitement des sols contaminés. Au même moment, d'abord en 1989 avec la *Politique de gestion intégrée des déchets solides*, puis en 1995 avec les audiences publiques sur la gestion des matières résiduelles, et enfin en 1998 avec la *Politique québécoise de gestion des matières résiduelles*, le gouvernement provincial affirmait sa volonté de détourner de l'enfouissement des quantités importantes de matières pouvant être valorisées. En 2005, où en est-on? Bien que plus de 400 000 t.m. de sols contaminés soient traités annuellement dans la province, la grande majorité de ces derniers se retrouvent tout de même, en bout de course, dans les lieux d'enfouissement où ils sont le plus souvent utilisés comme matériaux de recouvrement journalier, alors qu'ils pourraient être valorisés autrement.

Le but de ce travail est de broser un portrait réaliste de la gestion commerciale des sols contaminés excavés au Québec ainsi que de se pencher sur les solutions alternatives à leur utilisation comme matériel de recouvrement journalier s'offrant aux centres de traitement commerciaux des sols contaminés.

Dans un premier temps, l'aspect législatif de la gestion des sols contaminés, la quantité et l'origine des sols contaminés traités et enfouis au Québec, les entrepreneurs et les techniques de traitement des sols contaminés excavés, ainsi que les entreprises d'enfouissement actives dans la province seront présentés. Ce portrait de la gestion hors site actuelle des sols contaminés sera suivi de l'énoncé de la problématique.

En second lieu, les solutions d'utilisation des sols contaminés et traités utilisées à l'extérieur du Québec seront présentées. La présentation des solutions alternatives d'utilisation des sols

traités envisagées par les principaux intervenants québécois concernés, à savoir le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et les centres de traitement des sols contaminés suivra. Ces solutions seront présentées en prenant en compte la gradation empirique existant au sein des 3RV-E.

Par la suite, l'analyse des solutions alternatives envisageables sera effectuée. D'abord, une comparaison semi-quantitative des différentes solutions sera réalisée afin d'illustrer les points positifs et négatifs de chacune d'elles du point de vue de la faisabilité technique et du développement durable (économie, société et environnement). La description des implications de la mise en place des solutions alternatives dans le contexte québécois actuel fera suite.

La dernière section, la discussion, présentera les conclusions découlant de l'analyse des solutions alternatives précédemment effectuée, ainsi que des recommandations et des pistes de réflexion afin de favoriser la mise en œuvre d'une gestion des sols traités favorisant la valorisation de ces derniers au détriment de l'enfouissement.

1. LA GESTION ACTUELLE DES SOLS CONTAMINÉS TRAITÉS AU QUÉBEC

La présente section vise à faire un tour d'horizon de la gestion québécoises des sols contaminés en présentant la législation la régissant, les volumes de sols traités et enfouis dans la province, les entrepreneurs oeuvrant dans le domaine ainsi que les techniques de traitement commerciales disponibles sur le marché québécois. Cette vision d'ensemble de la gestion des sols contaminés est nécessaire afin de bien situer la problématique qui sera ensuite abordée, à savoir la gestion des sols contaminés suite à leur traitement.

1.1. Mise en contexte

En 2003, 560 000 tonnes métriques (t.m.) de sols contaminés ont été soit enfouis, soit traités au Québec. Pour pouvoir apprécier ce que représente ce chiffre, il faut savoir qu'il y a seulement 20 ans de cela, aucune infrastructure strictement dédiée au traitement des sols contaminés n'était présente au Québec. En 2005, de nombreux règlements, lois, lignes directrices et politiques régissent la gestion des sols contaminés et pas moins de quatre lieux d'enfouissement de sols contaminés (LESC) et une vingtaine de centres de traitement commerciaux offrant une vaste gamme de techniques biologiques, chimiques, physiques et thermiques sont en activité sur le territoire québécois.

1.1.1. Législation

Depuis 1998, la nouvelle *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, remplaçant la *Politique de réhabilitation des terrains contaminés* de 1988, encadre la gestion des sols contaminés au Québec. Elle vise la protection des sols et de l'eau souterraine et la réhabilitation de terrains dégradés par l'activité humaine, entre autres par l'application de critères génériques d'usage des sols et des eaux souterraines. Afin d'appliquer les grandes orientations de la politique (empêcher que la présence de terrains contaminés ne soit la cause d'impacts sur la santé humaine, la faune, la flore, l'environnement et les biens, favoriser la réutilisation de terrains contaminés tout en assurant la protection de la santé, de l'environnement et des biens des futurs usagers, etc.), le projet de loi 72, la *Loi modifiant la Loi sur la qualité de l'environnement et d'autres dispositions législatives relativement à la protection et à la réhabilitation des terrains*, fut mis en vigueur le 1^{er} mars 2003. La loi 72 modifie la section IV.2.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE), donnant notamment au ministre de l'Environnement des pouvoirs d'ordonnance pour obliger la caractérisation des terrains et leur

réhabilitation lorsqu'il constate la présence dans un terrain de contaminants dont la concentration excèdent les valeurs limites fixées par les annexes I et II du *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* (voir annexe 2) ou qui, sans être visés par ce règlement, sont susceptibles de porter atteinte à la vie, à la santé, à la sécurité, au bien-être ou au confort de l'être humain, aux autres espèces vivantes, à l'environnement en général ou encore aux biens (voir article 31.43 de la LQE), et imposant aux entreprises oeuvrant dans les secteurs industriels et commerciaux visés ce même règlement certaines obligations afin de réhabiliter les terrains contaminés.

Le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* (RPRT), entré en vigueur le 27 mars 2003, est un de ceux issus des nouveaux pouvoirs réglementaires introduits par la loi 72. L'annexe I de ce dernier établit les teneurs limites acceptables en contaminants pour des terrains à vocation résidentielle, récréative (terrains de jeu, etc.), institutionnelle (établissements d'enseignement primaire ou secondaire, centres de la petite enfance, garderies, centres hospitaliers, centre d'hébergement et de soins de longue durée, centres de réadaptation, centres de protection de l'enfance et de la jeunesse, établissements de détention) ainsi que pour ceux dont l'usage autorisé par les municipalité est mixte, alors que l'annexe II énumère les valeurs limites applicables pour les terrains à vocation strictement commerciale, pour ceux à usage exclusivement industriel et pour certains à vocation récréative (ex : piste cyclable, parc municipal à l'exclusion des aires de jeu) ou institutionnel (ex : établissements d'enseignement post-secondaire) (voir article 1 du RPRT). Les valeurs édictées par ces deux annexes correspondent respectivement aux niveaux B et C de la *Grille des critères génériques pour les sols* de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. De plus, l'annexe III de ce règlement détermine les catégories d'activités industrielles ou commerciales visées par la nouvelle section IV.2.1 de la LQE (voir annexe 3).

Pour sa part, le *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés* (RESC), mis en vigueur le 11 juillet 2001, avait comme but avoué de freiner l'importation massive des sols contaminés à des fins d'enfouissement. Ce règlement encadre l'établissement des lieux d'enfouissement de sols contaminés (LESC) et interdit l'enfouissement sans traitement préalable des sols les plus fortement contaminés. L'annexe I de ce dernier fixe les teneurs limites en contaminants afin que les sols soient admissibles à l'enfouissement dans les LESC (voir annexe 4). Dans le milieu, on désigne souvent les limites édictées à l'annexe I du RESC comme étant le niveau ou le critère « D ».

Deux autres règlements ont eu, et ont encore, une incidence non négligeable sur la gestion des sols contaminés et sur la quantité de sols contaminés excavés et traités au Québec : le *Règlement sur les produits pétroliers* et le *Règlement sur les matières dangereuses*. L'article 69 du premier stipule que tout titulaire de permis d'équipement pétrolier à risque élevé (voir annexe 5) doit remplacer ou décontaminer les matériaux contaminés par la fuite ou le déversement de produits pétroliers. Pour sa part, l'article 9 du second stipule que quiconque rejette une matière dangereuse dans l'environnement doit la récupérer et décontaminer le site, les produits pétroliers étant, au sens de ce règlement, des matières dangereuses.

Il faut aussi souligner que les centres de traitement et les LESC se doivent d'obtenir un certificat d'autorisation (CA) en vertu de l'article 22 de la LQE et de se conformer aux conditions édictées par leur CA puisque ces activités n'y sont pas soustraites par le *Règlement relatif à l'application de la LQE*. De plus, les LESC et les entreprises exploitant un équipement de traitement thermique pour les sols contaminés, sous certaines conditions édictées aux paragraphes x et y de l'article 2 du *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* (conditions concernant les teneurs en contaminants des sols, notamment les organochlorés, les BPC et les dioxines et furanes), doivent se soumettre à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de l'article 31.1 de la LQE et obtenir un CA en vertu de l'article 31.5 de cette même loi.

En plus de ces lois et règlements d'application plus générale, les gestionnaires du domaine des sols contaminés doivent se plier à plusieurs autres directives spécifiques, applicables, par exemple, selon la méthode de traitement des sols qu'ils utilisent, le type de contaminant à traiter et les caractéristiques des matrices impliquées. Ces directives spécifiques se retrouvent dans plusieurs documents, tels que les *Lignes directrices pour le traitement de sols par biodégradation, bioventilation ou volatilisation* (MENV 1999b), le *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction* (MENV 2002a), le *Guide sur les actes statutaires et les critères d'aménagement et d'exploitation de divers lieux de valorisation de matières fermentescibles ou infermentescibles* (MENV 1999c), le *Protocole d'évaluation de la traitabilité des sédiments, des sols et des boues à l'aide des technologies minéralurgiques* (TPSGC 1997), etc.

Les entrepreneurs québécois oeuvrant dans le domaine de la gestion des sols contaminés doivent se plier non seulement à la législation provinciale, mais aussi dans bien des cas à la

réglementation fédérale et à celle des provinces et territoires voisins. Par exemple, les centres de traitement par biodégradation avec injection de consortium bactérien doivent utiliser des microorganismes figurant sur la liste des substances autorisées par *l'Agence canadienne d'inspection des aliments* (ACIA). De plus, les entrepreneurs important ou exportant des sols contaminés sont soumis à quantité de procédures imposées par la législation : *Règlement sur l'importation des agents anthropopathogènes* (les sols non stérilisés peuvent en contenir), *Règlement sur l'exportation et l'importation des déchets dangereux*, *Règlement sur les mouvements interprovinciaux des déchets dangereux*, *Règlement sur l'exportation de déchets contenant des BPC* (ces déchets peuvent être exportés aux États-Unis en vue de leur traitement et de leur destruction), *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*, pour ne nommer que les principaux règlements fédéraux. Il est important de noter qu'alors qu'au Québec les sols contaminés ne sont pas considérés comme des matières dangereuses ni des matières résiduelles, au niveau du Canada, des États-Unis et de certaines autres provinces canadiennes, les sols peuvent être catégorisés comme matière dangereuse ou déchet dangereux, selon le type, la concentration, la forme des substances qu'ils contiennent et même selon le type d'activité ayant mené à la contamination du sol (à ce sujet, voir la *Loi sur la protection de l'environnement* de l'Ontario et le *U.S. Code*, chapitre sur la disposition des déchets solides, sous-chapitre sur la gestion des déchets dangereux).

1.1.2. Volume et origine des sols traités et enfouis au Québec

En 1985, il n'existait encore au Québec aucun lieu de traitement ou d'enfouissement des sols contaminés. En effet, ce n'est qu'en 1990 que le premier lieu d'enfouissement pour les sols contaminés (LESC) a été autorisé et construit, celui de *Cintec Environnement inc.*, et qu'en 1991 que le premier centre de biotraitement des sols contaminés excavés fut mis en place (Beaulieu 2004 et MENV 2001a). En 20 ans, la situation a considérablement progressé. Le tableau 1,1 et la figure 1,1 illustrent l'évolution des volumes de sols contaminés traités et enfouis au Québec, de 1991 à 2003.

Tableau 1,1 Évolution du traitement et de l'enfouissement sécuritaire des sols contaminés au Québec. Source : modifié de Beaulieu (2004, diapo. 24 et 25).

Année	Quantités enfouies (t.m.)	Quantités traitées (t.m.)	Quantités totales traitées et enfouies (t.m.)
1991	59 570 (98,3%)	1 040 (1,7%)	60 610
1992	76 035 (83,1%)	15 480 (16,9%)	91 515
1993	64 750 (58,3%)	46 266 (41,7%)	111 016
1994	61 420 (44,5%)	76 864 (55,5%)	138 284
1995	66 230 (29,8%)	155 813 (70,2%)	222 043
1996	80 038 (33,4%)	159 787 (66,6%)	239 825
1997	116 170 (45,2%)	140 838 (54,8%)	257 008
1998	119 643 (42,3%)	162 917 (57,7%)	282 560
1999	319 335 (60,8%)	205 859 (39,2%)	525 194
2000	320 304 (60,1%)	212 221 (39,9%)	532 525
2001	375 500 (59,8%)	254 816 (40,2%)	630 316
2002	118 590 (29,5%)	283 722 (70,5%)	402 312
2003	118 421 (21,1%)	441 750 (78,9%)	560 171

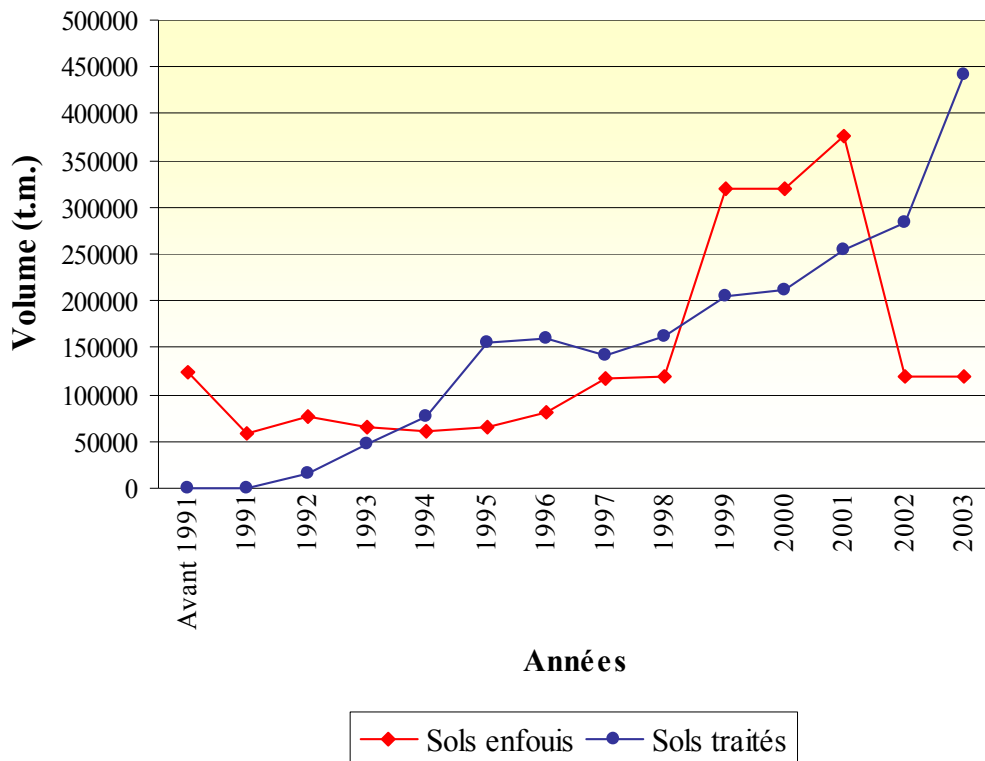


Figure 1,1 Comparaison de la progression des volumes annuels de sols traités et enfouis au Québec. Source : modifié de Beaulieu (2004, diapo. 26).

Le tableau et la figure précédents montrent que depuis 2002 l'enfouissement des sols contaminés demeure stable (environ 120 000 t.m./année), que la quantité de sols traitée entre 2001 et 2003 a connu une augmentation de 40% et que le volume total des sols traités est en constant accroissement depuis 1991. Quelques évènements clés de l'histoire de la gestion des sols contaminés au Québec peuvent expliquer cette situation. On pourrait considérer 1991, l'année de l'adoption du *Règlement sur les produits pétroliers*, comme étant l'année de naissance de l'industrie québécoise du traitement des sols contaminés. En effet, avec ce règlement fut institué le *Programme d'enlèvement des réservoirs souterrains en acier non protégés contre la corrosion*, un programme qui eu pour effet d'augmenter la demande pour le traitement des sols excavés contaminés aux hydrocarbures pétroliers (HP). Par la suite, l'année 1998 marqua à la fois la publication de la nouvelle *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, laquelle incite les gestionnaires de sols contaminés à avoir recours aux technologies de traitement disponibles au Québec, et le début des importations massives de sols contaminés à des fins d'enfouissement (Beaulieu 2004). Entre 1999 et 2001, en moyenne, 45 000 t.m. de sols contaminés importés majoritairement des États-Unis furent enfouis annuellement (Gaboury 2005). Si l'on considère que la moyenne des quantités totales de sols enfouies au Québec pour ces années était de 340 000 t.m., c'est donc dire que pendant ces années, c'est plus de 10% des sols enfouis qui provenaient de l'extérieur de la province. Cependant, en 2001, l'adoption du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés* est venue freiner ce phénomène en interdisant l'enfouissement, même dans des lieux autorisés, de sols contaminés au-delà de valeurs limites (voir annexe 4) pour lesquels il existe un traitement autorisé et disponible (voir art. 4 du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés*). Les chiffres parlent d'eux-mêmes : depuis 1999, les quantités de sol importées au Québec (provenant principalement des État-Unis) varient entre 50 000 et 115 000 tonnes par années. De ces volumes, en 2002, 97,5% étaient traités, alors qu'en 2003, c'était 99,7%. En 2003, seulement 323 t.m. de sols contaminés en provenance des États-Unis ont été enfouies sur le territoire québécois (Gaboury 2005).

Au Québec, la plus grande majorité des sols traités le sont pour une problématique de contamination aux hydrocarbures pétroliers (HP). D'ailleurs, le *Bilan sur les terrains contaminés* établi par le *ministère de l'Environnement* (MENV) en 2001, faisait état que 66% des 5 125 terrains inscrits au Système GTC indiquaient la présence de ce type de contaminant (MENV 2001b). Puisque les activités entraînant la contamination des sols sont l'entreposage, les déversements accidentels et le rejet sans contrôle dans l'environnement de contaminants

(Cintec 2002a), les centres de traitement et les lieux d'enfouissement reçoivent, par exemple, des sols excavés suite à des travaux de réfection routière ou d'enlèvement de réservoirs de produits pétroliers, ou suite à des travaux de réhabilitation des terrains contaminés menés en accord avec les exigences de la LQE (cessation d'une activité visée, changement d'utilisation d'un terrain, etc.).

1.1.3. Entrepreneurs et techniques de traitement hors site des sols contaminés au Québec

Il y a présentement au Québec une vingtaine de centres commerciaux de traitement de sols contaminés détenant un CA émis en vertu de la LQE. Le traitement biologique est sans aucun doute le type de traitement le plus répandu au sein des centres commerciaux de la province, tout comme les hydrocarbures pétroliers (HP) sont les contaminants les plus communément traités par ces derniers. En effet, 15 centres utilisent le traitement biologique, dont 13 ont recours à la bioventilation et cinq à la biodégradation. De plus, deux entreprises offrent des services de décontamination des sols par traitement thermique (désorption) et une les incorpore à son procédé industriel (fusion). Finalement, certains centres procèdent au traitement des sols contaminés en ayant recours à des procédés physiques (volatilisation, extraction à la vapeur), chimiques (fixation-stabilisation aux phosphates ou stabilisation-solidification) ou physico-chimiques (lixiviation). Le tableau 1,2 présente les entreprises oeuvrant dans le traitement commercial des sols contaminés excavés au Québec.

Tel que couramment employée par les centres de traitement commerciaux, la méthode de traitement biologique par biodégradation consiste à optimiser les conditions du milieu (température, pH, aération, nutriments, humidité) afin d'assurer la croissance et le maintien d'une population de microorganismes capables de dégrader les composés organiques (Chevalier 1996, Environnement Canada 2002, FRTR 2004, MENV 1999b, GTGLC 1997).

Les centres de traitement apportent de nombreuses variations au principe de base de la biodégradation selon le type de sol, le type de contamination et la teneur en contaminant. Par exemple, *Décontam* utilise un traitement par bioaugmentation anaérobie et aérobie en injectant les intrants (bactéries, phosphore et azote) à partir d'une minime quantité d'eau déchlorée (Décontam 2005). *GSI Environnement*, quant à elle, active la biodégradation des sols grâce à des amendements (copeaux de bois, bran de scie, écorces, engrais chimiques, etc.) et à des retournements périodiques ou mécaniques (procédé *Rotamix*) (figure 1,2).

Tableau 1,2 Centres commerciaux de traitement de sols contaminés. Source : inspiré de MENV (2004a, p. 1-6).

Région	Exploitant	Coordonnées	Type de traitement	Contaminants traités	Capacité de traitement
Bas-St-Laurent	Centre de traitement BSL inc. (Sani-Manic inc.)	375, rue de la Gare Rimouski (Québec) Canada G0K 1H0	Biologique : bioventilation ⁽¹⁾	HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, PCP et huiles de transformateurs ⁽¹⁾	± 3 600 t.m./an (2 000 m ³ /an) ⁽¹⁾
	Recy-Chem inc.	10, 2 ^e rue Ouest Rimouski (Québec) Canada G5I 4X1	Biologique : bioventilation ⁽²⁾	HAM (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) et HP légers (diesel, huile à chauffage) ⁽²⁾	10 000 t.m./an ⁽²⁾
Saguenay-Lac- St-Jean	Récupère Sol inc. (Bennett Environmental inc.)	80, rue des Mélèzes Saint-Ambroise (Québec) Canada G7P 2N4	Thermique : désorption ⁽³⁾	BPC, PCP, chlorophénols, dioxines, pesticides chlorés (DDT, toxaphènes, etc.), créosotes et tous les hydrocarbures chlorés et non chlorés ⁽⁴⁾	100 000 t.m./an ⁽⁴⁾
	Services environnementaux AES (Matrec/SITA)	3500, chemin du Plateau Sud Laterrière (Québec) Canada G0V 1K0	Biologique : bioventilation ⁽⁵⁾	COV, HP C ₁₀ -C ₅₀ , huiles de transformateur, huiles usées, formaldéhyde ⁽⁵⁾	± 90 000 t.m./an (50 000 m ³ /an) ⁽⁵⁾
	Trait-Sol inc. (Matrec/SITA)	800, rue Melançon Saint-Bruno (Québec) Canada G0W 2L0	Biologique : bioventilation ⁽⁵⁾	Produits pétroliers ⁽⁵⁾	± 25 000 t.m. (13 600 m ³) (capacité ponctuelle) ⁽⁵⁾
Québec	Solaction inc.	1216, rue de la Colline Lac St-Charles (Québec) Canada G3G 3A7	Biologique : bioventilation ⁽⁶⁾	HP légers (essence, diesel, huile à chauffage, jet-fuel, kérosène, huile hydraulique, huile à moteur sans métaux, etc.) ⁽⁶⁾	10 000 t.m./an ⁽⁶⁾

Québec	Alex Environnement inc. (Matrec/SITA)	8065, boul. Pierre Bertrand Nord Québec (Qc) Canada G2K 1B7	Physico- chimique : lixiviation ⁽⁷⁾	Métaux lourds, certains HAP ⁽⁷⁾	L'entreprise détient actuellement un CA, mais les activités ne sont pas encore débutées ⁽⁷⁾
	C.R.I.Q.	333, rue Franquet Québec (Québec) Canada G1P 4C7	Physico- chimique : lixiviation ⁽⁸⁾	Métaux lourds (Pb, Zn, Cr, Cd, Cu) ⁽⁸⁾	40 t.m./jour Pas de traitement commercial : usine pilote de démonstration technologique permettant de réaliser des essais à l'échelle semi- industrielle (partenariat avec <i>Stablex Canada</i>) ⁽⁸⁾
Mauricie	Horizon Environnement inc.	120, route 155 Grandes-Piles (Québec) Canada G0X 1H0	Physique : volatilisation ⁽⁹⁾	Composés très volatils : HAM (benzène et toluène), solvants chlorés (PCE) ⁽⁹⁾	20 000 t.m. (capacité ponctuelle) ⁽¹⁰⁾
			Thermique : désorption ⁽⁹⁾	HAM, HP, HAP, hydrocarbures aliphatiques chlorés, composés phénoliques non chlorés et chlorés, composés benzéniques non chlorés, chlorobenzènes, pesticides chlorés et non chlorés ⁽⁹⁾	10 t.m./heure Pas de limite annuelle inscrite au CA ⁽¹¹⁾

Estrie	GSI Environnement inc.	855, rue Pépin Sherbrooke (Québec) Canada J1L 2P8	Physique : volatilisation et extraction à la vapeur ⁽¹²⁾	HP légers (essences, carburéacteur, carburants d'avion), solvants chlorés (PCE, TCE, chlorobenzènes et autres substances organiques volatiles halogénées), HAP à 2 noyaux (naphtalène et ses dérivés méthylés) ⁽¹²⁾	39 000 t.m. (capacité ponctuelle) ⁽¹²⁾
			Chimique : fixation- stabilisation aux phosphates ⁽¹²⁾	Métaux lourds ⁽¹²⁾	
			Biologique : biodégradation ⁽¹²⁾	HP légers (diesel, kérosène, huile à chauffage, carburéacteur, carburants d'avion), chlorophénols (PCP et autres), HP lourds (huiles de coupe et de transformateur), HAP à 3 ou 4 noyaux (acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, phénantrène, fluoranthène, pyrène, chrysène, benzo(a)anthracène) ⁽¹²⁾	
Montréal	Solution Eau Air Sol (EAS) inc. (Biogénie)	8365, avenue Broadway Nord Montréal-Est (Québec) Canada H1B 5X7	Biologique : bioventilation ⁽¹³⁾	HP (essence, diesel, jet fuel, huile à chauffage (no 2 à no 6), huiles isolantes et de transformateurs, huiles usées), HAP, PCP, créosote, solvants chlorés (TCE, PCE) ⁽¹³⁾	125 000 t.m/an 50 000 t.m. (capacité ponctuelle) ⁽¹³⁾
	Décontam inc. (Groupe Cintec)	3828, rue St-Patrick Montréal (Québec) Canada H4E 1A4	Biologique : Biodégradation (bioaugmentation) ⁽¹⁴⁾	HP légers (essence, diesel) ⁽¹⁴⁾	60 000 t.m. (capacité ponctuelle) ⁽¹⁵⁾

Abitibi-Témiscamingue	Fonderie Horne (Noranda inc./Falconbridge Limited)	218, avenue Murdoch Rouyn-Noranda (Québec) Canada J9X 1E6	Thermique : procédé de fusion (16)	HP et métaux ** Condition du CA : les sols doivent contenir au minimum 50 % de silice (16)	Pas de limite annuelle inscrite au CA (16)
	Abitibio (2001) inc.	1995, 3 ^e avenue Est Val-d'Or (Québec) Canada J9P 1W3	Biologique : bioventilation (17)	HP légers (essence, diesel, kérosène, huile à chauffage et carburacteur) (17)	±18 000- 27 000 t.m./an (10 000- 15 000 m ³ /an) (17)
Côte-Nord	Onyx Industries inc.	55, boul. Comeau Baie-Comeau (Québec) Canada G4Z 3A7	Biologique : Bioventilation (18)	HP légers (essence, diesel, huile à chauffage) (18)	5 000 t.m./an (18)
Chaudière-Appalaches	Solution Eau Air Sol (EAS) inc. (Biogénie)	210, boulevard Léon-Vachon St-Lambert-de-Lauzon (Québec) Canada G0S 2W0	Biologique : bioventilation (13)	HP (essence, diesel, jet fuel, huile à chauffage (no 2 à no 6), huiles isolantes et de transformateurs, huiles usées), HAP, PCP, créosote, solvants chlorés (TCE, PCE) (13)	30 000 t.m./an 12 000 t.m. (capacité ponctuelle) ⁽¹³⁾
	GSI Environnement inc.	6817, rue Marie-Victorin Ste-Croix-de-Lotbinière (Québec) Canada G0S 2H0	Physique : volatilisation (19) Biologique : biodégradation et bioventilation (19)	HP légers (essences, carburacteur, carburants d'avion) (19) HP légers (diesel, kérosène, huile à chauffage, carburacteur, carburants d'avion), chlorophénols (PCP et autres), HP lourds (huiles de coupe et de transformateur) (19)	13 000 t.m. (capacité ponctuelle) (19)

Laurentides	GSI Environnement inc.	6985, ch. des Sources Lachute (Québec) Canada J8H 2C5	Physique : volatilisation ⁽²⁰⁾	HP légers (essences, carburacteur, carburants d'avion, solvants chlorés (PCE et TCE), HAP à deux noyaux (naphtalène et dérivés méthylés) ⁽²⁰⁾	60 000 t.m. (capacité ponctuelle) ⁽²⁰⁾
			Biologique : biodégradation et bioventilation ⁽²⁰⁾	HP légers (diesel, kérosène, huile à chauffage, carburacteur, carburants d'avion), chlorophénols (PCP et autres), HP lourds (huiles de coupe et de transformateur), solvants chlorés (PCE et TCE), HAP à 3 et 4 noyaux ⁽²⁰⁾	
	Stablex Canada inc. (Marsulex)	760, boulevard Industriel Blainville (Québec) Canada J7C 3V4	Chimique : Stabilisation et solidification ⁽²¹⁾	Métaux lourds (As, B, Be, Bi, Sb, Se, V, Mo, Al, Ba, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Mg, Hg, Ni, Ag, Sn, Zn), ammoniacque, cyanures, fluorures, huile et graisse, BPC, HHT, HAM, benzène, phénols ⁽²¹⁾	175 000 t.m./an ⁽²¹⁾
Montérégie	Régie intermunicipale d'élimination des déchets solides de Brome- Mississquoi	2500, rang St-Joseph Cowansville (Québec) Canada J2K 3G6	Biologique: bioventilation ⁽²²⁾	HP C ₁₀ -C ₅₀ , HAM, HAP ⁽²²⁾	± 6 500 t.m./an (3 600 m ³ /an) ⁽²²⁾
	Northex Environnement inc.	699, Montée de la Pomme d'Or Contrecoeur (Québec) Canada J0L 1C0	Biologique : biodégradation ⁽²³⁾	HP C ₁₀ -C ₅₀ , composés organiques chlorés, composés phénoliques, certains pesticides organiques ⁽²³⁾	± 192 000 t.m. (107 000 m ³) (capacité ponctuelle) ⁽²³⁾

Centre-du-Québec	Enfouibec inc.	18055, rue Gauthier Bécancour (Québec) Canada G9H 1C1	Biologique : bioventilation ⁽²⁴⁾	HP C ₁₀ -C ₅₀ (essence, diesel, huile à chauffage, kérosène, certains lubrifiants), HAM (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes), HAP légers (acénaphène, acénaphylène, anthracène, fluorentène, fluorène, naphthalène, phénanthrène, méthyl naphthalène, chloro-2 naphthalène, dibenzo (a,i) pyrène, dibenzo (a,h) pyrène, dibenzo (a,l) pyrène, diméthyl-7,12 Benzo (a) anthracène, indéno (1,2,3-cd) pyrène, méthyl-3 cholanthrène), HHT, métaux ⁽²⁴⁾	20 000-25 000 t.m./an Pas de limite annuelle inscrite au CA ⁽²⁵⁾
------------------	----------------	--	--	--	--

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| (1) Fournier (2005) | (14) Décontam (2005a) |
| (2) Recy-Chem (2005) | (15) Décontam (2005b) |
| (3) Récupère Sol (2004a) | (16) Robert, S. (2005) |
| (4) Récupère Sol (2004b) | (17) Lafrance (2005) |
| (5) MENV (2004a) | (18) Raymond (2005) |
| (6) Thibault (2005) | (19) GSI Environnement (2004b) |
| (7) Houle (2005) | (20) GSI Environnement (2004c) |
| (8) Genest (2005) et CRIQ (s.d.) | (21) Robert, R. (2005) |
| (9) Horizon Environnement (2004c) | (22) Nadaud (2005) |
| (10) Fortin (2005) | (23) Paquin (2005) |
| (11) Horizon Environnement (2004b) | (24) Enfouibec (2004) |
| (12) GSI Environnement (2004a) | (25) Lyonnais (2005) |
| (13) Solution Eau Air Sol (2005) | |

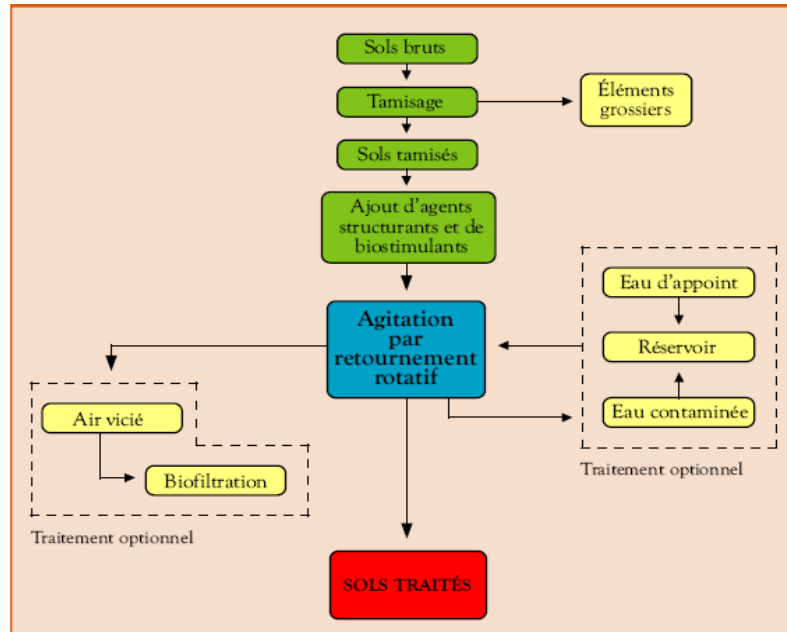


Figure 1,2 Schéma du procédé *Rotamix* développé par *GSI Environnement*. Source : Centre Saint-Laurent (1999a)

Comme la bioventilation, quant à elle, est le résultat de la combinaison des principes de volatilisation et de biodégradation, elle est nécessairement aérobie. Cette technique consiste à faire circuler de l'air à travers le sol pour en extraire les contaminants volatils et à conditionner les sols pour activer les processus de biodégradation (MENV 1999b). On utilise habituellement la technique de la biopile pour traiter les sols contaminés par bioventilation. Le principe général de la biopile est le suivant : on commence par excaver le sol et le transporter jusqu'à une aire (plate-forme) de traitement spécialement aménagée (surface imperméable). Cette dernière comporte des drains de récupération et de recirculation pour les eaux de lixiviation. La pile de sol est recouverte d'une membrane afin de limiter la lixiviation et l'érosion éolienne. Habituellement, l'aération est assurée en alternant l'aspiration et l'injection d'air dans la biopile afin d'éviter la création de chemins préférentiels (conduites d'aération à la base de la pile) et les eaux de lixiviation sont recirculées afin de contrôler l'humidité du sol (Chevalier 1996). L'aspiration de l'air ayant circulé dans la biopile permet de plus la récupération des contaminants volatilés et le traitement de cet air contaminé soit à l'aide d'un biofiltre (compost, tourbe, etc.) ou d'un filtre au charbon activé (Chevalier 1996, Gagné 2005) (figure 1,3). Il faut noter qu'encore une fois, tout comme c'est le cas pour la biodégradation, les centres de traitement apportent des modifications au principe de base de la biopile selon le type de sol et de contaminant à traiter ainsi que la concentration de ces derniers.

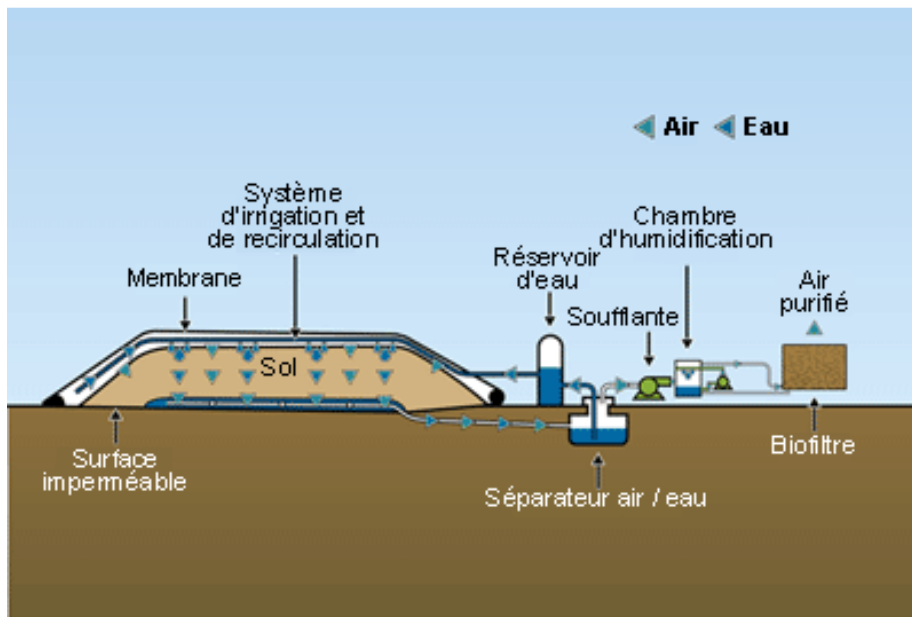


Figure 1,3 Schéma d'une biopile type utilisée lors du traitement par bioventilation. Source : Solution Eau Air Sol (2004).

Certaines entreprises, telles *Horizon Environnement* et *GSI Environnement*, ont recours au procédé physique de volatilisation afin d'extraire des sols les contaminants organiques les plus volatils (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX), perchloroéthylène (PCE), etc.). Chez *Horizon Environnement*, les sols à traiter sont placés sous une toile étanche. Sous cette toile, se retrouve un réseau de drains perforés qui sont connectés à une pompe vacuum qui, en créant une différence de pression entre le dessous et le dessus de la toile, permet d'augmenter l'extraction des contaminants volatils. Les vapeurs ainsi aspirées sont ensuite traitées par des filtres au charbon activé (*Horizon Environnement 2004a*). *GSI Environnement*, en plus d'utiliser des filtres au charbon activé pour l'adsorption des composés organiques volatils (COV) chlorés, utilise aussi des biofiltres lors de la volatilisation des composés organiques volatils non chlorés (procédé *Biosov*) (*GSI Environnement s.d.a et b*). L'injection de vapeur d'eau (procédé *Vapexsol* de *GSI Environnement*) peut également être utilisée afin de favoriser l'extraction des composés moins volatils tels que les chlorobenzènes et certains HAP de faible poids moléculaire (*MENV 1999b, GSI Environnement s.d.a et b, Théorêt 2005*).

Présentement au Québec, un seul type de procédé thermique est autorisé afin de traiter les sols contaminés, soit la désorption. *Récupère Sol*, une division de *Bennett Environmental*, utilise le procédé de désorption thermique afin de traiter les composés organiques chlorés (équipement :

MARK IV). Ce procédé comprend quatre étapes : 1) la phase de désorption thermique pendant laquelle les sols sont chauffés entre 650 °C et 800 °C afin de volatiliser les contaminants organiques, 2) la phase de recombinaison des gaz chargés des polluants organiques pendant laquelle ces derniers sont chauffés à plus de 1 000 °C afin de briser les liens entre les atomes de carbone et de chlore, 3) la phase de refroidissement des gaz par pulvérisation d'eau et de neutralisation par injection de chaux hydratée, et 4) la phase finale de dépoussiérage des gaz à l'aide de sacs filtrants (Récupère Sol 2004a) (figure 1,4). L'efficacité minimale de ce traitement est de 99,99%, soit 99,99% de destruction pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et 99,9999% pour les contaminants organochlorés (Bouchard 2005). L'autre joueur dans le domaine du traitement thermique est *Horizon Environnement* qui possède un désorbeur thermique constitué, entre autres, d'une enceinte de désorption en acier inoxydable capable de maintenir une température de 538 °C où les contaminants organiques sont vaporisés. La destruction des vapeurs organiques est effectuée dans un oxydateur à une température moyenne de 900 °C. L'efficacité d'enlèvement et de destruction des contaminants de cet équipement est de 99,99 % pour l'ensemble des composés organiques usuels, ce qui est insuffisant pour lui permettre d'accepter des sols sévèrement contaminés aux BPC ou aux solvants chlorés. Un collecteur à voie humide est utilisé afin de neutraliser, lorsque nécessaire, l'acidité des gaz épurés avant le rejet à l'atmosphère. *Horizon Environnement* peut ainsi traiter les hydrocarbures pétroliers (HP), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ainsi que les solvants chlorés (Horizon Environnement 2004a).

La *Fonderie Horne* située à Rouyn-Noranda, bien qu'elle n'utilise pas un procédé de traitement thermique dédié spécifiquement à la décontamination des sols, peut incorporer ces derniers à son procédé de transformation du minerai de cuivre (smeltage). Cependant, malgré le fait qu'elle détienne un CA le lui permettant, il est de plus en plus rare qu'elle accepte de le faire, et lorsqu'elle le fait, elle choisit des sols très fortement contaminés en métaux et contenant plus de 50 % de silice (Robert, S. 2005).

Finalement, lorsque l'on se trouve en présence d'une contamination des sols par des composés inorganiques (métaux lourds), la seule option de traitement présentement disponible au Québec est le traitement chimique. GSI Environnement, lorsque les concentration en métaux lourds des sols excèdent les critères de l'annexe I du Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (voir annexe 4), a recours à un procédé de fixation-stabilisation aux phosphates (procédé Maectite) avant de disposer des sols hors Québec (GSI Environnement 2004a).

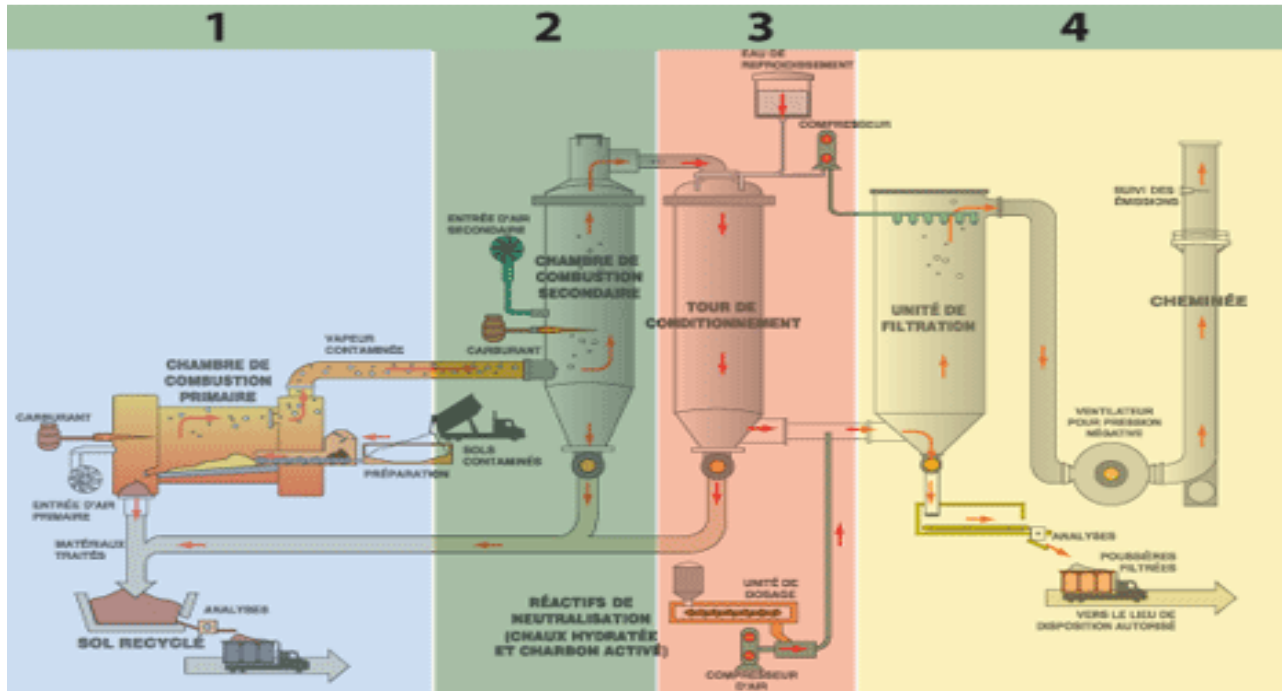


Figure 1,4 Procédé de traitement des sols par désorption thermique de *Récupère Sol inc.*
Source : Récupère Sol (2004a).

L'entreprise *Stablex*, quant à elle, réduit dans un premier temps l'activité chimique des contaminants (oxydation, réduction, neutralisation), avant de les rendre insolubles par précipitation, puis de les fixer et de les stabiliser dans une matrice tridimensionnelle de silicate : le stablex. Par la suite, le stablex est placé dans une cellule étanche et sécuritaire (figure 1,5). Après une période d'hydratation de plusieurs heures, le stablex ressemble à un minerai avec une densité comparable au béton creux (Stablex Canada 2005).

Alex Environnement a pour sa part développé un procédé physico-chimique permettant de traiter les sédiments et les sols contaminés aux métaux lourds. Le procédé consiste à séparer physiquement les fractions de sols contaminés et non contaminés (tamisage, séparation par densité, magnétisme et flottage), à solubiliser les métaux et à les récupérer par précipitation (Centre St-Laurent 1999b et Olivier 2002). Un réacteur permet d'oxyder, puis de lixivier les sols (alternance de lavages en milieu basique et acide) (Olivier 2002). Bien que l'entreprise détienne un CA autorisant le procédé (figure 1,6), les activités de traitement de sols contaminés ne sont pas encore débutées et aucune date n'est fixée pour le début de ces dernières (Houle, J-F. 2005).

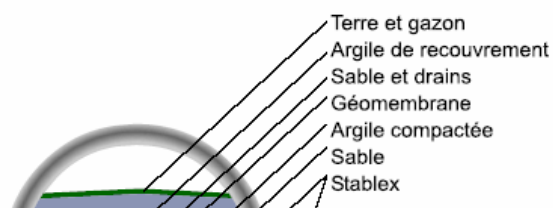


Figure 1,5 Cellule sécuritaire d'enfouissement du stablex. Source : Stablex Canada (2005).

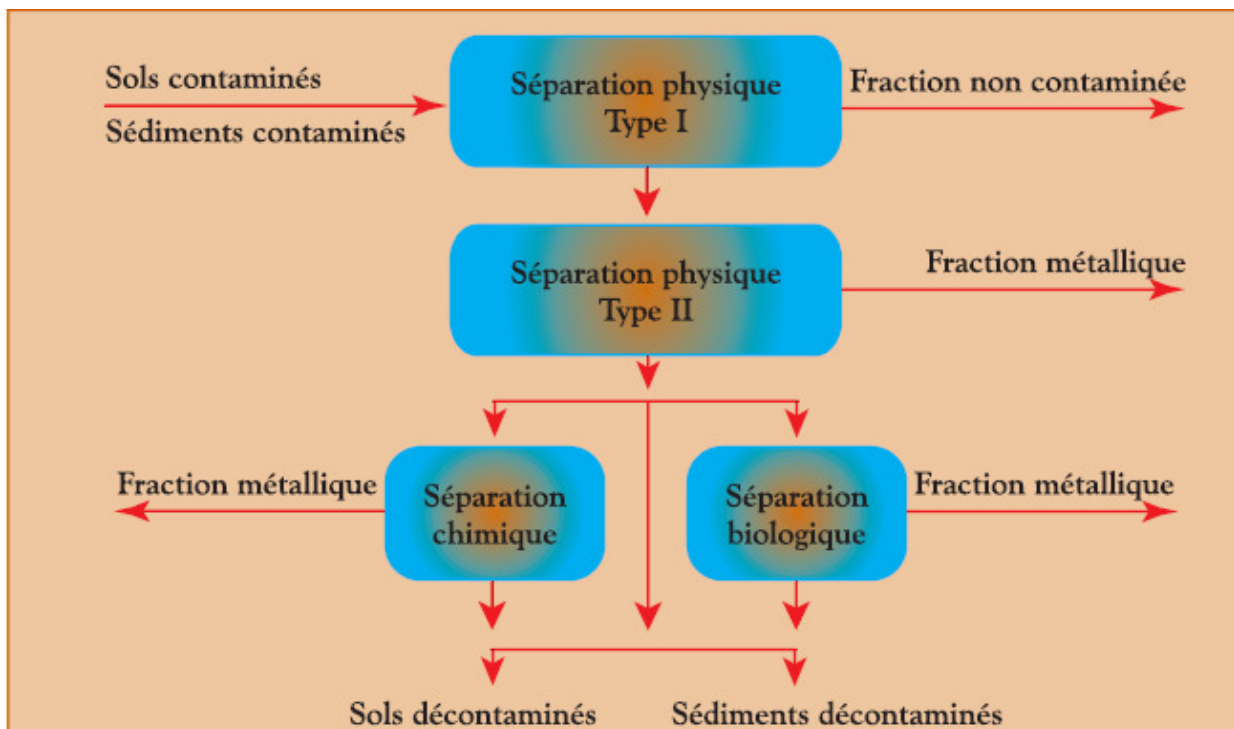


Figure 1,6 Procédé développé par *Alex Environnement* pour le traitement des sédiments et des sols contaminés aux métaux lourds. Source : Centre St-Laurent (1999b).

1.1.4. Entrepreneurs et enfouissement de sols contaminés au Québec

En excluant le site de *Stablex* qui ne peut enfouir que des sols précédemment stabilisés, il n'y a présentement au Québec que quatre lieux commerciaux d'enfouissement sécuritaire de sols contaminés autorisés par le *ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs* (MDDEP) en vertu du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés* (Théorêt 2005 et MENV 2003). Le tableau suivant présente ces derniers ainsi que leur localisation.

Tableau 1,3 Lieux commerciaux d'enfouissement sécuritaire de sols contaminés.
Source : inspiré de MENV (2003, p. 1 et 2).

Région	Exploitant	Coordonnées	Date d'obtention du CA	Capacité du site
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Parc environnemental AES (Matrec/SITA)	1555, route Dorval Larouche (Québec) Canada G0W 1K0	2002 ⁽¹⁾	350 000 t.m. (présentement); 2 000 000 t.m. (autorisée) ⁽¹⁾
Mauricie	Horizon Environnement inc.	120, route 155 Grandes-Piles (Québec) Canada G0X 1H0	1995 ⁽²⁾	2 000 000 t.m. ⁽²⁾
Montréal	Groupe Cintec	5505, rue Irwin La Salle (Québec) Canada H8N 1A1	1990 ⁽³⁾	1 000 000 t.m. ⁽³⁾
Centre du Québec	Enfouibec inc.	18055, rue Gauthier Bécancour (Québec) Canada G9H 1C1	2002 ⁽⁴⁾	± 360 000 t.m. (212 300 m ³) ⁽⁴⁾

(1) Gagnon (2005)

(2) Fortin (2005)

(3) Lemme (2005)

(4) MENV (2002b)

Ces quatre lieux acceptent, à des fins d'enfouissement sécuritaire, les sols contaminés qui satisfont aux exigences édictées par le *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés*, c'est-à-dire :

- Les sols qui contiennent une ou plusieurs substances dont la concentration est inférieure aux valeurs limites fixées à l'annexe I du *Règlement* (voir annexe 4);

- Les sols qui contiennent une ou plusieurs substances dont la concentration est égale ou supérieure aux valeurs limites fixées à l'annexe I du *Règlement* (voir annexe 4) mais dont on a enlevé, à la suite d'un traitement autorisé en vertu de la LQE, au moins 90 % des substances qui étaient présentes initialement, et dans le cas des métaux et métalloïdes enlevés, seulement si ceux-ci ont été stabilisés, fixés et solidifiés par un traitement autorisé;
- Les sols qui contiennent une ou plusieurs substances dont la concentration est égale ou supérieure aux valeurs limites fixées à l'annexe I du *Règlement* (voir annexe 4) si un rapport détaillé démontre qu'une substance présente dans les sols ne peut être enlevée dans une proportion de 90 % à la suite d'un traitement optimal autorisé et qu'il n'y a pas de technique disponible à cet effet;
- Les sols contenant 50 mg ou moins de BPC par kilogramme de sol;
- Les sols qui, après ségrégation, contiennent 25 % ou moins de matières résiduelles;
- Les sols ne contenant ni matière explosive, ni matière radioactive au sens du *Règlement sur les matières dangereuses*;
- Les sols ne contenant aucune matière incompatible, physiquement ou chimiquement, avec les matériaux composant le lieu d'enfouissement (argile, géomembranes, etc.);
- Les sols ne contenant pas de liquide libre.

Les cellules du LESC du *Parc environnemental AES* sont aménagées sur un dépôt d'argile de conductivité hydraulique de 10^{-7} cm/sec et d'une épaisseur minimale de 3 m. Ces dernières sont imperméabilisées au moyen de deux géomembranes polyéthylène haute densité (HDPE) de 1,5 mm. Conformément aux exigences du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés*, le site comporte également un système de collecte, d'entreposage et de traitement du lixiviat (étang anaérobie, marais filtrants) et fait l'objet d'un suivi environnemental périodique portant sur les eaux de surface, les eaux souterraines (réseau de 12 puits d'observation autour du site), les sols et l'air ambiant (AES s.d.a et b).

Le centre de *Horizon Environnement* est aménagé sur un terrain constitué d'une couche sablonneuse sous laquelle se retrouve une importante couche d'argile imperméable dont l'épaisseur peut atteindre 27 mètres. Les cellules d'enfouissement sécuritaire de ce centre de Grande-Piles répondent elles aussi aux exigences du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés* : elles sont excavées à même la couche argileuse imperméable du

site et le fond et les côtés des cellules sont recouverts de deux géomembranes de HDPE, séparées par un géodrain. Les parois verticales des cellules sont quant à elles constituées d'argile liquéfiée. Les eaux de lixiviation sont pompées dans des bassins et traitées (ajustement du pH, précipitation des métaux à l'aide de NaOH, filtre Gaff, filtre au sable, filtre pour composés organiques, filtre au charbon activé, filtre au charbon pour le mercure). En dernier lieu, une fois remplies, le recouvrement final des cellules est effectué à l'aide de deux géomembranes étanches et deux géotextiles recouverts de sable et de terre végétale et un système d'évent est mis en place (voir figure 1,7) (Horizon Environnement 2004b). *Horizon Environnement* estime qu'à l'heure actuelle, son LESC est rempli à la moitié de sa capacité autorisée (Fortin 2005).

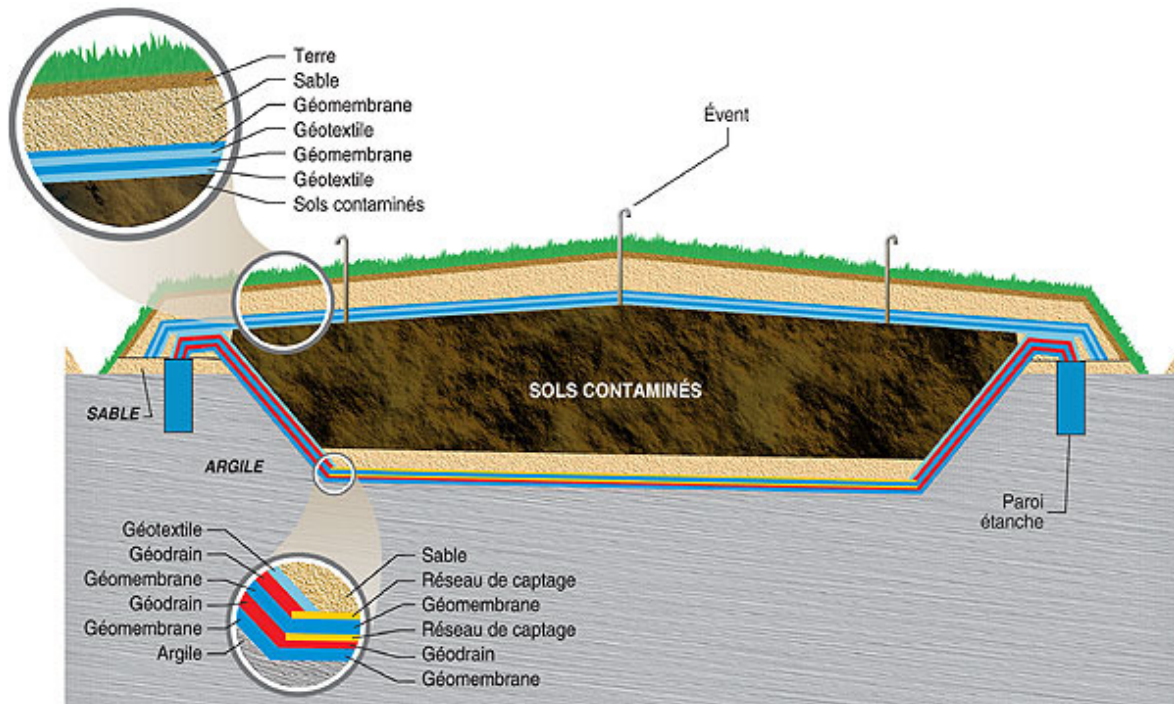
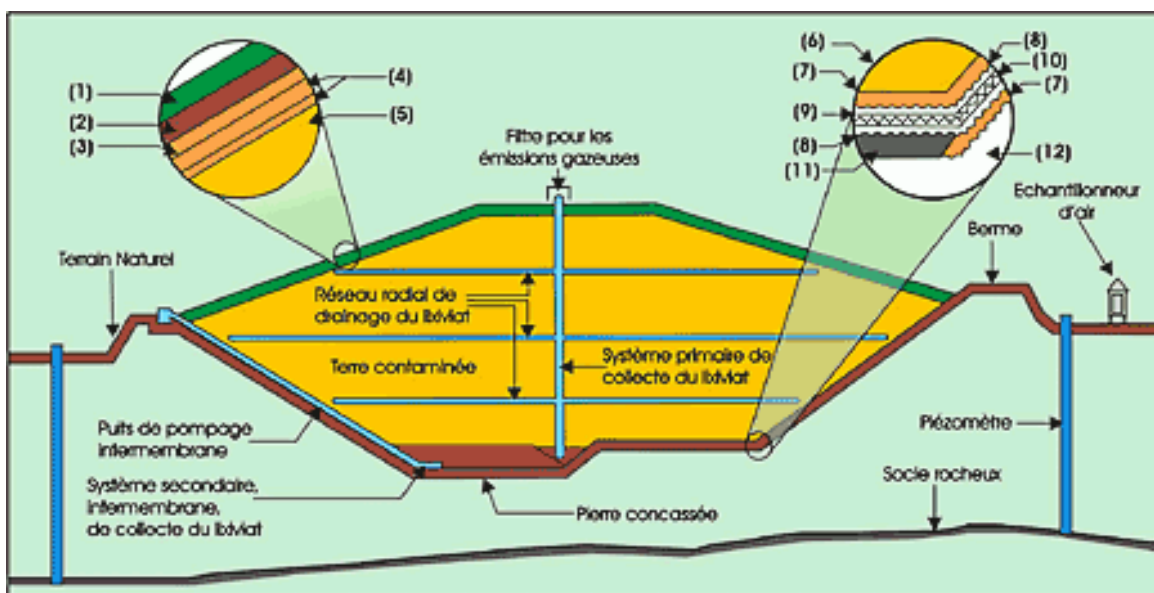


Figure 1,7 Vue en coupe d'une cellule de confinement de *Horizon Environnement*.
Source : Horizon Environnement (2004c).

Tout comme les deux LESC précédents, le site du *Groupe Cintec* respecte lui aussi les exigences règlementaires. Sa cellule à sécurité maximale est pourvue d'un système multicouche (géomembranes, géotextiles, argile, sable, etc.) qui en protège le fond, les parois et la partie supérieure. De plus, des systèmes de collecte du lixiviat et des gaz volatils ont été mis en place, ainsi qu'une unité de traitement du lixiviat. Le suivi des eaux souterraines est effectué grâce à un réseau de puits d'observation (piézomètres) et la

qualité de l'air est également contrôlée. Finalement, les eaux de surface sont drainées (Cintec 2002b). La figure 1,8 présente une vue en coupe de la cellule du *Groupe Cintec*. On estime qu'à ce jour, cette dernière a atteint 80 % de sa capacité d'accueil autorisée. Cependant, afin de prolonger la durée de vie de cette dernière, *Cintec* songe à retirer de la cellule les sols contaminés seulement aux hydrocarbures afin de les traiter par biodégradation (*Décontam* étant une entreprise sœur du *Groupe Cintec*). De plus, l'entreprise envisage d'entreprendre le tamisage des sols : ainsi, en retirant les matières résiduelles, de l'espace supplémentaire serait disponible pour les sols contaminés (Lemme 2005).



Protection multicouche

1. Terre végétale 2. Remblai 3. Sable 4. Géomembrane 5. Terre contaminée 6. Terre contaminée 7. Sable 8. Géotextile 9. Géomembrane 10. Grille de drainage 11. Argile 12. Sol imperméable

Figure 1,8 Vue en coupe d'une cellule de confinement du *Groupe Cintec*.
Source : Cintec (2002).

La cellule à sécurité maximale d'*Enfoui-Bec* a elle aussi été excavée directement sur un terrain argileux. Par la suite, elle a été recouverte de 2 membranes imperméables (géomembranes en HDPE). Un système de pompage est installé pour la récupération des eaux de lixiviation. Ces dernières sont acheminées à un système de traitement. Lorsque la cellule aura atteint sa pleine capacité, elle sera recouverte de manière à l'imperméabiliser. Des suivis annuels sont réalisés par des consultants externes, à savoir l'échantillonnage

des eaux souterraines (puits d'observation) et de l'air, afin de s'assurer de respecter en tout temps les critères fixés par le MDDEP (Enfoui-Bec inc. 2004).

Finalement, il faut mentionner qu'en plus des quatre lieux commerciaux d'enfouissement sécuritaire de sols contaminés autorisés en vertu du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés*, il se trouve à Sept-Îles un site possédé par *GSI Environnement* utilisé à des fins d'entreposage de sols contaminés. L'entreprise espère obtenir l'autorisation d'y aménager et d'y exploiter un LESC dès 2006 (MENV 2003 et Théorêt 2005).

1.2. Problématique

Avec une vingtaine de centres de traitement offrant une gamme variée de techniques (biologique, chimique, physique ou thermique), l'industrie québécoise du traitement des sols contaminés est bien développée. Il faut toutefois savoir qu'en bout de course, la très grande majorité des sols traités se retrouvent tout de même dans les lieux d'enfouissement sanitaires (LES) où ils sont couramment utilisés comme matériel de recouvrement journalier (Gaboury 2005).

Cette situation s'explique en grande partie par le fait que ces sols, même après leur traitement, présentent le plus souvent une contamination résiduelle se situant dans les plages A-B ou B-C de la grille des critères génériques pour les sols de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Par exemple, 100% des sols traités chez *Recy-Chem* à Rimouski, *Onyx Industries* à Baie-Comeau et la *Régie intermunicipale d'élimination des déchets solides de Brome-Mississquoi* à Cowansville sont ensuite expédiés dans les LES environnants (Recy Chem 2005, Raymond 2005 et Nadeau 2005). Chez *GSI Environnement*, c'est de 85% à 95% des sols traités qui subissent le même sort (Théorêt 2005).

Les centres de traitement ont dû explorer des solutions de valorisation alternatives pour leurs sols traités, soit parce que les LES à proximité n'acceptent plus les sols contaminés comme matériel de recouvrement journalier (tel est le cas d'*Abitibio* et du LES de la Ville de Val-d'Or) (Lafrance 2005) ou simplement parce que ce n'est pas économiquement viable pour eux de payer pour que les LES acceptent d'utiliser leurs sols traités comme matériel de recouvrement journalier. Par exemple, *Solaction* à Québec souligne que le seul LES dans cette région qui accepte les sols traités comme matériel de recouvrement journalier est celui de la *Régie intermunicipale de l'Est de Portneuf* situé à Pont-Rouge et

qu'il faut compter 20 \$/t.m. plus des frais de transport de l'ordre de 8 \$/t.m. pour pouvoir disposer des sols traités dans ce LES (Thibault 2005).

Il faut savoir que même si la pratique de valorisation des sols traités comme matériel de recouvrement dans les LES est prévue comme option de gestion au sein de la *Grille de gestion des sols contaminés excavés intérimaire* de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (voir annexe 6), cette même politique précise que cette pratique doit être restreinte et qu'il serait contre-productif que l'espace récupéré dans les LES grâce à l'effort généralisé consenti au cours des dernières années afin de réduire la quantité de déchets générés et d'accroître le recyclage ne serve qu'à enfouir des sols contaminés.

Horizon Environnement a pour sa part développé une stratégie d'entreposage dans le but de favoriser une réutilisation de ses sols traités en les rendant, à faible coût, disponibles à grande échelle pour les promoteurs, les institutions gouvernementales, etc. Malheureusement, il n'existe présentement au Québec aucun marché commercial réel pour ce type de sols.

Il est impératif que des options de valorisation alternatives soient développées pour les sols traités. Premièrement, le *Projet de règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles et des sols contaminés* prévoit que les exploitants des lieux d'élimination devront, à compter du 1^{er} janvier 2006, payer des redevances d'élimination de 10 \$ pour chaque tonne de matières résiduelles et de sols contaminés admises à l'élimination (il faut noter qu'à ce jour, il est prévu que ce règlement s'appliquera autant aux LES qu'aux LESC). Malgré le fait que les sols admis à des fins de recouvrement journalier ne feront pas l'objet de cette redevance (Bernier 2005), cette mesure pourrait encourager le recours au traitement plutôt qu'au co-enfouissement avec des matières résiduelles ou à l'enfouissement dans des LESC puisque ces options seront économiquement moins intéressantes pour les gestionnaires de sols contaminés.

Deuxièmement, un second règlement, le *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles*, adopté en mai 2005, devrait être mis en vigueur sous peu. Ce règlement viendra certainement mettre un frein au recours aux sols traités comme matériel de recouvrement journalier dans les lieux d'enfouissement. En effet, ce règlement, qui

remplacera le *Règlement sur les déchets solides*, pose des conditions assez restrictives à l'utilisation de ce type de sols comme matériel de recouvrement. Alors que le *Règlement sur les déchets solides* avait pour seule exigence que les matériaux de recouvrement journalier soit constitués de sable, de mâchefer, de laitiers, de terre contenant moins de 30 % d'argile ou de gravier dont le diamètre moyen est inférieur à 1 cm (voir article 48), le nouveau *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles* a quant à lui des exigences beaucoup plus précises et contraignantes :

- Conductivité hydraulique minimale de 1×10^{-4} cm/s;
- Moins de 20 % en poids de particules d'un diamètre égal ou inférieur à 0,08 mm;
- Peut contenir des contaminants en concentration égale ou inférieure aux valeurs limites fixées à l'annexe I du *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* pour les COV (équivalent au niveau <B de la *Politique*) (voir annexe 2);
- Peut contenir des contaminants en concentration égale ou inférieure à l'annexe II du *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* pour les autres types de contaminants (équivalent au niveau <C de la *Politique*) (voir annexe 2);
- L'épaisseur de la couche de recouvrement composée de sols contaminés ne peut dépasser 60 cm.

À titre comparatif, le tableau 1,4 présente les conductivités hydrauliques des différents types de sols. On constate que les sols contenant de l'argile, communément traités par les centres commerciaux, auront toutes les chances de ne pas répondre aux conditions édictées par ce nouveau règlement, non seulement du point de vue de leur conductivité hydraulique, mais aussi en regard de leur granulométrie puisque les particules de limon ont un diamètre compris entre 0,002 et 0,02 mm et que le diamètre de celle d'argile est inférieur à 0,002 mm (Legget 1961).

Tableau 1,4 Conductivité hydraulique des différents types de sols. Source : inspiré de MDDEP (2002).

Caractéristique du sol	Conductivité hydraulique (cm/s)
Gravier ou sable grossier	$> 5 \times 10^{-2}$
Sable moyen à grossier ou sable limon à structure granulaire	5×10^{-2} à 4×10^{-3}
Sable moyen, fin ou très fin ou sable limon	4×10^{-3} à 4×10^{-4}
Limon sablonneux, limon ou limon silteux à structure modérée ou forte	
Limon sablonneux, limon ou limon silteux à structure faible	4×10^{-4} à 2×10^{-4}
Limon argile sablonneux, limon argileux ou limon argile silteux à structure modérée ou forte	
Limon argile sablonneux, limon argileux ou limon argile silteux à structure faible	2×10^{-4} à 6×10^{-5}
Argile sablonneuse, argile ou argile silteuse à faible contenu en argile avec structure modérée ou forte	
Autres sols à haute teneur en argile avec structure stratifiée, faible ou massive ou sols à consistance ferme ou cimentée	$< 6 \times 10^{-5}$

2. SOLUTIONS ALTERNATIVES D'UTILISATION DES SOLS TRAITÉS

Cette section aborde le cœur du sujet de cet essai, à savoir déterminer quelles sont les alternatives à l'utilisation des sols traités comme matériel de recouvrement journalier dans les LES et les dépôts de matériaux secs (DMS) au Québec. Dans un premier temps, une revue des options de gestion des terrains et des sols contaminés utilisées et/ou envisagées à l'extérieur et à l'intérieur de la province est présentée. Par la suite, une analyse des solutions alternatives est effectuée afin de les comparer entre elles et de déterminer quelles seraient les implications de leur mise en œuvre.

2.1. Solutions alternatives utilisées à l'extérieur du Québec

Il semble que la disposition des sols contaminés dans les sites d'enfouissement (*landfill*) soit aussi monnaie courante à l'extérieur du Québec. Pourtant, le Québec n'est pas le seul territoire à s'être fixé des objectifs de valorisation des matières résiduelles et de réduction de l'enfouissement. Par exemple, en Australie, l'*Environmental protection Agency* supporte activement l'objectif national de 50% de détournement des déchets de l'enfouissement en faisant la promotion de la gestion des sols contaminés sur leur site d'origine (Queensland Government 2003).

Aux États-Unis, le recours aux sites d'enfouissement pour déchets solides, sanitaires, pour déchets spéciaux ou dangereux est le plus souvent l'option de disposition des sols contaminés ayant été prévue par la législation et aussi la plus utilisée, la seconde option la plus populaire étant l'incinération (USEPA 1995). L'état de New York souligne d'ailleurs que bien que l'enfouissement ne devrait pas être la méthode à privilégier lorsque vient le temps de gérer les sols contaminés, elle peut toutefois s'avérer la plus économique (New York State Department of Environmental Conservation 1992), un argument qui est aussi invoqué par les gestionnaires québécois. Par ailleurs, dans les différents états américains, quelques solutions alternatives sont permises afin de détourner les sols contaminés de l'enfouissement, solutions dont l'application est conditionnelle au type de sols et de contaminants dont il est question.

Le Dakota du Sud permet la disposition (réutilisation) des sols contaminés aux hydrocarbures pétroliers dont la concentration est inférieure à 500 ppm sur leur site d'origine, à la condition que cette action ne crée pas de nouvelles voies d'exposition aux

contaminants, qu'elle ne cause pas d'impact sur les eaux souterraines, qu'elle n'entraîne pas de risques pour la santé humaine ou pour l'environnement et qu'elle ne soit source d'aucune nuisance publique (South Dakota Department of Environment & Natural Resources 2003).

Pour sa part, l'Arizona permet le compostage de certains sols contaminés (Arizona Administrative Code s.d.), tout comme le Minnesota (Minnesota Pollution Control Agency 2005). D'ailleurs, la United States Environmental Protection Agency (USEPA), rapporte que le compostage des sols contaminés par des substances explosives, en plus d'être une méthode de réhabilitation peu dispendieuse, a l'avantage de générer un produit final riche en nutriments et qui peut être utilisé en aménagement paysager et en horticulture (USEPA 1997).

L'état de New York, quant à lui, spécifie que bien que les options de réutilisation des sols contaminés ne soient pas formellement hiérarchisées, l'usage de ces sols à l'extérieur de leur site d'origine est généralement moins désirable. Cet état suggère qu'il est préférable que les sols présentant des teneurs en contaminants qui satisfont aux critères en vigueur soient remis en place suite à leur traitement ou, du moins, qu'ils soient réutilisés sur le lieu d'où ils proviennent. D'autres options de réutilisation sont aussi autorisées par cet état : l'utilisation en tant que matériaux de construction (incorporation à l'asphalte ou au béton, assise routière, etc.) ou sur des sites différents de ceux d'origine (terrains industriels, site d'enfouissement de débris de construction et de démolition, infrastructures d'entreposage de produits pétroliers, sites à accès public limité, etc.). Il est à noter que la destination et l'utilisation finale des sols doivent être identifiées avant l'excavation de ces derniers (New York State Department of Environmental Conservation 1992).

Présentement, en Europe, l'axe de réhabilitation des terrains contaminés qui est généralement privilégié est celui de l'analyse de risque. La politique nationale française portant sur les sites et les sols pollués est centrée sur deux concepts principaux : l'examen et la gestion du risque plus que l'attachement au niveau de pollution intrinsèque et la gestion en fonction de l'usage des sites. Cette même politique spécifie que les objectifs de dépollution doivent être basés sur les résultats d'une évaluation détaillée des risques (Ministère de l'écologie et du développement durable 2004).

Depuis le début des années 1980, les gouvernements des pays possédant des régions à tradition industrielle tels que le Royaume-Uni, la France, l'Allemagne et la Belgique ont créé des programmes de réutilisation et de revitalisation économique des sites abandonnés (Grimski et Ferber 2001). Par exemple, les gouvernements de l'Angleterre et l'Écosse se sont fixé comme but que 60 % des nouveaux développements résidentiels soient construits sur des terrains abandonnés (*brownfield*). Certains de ces sites étant contaminés, ils devront être soumis à des analyses de risques détaillées (Scottish Environment Protection Agency 2005 et UK Environment Agency 2005).

2.2. Solutions alternatives envisagées par les intervenants québécois

La *Politique québécoise de gestion des matières résiduelles 1998-2008* priorise les actions à prendre afin de détourner de l'enfouissement 65 % des matières pouvant être mises en valeur. Un des principes fondamentaux de cette politique est la priorisation au sein des 3RV-E, c'est-à-dire qu'il considère que la réduction vaut mieux que le réemploi qui lui est mieux que le recyclage, lui-même préférable à la valorisation et l'élimination (Olivier 1999) (figure 2,1).

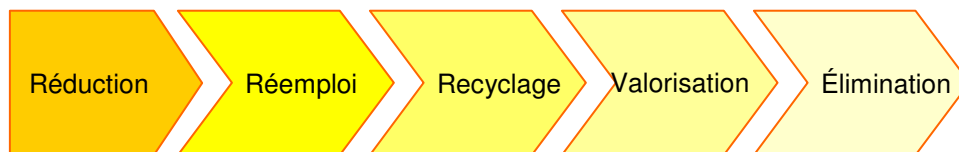


Figure 2,1 Gradation empirique au sein de la chaîne des 3RV-E.
Source : Olivier (1999).

Afin d'être conséquent avec ce plan et les actions qu'il propose, et puisque le sujet abordé ici, c'est-à-dire le détournement de l'enfouissement des sols traités, se prête bien à la comparaison, les solutions alternatives de disposition et d'utilisation des sols traités seront présentées en respectant cette hiérarchisation, bien que les sols contaminés ne soient pas considérés au Québec comme des matières résiduelles.

2.2.1. Réduction

La réduction doit, dans une optique de gestion post-traitement des sols contaminés, être considérée sous deux aspects : la prévention de la contamination et la réduction à la source des sols excavés à traiter.

La prévention est synonyme de réduction des sources potentielles de contamination. En ce sens, la *Loi sur les produits et les équipements pétroliers* ainsi que son *Règlement sur les produits pétroliers* sont des outils de prévention coercitifs puisqu'ils visent à accroître la fiabilité des équipements pétroliers et à réduire les fuites de produits pétroliers, notamment en rendant obligatoire un régime de retrait des réservoirs souterrains âgés de plus de 25 ans et un régime de vérification des équipements pétroliers à risque élevé (voir annexe 5). Malgré tout, la prévention demeure avant tout une question de sensibilisation des générateurs potentiels de contamination.

La réduction à la source des sols excavés à traiter peut être réalisée soit en exerçant un contrôle accru sur la gestion des sols directement sur le site des travaux, soit en minimisant le recours à l'excavation de ces derniers par le biais de traitement *in situ* ou en développant la gestion par analyse de risques.

En théorie, lorsque des travaux de réhabilitation sont effectués sur un terrain, les sols excavés devraient subir une ségrégation afin de gérer de façon adéquate chacune des différentes classes de sols : les sols non contaminés (<A), les sols <B, les sols B-C et les sols >C. En pratique, sur les chantiers, non seulement cette règle n'est pas systématiquement appliquée, mais de plus, il peut arriver, accidentellement ou non, que certaines zones soient surexcavées. Autant la surexcavation que la non ségrégation ont pour résultat la « dilution » de la contamination : les sols à traiter sont donc moins contaminés, cependant leur volume est plus grand. Une surveillance accrue lors des travaux d'excavation des terrains contaminés aide non seulement à réduire le phénomène de « dilution », mais permet aussi d'exercer un meilleur contrôle sur la destination des sols excavés (LES, LESC ou centre de traitement autorisé). Effectivement, certains dépôts « sauvages » de sols contaminés sont en activité sur le territoire québécois : ce sont des sites sans installations étanches, sans suivi ni surveillance environnementale, auxquels certains gestionnaires ont recours dans le but de minimiser les frais de disposition des sols contaminés.

Une des règles de gestion québécoise les plus significatives au niveau de la réutilisation des sols traités est qu'une fois que les sols sont excavés, on ne peut les réutiliser sur un terrain qu'à la condition que cela n'ait pas pour effet d'augmenter le niveau de contamination du site récepteur (voir la *Grille de gestion des sols contaminés excavés*

intérimaire à l'annexe 3). Cela signifie par exemple qu'un sol provenant d'un terrain industriel qui, suite à son traitement, présente une teneur en hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀ de 500 ppm, ne pourra être utilisé que sur un site présentant déjà des teneurs en HP C₁₀-C₅₀ égales ou supérieures à 500 ppm. Par contre, si ce même sol n'avait pas été excavé et qu'il avait été traité par le biais d'un traitement *in situ*, l'objectif de décontamination à atteindre aurait été de 3 500 ppm, soit la limite maximale permise pour un terrain à vocation industrielle. Suite à un traitement *in situ*, la problématique de la réutilisation des sols traités ne se pose pas puisque ces derniers restent en place.

La procédure d'évaluation des risques, telle que prévue à la section IV.2.1 de la LQE, permet la décontamination à des critères spécifiques, le recours à l'atténuation naturelle, la mise en place de mesures de confinement, de contrôle et de suivi et la mise en place de mesures restrictives (sauf pour les cas de contamination aux produits pétroliers). Une des raisons motivant l'utilisation de cette procédure est justement le désir de maintenir en place des sols contenant des contaminants à des valeurs supérieures aux critères génériques d'usage. Encore une fois, la constatation s'impose d'elle-même : lorsque cela est possible (c'est-à-dire lorsque les sols en place sont compatibles du point de vue géotechnique avec l'utilisation que l'on souhaite faire du terrain), plus on maintient de sols en place, moins on a de sols traités excavés à gérer par la suite.

2.2.2. Réemploi

Dans le cadre de la *Politique québécoise de gestion des matières résiduelles*, le réemploi consiste en l'utilisation répétée d'un produit sans modification de son apparence ou de ses propriétés (Olivier 1999).

Il faut tout d'abord souligner que dans le régime législatif actuel, seuls les sols présentant contamination se situant dans la plage A-B de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* peuvent être réemployés sur un terrain autre que leur terrain d'origine, sous certaines conditions. Les sols excavés présentant une contamination dans la plage B-C ne peuvent être réutilisés que sur leur terrain d'origine à la condition que celui-ci soit à vocation commerciale ou industrielle (voir annexe 3). De plus, ainsi qu'il a été précédemment mentionné, les sols contaminés excavés ne peuvent

être réemployés, sur leur terrain d'origine ou sur tout autre site, qu'à la condition que leur utilisation n'ait pas pour effet d'augmenter la contamination du terrain récepteur.

Afin de favoriser le réemploi des sols suite à leur traitement, certains gestionnaires suggèrent que des incitatifs fiscaux devraient être mis en place. Certains centres ont développé des stratégies d'entreposage des sols traités, sols qui ne trouvent que trop peu souvent preneur parce que les préjugés à leur endroit sont très tenaces. Ce ne serait d'ailleurs pas la première fois que le gouvernement québécois aurait recours à des incitatif fiscaux dans le domaine des sols contaminés : il n'y a qu'à penser au programme *Revi-Sols* qui fut un succès à la fois sur le plan économique, social et environnemental en stimulant le développement immobilier sur des sites urbains orphelins ou contaminés et en contribuant à la revitalisation d'anciens quartiers industriels ou commerciaux (Corbin 2005).

De plus, afin de réduire les problèmes de gestion des sols traités, le développement de nouvelles techniques de traitement et l'amélioration des méthodes existantes devraient être envisagés. Les sols traités possédant le meilleur potentiel de réemploi sont ceux présentant des teneurs résiduelles en contaminants inférieures au critère B de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Au Québec, l'absence de centre de traitement des sols excavés contaminés aux métaux lourds permettant leur valorisation, *Stablex* enfouissant les sols suite à leur stabilisation, est problématique. En effet, deux méthodes de traitement ont été développées (*Alex Environnement* et *CRIQ*), mais aucune des deux n'est actuellement exploitée à l'échelle commerciale. Les sols présentant une contamination mixte (métaux lourds et autres contaminants) sont donc très difficilement réemployables, car même après traitement, la teneur en métaux lourds demeure inchangée et si cette dernière était originellement supérieure au critère C, le seul débouché demeure l'enfouissement à l'heure actuelle. Par contre, le développement des méthodes de traitement des métaux lourds et leur utilisation à grande échelle sur une base économiquement viable et compétitive pourrait fournir une réponse définitive à l'enfouissement des sols contaminés aux métaux (Galvez-Cloutier et Lefrançois 2005). Mais les métaux ne sont pas les seuls contaminants à poser des problèmes. Certains types de sols (ex : argileux), contaminants (ex : HP lourds, HAP), ou certaines teneurs en contaminants sont difficilement traitables par les méthodes biologiques couramment employées par les centres québécois. L'amélioration de ces méthodes, afin que le

traitement de ces sols soit efficace et économiquement viable, ainsi que le développement de nouvelles techniques de traitement (ex : oxydation chimique) permettrait de réduire la teneur résiduelle en contaminants des sols traités et contribuerait à augmenter leur potentiel de réemploi.

Suite à un traitement approprié, les sols présentant une contamination résiduelle dans la plage A-B de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* pourraient être réemployés de plusieurs façons. On pourrait continuer à les utiliser afin de faire du remblayage sur des terrains déjà contaminés. Ils pourraient aussi entrer dans la composition de matériaux géotechniques (ex : granulats réfractaires) qui serviraient à constituer l'assise d'infrastructures routières telles que des chaussées, des stationnements, des pistes cyclables et des trottoirs, ou d'assise pour les fondations des bâtiments. Ils pourraient de plus être utilisés afin de mettre en place des écrans visuels et sonores en bordure des routes, ou encore afin de restaurer des sites dégradés (par exemple d'anciens sites industriels, des mines, des DMS ou des LES). Il faut ici souligner que des projets dans ce sens ont déjà été réalisés avec l'aval du MDDEP.

En terminant, il faut préciser que si les sols contaminés, particulièrement ceux présentant une contamination par des produits pétroliers, ne sont pas tous traités jusqu'à l'atteinte du critère A, c'est le plus souvent à cause de considérations économiques (question de temps de traitement) et non pas de capacité de traitement. La biodégradation et l'atténuation naturelle étant des processus qui sont actifs dans l'environnement, on peut considérer que le traitement des sols réemployés va se poursuivre, dans une moindre mesure, suite à leur réemploi. Ainsi, il est fort probable que les teneurs résiduelles en contaminants des sols réemployés continuent de diminuer pendant plusieurs années.

2.2.3. Recyclage

On entend ici par recyclage l'utilisation d'un matériau dans un cycle de production, suite à laquelle le matériel recyclé est physiquement modifié (Olivier 1999). Les options de recyclage des sols traités qui sont envisagés par les divers intervenants du domaine de la gestion des sols contaminés au Québec sont l'incorporation de ces derniers au processus de fabrication de l'asphalte, du ciment, du béton et de la brique.

Les matières premières qui entrent dans la composition du ciment étant essentiellement le calcaire et l'argile, les sols traités argileux pourraient se substituer, du moins en partie, à l'argile habituellement utilisée par les cimenteries. Une certaine portion de la contamination résiduelle pourrait même être traitée au cours du processus de fabrication du ciment, puisque les composantes de celui-ci sont chauffées à une température avoisinant les 1 500 °C lors de leur passage dans un four (clinkérisation) (Lafarge 2004).

Pour ce qui est de l'incorporation des sols contaminés au procédé de fabrication de l'asphalte, une démonstration de traitement thermique des sols contaminés par des hydrocarbures légers dans une usine de fabrication d'asphalte a déjà été effectuée au Québec. C'est la compagnie *Les Produits Shell Canada Ltée*, en association avec *Construction Norascon inc.* située à Val d'Or, qui avait procédé à la mise à l'essai de cette technologie. Le four utilisé était de type rotatif : le sol à traiter était introduit dans la section du four équipée d'un brûleur où il était traversé par de l'air chaud atteignant une température moyenne de 200 °C. Le sol était ensuite amoncelé sur un convoyeur en prévision de sa réutilisation comme agrégat (Centre Saint-Laurent 1992). Les sols traités pourraient donc être utilisés dans la composition d'agrégats par les usines de fabrication d'asphalte.

Finalement, comme la brique est fabriquée à partir d'argile, et qu'une grande quantité de sols traités au Québec sont de type argileux, leur utilisation comme matière première dans le processus de fabrication de briques demeure une possibilité, tout comme les sols traités pourraient être recyclés dans la fabrication du béton, en remplacement d'autres granulats « vierges ».

2.2.4. Valorisation

La valorisation modifie chimiquement la matière qui y est soumise (Olivier 1999). Dans cette optique, on peut considérer que le compostage, avenue d'utilisation des sols traités envisagée par certains intervenants québécois, constitue une forme de valorisation. Après tout, présentement au Québec, on produit de façon commerciale des composts fabriqués à partir de biosolides municipaux et papetiers, matières premières qui contiennent eux aussi certains types de contaminants (ex : des métaux lourds). Les sols traités devraient être mélangés avec des matériaux assurant la porosité et l'aération de la matrice et des

substances nutritives favorisant la croissance bactérienne, tels que des résidus putrescibles (Chevalier 1996). Le compost produit pourrait par la suite être vendu, contribuant ainsi à la rentabilité de cette option de valorisation des sols contaminés.

2.2.5. Enfouissement

Finalement, le MDDEP a étudié la possibilité d'autoriser l'utilisation des sols faiblement contaminés (<C) afin de remblayer des carrières et des mines à ciel ouvert désaffectées qui pourraient par la suite être destinées à un usage industriel, commercial ou récréatif (Corbin 2005). Ce type de solution demeure tout de même, en bout de ligne, de l'enfouissement, mais les sols contaminés pourraient remplacer les autres types de matériaux qui devraient autrement être utilisés afin de combler ce type de dépressions. La possibilité d'utiliser des sols contaminés pour la réhabilitation progressive des carrières et des mines actuellement en opération pourrait aussi être envisagée.

2.3. Analyse des solutions alternatives

Maintenant que la liste des solutions alternatives envisageables a été dressée, il reste à voir les points positifs et négatifs de chacune et quelles seraient les implications de leur mise en œuvre. C'est ce que s'emploiera à faire la présente section.

2.3.1. Comparaison des différentes solution alternatives

Les sections 2.1 et 2.2 du présent document ont fait état de différentes solutions envisagées ou adoptées par les intervenants québécois et par ceux d'autres pays, afin de détourner de l'enfouissement une certaine quantité de sols contaminés et/ou traités, que ce soit par des moyens directs ou indirects. Ces solutions alternatives sont les suivantes :

- Réduction des sources de contamination;
- Accroissement du contrôle lors des travaux d'excavation de sols contaminés;
- Recours aux techniques de traitement *in situ*;
- Recours à l'analyse de risques;
- Utilisation sur le site d'origine (ex : remblayage ou fabrication de talus);
- Utilisation sur un site différent du lieu d'origine (ex : remblayage ou fabrication de talus);

- Utilisation dans la mise en place des assises d'infrastructures routières ou des fondations de bâtiments (fabrication de matériaux géotechniques);
- Restauration de sites dégradés;
- Incorporation des sols traités à l'asphalte, au béton, à la brique et au ciment;
- Compostage;
- Mise en place de programmes de réutilisation et de revitalisation des sites orphelins et/ou contaminés (du type Revi-Sols);
- Mise en place d'incitatifs fiscaux pour le réemploi et le recyclage des sols traités;
- Développement de nouvelles méthodes de traitement et amélioration des techniques existantes et
- Remblayage de carrières et mines.

Si toutes ces solutions alternatives semblent pertinentes en regard de la problématique vécue présentement par les entreprises québécoises de traitement des sols contaminés, elles présentent, pour la plupart, des avantages et des inconvénients qui leur sont propres. Le tableau 2,1 illustre dans quels domaines la mise en place des différentes solutions alternatives pourraient se buter à des objections ou avoir des conséquences négatives (-), ou seraient susceptibles de présenter des avantages ou d'apporter une amélioration à la situation actuelle (+). Ce tableau se veut un outil récapitulatif qualitatif plutôt qu'une grille d'évaluation quantitative. Afin de pouvoir comparer entre elles les différentes options, la dernière colonne de ce tableau présente un pointage semi-quantitatif de chaque solution alternative qui a été établi en considérant qu'une objection/conséquence négative (-) a pour effet d'annuler un avantage/amélioration (+). Il faut aussi noter que le domaine économique concerne autant les payeurs des travaux que les exécutants, que celui de l'environnement concerne plus spécifiquement les impacts environnementaux des solutions, que l'aspect social est abordé du point de vue de l'acceptabilité sociale, et que le domaine technique regroupe tout ce qui concerne la faisabilité technique, la facilité de mise en œuvre, le caractère éprouvé, la rapidité d'exécution ainsi que les besoins en infrastructures des solutions alternatives proposées. La section 2.3.2 détaille les avantages et inconvénients de chacune des solutions alternatives envisagées ainsi que leurs implications.

Tableau 2,1 Domaines d'impact, avantages et inconvénients des diverses avenues d'utilisation des sols traités alternatives à l'enfouissement dans les LES et les DMS.

Solutions alternatives	Domaine d'impact								Total
	Économique		Environnemental		Social		Technique		
	+	-	+	-	+	-	+	-	
<i>Réduction</i>									
Prévention de la contamination	✓	✓	✓		✓				++
Contrôle accru lors des travaux d'excavation			✓		✓			✓	+
Recours aux techniques de traitement <i>in situ</i>	✓	✓	✓		✓			✓	+
Recours à l'analyse de risques	✓	✓		✓		✓		✓	---
<i>Réemploi</i>									
Utilisation sur le site d'origine (remblayage)	✓	✓	✓		✓			✓	+
Utilisation sur un site différent que le lieu d'origine (remblayage)	✓		✓			✓		✓	0
Utilisation dans la mise en place des assises d'infrastructures routières ou des fondations de bâtiments (matériaux géotechniques)	✓		✓			✓		✓	0
Restauration de sites dégradés	✓	✓	✓		✓	✓			+
<i>Recyclage</i>									
Incorporation des sols traités à l'asphalte, au béton, à la brique et au ciment	✓		✓			✓		✓	0

<i>Valorisation</i>									
Compostage	✓		✓			✓		✓	0
<i>Solutions intégratives</i>									
Mise en place de programmes de réutilisation et de revitalisation des sites orphelins ou contaminés	✓	✓	✓		✓		✓		+++
Mise en place d'incitatifs fiscaux pour le réemploi et le recyclage des sols traités	✓	✓	✓			✓		✓	-
Développement de nouvelles méthodes de traitement et amélioration des techniques existantes (traitement <i>ex situ</i>)		✓	✓		✓			✓	0
<i>Enfouissement</i>									
Remblayage de carrières et mines	✓	✓	✓		✓	✓		✓	0

2.3.2. Description des implications de la mise en place des solutions alternatives

La gestion des sols contaminés, tel qu'il en est fait la démonstration dans les sections précédentes, n'est certes pas une sinécure pour la société québécoise. Ce serait donc un non-sens d'investir temps et argent dans la restauration des sites contaminés par des activités antérieures sans pour autant travailler à éviter de contaminer de nouveaux terrains. Les gestionnaires de sources de contamination potentielles doivent être sensibilisés au fait que bien que la prévention de la contamination implique certains investissements, particulièrement au niveau des infrastructures et de la formation (remplacement de réservoirs, installation de séparateurs, formation SIMDUT, etc.), elle peut aussi leur éviter des coûts importants reliés à la décontamination. De plus, en prenant des moyens appropriés afin de prévenir les fuites et déversements de contaminants, les gestionnaires font preuve de diligence raisonnable, ce qui contribue à leur protection contre les recours légaux et leur permet de s'afficher en tant que citoyen ou entreprise responsable. Il va s'en dire qu'au niveau environnemental, toute contamination évitée représente un gain inégalable.

La réduction à la source des quantités de sols à traiter grâce à la pratique d'un contrôle accru lors des travaux d'excavation implique non seulement des frais supplémentaires afin de payer le surveillant de chantier, mais aussi certaines difficultés techniques attribuables à la ségrégation des sols. En effet, lorsque les sols sont transportés directement dans un lieu autorisé suite à leur excavation, la ségrégation implique le recours à plus de camions. De plus, si au contraire les sols excavés ne sont pas immédiatement réemployés ou transportés, on doit disposer de suffisamment d'espace pour pouvoir entreposer chacune des piles de sols de manière à assurer une ségrégation adéquate. Par contre, du point de vue social, une surveillance appropriée du chantier contribue à la reconnaissance et à l'établissement d'une bonne réputation pour le responsable des travaux. Aussi, tel que précisé précédemment, en encourageant la gestion adéquate des sols excavés et en contrôlant la destination de ces derniers, le recours à des surveillants de chantier permet de réduire la quantité de contaminants se retrouvant dans l'environnement par le biais des dépôts « sauvages ».

Bien que le recours aux techniques de traitement *in situ* représente un gain du point de vue environnemental puisqu'il implique moins de transport et de manipulations des sols

contaminés (diminution du risque de dissémination des contaminants) et qu'il soit socialement perçu d'une manière positive puisqu'il implique que les responsables de la contamination règlent le problème sur place, sur les plans économique et technique il présente certains désavantages pour les gestionnaires des sites contaminés. Au contraire des méthodes *ex situ*, l'emploi de techniques de réhabilitation *in situ* ne permet pas l'accès direct aux contaminants, rendant ainsi le processus de traitement techniquement plus complexe, souvent plus long et plus dispendieux. De plus, lors d'un traitement *in situ*, un suivi rigoureux doit être effectué afin de s'assurer que ce dernier est efficace.

La gestion des terrains contaminés par analyse de risques présente indéniablement des avantages du point de vue économique, surtout lorsqu'il est question de contamination étendue (grande quantité de sols à excaver) ou complexe (ex : sous un bâtiment). Le choix de cette option de gestion est le plus souvent motivé par le souci de diminuer les frais de réhabilitation liés aux terrains contaminés. Et effectivement, en prenant en compte les problèmes spécifiques à chaque site, l'analyse de risque fait en sorte que les coûts pour protéger la santé publique et l'environnement sont proportionnels à ces problèmes (Morin et Halde 1997). Par contre, si l'accroissement du recours à l'analyse de risques a eu un effet économique bénéfique sur les firmes de consultants, il a également entraîné un impact négatif sur les centres de traitement en diminuant l'apport de sols contaminés excavés (Ross 2005). Ce n'est pas le seul argument défavorable que l'on peut opposer à cette solution alternative. Premièrement, il faut reconnaître que l'analyse de risques comporte de nombreuses incertitudes et, possiblement biais, par exemple au niveau de l'exposition des organismes et du choix des bioessais. Aussi, d'un point de vue strictement environnemental, le fait de laisser en place des matrices contaminées n'est pas une solution optimale et le public peut percevoir cette solution comme du « laisser-aller ». De plus, le recours à cet outil de gestion rebute certaines personnes car il peut en découler des restrictions d'usage du terrain, sa dévaluation et il peut impliquer des responsabilités à long terme pour les propriétaires ou gestionnaires du terrain (Savaria 2005). Finalement, il faut souligner que l'utilisation des critères génériques d'usage (critères A, B et C de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*) facilite le processus décisionnel des instances gouvernementales et des institutions financières (Morin et Halde 2005). De ce fait, ces dernières se devront de mettre en place des procédures particulières et flexibles s'appliquant aux dossiers ayant été traités selon

l'approche par analyse de risques afin de ne pas allonger indûment les délais de traitement des dossiers.

Le réemploi du sol traité sur son site d'origine présente plusieurs avantages. Au point de vue économique, comme une part importante des frais facturés pour le traitement des sols contaminés est en fait destinée à la disposition de ces derniers (le plus souvent dans les LES), le fait de récupérer les sols suite à leur traitement diminue de beaucoup la facture. Par exemple, dans le cas d'un sol contaminé au mazout à une teneur de 12 000 ppm, il en coûterait approximativement 65 \$/t.m. pour un gestionnaire désirant faire traiter ces sols chez *Solution Eau Air Sol inc.* Par contre, le même gestionnaire, s'il décidait de récupérer les sols suite à leur traitement ne devrait déboursier qu'environ 30 \$/t.m. (Gagné 2005). En général, la somme impartie à la disposition des sols traités représente environ le tiers du prix total du traitement biologique des sols contaminés (Théorêt 2005). De plus, le fait de réemployer les sols traités minimise l'utilisation des matériaux « propres » pour remplacer les sols qui ont été excavés sur le terrain, ce qui évite au propriétaire d'avoir à déboursier pour acquérir du matériel de remblayage et représente un point environnemental positif. C'est aussi une option qui devrait être socialement bien acceptée, puisque le fait de réutiliser les sols traités sur leur terrain d'origine pourrait être perçu comme une responsabilisation du pollueur : le responsable de la contamination la prend en charge sur toute la ligne. On ne peut toutefois passer sous silence que cette utilisation des sols traités ne présente pas que des avantages. En effet, le recours à cette option de gestion implique non seulement des délais supplémentaires pour le propriétaire qui désire réhabiliter son terrain puisqu'il doit attendre que le traitement soit complété avant de pouvoir réutiliser les sols, mais aussi des coûts importants associés au maintien en fonction d'un site en réhabilitation où se trouve une excavation ouverte. De plus, afin de pouvoir offrir ce service à leurs clients, les centres de traitement doivent adopter des procédures de traçabilité très fiables afin de s'assurer que les lots de sols contaminés qui doivent être récupérés par leurs propriétaires soient traités séparément et ne soient mélangés à aucun autre lot.

Le réemploi des sols traités sur des sites différents de leur point d'origine présente des avantages financiers autant pour les utilisateurs qui ont à déboursier moins cher pour ce type de sol que pour des matériaux vierges (parfois même rien du tout), que pour les centres de traitement qui n'ont pas à payer pour la disposition des sols suite à leur

traitement. Au Québec, le prix d'enfouissement moyen des sols contaminés dans un LESC est de 73 \$/t.m. (MENV 2004b), alors que le prix à payer pour disposer de ces sols dans un LES où ils serviront de matériel de recouvrement journalier varie généralement entre 5 et 30 \$/t.m. selon le LES et la plage de contamination des sols (MRC de Charlevoix 2005, MRC de Lotbinière 2005, MRC du Val St-François 2005, Thibault 2005, Ville de Montréal s.d., Ville de Rimouski 2005 et Ville de Val d'Or s.d.). À la condition que le réemploi des sols traités n'ait pas pour effet d'augmenter la contamination du site récepteur, c'est aussi une option de gestion favorable à l'environnement puisque, tout comme le réemploi sur le terrain d'origine, elle diminue le recours à des matériaux vierges. Par contre, la population ayant, en général, une mauvaise perception des sols traités (Théorêt 2005), les utilisateurs de ces sols auront certainement à défendre leur décision (syndrome « pas dans ma cour »). En second lieu, une difficulté supplémentaire susceptible de surgir pour les centres de traitement si le réemploi des sols traités à des fins de remblayage sur des sites autres que ceux d'origine gagnait en popularité est la question d'entreposage des sols. Puisque la demande pour des sols de remblayage varie en fonction des saisons et des années, les centres de traitement devraient développer une stratégie d'entreposage, ce qui implique pour certains de l'espace et des infrastructures supplémentaires, et des modifications aux CA.

L'utilisation de sols traités pour revitaliser certains sites dégradés, industriels ou autres, présente un avantage certain d'un point de vue environnemental et social, car cette action a pour effet de rendre ces sites de nouveau disponibles pour la colonisation par la flore et l'utilisation par la faune et la population humaine, en plus d'améliorer de façon notable le paysage québécois. Des sites dégradés pourraient ainsi retrouver un usage industriel, commercial ou récréatif et cela à relativement bas coûts si l'on considère que restaurer à l'aide de sols traités est beaucoup moins coûteux que les travaux effectués à partir de matériaux vierges. De plus, le recours à ces matériaux en est d'autant réduit, même si l'emploi des sols traités se heurte à la résistance de l'opinion publique. Finalement, il faut souligner que ce type de solution alternative est perçu différemment selon le type d'intervenants de l'industrie des sols contaminés qui est interpellé : les centres de traitement y sont favorables puisqu'il leur permet de valoriser les sols traités en réduisant les frais au minimum, alors que certaines entreprises considèrent que c'est une solution qui pourrait compromettre le développement et l'amélioration des techniques de traitement.

Le recyclage et le réemploi des sols traités dans des processus de fabrication d'asphalte, de béton, de brique et de ciment ainsi que pour la constitution d'assise d'infrastructures routières ou de bâtiments présente les mêmes avantages et inconvénients que les autres possibilités de réemploi, à savoir que la vente ou le don des sols traités représentent un gain économique pour les centres de traitement comparativement à ce qu'ils doivent présentement déboursier pour en disposer, que le prix des sols traités est inférieur à celui des matériaux vierges, que la substitution des sols traités à ces derniers est une solution favorable d'un point de vue environnemental, mais qu'en contrepartie, les utilisateurs se butent à la perception négative de la société face à l'utilisation de sols présentant une contamination résiduelle. Un avantage supplémentaire réside dans le fait que l'incorporation des sols traités au processus de fabrication de l'asphalte, du béton, de la brique et du ciment contribuerait à diminuer la concentration résiduelle de certains contaminants (particulièrement les hydrocarbures) puisque les sols ainsi recyclés sont chauffés aux cours de ce type de procédé industriel. Par contre, le recours à cette solution alternative de gestion des sols traités se heurte à certaines difficultés d'ordre techniques : le processus opérationnel de certaines usines devrait être légèrement modifié et les centres de traitement devraient développer des stratégies afin de pouvoir s'engager à fournir aux usines une certaine quantité de sols présentant les caractéristiques requises et un minimum d'uniformité. Pour sa part, l'utilisation de sols contaminés comme matériel géotechnique devant servir à la constitution d'assise d'infrastructures routières (routes, pistes cyclables, stationnements et trottoirs) et de bâtiments suppose non seulement un travail accru des sols traités (ex : tamisage), mais aussi une demande irrégulière pour ce type de matrice, et de ce fait, le développement de stratégies d'entreposage adéquates par les centres de traitement. En dernier lieu, il faut préciser que les possibilités de réemploi des sols traités, que ce soit à des fins de remblayage ou pour constituer des assises de routes ou de bâtiments, sont sérieusement limitées par le fait que ces derniers doivent d'une part se qualifier comme « matériaux constructibles », ce qui est rarement le cas des sols traités, et d'autre part répondre aux normes sévères imposées par le *Ministère des Transports du Québec* (MTQ) et le *Bureau de normalisation du Québec* (BNQ) relativement aux granulats fabriqués à partir de matériaux recyclés.

L'intégration des sols traités au compost (agent structurant) impliquerait que les centres de traitement se dotent de plates-formes de compostage ou développent des ententes commerciales avec de telles entreprises. Ainsi, les centres de traitement s'étant doté

d'infrastructures de compostage pourraient potentiellement tirer un revenu de leur produit fini et celles possédant une entente avec des plates-formes de compostage indépendantes seraient susceptibles de payer moins cher pour la valorisation de leurs sols traités. De plus, bien que la résistance de la population à utiliser du compost contenant des sols traités demeure un obstacle d'importance à franchir, il faut souligner que le processus de compostage est susceptible de réduire certains types de contamination résiduelle.

La mise en place de programmes de réutilisation et de revitalisation des sites orphelins et/ou contaminés ne serait pas à proprement parler une nouveauté au Québec. En effet, de 1998 à 2004, le programme *Revi-Sols* a versé plus de 115 millions de subvention pour la caractérisation et la réhabilitation de sites urbains contaminés dans la province; ce programme subventionnait de 50 à 70% des travaux (Corbin 2005). Comme ce programme a pris fin récemment, les infrastructures gouvernementales nécessaires à la gestion d'un tel programme sont bien connues et peut-être même encore partiellement en place. Le recours à de tels programmes présente sans aucun doute de nets avantages économiques pour les gestionnaires de terrains contaminés. Par contre, il suppose une implication administrative et monétaire importante de la part des autorités en place. Les programmes de ce genre ont toutefois la cote auprès du public puisqu'ils permettent de revitaliser le paysage urbain et de développer des anciens quartiers industriels, tout en représentant un gain environnemental puisque les sites industriels sont habituellement les plus lourdement contaminés et parce que la réutilisation de ces derniers ralenti l'étalement urbain. En dernier lieu, considérant le fait que dans un proche avenir le recours à l'enfouissement des sols contaminés sans traitement préalable devrait se voir découragé par l'augmentation des prix d'enfouissement (cf. *Projet de règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles*) et par des conditions d'admission contraignantes imposées par le nouveau *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles*, l'avènement de tels programmes de réutilisation et de revitalisation pourrait représenter un incitatif pour le développement de techniques de traitement efficaces et économiquement rentables car il en crée le besoin. C'est en cette qualité qu'il est ici considéré comme une action pouvant mener au développement de méthodes de gestion alternatives des sols traités.

L'octroi d'incitatifs fiscaux pour les entrepreneurs et les entreprises acceptant d'utiliser des sols traités présenterait bien entendu des avantages économiques importants pour les utilisateurs qui bénéficieraient des incitatifs en plus d'avoir à déboursé moins pour les sols traités que pour des matériaux vierges. Les centres de traitement seraient aussi gagnants puisqu'ils pourraient donner ou vendre à bas prix leurs sols traités possédant les qualités géotechniques requises plutôt que de payer pour en disposer au LES. Cependant, pour les autorités responsables de mettre en place de tels incitatifs, le financement demeure à n'en pas douter problématique. En plus, bien que le réemploi de sols traités plutôt que de matériaux « propres » constitue un gain environnemental, il demeure confronté à la perception négative que plusieurs personnes en ont. Encore une fois, dans ce cas de figure, le problème lié à l'entreposage des sols traités qui seraient destinés au réemploi se pose et suppose des besoins supplémentaires d'espace, d'infrastructures et des changements aux CA pour certains centres de traitement.

Des obstacles d'ordre économique et technique se dressent face au développement de nouvelles techniques de traitement et au perfectionnement des méthodes existantes, les mêmes obstacles qui compliquent en général tous les projets de recherche et développement, c'est-à-dire le besoin d'obtenir le financement et l'expertise nécessaire à la réalisation de ces projets. Par contre, le perfectionnement des techniques de traitement des sols contaminés présente des avantages indéniables autant sur le plan environnemental que social : d'une part, une faible contamination résiduelle signifie que les sols traités sont plus facilement réemployables et qu'il y a moins de contaminants qui retournent à l'environnement lors du réemploi, et d'autre part, moins grande est la teneur résiduelle en contaminants, plus favorable est l'opinion publique les concernant.

La dernière solution de disposition alternative des sols traités envisagée est l'utilisation des sols traités pour remblayer les carrières et les mines. Les points positifs et négatifs du recours à cette option de gestion sont les mêmes que ceux soulevés dans le cas de la restauration des autres types de sols dégradés, à la différence que dans ce cas précis, même si le gouvernement envisage présentement d'en faire une option de « valorisation » formellement permise par règlement (voir section 3), les conditions posées pour que les carrières et mines à ciel ouvert puissent se qualifier comme LESC sont si restrictives du point de vue technique que pratiquement aucun site ne pourrait y satisfaire (CPEQ 2005 b et Théorêt 2005).

3. DISCUSSION

Suite à l'analyse des solutions alternatives envisageables, il apparaît que chacune d'entre elles représente une amélioration par rapport à la situation actuelle, à savoir qu'elles sont toutes susceptibles de détourner, de façon directe ou indirecte, une certaine portion des sols traités du lieu qui, présentement, en accueille la majeure partie : le LES. De ce fait, chaque solution envisagée se doit d'être analysée par chacun des générateurs de sols traités afin que ces derniers puissent déterminer lesquelles sont les plus appropriées à leur situation. Par exemple, les solutions alternatives envisageables par les centres de traitement seront fortement liées à la localisation de ces derniers puisque le coût de transport des sols traités est un facteur qui limite grandement leur possibilité d'utilisation. Il semble que pour être rentables les opérations de réemploi, recyclage, valorisation ou enfouissement des sols traités doivent se dérouler dans un rayon de 75 km du lieu de leur traitement (Théorêt 2005).

La priorisation des actions à poser et des solutions alternatives à privilégier est tributaire des objectifs que la société québécoise poursuit. En effet, dans les sections précédentes, les solutions alternatives ont d'abord été présentées selon les principes de la *Politique québécoise de gestion des matières résiduelles 1998-2008* (priorisation empirique au sein des 3RV-E), pour ensuite être analysées en fonctions des critères qui sont à la base du développement durable (économie, environnement et société). Dans l'optique de la politique précitée, et cela bien que les sols contaminés ne soient pas considérés comme des matières résiduelles, la prévention de la contamination des sols devrait être priorisée et menée de pair avec les actions réduisant la génération de sols excavés afin de réduire la quantité de sols contaminés ou traités se retrouvant dans les LES et les DMS. Le recours à l'analyse de risques est une de ces actions. Or, une solution « durable », tel qu'entendu au sens du développement durable, défini au sein du rapport Bruntland comme étant un développement qui permet de répondre aux besoins des générations actuelles sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs, doit répondre à deux conditions essentielles : 1) les travaux et les méthodes de gestion ne doivent pas transférer aux générations futures un problème latent et 2) les solutions appliquées au terrains doivent présenter une amélioration par rapport à la situation qui prévalait avant les interventions (Bonneilh 2004). Donc, dans l'optique du développement durable, la gestion par analyse de risques qui implique le plus souvent le maintien en

place des contaminants, le recours à des mesures de confinement, de contrôle et de suivi ou des restrictions d'usage apparaît comme une solution peu souhaitable parce qu'elle engendre des coûts à long terme sans apporter de solution définitive (Hains et coll. 2003). Cet exemple illustre bien le fait que selon l'approche adoptée, les solutions les plus souhaitables peuvent différer. Il demeure toutefois préférable de privilégier les solutions les plus acceptables des différents points de vue, par exemple favoriser la réduction à la source des sols traités à gérer en accroissant les mesures de surveillance des travaux d'excavation et encourageant le développement du traitement *in situ*.

Tel qu'il a antérieurement été précisé, la réduction des quantités de sols contaminés excavés n'est certes pas pour plaire aux centres de traitement qui verraient de ce fait la demande en service diminuer. Certaines modifications règlementaires seraient cependant en mesure de compenser pour cette diminution. En effet, même si le recours aux différentes filiales de traitement est une option de gestion des sols contaminés de plus en plus répandue, il n'en demeure pas moins qu'en 2003, 21 % des sols contaminés excavés étaient encore enfouis. De cette quantité, une certaine proportion n'était pas enfouie dans les LESC, mais bien envoyée directement au LES, puisque ces derniers acceptent les sols présentant une teneur en contaminants <C, qu'ils aient été préalablement traités ou pas. Il va s'en dire qu'entre payer de 30 à 50 \$/t.m. pour faire traiter des sols de la plage A-B et déboursier de 5 à 20 \$/t.m. pour disposer de ces mêmes sols directement au LES, le choix est vite fait pour les gestionnaires qui sont soumis aux impératifs économiques du marché. Cependant, si le gouvernement décidait de modifier la réglementation en précisant que seuls les sols présentant une contamination <B de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* peuvent être utilisés comme matériaux de recouvrement journalier dans les LES, ou encore que les sols de la plage B-C peuvent l'être à la condition d'avoir subi un traitement autorisé au préalable, l'industrie du traitement, tout comme l'environnement, en sortirait gagnante.

La mise en place de programmes de réutilisation et de revitalisation des sites orphelins et/ou contaminés est la solution alternative qui présente le plus d'avantages en regard de l'analyse basée sur les considérations économiques, environnementales, sociales et techniques. Cette solution, bien qu'elle requière une forte volonté politique, est souhaitable parce que malgré le fait qu'elle n'aurait qu'un effet indirect sur la gestion des sols traités, elle stimulerait très certainement l'industrie québécoise des sols contaminés tout entière et

contribuerait par le fait même au dynamisme du domaine de la recherche et du développement de nouvelles techniques de traitement des sols. Il semble aussi probable que la mise en place de tels programmes puisse stimuler la concertation afin de trouver des solutions acceptables pour tous à la problématique de valorisation des sols traités.

Bien que l'entrée en vigueur prochaine du *Règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles et des sols contaminés*, prévue pour janvier 2006, fait l'objet de protestations de la part de certains acteurs québécois, à savoir que le projet de règlement proposé est susceptible de nuire à la réhabilitation des terrains contaminés en mettant un frein aux initiatives volontaires et pourrait provoquer une augmentation des déversements sauvages des sols contaminés dans la nature (CPEQ 2005a), elle pourrait aussi être favorable à la diversification des modes de gestion des sols traités. Premièrement, si le prix d'enfouissement des sols contaminés augmente de 10\$/t.m., les centres de traitement pourront aussi envisager d'augmenter les prix de traitement tout en restant compétitifs, en supposant que la mise en vigueur du *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles* soit coordonnée à celle du *Règlement sur les redevances* afin d'éviter que les sols contaminés non traités soient massivement utilisés comme matériel de recouvrement journalier, étant ainsi soustraits aux redevances qui ne s'appliqueront pas à ce type de matériel. L'augmentation des tarifs de traitement pourrait ainsi permettre aux centres d'investir davantage dans l'amélioration des performances de traitement (prolongation de la durée des traitements, innovation technique, etc.) et dans la recherche et le développement de solutions alternatives de réemploi, recyclage et valorisation des sols traités. Deuxièmement, le gouvernement pourrait envisager de réinvestir les redevances attribuables à l'enfouissement des sols contaminés directement dans ce domaine. Présentement, les utilisations projetées pour ces redevances sont : 1) 5% du total des redevances allouées à l'inventaire et au suivi des lieux d'enfouissement orphelins, 2) 85% du total des redevances retournées aux municipalités en compensation pour la présence des lieux d'enfouissement et 3) 10% du total des redevances allouées pour l'administration par le MDDEP (MENV 2004b). Le gouvernement pourrait plutôt utiliser les redevances provenant de l'enfouissement des sols contaminés afin d'encourager directement le développement de solutions alternatives à l'enfouissement de ces sols, par exemple en mettant en place des incitatifs fiscaux pour le réemploi et le recyclage des sols traités.

Afin de favoriser le réemploi des sols traités, les centres de traitement se doivent de privilégier les options qui permettent d'abaisser au maximum les concentrations résiduelles de contaminants. En effet, tel que mentionné précédemment, selon la *Grille actuelle de gestion des sols contaminés excavés intérimaire* (voir annexe 6), seuls les sols présentant une contamination dans la plage A-B peuvent être utilisés comme matériaux de remblayage à la fois sur le terrain d'origine, sur les terrains à vocation résidentielle en voie de réhabilitation (contamination supérieure au critère B) et sur tout terrain à vocation commerciale ou industrielle, à la condition que leur utilisation n'ait pas pour effet d'augmenter la contamination du terrain récepteur. Or, afin de favoriser le réemploi des sols traités, il apparaît souhaitables que certains changements soient étudiés par le MDDEP. Premièrement, et cela s'applique autant pour les sols de la plage A-B que B-C, la grille de gestion permet leur utilisation comme matériaux de remblayage. Le vocable « utilisation comme matériaux de remblayage » gagnerait à être clarifié et/ou élargi. Ainsi, la grille de gestion pourrait être modifiée afin qu'on puisse y lire : « utilisation comme matériaux de remblayage souterrains et hors sol, permettant le remplissage de cavités excavées, la mise à niveau d'un terrain, la construction de merlons et de levées, et la mise en place d'assise d'infrastructures diverses (routières, bâtiments, etc.) ». De plus, afin d'uniformiser les pratiques, il serait souhaitable que la grille de gestion présente l'épaisseur de la couche de protection superficielle (sols « propres ») devant être mise en place dans chacun de ces cas de figure. Deuxièmement, le MDDEP pourrait envisager d'établir les options de gestion en regard des teneurs en métaux lixiviables des sols contaminés. En effet, dans les sols, les métaux lourds peuvent être présents sous forme dissoute, complexée et adsorbée. Or, ces différentes formes ne sont pas également biodisponibles et ne représentent pas toutes le même risque. En troisième lieu, comme le réemploi des sols traités présentant une faible contamination résiduelle semble rebuter les utilisateurs potentiels à cause des possibles conséquences financières et légales qui pourraient s'y rattacher, il apparaît nécessaire que ces utilisateurs soient légalement protégés contre d'éventuelles ordonnances ou poursuites advenant par exemple un changement d'usage du terrain ou une modification législative (CPEQ 2005b). Il semble également pertinent de souligner que la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, seul document dans lequel se retrouve la grille de gestion pour le moment, spécifie que la contamination du terrain récepteur fait référence à la nature des contaminants et à leur concentration. Toujours dans l'optique de favoriser le réemploi des sols traités, il serait bénéfique que la notion de « augmenter la contamination du terrain

récepteur » soit remplacée par « augmenter la plage de contamination du terrain récepteurs pour les mêmes contaminants » (CPEQ 2004b). La portée de cette modification pourrait être restreinte aux sols ayant subi un traitement optimal. Finalement, présentement, le plus grand potentiel de réemploi des sols traités réside dans leur utilisation lors des travaux routiers. En effet, le marché de l'utilisation des sols traités à l'extérieur de ce créneau est assez limité. Les normes, très restrictives, pour le réemploi des sols traités sont gérées par le MTQ et le BNQ. De ce fait, de la volonté de la part de ces organismes gouvernementaux, se traduisant par un assouplissement des critères de qualité, est nécessaire afin de faciliter le réemploi des sols traités.

Dans les sections précédentes, seules les options de recyclage des sols contaminés par incorporation aux processus de fabrication d'asphalte, de béton, de brique et de ciment ont été abordées. Par contre, une nouvelle initiative québécoise pourrait bien favoriser de façon importante le recyclage des sols contaminés : la *Bourse des résidus industriels du Québec* (BRIQ). La BRIQ a été mise sur pied en mai 2005 par le *Centre de transfert technologique en écologie industrielle* (CTTÉI) afin de trouver des débouchés pour les matières résiduelles, autres que l'enfouissement ou l'incinération. La BRIQ reprend en quelque sorte le flambeau de la *Bourse québécoise des matières secondaires* (BQMS) qui a cessé ses activités en 1998 afin de favoriser l'atteinte des objectifs fixés par la *Politique québécoise de gestion des matières résiduelles 1998-2008*. Le but de cette initiative est de créer un réseau de partenariat entre les différentes industries afin que les résidus ou les matières secondaires des unes puissent être utilisés dans les procédés de production des autres en remplacement de matières premières. L'une des catégories de matières figurant à la BRIQ sont les sols. Pour l'instant, le CTTÉI de Sorel-Tracy, en collaboration avec Recyc-Québec, a mis sur pied la BRIQ en Montérégie. Par contre, comme la mission du CTTÉI est provinciale, la BRIQ devrait éventuellement être accessible à l'ensemble des industries du Québec (Recyc-Québec 2005). Ce nouvel outil possède sans contredit le potentiel pour créer les rapprochements nécessaires entre les générateurs de sols traités et les industries qui pourraient faire usage de ces derniers.

En ce qui concerne la valorisation des sols traités par incorporation dans les composts, pour que les produits finaux soient plus facilement commercialisables, il faudrait qu'il y ait concertation entre les plates-formes de compostage désirant valoriser des sols et le *Bureau de normalisation du Québec* (BNQ). En effet, le BNQ, un organisme

gouvernemental membre du *Système national de normes du Canada*, certifie les composts selon le programme prévu par la *Norme 0413-200 CAN/BNQ Amendements organiques – Composts*. L'objet de cette norme est de spécifier les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des composts ainsi que la méthode d'échantillonnage et les méthodes d'analyses qui doivent être utilisées pour évaluer ces caractéristiques (BNQ s.d.). Les fabricants de composts auraient donc intérêt à s'assurer que leurs produits dans lesquels ont été intégrés des sols traités pourraient être certifiés conformes par le BNQ.

Il est aussi important de souligner que le MDDEP travaille présentement sur un projet de *Règlement modifiant le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés et d'autres dispositions réglementaires relatives aux terrains contaminés* qui modifierait à la fois le *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés* (RESC) et le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* (RPRT). Un des objectifs de ces modifications est de rendre réglementaire la *Grille de gestion des sols contaminés excavés* de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Par la même occasion, une nouvelle option de gestion serait ajoutée à cette grille : les sols contenant des contaminants dont la concentration n'excède par les valeurs limites du critère B, ou du critère C pour les métaux et les métalloïdes non lixiviables, pourraient être éliminés dans des carrières ou des mines à ciel ouvert visées par le nouvel article 11.1 qui devrait être ajouté au RESC (MDDEP 2005a et b). Cependant, tel qu'il a été mentionné à la section 2.3.2, cette nouvelle option de gestion demeure très théorique car en pratique les exigences d'admission au statut de LESC imposées aux carrières et mines à ciel ouvert sont si sévères qu'il semble qu'aucun site québécois ne réussirait à y satisfaire (CPEQ 2005 b et Théorêt 2005).

Dans l'optique d'encourager le réemploi, le recyclage et la valorisation des sols traités, il est primordial de sensibiliser les gens de l'industrie des sols contaminés afin que des efforts importants soient consacrés à la recherche et à l'adoption de solutions de valorisation (au sens large) des sols traités et faiblement contaminés, car en ce moment, les gestionnaires des sites d'enfouissement, eux, sont à la recherche de solutions permettant de continuer à utiliser les sols contaminés et traités comme matériaux de recouvrement. L'interprétation de l'article 42 du nouveau *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles* eu égard à la perméabilité des matériaux utilisés à

des fins de recouvrement étant à l'effet que celle-ci peut être mesurée sur place, il est probable que les opérateurs des sites d'enfouissement de matières résiduelles réussissent, en mélangeant les sols contaminés et/ou traités avec d'autres matériaux (ex : sable) et en les régalant sur les matières résiduelles, à générer un amalgame relativement perméable répondant aux conditions édictées par règlement.

CONCLUSION

Le volume total des sols contaminés traités au Québec est en constant accroissement depuis 1991. En 2005, le Québec compte une vingtaine de centres de traitement commercial des sols contaminés, employant des méthodes biologiques, thermiques, chimiques, physiques ou physico-chimiques pour traiter plus de 400 000 t.m. de sol annuellement. En dépit des efforts consentis pour leur décontamination, en bout de ligne, la très grande majorité des sols traités se retrouvent tout de même au lieu d'enfouissement sanitaire où ils sont utilisés pour le recouvrement journalier des matières résiduelles.

Cependant, l'entrée en vigueur prochaine du *Règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles et des sols contaminés* ainsi que du *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles* force l'industrie du traitement des sols contaminés à se pencher sur des options d'utilisation alternatives pour les sols traités. Dans le cadre de cet essai, 14 solutions alternatives, allant de la réduction à la source des quantités de sol à traiter, en passant par le réemploi, le recyclage et la valorisation, jusqu'à l'enfouissement dans des lieux autres que les LES et les DMS, furent décrites et comparées en regard de leurs avantages et inconvénients du point de vue du développement durable et de la faisabilité technique.

Il s'avère que si plusieurs solutions alternatives sont envisageables, aucune ne constitue de « remède miracle », même si chacune d'entre elles est susceptible de présenter une amélioration par rapport à la situation actuelle. À court terme, les centres de traitement ainsi que le gouvernement québécois devront se pencher sur la question afin d'encourager la réduction du recours à l'enfouissement et la valorisation des sols traités.

Quelles que soient les décisions qui seront prises par les différents acteurs québécois de la gestion des sols contaminés, elles auront des implications économiques, sociales, environnementales, techniques et législatives. Ce document s'est attardé aux implications soulevées par l'adoption de modes de gestion alternatifs à l'enfouissement pour les centres commerciaux de traitement des sols contaminés. Cependant, la problématique touche aussi d'autres types de gestionnaires de sols contaminés, tels que les entrepreneurs en construction et les consultants, pour qui les choix de solutions

alternatives sont beaucoup plus limitées étant donné les volumes de sols, ponctuels et plus faibles, qu'ils ont à gérer. Cette question mériterait aussi d'être sérieusement étudiée.

RÉFÉRENCES

- AES (s.d. a). Nos services, Parc environnemental AES,
<http://www.servicesaes.com/f/index.php?page=swfs&id=3&avant=1>. Consulté le 15 septembre 2005.
- AES (s.d. b). FAQ, What do you do with the leachate collected at the bottom of the cells?,
<http://www.servicesaes.com/f/index.php?page=4&numero=6>. Consulté le 19 septembre 2005.
- ARIZONA ADMINISTRATIVE CODE (s.d.). Title 18. Environmental Quality, Chapter 13. Department of Environmental Quality, Solid Waste Management,
http://www.azsos.gov/public_services/Title_18/18-13.htm. Consulté le 13 octobre 2005.
- BEAULIEU, M. (2004). La décontamination des sols : l'évolution de la situation et les meilleures pratiques à adopter pour rationaliser les coûts, augmenter l'efficacité et rencontrer les exigences législatives, Environnement Québec, le 6 décembre 2004, présentation contenant 33 diapositives.
- BERNIER, A. G. (2005). Communication personnelle. Direction des affaires intergouvernementales et des études économiques, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec.
- BONNEILH, H. (2004). Place de l'innovation dans la réhabilitation des terrains contaminés, Vecteur environnement, vol. 37, no 3, p. 21-25.
- BOUCHARD, S. (2005). Communication personnelle. Récupère Sol inc.
- BUREAU DE NORMALISATION DU QUÉBEC (BNQ) (s.d.). Normalisation, Aperçu du document, 0413-200 CAN/BNQ, sur le site du BNQ, http://www-es.criq.qc.ca/pls/owa_es/bnqw_norme.detail_norme?p_lang=fr&p_id_norm=8183&p_code_menu=NORME. Consulté le 01 novembre 2005.
- CENTRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU QUÉBEC (CRIQ) (s.d.). Traitement Métalix, Technologie pour le traitement des matières contaminées aux métaux lourds, sur le site du CRIQ, http://www.criq.qc.ca/documents/fr_enviro_metalix.pdf. Consulté le 21 septembre 2005.
- CENTRE SAINT-LAURENT (1999a). Technologies Saint-Laurent, Sols contaminés, Procédé Rotamix pour le biotraitement de sols contaminés par le pentachlorophénol et des hydrocarbures pétroliers, sur le site de Saint-Laurent vision 2000, http://www.slv2000.qc.ca/bibliotheque/centre_docum/fiches_technologiques/pdf/rotamix.pdf. Consulté le 05 octobre 2005.

- CENTRE SAINT-LAURENT (1999b). Technologies Saint-Laurent, Sols contaminés, Décontamination de sols et de sédiments par séparation physique, chimique et biologique des métaux, sur le site de Saint-Laurent vision 2000, http://www.slv2000.qc.ca/bibliotheque/centre_docum/fiches_technologiques/pdf/alex_sol.pdf Consulté le 05 octobre 2005.
- CENTRE SAINT-LAURENT (1992). Technologies Saint-Laurent, Sols contaminés, Traitement thermique des sols contaminés par des hydrocarbures légers dans une usine de fabrication d'asphalte, sur le site de Saint-Laurent vision 2000, http://www.slv2000.qc.ca/bibliotheque/centre_docum/fiches_technologiques/pdf/ashalte.pdf. Consulté le 05 octobre 2005.
- CHEVALIER, P. (1996). Technologies d'assainissement et de prévention de la pollution, Éditions Télé-Université, Ste-Foy, Québec, Canada, 440 p.
- CINTEC (2002a). Secteurs d'activités, Sols contaminés, Contexte, http://www.cintec.ca/french/02activities/03cont_soils/01context.htm. Consulté le 26 septembre 2005.
- CINTEC (2002b). Technologies, Cellule à sécurité maximale, <http://www.cintec.ca/french/03technologies/04cell.htm>. Consulté le 15 septembre 2005.
- CONSEIL PATRONAL DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (CPEQ) (2005a). Mémoire sur le projet de Règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles et des sols contaminés, présenté au MENV, sur le site du CPEQ, <http://cpeq.qc.ca/apropos/MemoireMatRes21-01-05.pdf>. Consulté le 06 octobre 2005.
- CONSEIL PATRONAL DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (CPEQ) (2005b). Mémoire sur le projet technique de modification au cadre réglementaire relatif à la gestion des sols contaminés, présenté au MDDEP, sur le site du CPEQ, <http://cpeq.qc.ca/apropos/MemoireSols04-07-05.pdf>. Consulté le 06 octobre 2005.
- CORBIN, R. (2005). Bilan 2004 : Secteur sols et eaux souterraines, Vecteur environnement, vol. 38, no 1, p. 36-38.
- DÉCONTAM INC. (2005a). Technologie, http://www.decontam.ca/03technology_fr.htm. Consulté le 22 septembre 2005.
- DÉCONTAM INC. (2005b). Modes d'opération, http://www.decontam.ca/04operations_fr.htm. Consulté le 22 septembre 2005.

- DORION, N. (1992). Culture et communications Québec, Bilan des interventions – Synthèse, 3160 Industries des métaux non ferreux, <http://www.mcc.gouv.qc.ca/pamu/themes/synthese/s3160.htm>. Consulté le 17 novembre 2005.
- ENFOUI-BEC INC. (2004). Sols contaminés, <http://www.enfouibec.com/sols.html>. Consulté le 15 septembre 2005.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2002). BATs sur les sites contaminés, BAT #23 : Technologies d'assainissement ex *situ* des lieux contaminés, <http://www.on.ec.gc.ca/pollution/ecnpsd/tabs/tab23-f.html>. Consulté le 22 septembre 2005.
- FEDERAL REMEDIATION TECHNOLOGIES ROUNDTABLE (2004). Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0, http://www.frtr.gov/matrix2/section3/3_4.html. Consulté le 22 septembre 2005.
- FORTIN, G. (2005). Communication personnelle. Horizon Environnement inc.
- FOURNIER, R. (2005). Communication personnelle, Centre de traitement BSL, Sani-Manic inc.
- GAGNÉ, D. (2005). Communication personnelle. Solution Eau Air Sol Inc.
- GAGNON, É. (2005). Communication personnelle. Matrec Environnement.
- GALVEZ-CLOUTIER, R. et LEFRANÇOIS, P. J. (2005). Les sols contaminés par des métaux lourds : Distribution géochimique et techniques de restauration (Seconde partie), Vol. 38, no 4, p. 48-54.
- GENEST, G. (2005). Communication personnelle. Direction Environnement, Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ).
- GRIMSKI, D. et FERBER, U. (2001). Urban Brownfields in Europe, Land Contamination & Reclamation, volume 9, no 1, p. 143-148.
- GROUPE DE TRAVAIL SUR LA GESTION DES LIEUX CONTAMINÉS (GTGLC) (1997). Les technologies d'assainissement des lieux contaminés : manuel de référence, préparé par la société Water Technology International Corp., sur le site d'Environnement Canada, http://www.ec.gc.ca/etad/csmwg/pdf/site_mem_f.pdf. Consulté le 22 septembre 2005.
- GSI ENVIRONNEMENT INC. (2004a). Rapport annuel 2004, Centre multifonctionnel de Sherbrooke de GSI Environnement inc (N/D : 999-8200-855), rapport présenté au MENV – Direction régionale de l'Estrie, Sherbrooke, 34 p.

- GSI ENVIRONNEMENT INC. (2004b). Rapport annuel 2004, Centre multifonctionnel de Sainte-Croix de Lotbinière (CMF Sainte-Croix) de GSI Environnement inc (N/D : 9999-8300-860), rapport présenté au MENV – Direction régionale Chaudière-Appalaches, Sherbrooke, 26 p.
- GSI ENVIRONNEMENT INC. (2004c). Rapport annuel 2004, Centre multifonctionnel de Lachute de GSI Environnement inc (N/D : 9999-8100-855), rapport présenté au MENV – Direction régionale de Montréal, Laval, Lanaudière, Laurentides, Sherbrooke, 23 p.
- GSI ENVIRONNEMENT INC. (s.d.a). Centre multifonctionnel (CMF) – Estrie, Un positionnement stratégique pour la gestion de tout type de sol contaminé, 1p.
- GSI ENVIRONNEMENT INC. (s.d.b). Centre multifonctionnel (CMF) – Laurentides, Une solution intégrée pour la gestion des sols contaminés, 1p.
- HAINS, S., SAUMURE, L., MARTEL, K.E., MAILLOUX, M., BÉLANGER, C., MILLETTE, D. et WALKER, D. (2003). Nouvelles approches de gestion des sites contaminés et technologies de réhabilitation in situ, Vecteur environnement, vol. 36, no 3, p. 27-39.
- HORIZON ENVIRONNEMENT INC. (2004a). Actualités, Nouveau service, Horizon Environnement offre maintenant un nouveau service de traitement thermique pour les sols contaminés, http://www.horizonenviro.com/8_Actualites/8_actualites.html. Consulté le 23 septembre 2005.
- HORIZON ENVIRONNEMENT INC. (2004b). Actualités, Nouveau service de gestion des sols contaminés, Le premier centre de transfert autorisé au Québec pour sols contaminés vient d'être approuvé à Grandes-Piles, http://www.horizonenviro.com/8_Actualites/8_actualites.html. Consulté le 28 septembre 2005.
- HORIZON ENVIRONNEMENT INC. (2004c). Nos services, http://www.horizonenviro.com/4_Services/4_services.html. Consulté le 19 septembre 2005.
- HORIZON ENVIRONNEMENT INC. (2004c). Nos installations, Les cellules de confinement, Vue en coupe d'une cellule de confinement, http://www.horizonenviro.com/5_installations/5_1__installations/5_1__installations.html. Consulté le 19 septembre 2005.
- HOULE, J-F. (2005). Communication personnelle. Matrec Environnement (Alex Environnement inc.).
- LAFARGE (2004). Notre métier, Procédé de fabrication, http://www.lafarge.com/cgi-bin/lafcom/jsp/centent.do?function=ce_process. Consulté le 17 octobre 2005.

LAFRANCE, J. (2005). Communication personnelle. Abitibio (2001) inc.

Le petit Larousse illustré 1994 en couleurs, Paris, Larousse, 1993, 1 777 p.

LEGGET, R.F. (1961). Digeste de la construction au Canada, CBD-3-F. Les sols et la construction, sur le site du Conseil national de recherches Canada, <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/cbd/cbd003f.html>. Consulté le 29 septembre 2005.

LEMME, T. (2005). Communication personnelle. Groupe Cintec.

Loi modifiant la Loi sur la qualité de l'environnement et d'autres dispositions législatives relativement à la protection et à la réhabilitation des terrains, projet de loi n°72 (2002, chapitre 11).

Loi sur les produits et les équipements pétroliers, L.R.Q., chapitre P-29.1.

Loi sur la qualité de l'environnement, L.R.Q., chapitre Q-2.

LYONNAIS, R. (2005). Communication personnelle. Enfoui-Bec inc.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2005a). Règlement modifiant le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés et d'autres dispositions réglementaires relatives aux terrains contaminés, Document technique (document de travail), Division des politiques en milieu terrestre, Service des lieux contaminés, mai 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2005b). Règlement modifiant le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés et d'autres dispositions réglementaires relatives aux terrains contaminés, Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (RPRT), Document technique (document de travail), version du 4 mai 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2002). Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique, 3.8 Tranchées d'infiltration, 3.8.1 Taux de charge hydraulique, tableau 3.2, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/domestique/chapitre3-8.htm#tableau3-2>. Consulté le 29 septembre 2005.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (2004). Sites et sols pollués, la Politique nationale, les grands principes, sur le site du ministère de l'écologie, http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/politique_solspollues_DEC2004.pdf. Consulté le 13 octobre 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2004a). Centres régionaux de traitement de sols contaminés, mise à jour : 29 septembre 2004, 6 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2004b). Étude économique du projet de redevance à l'élimination des matières résiduelles, préparé par Samuel Houngué, sur le site du MDDEP, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/reglement/etude-economique.pdf>. Consulté le 08 octobre 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2003). Lieux commerciaux d'enfouissement sécuritaire de sols contaminés conformes au Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés, mise à jour : 19 mars 2003, 2 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2002a). Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction, sur le site du MDDEP, http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/mat_res/inorganique/matiere-residuelle-inorganique.pdf, 47 p. Consulté le 12 septembre 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2002b). Certificat d'autorisation (article 22) émis, N/Réf. : 7610-17-01-00309-03, sur le site d'Enfoui-Bec inc., http://www.enfouibec.com/Permis_sols_contaminés.pdf, 3 p. Consulté le 19 septembre 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2001a). Bilan sur les terrains contaminés / Statistiques générales en décembre 2001, 3. Gestion des sols contaminés, 3.1 Traitement, 3.1.1 Traitement biologique, http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/bilan-2001/chapitre_3-4.htm#3_gestionsol. Consulté le 24 août 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2001b). Bilan sur les terrains contaminés / Statistiques générales en décembre 2001, 2. Statistiques sur les terrains contaminés, 2.3 Nature des contaminants, http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/bilan-2001/chapitre_2.htm#23_naturec. Consulté le 24 septembre 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (1999a). Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés, Québec, Envirodoq EN980478, 124 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (1999b). Lignes directrices pour le traitement de sols par biodégradation, bioventilation ou volatilisation, Québec, Envirodoq EN990579, 31 p.

- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (1999c). Guide sur les actes statutaires et les critères d'aménagement et d'exploitation de divers lieux de valorisation de matières fermentescibles ou infermentescibles, Direction générale de l'environnement, Direction des politiques du secteur municipal, Service de la gestion des résidus solides, 85 p.
- MINNESOTA POLLUTION CONTROL AGENCY (2005). Composting of petroleum contaminated soil, Guidance document 3-13, sur le site de la Minnesota Pollution control Agency, <http://www.pca.state.mn.us/publications/c-prp3-13.pdf>. Consulté le 15 octobre 2005.
- MORIN, D. et HALDE, J. (1997). L'analyse de risques et l'industrie de la décontamination : alliées ou ennemies?, Vecteur environnement, volume 30, no 1, p. 42-45.
- MRC DE CHARLEVOIX (2005). Gestion des matières résiduelles, Lieu d'enfouissement sanitaire, <http://www.mrc-charlevoix.com/matiere/lieu.html>. Consulté le 26 octobre 2005.
- MRC DE LOTBINIÈRE (2005). Enfouissement sanitaire, Tarifs et horaires, <http://www.mrcclotbiniere.org/index10.html>. Consulté le 26 octobre 2005.
- MRC DU VAL ST-FRANÇOIS (2005). SGMR, Tarifs et coordonnées, <http://www.val-saint-francois.qc.ca/sgrm/tarifscoordonnees.html> Consulté le 26 octobre 2005.
- NADEAU, B. (2005). Communication personnelle. Régie intermunicipale d'élimination des déchets solides de Brome-Mississquoi.
- NEW YORK STATE DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL CONSERVATION (1992). Spill Technology and Remediation Series (STARS) Memo #1, Petroleum-Contaminated Soil Guidance Policy, 10. Section VII – Management of Excavated (EX-SITU) Contaminated Soils, <http://www.dec.state.ny.us/website/der/stars/pr6star1.html#Management>. Consulté le 13 octobre 2005.
- OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (2003). Grand dictionnaire terminologique, clinkérisation, http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 10 octobre 2005.
- OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (1994). Grand dictionnaire terminologique, piézomètre, http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 17 novembre 2005.

- OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (1993). Grand dictionnaire terminologique, ciment, bâtiment, 3/5,
http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 17 novembre 2005.
- OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (1984). Grand dictionnaire terminologique, béton, bâtiment, 2/7,
http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 17 novembre 2005.
- OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (1978). Grand dictionnaire terminologique, réfractaire,
http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 17 novembre 2005.
- OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (1973). Grand dictionnaire terminologique, asphalte, route, 3/4,
http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 17 novembre 2005.
- OLIVIER, M. (2002). Décontamination des cendres volantes, Chimiste (revue de l'ordre des chimistes du Québec), volume XIV, no 3, p. 22-23.
- OLIVIER, M.J. (1999). Gestion des matières résiduelles au Québec, Éditeur Les productions Jacques Bernier enr., réimpression avec corrections août 2004, Saint-Lambert de Lauzon, Québec, Canada, 309 p.
- PAQUIN, G. (2005). Communication personnelle. Northex Environnement inc.
- Projet de règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles et des sols contaminés, disponible sur le site du MDDEP,
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/reglement/redevances.htm>. Consulté le 14 septembre 2005.
- QUEENSLAND GOVERNMENT (2003). Environmental Protection Agency/Queensland Parks and Wildlife Service, Land, Contaminated Land, Removal and disposal,
http://www.epa.qld.gov.au/environmental_management/land/contaminated_land/removal_and_disposal/. Consulté le 13 octobre 2005.
- RAYMOND, P. (2005). Communication personnelle. Onyx Industries inc.
- RÉCUPÈRE SOL (2004a). Le procédé d'oxydation thermique,
<http://www.recuperesol.com/procede.htm>. Consulté le 19 septembre 2005.

RÉCUPÈRE SOL (2004b). La foire aux questions,
<http://www.recuperesol.com/faq.htm>. Consulté le 19 septembre 2005.

RECY-CHEM (2005). Communication personnelle. Recy-Chem inc.

RECYC-QUÉBEC (2005). Communiqués, Bourse des résidus industriels du Québec (BRIQ), sur le site de Recyc-Québec,
<http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/client/fr/rubriques/Nouvelles.asp?id=320>.
Consulté le 01 novembre 2005.

Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés, c. Q-2, r.6.01.

Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles, Gazette officielle du Québec, 25 mai 2005

Règlement sur l'exportation des déchets contenant des BPC (1996), DORS/97-109

Règlement sur l'exportation et l'importation des déchets dangereux, DORS/92-637

Règlement sur l'importation des agents antropopathogènes, DORS/94-558

Règlement sur les matières dangereuses, c. Q-2, r.15.2.

Règlement sur les mouvements interprovinciaux des déchets dangereux, DORS/2002-301

Règlement sur les produits pétroliers, c. P-29.1, r.2

Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains, c. Q-2, r.18.1.01.

Règlement relatif à l'application de la LQE, c. Q-2, r.1.001

Règlement sur le transport des marchandises dangereuses, DORS/2001-286

ROBERT, R. (2005). Communication personnelle. Stablex Canada inc. une société de Marsulex

ROBERT, S. (2005). Communication personnelle. Fonderie Horne, Falconbridge lted

ROSS, A. (2005). Communication personnelle. GSI Environnement Inc.

- SANI-MANIC (s.d.). Nos services, Industriels, Traitement de sols contaminés,
<http://www.sanimanic.com/produit.php?action=&idProduit=8&idCat=9>. Consulté le 13 octobre 2005.
- SAVARIA, C. (2005). Microprogramme en vérification environnementale – Évaluation environnementale de site, Centre universitaire de formation en environnement – Longueuil, Université de Sherbrooke.
- SCOTTISH ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (2005). Introduction, Why remediate contaminated land?, <http://www.sepa.org.uk/contaminated-land/introduction/1.3.htm>. Consulté le 13 octobre 2005.
- SOLUTION EAU AIR SOL (2005). Communication personnelle. Solution Eau Air Sol (EAS) inc.
- SOLUTION EAU AIR SOL (2004). Procédé de traitement : biopile *ex situ*, <http://www.solution-eas.com/html/index.html>. Consulté le 22 septembre 2005.
- SOUTH DAKOTA DEPARTMENT OF ENVIRONMENT & NATURAL RESOURCES (2003). Petroleum Assesment and Cleanup Handbook, 9.0 Disposal of petroleum contaminated materials and tank contents, sur le site du Southe Dakota Department of Environmental & Natural Resources, <http://www.state.sd.us/denr/DES/Ground/Spills/Handbook/Chapter9.pdf>. Consulté le 13 octobre 2005.
- STABLEX CANADA INC. (2005). Notre technologie, Le procédé, étape par étape, http://www.stablex.com/francais/technologie_procede.htm. Consulté le 23 septembre 2005.
- THÉORÊT, D. (2005). Communication personnelle. GSI Environnement inc.
- THIBAUT, P. (2005). Communication personnelle. Solaction inc.
- TRAVAUX PUBLICS ET SERVICES GOUVERNEMENTAUX DU CANADA (1997). Protocole d'évaluation de la traitabilité des sédiments, des sols et des boues à l'aide des technologies minéralurgiques, sur le site de TPSGC, <http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/En40-542-5-1997F.pdf>, 134 p. Consulté le 29 septembre 2005.
- UK ENVIRONMENT AGENCY (2005). Healthier soils-more detail, The environmental challenges we now face, http://www.environment-agency.gov.uk/aboutus/1105530/1105655/1130910/1131195/1129437/1132021/?lang=_e&theme=®ion=&subject=&searchfor=contaminated+soils+management&any_all=&choose_order=&exactphrase=&withoutwords=. Consulté le 13 octobre 2005.

USEPA (1997). Innovative Uses of Compost, Composting of Soils Contaminated by Explosives, sur le site de l'USEPA, <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/compost/explos.pdf>. Consulté le 14 octobre 2005.

USEPA (1995). AP42 – Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1 : Stationary Point and Area Sources, sur le site de l'USEPA, <http://epa.gov/ttn/chief/ap42/cho2/final/c02s00.pdf>. Consulté le 13 octobre 2005.

VILLE DE MONTRÉAL (s.d.). Sherlock la banque d'information municipale, Complexe environnemental St-Michel (CESM) : modalités d'élimination des déchets et sols d'excavation (anciennes limites de la Ville de Montréal), <http://www11.ville.montreal.qc.ca/sherlock2/servlet/template/sherlock,AfficherDocument?Internet.vm/nodocument/205>. Consulté le 26 octobre 2005.

VILLE DE RIMOUSKI (2005). Environnement, Matières résiduelles et recyclables, Tarification du lieu d'enfouissement technique, <http://www.ville.rimouski.qc.ca/citoyens/rebuts/residuelles.asp#1>. Consulté le 26 octobre 2005.

VILLE DE VAL D'OR (s.d.). Tarification pour la disposition de sols contaminés, <http://www.ville.valdor.qc.ca/administration/service/environ8.htm>. Consulté le 26 octobre 2005.

ANNEXE 1
BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- AES (s.d.). Nos services, Parc environnemental AES,
<http://www.servicesaes.com/f/index.php?page=swfs&id=3&avant=1>. Consulté le 15 septembre 2005.
- AES (s.d.). FAQ, What do you do with the leachate collected at the bottom of the cells?,
<http://www.servicesaes.com/f/index.php?page=4&numero=6>. Consulté le 19 septembre 2005.
- ALLAN, B. (2005). Communication personnelle. Dessau Soprin Ingénierie et construction.
- ARIZONA ADMINISTRATIVE CODE (s.d.). Title 18. Environmental Quality, Chapter 13. Department of Environmental Quality, Solid Waste Management,
http://www.azsos.gov/public_services/Title_18/18-13.htm. Consulté le 13 octobre 2005.
- BEAULIEU, M. (2004). La décontamination des sols : l'évolution de la situation et les meilleures pratiques à adopter pour rationaliser les coûts, augmenter l'efficacité et rencontrer les exigences législatives, Environnement Québec, le 6 décembre 2004, présentation contenant 33 diapositives.
- BERNIER, A. G. (2005). Communication personnelle. Direction des affaires intergouvernementales et des études économiques, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec.
- BONNEILH, H. (2004). Place de l'innovation dans la réhabilitation des terrains contaminés, Vecteur environnement, vol. 37, no 3, p. 21-25.
- BOUCHARD, S. (2005). Communication personnelle. Récupère Sol inc.
- BOURBEAU, D. (2005). Communication personnelle. Global Environnement.
- BOURQUE, D. (2005). Communication personnelle. GSI Environnement inc.
- BUREAU DE NORMALISATION DU QUÉBEC (BNQ) (s.d.). Normalisation, Aperçu du document, 0413-200 CAN/BNQ, sur le site du BNQ, http://www-es.criq.qc.ca/pls/owa_es/bnqw_norme.detail_norme?p_lang=fr&p_id_norm=8183&p_code_menu=NORME. Consulté le 01 novembre 2005.
- CARANGE, A. (s.d.). Contexte québécois des technologies de traitement, Biogénie, sur le site de Réseau Environnement, <https://www.reseau-environnement.com/RENV/ui/documents/activites/20041014ACarange.pdf>. Consulté le 10 octobre 2005.

CENTRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU QUÉBEC (CRIQ) (s.d.). Traitement Métalix, Technologie pour le traitement des matières contaminées aux métaux lourds, sur le site du CRIQ, http://www.criq.qc.ca/documents/fr_enviro_metalix.pdf. Consulté le 21 septembre 2005.

CENTRE SAINT-LAURENT (1999). Technologies Saint-Laurent, Sols contaminés, Procédé Rotamix pour le biotraitement de sols contaminés par le pentachlorophénol et des hydrocarbures pétroliers, sur le site de Saint-Laurent vision 2000, http://www.slv2000.qc.ca/bibliotheque/centre_docum/fiches_technologiques/pdf/rotamix.pdf. Consulté le 05 octobre 2005.

CENTRE SAINT-LAURENT (1999). Technologies Saint-Laurent, Sols contaminés, Décontamination de sols et de sédiments par séparation physique, chimique et biologique des métaux, sur le site de Saint-Laurent vision 2000, http://www.slv2000.qc.ca/bibliotheque/centre_docum/fiches_technologiques/pdf/alexsol.pdf. Consulté le 05 octobre 2005.

CENTRE SAINT-LAURENT (1997). Technologies Saint-Laurent, Déchets dangereux, Décontamination de cendres volantes d'incinérateurs de déchets municipaux, sur le site de Saint-Laurent vision 2000, http://www.slv2000.qc.ca/bibliotheque/centre_docum/fiches_technologiques/pdf/cendres.pdf. Consulté le 05 octobre 2005.

CENTRE SAINT-LAURENT (1992). Technologies Saint-Laurent, Sols contaminés, Traitement thermique des sols contaminés par des hydrocarbures légers dans une usine de fabrication d'asphalte, sur le site de Saint-Laurent vision 2000, http://www.slv2000.qc.ca/bibliotheque/centre_docum/fiches_technologiques/pdf/ashalte.pdf. Consulté le 05 octobre 2005.

CHABOT, Y. (2005). Communication personnelle. Division des mouvements transfrontaliers, Environnement Canada.

CHEVALIER, P. ET COLLABORATEURS (2002). Technologies d'assainissement et prévention de la pollution, Québec, Télé-Université (1^{ère} impression : 1996), 439 p.

CINTEC (2002). Secteurs d'activités, Sols contaminés, Contexte, http://www.cintec.ca/french/02activities/03cont_soils/01context.htm. Consulté le 26 septembre 2005.

CINTEC (2002). Technologies, Cellule à sécurité maximale, <http://www.cintec.ca/french/03technologies/04cell.htm>. Consulté le 15 septembre 2005.

CLARINET (2002). Sustainable Management of Contaminated Land: An Overview, sur le site de Umweltbundesamt, <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/Publ.pdf>. Consulté le 13 octobre 2005.

CLOGHESY, M. (2003). Commentaires sur les modifications suggérées au Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés, sur le site du centre patronal de l'environnement du Québec, <http://www.cpeq.qc.ca/apropos/commentSols29-04-03.pdf>. Consulté le 06 octobre 2005.

CONSEIL PATRONAL DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2005). Mémoire sur le projet technique de modification au cadre réglementaire relatif à la gestion des sols contaminés, présenté au MDDEP, sur le site du CPEQ, <http://cpeq.qc.ca/apropos/MemoireSols04-07-05.pdf>. Consulté le 06 octobre 2005.

CONSEIL PATRONAL DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2005). Mémoire sur le projet de Règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles et des sols contaminés, présenté au MENV, sur le site du CPEQ, <http://cpeq.qc.ca/apropos/MemoireMatRes21-01-05.pdf>. Consulté le 06 octobre 2005.

CONSERVATION MANITOBA (1996). Traitement et élimination des sols contaminés par des produits pétroliers, révisé en avril 2002, directives 96-05, sur le site du gouvernement du Manitoba, <http://www.gov.mb.ca/conservation/regoperations/contams/standards/directives-96-05.pdf>. Consulté le 12 octobre 2005.

CORBIN, R. (2005). Bilan 2004 : Secteur sols et eaux souterraines, Vecteur environnement, vol. 38, no 1, p. 36-38.

COURCHESNE, F. (2005). Communication personnelle. Golder Associés Innovations Appliquées (GAIA) inc.

DAIGNEAULT, R. (2005). Le nouveau Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles – Implications juridiques, Vecteur environnement, vol. 38, no 5, p. 68-69.

DAIGNEAULT, R. (2005). Les politiques en matière de réhabilitation des terrains et les permis de construction, une cohabitation toute relative, Vecteur environnement, vol. 38, no 4, p. 55.

DAIGNEAULT, R. (2001). Les sols contaminés : un régime qui gagnerait à se clarifier, Vecteur environnement, vol. 34, no 5, p. 66-67.

DAIGNEAULT, R. (1994). Solutions environnementales – La décontamination des sols : moins d'obstacles légaux qu'on ne le croit, Les Affaires, cahier spécial, samedi 12 novembre 1994, p. B-3.

- DANIEL ARBOUR & ASSOCIÉS (2002). Le site Glen, Caractérisation environnementale, Résumé du rapport intitulé « Rapport synthèse de la situation environnementale à la cour Glen » réalisé par Experts Enviroconseil inc., mars 2002, sur le site du centre universitaire de santé McGill, http://upload.mcgill.ca/muhc/Enviro_Report_Fre.pdf. Consulté le 05 octobre 2005.
- DÉCONTAM INC. (2005). Technologie, Description du procédé, http://www.decontam.ca/03technology_fr.htm. Consulté le 22 septembre 2005.
- DÉCONTAM INC. (2005). Modes d'opération, http://www.decontam.ca/04operations_fr.htm. Consulté le 22 septembre 2005.
- DE SMET, M et FROMENT, D. (1994). Solutions environnementales – Le CQVB : une mission de facilitateur d'initiatives environnementales, Les Affaires, cahier spécial, samedi 12 novembre 1994, p. B-4.
- DORION, N. (1992). Culture et communications Québec, Bilan des interventions – Synthèse, 3160 Industries des métaux non ferreux, <http://www.mcc.gouv.qc.ca/pamu/themes/synthese/s3160.htm>. Consulté le 17 novembre 2005.
- ENFOUI-BEC INC. (2004). Sols contaminés, <http://www.enfouibec.com/sols.html>. Consulté le 15 septembre 2005.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2002). BATs sur les sites contaminés, BAT #23 : Technologies d'assainissement ex *situ* des lieux contaminés, <http://www.on.ec.gc.ca/pollution/ecnpd/tabs/tab23-f.html>. Consulté le 22 septembre 2005.
- FEDERAL REMEDIATION TECHNOLOGIES ROUNDTABLE (2004). Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0, http://www.frtr.gov/matrix2/section3/3_4.html. Consulté le 22 septembre 2005.
- FORTIN, G. (2005). Communication personnelle. Horizon Environnement inc.
- FOUCHÉCOURT, M-O. (2005). Sols contaminés au Québec : origine et nature des contaminants, contexte légal et évaluation des risques toxicologiques potentiels pour la santé humaine et l'environnement, Sanexen, le 21 janvier 2005, sur le site d'Écodéfi, <http://www.ecodefi.org/documents/Fouchecourt.pdf>. Consulté le 05 octobre 2005.
- FOURNIER, R. (2005). Communication personnelle, Centre de traitement BSL, Sani-Manic inc.
- FROMENT, D. (1994). Solutions environnementales – Sols contaminés : solutions nombreuses, Les Affaires, cahier spécial, samedi 12 novembre 1994, p. B-2.

- GABOURY, B. (2005). Communication personnelle. Service des lieux contaminés, Direction des politiques en milieu terrestre, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.
- GAGNÉ, D. (2005). Communication personnelle. Solution Eau Air Sol Inc.
- GAGNON, É. (2005). Communication personnelle. Matrec Environnement.
- GALVEZ-CLOUTIER, R. et LEFRANÇOIS, P. J. (2005). Les sols contaminés par des métaux lourds : Distribution géochimique et techniques de restauration (Première partie), Vol. 38, no 3, p. 30-38.
- GALVEZ-CLOUTIER, R. et LEFRANÇOIS, P. J. (2005). Les sols contaminés par des métaux lourds : Distribution géochimique et techniques de restauration (Seconde partie), Vol. 38, no 4, p. 48-54.
- GENEST, G. (2005). Communication personnelle. Direction Environnement, Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ).
- GRIMSKI, D. et FERBER, U. (2001). Urban Brownsfields in Europe, Land Contamination & Reclamation, volume 9, no 1, p. 143-148.
- GROUPE DE TRAVAIL SUR LA GESTION DES LIEUX CONTAMINÉS (GTGLC) (1997). Les technologies d'assainissement des lieux contaminés : manuel de référence, préparé par la société Water Technology International Corp., sur le site d'Environnement Canada, http://www.ec.gc.ca/etad/csmwg/pdf/site_mem_f.pdf. Consulté le 22 septembre 2005.
- GSI ENVIRONNEMENT INC. (2004a). Rapport annuel 2004, Centre multifonctionnel de Sherbrooke de GSI Environnement inc (N/D : 999-8200-855), rapport présenté au MENV – Direction régionale de l'Estrie, Sherbrooke, 34 p.
- GSI ENVIRONNEMENT INC. (2004b). Rapport annuel 2004, Centre multifonctionnel de Sainte-Croix de Lotbinière (CMF Sainte-Croix) de GSI Environnement inc (N/D : 9999-8300-860), rapport présenté au MENV – Direction régionale Chaudière-Appalaches, Sherbrooke, 26 p.
- GSI ENVIRONNEMENT INC. (2004c). Rapport annuel 2004, Centre multifonctionnel de Lachute de GSI Environnement inc (N/D : 9999-8100-855), rapport présenté au MENV – Direction régionale de Montréal, Laval, Lanaudière, Laurentides, Sherbrooke, 23 p.
- GSI ENVIRONNEMENT INC. (s.d.a). Centre multifonctionnel (CMF) – Estrie, Un positionnement stratégique pour la gestion de tout type de sol contaminé, 1p.

GSi ENVIRONNEMENT INC. (s.d.b). Centre multifonctionnel (CMF) – Laurentides, Une solution intégrée pour la gestion des sols contaminés, 1p.

HAINS, S., SAUMURE, L., MARTEL, K.E., MAILLOUX, M., BÉLANGER, C., MILLETTE, D. et WALKER, D. (2003). Nouvelles approches de gestion des sites contaminés et technologies de réhabilitation in situ, Vecteur environnement, vol. 36, no 3, p. 27-39.

HALDE, J. (2004). Les attentes du marché – Point de vue d'un consultant, DDH Environnement ltée, sur le site de Réseau Environnement, <https://www.reseau-environnement.com/RENV/ui/documents/activites/20041014JHalde.pdf>. Consulté le 24 octobre 2005.

HÉBERT, J. (2005). Communication personnelle. Service des lieux contaminés, Direction des politiques en milieu terrestre, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

HORIZON ENVIRONNEMENT INC. (2004). Actualités, Nouveau service, Horizon Environnement offre maintenant un nouveau service de traitement thermique pour les sols contaminés, http://www.horizonenviro.com/8_Actualites/8_actualites.html. Consulté le 23 septembre 2005.

HORIZON ENVIRONNEMENT INC. (2004). Actualités, Nouveau service de gestion des sols contaminés, Le premier centre de transfert autorisé au Québec pour sols contaminés vient d'être approuvé à Grandes-Piles, http://www.horizonenviro.com/8_Actualites/8_actualites.html. Consulté le 28 septembre 2005.

HORIZON ENVIRONNEMENT INC. (2004). Nos services, http://www.horizonenviro.com/4_Services/4_services.html. Consulté le 19 septembre 2005.

HORIZON ENVIRONNEMENT INC. (2004). Nos installations, les cellules de confinement, http://www.horizonenviro.com/5_installations/5_installations.html. Consulté le 15 septembre 2005.

HORIZON ENVIRONNEMENT INC. (2004). Nos installations, Les cellules de confinement, Vue en coupe d'une cellule de confinement, http://www.horizonenviro.com/5_installations/5_1__installations/5_1__installations.html. Consulté le 19 septembre 2005.

HOULE, J-F. (2005). Communication personnelle. Matrec Environnement (Alex Environnement inc.).

HOULE, L-P. (2005). Analyse des difficultés d'application de la loi 72 sur la protection et la réhabilitation de terrains contaminés, Essai (M. Env.), Université de Sherbrooke, 82 p.

LAFARGE (2004). Notre métier, Procédé de fabrication, http://www.lafarge.com/cgi-bin/lafcom/jsp/centent.do?function=ce_process. Consulté le 17 octobre 2005.

LAFRANCE, J. (2005). Communication personnelle. Abitibi (2001) inc.

LANGLOIS, J-P. (1994). Solutions environnementales – Stablex : la qualité comme solution environnementale, Les Affaires, cahier spécial, samedi 12 novembre 1994, p. B-6.

Le petit Larousse illustré 1994 en couleurs, Paris, Larousse, 1993, 1 777 p.

LEGGET, R.F. (1961). Digeste de la construction au Canada, CBD-3-F. Les sols et la construction, sur le site du Conseil national de recherches Canada, <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/cbd/cbd003f.html>. Consulté le 29 septembre 2005.

LEMME, T. (2005). Communication personnelle. Groupe Cintec.

Loi modifiant la Loi sur la qualité de l'environnement et d'autres dispositions législatives relativement à la protection et à la réhabilitation des terrains, projet de loi n°72 (2002, chapitre 11).

Loi sur les produits et les équipements pétroliers, L.R.Q., chapitre P-29.1.

Loi sur la protection de l'environnement, L.R.O. 1990, chapitre E. 19.

Loi sur la protection de l'environnement, Environmental Protection Act, R.R.O. 1990, reg. 342 – Designation of Waste

Loi sur la protection de l'environnement, Environmental Protection Act, R.R.O. 1990, reg. 347 – General Waste Management

Loi sur la protection de l'environnement, Environmental Protection Act, Ontario Regulation 232/98 – Landfilling Sites

Loi sur la qualité de l'environnement, L.R.Q., chapitre Q-2.

LYONNAIS, R. (2005). Communication personnelle. Enfou-Bec inc.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2005). Communiqué de presse, Le conseil des ministres adopte le règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles, sur le site du MDDEP, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/Infuseur/communique.asp?no=744>. Consulté le 14 septembre 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2005). Liste des lieux d'enfouissement sanitaire autorisés et en exploitation au Québec, mise à jour du premier avril 2005, sur le site du MDDEP, http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/mat_res/liste_les.pdf. Consulté le 01 octobre 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2005). Liste des dépôts de matériaux secs autorisés et en exploitation au Québec, mise à jour du 8 octobre 2005, sur le site du MDDEP, http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/mat_res/liste-materiaux-secs.pdf. Consulté le 24 octobre 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2005). Liste des incinérateurs de déchets solides et de boues municipales autorisés et en exploitation, mise à jour de juillet 2005, sur le site du MDDEP, http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/mat_res/liste-incinerateurs.pdf. Consulté le 24 octobre 2005.

Communiqué de presse, Le conseil des ministres adopte le règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles, sur le site du MDDEP, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/Infuseur/communiqué.asp?no=744>. Consulté le 14 septembre 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2005a). Règlement modifiant le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés et d'autres dispositions réglementaires relatives aux terrains contaminés, Document technique (document de travail), Division des politiques en milieu terrestre, Service des lieux contaminés, mai 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2005b). Règlement modifiant le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés et d'autres dispositions réglementaires relatives aux terrains contaminés, Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (RPRT), Document technique (document de travail), version du 4 mai 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2004). Communiqué de presse, Deux nouveaux règlements permettront aux municipalités de financer le recyclage des matières résiduelles, sur le site du MDDEP, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/Infuseur/communiqué.asp?no=632>. Consulté le 15 septembre 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2002). Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique, 3.8 Tranchées d'infiltration, 3.8.1 Taux de charge hydraulique, tableau 3.2, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/domestique/chapitre3-8.htm#tableau3-2>. Consulté le 29 septembre 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2002). Terrains contaminés, Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/inter.htm>. Consulté le 28 septembre 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2002). Terrains contaminés, Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés - Loi et règlements, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/loi-reg.htm>. Consulté le 14 septembre 2005.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2002). Terrains contaminés, La protection des terrains et leur réhabilitation en cas de contamination, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/protection.htm>. Consulté le 14 septembre 2005.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (2004). Sites et sols pollués, la Politique nationale, les grands principes, sur le site du ministère de l'écologie, http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/politique_solspollues_DEC2004.pdf. Consulté le 13 octobre 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2004). Étude économique du projet de redevance à l'élimination des matières résiduelles, préparé par Samuel Houngué, sur le site du MDDEP, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/reglement/etude-economique.pdf>. Consulté le 08 octobre 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2004). Centres régionaux de traitement de sols contaminés, mise à jour : 29 septembre 2004, 6 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2003). Lieux commerciaux d'enfouissement sécuritaire de sols contaminés conformes au Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés, mise à jour : 19 mars 2003.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2002). Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction, sur le site du MDDEP, http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/mat_res/inorganique/matiere-residuelle-inorganique.pdf, 47 p. Consulté le 12 septembre 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2002). Certificat d'autorisation (article 22) émis, N/Réf. : 7610-17-01-00309-03, sur le site d'Enfoui-Bec inc., http://www.enfouibec.com/Permis_sols_contaminés.pdf, 3 p. Consulté le 19 septembre 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2001). Bilan sur les terrains contaminés / Statistiques générales en décembre 2001, 3. Gestion des sols contaminés, 3.1 Traitement, 3.1.1 Traitement biologique, http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/bilan-2001/chapitre_3-4.htm#3_gestionsol. Consulté le 24 août 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2001). Bilan sur les terrains contaminés / Statistiques générales en décembre 2001, 2. Statistiques sur les terrains contaminés, 2.3 Nature des contaminants, http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/bilan-2001/chapitre_2.htm#23_naturec. Consulté le 24 septembre 2005.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (1999). Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés, Sainte-Foy (Québec), Publications du Québec, Envirodoq EN980478, 124 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (1999). Lignes directrices pour le traitement de sols par biodégradation, bioventilation ou volatilisation, Québec, Envirodoq EN990579, 31 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (1999). Guide sur les actes statutaires et les critères d'aménagement et d'exploitation de divers lieux de valorisation de matières fermentescibles ou infermentescibles, Direction générale de l'environnement, Direction des politiques du secteur municipal, Service de la gestion des résidus solides, 85 p.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC (2003). L'énergie, Sécurité des équipements pétroliers, Produits, <http://www.mrnfp.gouv.qc.ca/energie/securite/securite-produits.jsp>. Consulté le 15 septembre 2005.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC (2003). L'énergie, Sécurité des équipements pétroliers, Permis d'équipements pétroliers à risque élevé, <http://www.mrnfp.gouv.qc.ca/energie/securite/securite-permis.jsp>. Consulté le 15 septembre 2005.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC (2003). L'énergie, Sécurité des équipements pétroliers, Cadre légal et réglementaire, <http://www.mrnfp.gouv.qc.ca/energie/securite/securite-cadre.jsp>. Consulté le 15 septembre 2005.

MINNESOTA POLLUTION CONTROL AGENCY (2005). Composting of petroleum contaminated soil, Guidance document 3-13, sur le site de la Minnesota Pollution control Agency, <http://www.pca.state.mn.us/publications/c-prp3-13.pdf>. Consulté le 15 octobre 2005.

MORIN, D. et HALDE, J. (1997). L'analyse de risques et l'industrie de la décontamination : alliées ou ennemies?, Vecteur environnement, volume 30, no 1, p. 42-45.

MRC DE CHARLEVOIX (2005). Gestion des matières résiduelles, Lieu d'enfouissement sanitaire, <http://www.mrc-charlevoix.com/matiere/lieu.html>. Consulté le 26 octobre 2005.

MRC DE LOTBINIÈRE (2005). Enfouissement sanitaire, Tarifs et horaires, <http://www.mrcclotbiniere.org/index10.html>. Consulté le 26 octobre 2005.

MRC DU VAL ST-FRANÇOIS (2005). SGMR, Tarifs et coordonnées, <http://www.val-saint-francois.qc.ca/sgrm/tarifscoordonnees.html> Consulté le 26 octobre 2005.

NADEAU, B. (2005). Communication personnelle. Régie intermunicipale d'élimination des déchets solides de Brome-Mississquoi.

NADON, O. (2005). Les paradoxes de la loi 72 et de son règlement, Vecteur environnement, vol. 38, no 3, p. 17-20.

NEW YORK STATE DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL CONSERVATION (1992). Spill Technology and Remediation Series (STARS) Memo #1, Petroleum-Contaminated Soil Guidance Policy, 10. Section VII – Management of Excavated (EX-SITU) Contaminated Soils, <http://www.dec.state.ny.us/website/der/stars/pr6star1.html#Management>. Consulté le 13 octobre 2005.

OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (2003). Grand dictionnaire terminologique, clinkérisation, http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 10 octobre 2005.

OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (1994). Grand dictionnaire terminologique, piézomètre, http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 17 novembre 2005.

OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (1993). Grand dictionnaire terminologique, ciment, bâtiment, 3/5, http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 17 novembre 2005.

OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (1984). Grand dictionnaire terminologique, béton, bâtiment, 2/7. http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 17 novembre 2005.

OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (1978). Grand dictionnaire terminologique, réfractaire, http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 17 novembre 2005.

- OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE (1973). Grand dictionnaire terminologique, asphalte, route, 3/4, http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp. Consulté le 17 novembre 2005.
- OLIVIER, M. (2002). Décontamination des cendres volantes, *Chimiste* (revue de l'ordre des chimistes du Québec), volume XIV, no 3, p. 22-23.
- OLIVIER, M.J. (1999). *Gestion des matières résiduelles au Québec*, Éditeur Les productions Jacques Bernier enr., réimpression avec corrections août 2004, Saint-Lambert de Lauzon, Québec, Canada, 309 p.
- PAQUIN, G. (2005). Communication personnelle. Northex Environnement inc.
- PAQUIN, J. (2004). Contraintes et embûches – Réhabilitation de sites contaminés et développement municipal, Sanexen services environnementaux, sur le site de Réseau Environnement, <https://www.reseau-environnement.com/RENV/ui/documents/activites/20041014JPaquin.pdf>. Consulté le 24 octobre 2004.
- PILON, A. (2004). Sites urbains contaminés – contexte canadien, opportunités et enjeux, IRB-CNRC, sur le site de Réseau Environnement, <https://www.reseau-environnement.com/RENV/ui/documents/activites/20041014APilon.pdf>. Consulté le 24 octobre 2005.
- PILON, A. (1998). La Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MEF, une perspective nationale et internationale, entrevue exclusive avec Michel Beaulieu de la Direction des politiques du secteur industriel, *Vecteur environnement*, volume 31, no 4, p. 15-20.
- Projet de règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles et des sols contaminés, disponible sur le site du MDDEP, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/reglement/redevances.htm>. Consulté le 14 septembre 2005.
- PRUD'HOMME, F. (2004). Le développement durable appliqué à deux sites industriels à Sorel-Tracy, Gersol, sur le site de réseau Environnement, <https://www.reseau-environnement.com/RENV/ui/documents/activites/20041014FPrudhomme.pdf>. Consulté le 24 octobre 2004.
- QUEENSLAND GOVERNMENT (2003). Environmental Protection Agency/Queensland Parks and Wildlife Service, Land, Contaminated Land, Removal and disposal, http://www.epa.qld.gov.au/environmental_management/land/contaminated_land/removal_and_disposal/. Consulté le 13 octobre 2005.

RAYMOND, P. (2005). Communication personnelle. Onyx Industries inc.

RÉCUPÈRE SOL (2004). Le procédé d'oxydation thermique,
<http://www.recuperesol.com/procede.htm>. Consulté le 19 septembre 2005.

RÉCUPÈRE SOL (2004). La foire aux questions,
<http://www.recuperesol.com/faq.htm>. Consulté le 19 septembre 2005.

RECY-CHEM (2005). Communication personnelle. Recy-Chem inc.

RECYC-QUÉBEC (2005). Communiqués, Bourse des résidus industriels du Québec (BRIQ), sur le site de Recyc-Québec,
<http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/client/fr/rubriques/Nouvelles.asp?id=320>. Consulté le 01 novembre 2005.

Règlement sur les carrières et les sablières, c. Q-2, r.2.

Règlement sur les déchets solides, c. Q-2, r.3.2.

Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles, Gazette officielle du Québec, 25 mai 2005

Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés, c. Q-2, r.6.01.

Règlement sur l'exportation des déchets contenant des BPC (1996), DORS/97-109

Règlement sur l'exportation et l'importation des déchets dangereux, DORS/92-637

Règlement sur l'importation des agents antropopathogènes, DORS/94-558

Règlement sur les matières dangereuses, c. Q-2, r.15.2.

Règlement modifiant le Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement, disponible sur le site du MDDEP, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/reglement/reg-impacts.pdf>. Consulté le 14 septembre 2005.

Règlement sur les mouvements interprovinciaux des déchets dangereux, DORS/2002-301

Règlement sur les produits pétroliers, c. P-29.1, r.2

Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains, c. Q-2, r.18.1.01.

Règlement relatif à l'application de la LQE, c. Q-2, r.1.001

Règlement sur le transport des marchandises dangereuses, DORS/2001-286

REGROUPEMENT NATIONAL DES CONSEILS RÉGIONAUX DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2001). Le regroupement national des conseils régionaux de l'environnement du Québec (RNECREQ) donne son appui au ministre de l'Environnement pour qu'un règlement contraigne l'importation des sols contaminés en provenance d'autres pays, Communiqué de presse, sur le site du RNECREQ, <http://www.rncreq.org/pdf/sols-contamines.pdf>. Consulté le 06 octobre 2005.

RENFER, A. (s.d.). Nouvelles dispositions de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) - Revue et impact sur les projets environnementaux, Technisol Environnement, sur le site de la Canadian Environmental Auditing Association, <http://www.ceaa-acve.ca/confer2003/C4RenferA.pdf>. Consulté le 20 octobre 2005.

RÉSEAU ENVIRONNEMENT (2005). Répertoire 2005-2006 de l'industrie environnementale du Québec, 348 p.

ROBERT, R. (2005). Communication personnelle. Stablex Canada inc. une société de Marsulex

ROBERT, S. (2005). Communication personnelle. Fonderie Horne, Falconbridge lted

ROSS, A. (2005). Communication personnelle. GSI Environnement Inc.

SANI-MANIC (s.d.). Nos services, Industriels, Traitement de sols contaminés, <http://www.sanimanic.com/produit.php?action=&idProduit=8&idCat=9>. Consulté le 13 octobre 2005.

SASKATCHEWAN ENVIRONMENT AND RESOURCE MANAGEMENT (1995). Guidelines for Treatment and Disposal of Petroleum Contaminated Soils at Municipal Waste Disposal Grounds, sur le site du gouvernement de la Saskatchewan, http://www.se.gov.sk.ca/environment/protection/standards/Guidelines_treatment3.pdf. Consulté le 13 octobre 2005.

SAVARIA, C. (2005). Microprogramme en vérification environnementale – Évaluation environnementale de site, Centre universitaire de formation en environnement – Longueuil, Université de Sherbrooke.

SCOTTISH ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (2005). Introduction, Why remediate contaminated land?, <http://www.sepa.org.uk/contaminated-land/introduction/1.3.htm>. Consulté le 13 octobre 2005.

SOLUTION EAU AIR SOL (2005). Communication personnelle. Solution Eau Air Sol (EAS) inc.

SOLUTION EAU AIR SOL (2004). Procédé de traitement : biopile *ex situ*,
<http://www.solution-eas.com/html/index.html>. Consulté le 22 septembre 2005.

SOUTH DAKOTA DEPARTMENT OF ENVIRONMENT & NATURAL RESOURCES (2003). Petroleum Assessment and Cleanup Handbook, 9.0 Disposal of petroleum contaminated materials and tank contents, sur le site du South Dakota Department of Environmental & Natural Resources,
<http://www.state.sd.us/denr/DES/Ground/Spills/Handbook/Chapter9.pdf>. Consulté le 13 octobre 2005.

STABLEX CANADA INC. (2005). Notre technologie, Le procédé, étape par étape,
http://www.stablex.com/francais/technologie_procede.htm. Consulté le 23 septembre 2005.

ST-CYR, P. (2004). Enjeux et défis reliés au développement des Brownfields, le point de vue du propriétaire/développeur/promoteur, Des ateliers Angus au havre de Montréal : cas de « résurrection » urbaine, sur le site de Réseau Environnement, <http://www.reseau-environnement.com/RENV/ui/documents/activites/20041014PStCyrA.pdf>. Consulté le 24 octobre 2004.

ST-CYR, P. (2004). Société du Havre de Montréal, sur le site de Réseau Environnement, <http://www.reseau-environnement.com/RENV/ui/documents/activites/20041014PStCyrB.pdf>. Consulté le 24 octobre 2004.

ST-CYR, P. (2004). Le défi en 2004 : vers un New Deal environnemental?, sur le site de Réseau Environnement, <http://www.reseau-environnement.com/RENV/ui/documents/activites/20041014PStCyrC.pdf>. Consulté le 24 octobre 2004.

THÉORÉT, D. (2005). Communication personnelle. GSI Environnement Inc.

THÉRIEN, B. (2005). Prévention et traitement de la pollution, ENV 788, cours n°7 et 8, traitement des sols, sédiments et eaux souterraines, Centre universitaire de formation en environnement.

THIBAUT, P. (2005). Communication personnelle. Solaction inc.

TRAVAUX PUBLICS ET SERVICES GOUVERNEMENTAUX DU CANADA (1997). Protocole d'évaluation de la traitabilité des sédiments, des sols et des boues à l'aide des technologies minéralurgiques, sur le site de TPSGC,
<http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/En40-542-5-1997F.pdf>, 134 p. Consulté le 29 septembre 2005.

- UK ENVIRONMENT AGENCY (2005). Healthier soils-more detail, The environmental challenges we now face,
http://www.environment-agency.gov.uk/aboutus/1105530/1105655/1130910/1131195/1129437/1132021/?lang=_e&theme=®ion=&subject=&searchfor=contaminated+soils+management&any_all=&chooise_order=&exactphrase=&withoutwords=. Consulté le 13 octobre 2005.
- UK ENVIRONMENT AGENCY (2004). Model Procedures for the Management of Land Contamination, sur le site de l'UK Environment Agency, <http://publications.environment-agency.gov.uk/pdf/SCHO0804BIBR-e-e.pdf>. Consulté le 13 octobre 2005.
- UK ENVIRONMENT AGENCY (2000). Guidance for the Safe Development on Land Affected by Contamination, sur le site de l'UK Environment Agency, <http://publications.environment-agency.gov.uk/pdf/SR-DPUB66-e-e.pdf>. Consulté le 13 octobre 2005.
- US Code, Title 42 – The Public Health and Welfare, Chapter 82 – Solid Waste Disposal, Subchapter III – Hazardous Waste Management
- USEPA (1997). Innovative Uses of Compost, Composting of Soils Contaminated by Explosives, sur le site de l'USEPA, <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/compost/explos.pdf>. Consulté le 14 octobre 2005.
- USEPA (1995). AP42 – Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1 : Stationary Point and Area Sources, sur le site de l'USEPA, <http://epa.gov/ttn/chief/ap42/cho2/final/c02s00.pdf>. Consulté le 13 octobre 2005.
- VILLE DE MONTRÉAL (s.d.). Sherlock la banque d'information municipale, Complexe environnemental St-Michel (CESM) : modalités d'élimination des déchets et sols d'excavation (anciennes limites de la Ville de Montréal), <http://www11.ville.montreal.qc.ca/sherlock2/servlet/template/sherlock,AfficherDocumentInternet.vm/nodocument/205>. Consulté le 26 octobre 2005.
- VILLE DE RIMOUSKI (2005). Environnement, Matières résiduelles et recyclables, Tarification du lieu d'enfouissement technique, <http://www.ville.rimouski.qc.ca/citoyens/rebuts/residuelles.asp#1>. Consulté le 26 octobre 2005.
- VILLE DE VAL D'OR (s.d.). Tarification pour la disposition de sols contaminés, <http://www.ville.valdor.qc.ca/administration/service/environ8.htm>. Consulté le 26 octobre 2005.
- WITTWER, J. (2005). Communication personnelle. Division des mouvements transfrontaliers, Environnement Canada.

ANNEXE 2

**ANNEXES I ET II DU *RÈGLEMENT SUR LA PROTECTION ET LA RÉHABILITATION
DES TERRAINS* (C. Q-2, R.18.1.01)**

ANNEXE I

(a. 1)

[Q-2R18.1.01#01, voir 2003 G.O. 2, 1444]

Contaminants	Valeurs limites mg/kg de sol (matière sèche)
--------------	--

I- MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES

Argent (Ag)	20
Arsenic (As)	30
Baryum (Ba)	500
Cadmium (Cd)	5
Cobalt (Co)	50
Chrome (Cr)	250
Cuivre (Cu)	100
Étain (Sn)	50
Manganèse (Mn)	1000
Mercure (Hg)	2
Molybdène (Mo)	10
Nickel (Ni)	100
Plomb (Pb)	500
Sélénium (Se)	3
Zinc (Zn)	500

II- AUTRES COMPOSÉS INORGANIQUES

Bromure disponible (Br ⁻)	50
Cyanure disponible (CN ⁻)	10
Cyanure total (CN ⁻)	50
Fluorure disponible (F ⁻)	400

III- COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS

Hydrocarbures aromatiques monocycliques

Benzène	0,5
Monochlorobenzène	1
Dichloro-1,2 benzène	1
Dichloro-1,3 benzène	1
Dichloro-1,4 benzène	1
Éthylbenzène	5
Styrène	5
Toluène	3
Xylènes	5
Hydrocarbures aliphatiques chlorés	
Chloroforme	5
Dichloro-1,1 éthane	5
Dichloro-1,2 éthane	5
Dichloro-1,1 éthylène	5
Dichloro-1,2 éthylène (cis et trans)	5
Dichlorométhane	5
Dichloro-1,2 propane	5
Dichloro-1,3 propylène (cis et trans)	5
Tétrachloro-1,1,2,2 éthane	5
Tétrachloroéthylène	5
Tétrachlorure de carbone	5
Trichloro-1,1,1 éthane	5
Trichloro-1,1,2 éthane	5
Trichloroéthylène	5
IV- COMPOSÉS PHÉNOLIQUES	
Non chlorés	
Crésol (ortho, méta, para)	1
Diméthyl-2,4 phénol	1

Nitro-2 phénol	1
Nitro-4 phénol	1
Phénol	1
Chlorés	
Chlorophénol (-2, -3, ou -4)	0,5
Dichloro-2,3 phénol	0,5
Dichloro-2,4 phénol	0,5
Dichloro-2,5 phénol	0,5
Dichloro-2,6 phénol	0,5
Dichloro-3,4 phénol	0,5
Dichloro-3,5 phénol	0,5
Pentachlorophénol (PCP)	0,5
Tétrachloro-2,3,4,5 phénol	0,5
Tétrachloro-2,3,4,6 phénol	0,5
Tétrachloro-2,3,5,6 phénol	0,5
Trichloro-2,3,4 phénol	0,5
Trichloro-2,3,5 phénol	0,5
Trichloro-2,3,6 phénol	0,5
Trichloro-2,4,5 phénol	0,5
Trichloro-2,4,6 phénol	0,5
Trichloro-3,4,5 phénol	0,5
V- HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES	
Acénaphtène	10
Acénaphtylène	10
Anthracène	10
Benzo (a) anthracène	1
Benzo (a) pyrène	1

Benzo (b + j + k) fluoranthène (combinaison ou chacun)	1
Benzo (c) phénanthrène	1
Benzo (g,h,i) pérylène	1
Chrysène	1
Dibenzo (a,h) anthracène	1
Dibenzo (a,i) pyrène	1
Dibenzo (a,h) pyrène	1
Dibenzo (a,l) pyrène	1
Diméthyl-7,12 benzo (a) anthracène	1
Fluoranthène	10
Fluorène	10
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	1
Méthyl-3 cholanthrène	1
Naphtalène	5
Méthyl-1 naphtalène	1
Méthyl-2 naphtalène	1
Diméthyl-1,3 naphtalène	1
Triméthyl-2,3,5 naphtalène	1
Phénanthrène	5
Pyrène	10
VI- COMPOSÉS BENZÉNIQUES NON CHLORÉS	
Trinitro-2,4,6 toluène (TNT)	0,04
VII- CHLOROBENZÈNES	
Hexachlorobenzène	2
Pentachlorobenzène	2
Tétrachloro-1,2,3,4 benzène	2
Tétrachloro-1,2,3,5 benzène	2
Tétrachloro-1,2,4,5 benzène	2

Trichloro-1,2,3 benzène	2
Trichloro-1,2,4 benzène	2
Trichloro-1,3,5 benzène	2
VIII- BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (BPC)	
Sommation des congénères	1
IX- PESTICIDES	
Tébuthiuron	50
X- AUTRES SUBSTANCES ORGANIQUES	
Acrylonitrile	1
Éthylène glycol	97
Formaldéhyde	100
Phtalate de dibutyle	6
XI- PARAMÈTRES INTÉGRATEURS	
Hydrocarbures pétroliers C10 à C50	700
XII- DIOXINES ET FURANES	
Sommation des chlorodibenzo- dioxines et chlorodibenzofuranes exprimés en équivalents toxiques 2,3,7,8-TCDD (échelle de l'OTAN, 1988)	1,5 x 10 ⁻⁵

D. 216-2003, Ann. I.

ANNEXE II

(a. 1)

[Q-2R18.1.01#02, 2003 G.O. 2, 1446]

Contaminants	Valeurs limites mg/kg de sol (matière sèche)
I- MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES	
Argent (Ag)	40
Arsenic (As)	50

Baryum (Ba)	2 000
Cadmium (Cd)	20
Cobalt (Co)	300
Chrome (Cr)	800
Cuivre (Cu)	500
Étain (Sn)	300
Manganèse (Mn)	2 200
Mercure (Hg)	10
Molybdène (Mo)	40
Nickel (Ni)	500
Plomb (Pb)	1 000
Sélénium (Se)	10
Zinc (Zn)	1 500
II- AUTRES COMPOSÉS INORGANIQUES	
Bromure disponible (Br-)	300
Cyanure disponible (CN-)	100
Cyanure total (CN-)	500
Fluorure disponible (F-)	2 000
III- COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS	
Hydrocarbures aromatiques monocycliques	
Benzène	5
Chlorobenzène (mono)	10
Dichloro-1,2 benzène	10
Dichloro-1,3 benzène	10
Dichloro-1,4 benzène	10
Éthylbenzène	50
Styrène	50
Toluène	30

Xylènes	50
Hydrocarbures aliphatiques chlorés	
Chloroforme	50
Dichloro-1,1 éthane	50
Dichloro-1,2 éthane	50
Dichloro-1,1 éthylène	50
Dichloro-1,2 éthylène (cis et trans)	50
Dichlorométhane	50
Dichloro-1,2 propane	50
Dichloro-1,3 propylène (cis et trans)	50
Tétrachloro-1,1,2,2 éthane	50
Tétrachloroéthylène	50
Tétrachlorure de carbone	50
Trichloro-1,1,1 éthane	50
Trichloro-1,1,2 éthane	50
Trichloroéthylène	50
IV- COMPOSÉS PHÉNOLIQUES	
Non chlorés	
Crésol (ortho, méta, para)	10
Diméthyl-2,4 phénol	10
Nitro-2 phénol	10
Nitro-4 phénol	10
Phénol	10
Chlorés	
Chlorophénol (-2, -3, ou -4)	5
Dichloro-2,3 phénol	5
Dichloro-2,4 phénol	5
Dichloro-2,5 phénol	5

Dichloro-2,6 phénol	5
Dichloro-3,4 phénol	5
Dichloro-3,5 phénol	5
Pentachlorophénol (PCP)	5
Tétrachloro-2,3,4,5 phénol	5
Tétrachloro-2,3,4,6 phénol	5
Tétrachloro-2,3,5,6 phénol	5
Trichloro-2,3,4 phénol	5
Trichloro-2,3,5 phénol	5
Trichloro-2,3,6 phénol	5
Trichloro-2,4,5 phénol	5
Trichloro-2,4,6 phénol	5
Trichloro-3,4,5 phénol	5
V- HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES	
Acénaphtène	100
Acénaphtylène	100
Anthracène	100
Benzo (a) anthracène	10
Benzo (a) pyrène	10
Benzo (b + j + k) fluoranthène (combinaison ou chacun)	10
Benzo (c) phénanthrène	10
Benzo (g,h,i) pérylène	10
Chrysène	10
Dibenzo (a,h) anthracène	10
Dibenzo (a,i) pyrène	10
Dibenzo (a,h) pyrène	10
Dibenzo (a,l) pyrène	10

Diméthyl-7,12 benzo (a) anthracène	10
Fluoranthène	100
Fluorène	100
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	10
Méthyl-3 cholanthrène	10
Naphtalène	50
Méthyl-1 naphtalène	10
Méthyl-2 naphtalène	10
Diméthyl-1,3 naphtalène	10
Triméthyl-2,3,5 naphtalène	10
Phénanthrène	50
Pyrène	100
VI- COMPOSÉS BENZÉNIQUES NON CHLORÉS	
Trinitro-2,4,6 toluène (TNT)	1,7
VII- CHLOROBENZÈNES	
Hexachlorobenzène	10
Pentachlorobenzène	10
Tétrachloro-1,2,3,4 benzène	10
Tétrachloro-1,2,3,5 benzène	10
Tétrachloro-1,2,4,5 benzène	10
Trichloro-1,2,3 benzène	10
Trichloro-1,2,4 benzène	10
Trichloro-1,3,5 benzène	10
VIII- BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (BPC)	
Sommation des congénères	10
IX- PESTICIDES	
Tébutiuron	3 600
X- AUTRES SUBSTANCES ORGANIQUES	

Acrylonitrile	5
Éthylène glycol	411
Formaldéhyde	125
Phtalate de dibutyle	70 000
XI- PARAMÈTRES INTÉGRATEURS	
Hydrocarbures pétroliers C10 à C50	3 500
XII- DIOXINES ET FURANES	
Sommation des chlorodibenzo- dioxines et chlorodibenzofuranes exprimés en équivalents toxiques 2,3,7,8-TCDD (échelle de l'OTAN, 1988)	$7,5 \times 10^{-4}$

D. 216-2003, Ann. II.

ANNEXE 3

**ANNEXE III DU RÈGLEMENT SUR LA PROTECTION ET LA RÉHABILITATION DES
TERRAINS (C. Q-2, R.18.1.01)**

ANNEXE III

(a. 2)

[Q-2R18.1.01#03, 2003 G.O. 2, 1448]

Codes SCIAN*	Catégories d'activités Industrielles et commerciales
21111	Extraction de pétrole et de gaz
21221	Extraction ou traitement de minerais de fer
21222	Extraction ou traitement de minerais d'or et d'argent
21223	Extraction ou traitement de minerais de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc
21229	Extraction ou traitement d'autres minerais métalliques
212394	Extraction ou traitement de minerais d'amiante
221112	Production d'électricité (à partir de mazout ou de diesel)
221122	Distribution d'électricité (postes de transformation seulement)
22133	Production de vapeur (à partir de mazout ou de diesel)
31323	Usines de non-tissés
3133	Finissage de textiles et de tissus et revêtement de tissus
31411	Usines de tapis et de carpettes
31611	Tannage et finissage du cuir et des peaux
321111	Scieries, sauf les usines de bardeaux et de bardeaux de fente
321114	Préservation du bois
321211	Usines de placages et de contreplaqués de feuillus
321212	Usines de placages et de

contreplaqués de résineux

321216	Usines de panneaux de particules et de fibres
321217	Usines de panneaux de copeaux
32211	Usines de pâte à papier
322121	Usines de papier, sauf le papier journal
322122	Usines de papier journal
32213	Usines de carton
32411	Raffineries de pétrole
324122	Fabrication de bardeaux et de matériaux de revêtement en asphalte
32419	Fabrication d'autres produits du pétrole et du charbon (sauf les fabricants de béton bitumineux)
32511	Fabrication de produits pétrochimiques
32512	Fabrication de gaz industriels
32513	Fabrication de teintures et de pigments synthétiques
32518	Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base
32519	Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base
32521	Fabrication de résines et de caoutchouc synthétique
32532	Fabrication de pesticides et d'autres produits chimiques agricoles
32551	Fabrication de peintures et de revêtements
32552	Fabrication d'adhésifs
32591	Fabrication d'encre d'imprimerie
32592	Fabrication d'explosifs
325999	Fabrication de tous les autres produits chimiques divers

326111	Fabrication de sacs non renforcés en plastique
326114	Fabrication de pellicules et de feuilles non renforcées en plastique
32612	Fabrication de tuyaux, de raccords de tuyauterie et de profilés non renforcés en plastique
32613	Fabrication de plaques, de feuilles et de formes stratifiées en plastique
32614	Fabrication de produits en mousse de polystyrène
32615	Fabrication de produits en mousse d'uréthane et d'autres mousses plastiques, sauf de polystyrène
32616	Fabrication de bouteilles en plastique
326193	Fabrication de pièces en plastique pour véhicules automobiles
32621	Fabrication des pneus
32622	Fabrication de tuyaux souples et de courroies en caoutchouc et en plastique
32629	Fabrication d'autres produits en caoutchouc
32731	Fabrication de ciment
33111	Sidérurgie
33121	Fabrication de tubes et de tuyaux en fer et en acier à partir d'acier acheté
331221	Fabrication de formes en acier laminé à froid
331222	Étirage de fil d'acier
331313	Production primaire d'alumine et d'aluminium
331317	Laminage, étirage, extrusion et alliage de l'aluminium
33141	Fonte et affinage de métaux non

ferreux, sauf l'aluminium

33142	Laminage, étirage, extrusion et alliage du cuivre
33149	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux, sauf le cuivre et l'aluminium
331511	Fonderies de fer
331514	Fonderies d'acier
33152	Fonderie de métaux non ferreux
33211	Forgeage et estampage
332314	Fabrication de barres pour béton armé
332319	Fabrication d'autres tôles fortes et éléments de charpentes
332321	Fabrication de portes et de fenêtres en métal
332329	Fabrication d'autres produits métalliques d'ornement et d'architecture
33241	Fabrication de chaudières et d'échangeurs de chaleur
33243	Fabrication de canettes, de boîtes et d'autres contenants en métal
332611	Fabrication de ressorts (en métal épais)
332619	Fabrication d'autres produits en fil métallique (tiges de soudure au gaz seulement)
33271	Ateliers d'usinage
33281	Revêtement, traitement thermique et activités analogues
33291	Fabrication de soupapes en métal
332999	Fabrication de tous les autres produits métalliques divers
333611	Fabrication de turbines et de groupes turbogénérateurs
335311	Fabrication de transformateurs de

puissance et de distribution et de transformateurs spéciaux

335312	Fabrication de moteurs et de générateurs
335315	Fabrication d'appareillage de connexion, de commutation et de relais et de commandes d'usage industriel
33591	Fabrication de batteries et de piles
33592	Fabrication de fils et de câbles électriques et de communication
33599	Fabrication de tous les autres types de matériel et composantes électriques
3361	Fabrication de véhicules automobiles
33641	Fabrication de produits aérospatiaux et de leurs pièces
33651	Fabrication de matériel ferroviaire roulant
336611	Construction et réparation de navires
41211	Grossistes-distributeurs de produits pétroliers (dépôt ou terminal de produits pétroliers régi par le Règlement sur les produits pétroliers)
41531	Grossistes-distributeurs de pièces et d'accessoires d'occasion pour véhicules automobiles
41811	Grossistes-distributeurs de métaux recyclables
41839	Grossistes-distributeurs de produits chimiques et autres fournitures agricoles
41841	Grossistes-distributeurs de produits chimiques et de produits analogues, sauf les produits chimiques agricoles
4471	Stations-service (incluant les libres-services avec ou sans surveillance et les postes d'essence sans service d'entretien)
48611	Transport du pétrole brut par oléoduc
48691	Transport par pipeline de produits

pétroliers raffinés (sauf gaz naturel)

48699 Tous les autres services de transport
par pipeline (sauf gaz naturel)

488119 Autres opérations aéroportuaires
(sauf le contrôle de la circulation
aérienne)

48819 Autres activités de soutien au
transport aérien

48821 Activités de soutien au transport
ferroviaire

48831 Opérations portuaires (phares, quais
et ports)

48832 Manutention de fret maritime

811199 Autres services de réparation et
d'entretien de véhicules automobiles
(seulement les parcs d'autobus, de
camions et de véhicules lourds ainsi
que les concessionnaires de véhicules
automobiles)

Postes de distribution de carburant
(postes d'aéroport, postes de marina
et postes d'utilisateur régis par
l'article 274 du Règlement sur les
produits pétroliers)

Centres de traitement fixes de sols
contaminés ou de matières dangereuses

Centres de transfert de sols
contaminés ou de matières dangereuses

Lieux d'enfouissement de sols
contaminés ou de matières dangereuses

Lieux d'élimination de neige (régis
par le Règlement sur les lieux
d'élimination de neige)

* Les numéros inscrits pour chaque catégorie d'activité industrielle et commerciale mentionnée à la présente annexe correspondent aux codes attribués par le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN). La description de ces catégories d'activités contenue dans le document intitulé «Système de classification des industries de l'Amérique du Nord Canada 1997» et publié par Statistique Canada (Catalogue n° 12-501-XPF,

1998, 953 pages, ISBN 0-660-95794-9) s'applique donc aux fins du présent règlement.

D. 216-2003, Ann. III.

ANNEXE 4
ANNEXE I DU RÈGLEMENT SUR L'ENFOUISSEMENT
DES SOLS CONTAMINÉS (C. Q-2, R.6.01)

ANNEXE I

(Articles 2, 4 et 15)

[Q-2r6.01#02 voir 2001 G.O. 2, 4583]

Substances Valeurs limites
mg/kg matière sèche
(ppm)

Inorganiques

Métaux et métalloïdes

Argent (Ag)	200
Arsenic (As)	250
Baryum (Ba)	10 000
Cadmium (Cd)	100
Chrome (Cr)	4 000
Cobalt (Co)	1 500
Cuivre (Cu)	2 500
Étain (Sn)	1 500
Manganèse (Mn)	11 000
Mercure (Hg)	50
Molybdène (Mo)	200
Nickel (Ni)	2 500
Plomb (Pb)	5 000
Sélénium (Se)	50
Zinc (Zn)	7 500

Autres composés inorganiques

Bromure disponible (Br ⁻)	1 500
Cyanure disponible (CN ⁻)	300
Cyanure total (CN ⁻)	5 900
Fluorure disponible (F ⁻)	10 000

Organiques

Composés organiques volatils, aromatiques monocycliques

Benzène	5
Chlorobenzène	10
Éthylbenzène	50
m-Dichlorobenzène	10
o-Dichlorobenzène	10
p-Dichlorobenzène	10
Styrène	50
Toluène	30
Xylènes	50

Composés organiques volatils, aliphatiques chlorés

Bromodichlorométhane	150
Chloro-2 butadiène-1,3	2,8
Chloro-3 propylène	300
Chlorodibromométhane	150
Chloroéthane	60

Chloroforme ou trichlorométhane	50
Chlorométhane ou chlorure de méthyle	300
Chlorure de méthylène ou dichlorométhane	50
Chlorure de vinyle	60
Dibromo-1,2 chloro-3 propane	150
Dichloro-1,1 éthane	50
Dichloro-1,1 éthylène	50
Dichloro-1,2 éthylène (cis et trans)	50
Dichloro-1,2 éthane	50
Dichloro-1,2 propane	50
Dichloro-1,3 propylène (cis et trans)	50
Dichlorodifluorométhane	72
Hexachlorobutadiène	56
Hexachloroéthane	300
Pentachloroéthane	60
Tétrachloro-1,1,1,2 éthane	60
Tétrachloro-1,1,2,2 éthane	50
Tétrachloroéthylène ou perchloroéthylène	50
Tétrachlorure de carbone	50
Trichloro-1,1,1 éthane	50
Trichloro-1,1,2 éthane	50
Trichloro-1,2,3 propane	300
Trichloroéthylène	50
Trichlorofluorométhane	300
Composés phénoliques non chlorés	
Diméthyl-2,4 phénol	140
m-Crésol	56
o-Crésol	56
p-Crésol	56
o-Nitrophénol ou nitro-2 phénol	130
p-Nitrophénol ou nitro-4 phénol	290
Phénol	62
Composés phénoliques chlorés	
Chloro-2 phénol	57
Chloro-3 phénol	57
Chloro-4 phénol	57
Dichloro-2,3 phénol	140
Dichloro-2,4 phénol	140
Dichloro-2,5 phénol	140
Dichloro-2,6 phénol	140
Dichloro-3,4 phénol	140
Dichloro-3,5 phénol	140
p-Chloro-m-crésol	140
Pentachlorophénol	74
Tétrachloro-2,3,4,5 phénol	74
Tétrachloro-2,3,4,6 phénol	74
Tétrachloro-2,3,5,6 phénol	74
Trichloro-2,3,4 phénol	74
Trichloro-2,3,5 phénol	74
Trichloro-2,3,6 phénol	74
Trichloro-2,4,5 phénol	74
Trichloro-2,4,6 phénol	74

Trichloro-3,4,5 phénol	74
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	
Acénaphtène	100
Acénaphtylène	100
Anthracène	100
Benzo (b+j+k) fluoranthène	136
Benzo (a) anthracène	34
Benzo (a) pyrène	34
Benzo (c) phénanthrène	56
Benzo (g,h,i) pérylène	18
Chloro-2 naphthalène	56
Chrysène	34
Dibenzo (a,h) anthracène	82
Dibenzo (a,h) pyrène	34
Dibenzo (a,i) pyrène	34
Dibenzo (a,l) pyrène	34
Diméthyl-7,12 Benzo (a) anthracène	34
Fluoranthène	100
Fluorène	100
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	34
Méthyl naphthalènes (chacun)	56
Méthyl-3 cholanthrène	150
Naphthalène	56
Phénanthrène	56
Pyrène	100
Composés benzéniques non chlorés	
Dinitro-2,6 toluène	280
Trinitro-2,4,6 toluène ou TNT	280
Chlorobenzènes	
Chlorure de benzal ou dichlorométhylbenzène	60
Hexachlorobenzène	100
Méthylène-4,4 bis(chloro-2 aniline)	300
p-Chloroaniline ou chloroaminobenzène	160
Pentachlorobenzène	100
Pentachloronitrobenzène	48
Tétrachloro-1,2,3,4 benzène	140
Tétrachloro-1,2,3,5 benzène	140
Tétrachloro-1,2,4,5 benzène	140
Trichloro-1,2,3 benzène	190
Trichloro-1,2,4 benzène	190
Trichloro-1,3,5 benzène	190
Biphényles polychlorés	
BPC (somme des congénères)	50
Pesticides chlorés	
2,4,5-T	79
2,4-D	100
Aldrine	0,66
alpha-BHC ou hexachlorocyclohexane	0,66
bêta-BHC ou hexachlorocyclohexane	0,66
delta-BHC ou hexachlorocyclohexane	0,66

gamma-BHC ou lindane ou hexachlorocyclohexane	0,66
Barban	14
Chlordane (alpha et gamma)	2,6
Dieldrine	1,3
Endosulfan I	0,66
Endosulfan II	1,3
Endosulfan sulfate	1,3
Endrine	1,3
Endrine aldéhyde	1,3
Époxyde d'heptachlore	0,66
Heptachlore	0,66
Hydrochlorure de formetanate	14
Isodrine	0,66
Kepone	1,3
Méthoxychlore	1,8
o,p'-DDD	0,87
p,p'-DDD	0,87
o,p'-DDE	0,87
p,p'-DDE	0,87
o,p'-DDT	0,87
p,p'-DDT	0,87
Pronamide	15
Silvex ou fénoprop	79
Thiodicarbe	14
Toxaphène	26
Triallate	14

Pesticides non chlorés

Aldicarbe (somme d'Aldicarbe, d'Aldicarbe sulfone et d'Aldicarbe sulfoxyde)	2,8
Bendiocarbe	14
Bendiocarbe phénol	14
Benomyl	14
Butilate	14
Carbaryl	1,4
Carbendazim	14
Carbofuran	1,4
Carbofuran phénol	14
Carbosulfan	14
Dimetilan	14
Dinosèbe	25
Disulfoton	62
Dithiocarbamates (totaux)	280
EPTC	14
Famphur	150
Formparanate	14
Isolan	14
m-Cumenyl méthylcarbamate	14
Méthiocarbe	14
Méthomyl	1,4
Métolcarbe	14
Mexacarbate	14
Molinate	14
Oxamyl	2,8

Parathion	46
Parathion méthyl	46
Pebulate	14
Phorate	46
Promecarbe	14
Prophame	14
Propoxur	14
Prosulfocarbe	14
Tébuthiuron	3 600
Thiophanate méthyl	14
Tirpate	2,8
ernolate	14
A2213 ou oxime d'oxamyl	14

Autres substances Organiques

Acrylonitrile	840
Diéthyl phtalate	280
Diméthyl phtalate	280
Di-n-butyl phtalate	70 000
Di-n-octyl phtalate	280
Éthylène glycol	411
Formaldéhyde	125
Hexachlorocyclopentadiène	24
Hexachloropropylène	300
Phtalates (chacun, sauf autres phtalates listés)	60
Trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane	300
bis (chloro-2 éthyl) éther	60
bis (chloro-2 éthoxy) méthane	72
bis (chloro-2 isopropyl) éther	72
Butyl benzyl phtalate	280

Produits pétroliers

Hydrocarbures pétroliers C10 à C50 10 000

Dioxines et furanes chlorés

Sommation en équivalents toxiques conformément au tableau suivant : 0,005

FACTEURS INTERNATIONAUX D'ÉQUIVALENCE
DE TOXICITÉ POUR LES
CONGÉNÈRES SPÉCIFIQUES DES
PCDD (POLYCHLORODIBENZO-P-DIOXINES) ET
DES PCDF (POLYCHLORODIBENZOFURANES)
(OTAN, 1998)

CONGÉNÈRES	FACTEUR D'ÉQUIVALENCE DE TOXICITÉ
2,3,7,8-T4CDD	1
1,2,3,7,8-P5CDD	0,5
1,2,3,4,7,8-H6CDD	0,1
1,2,3,6,7,8-H6CDD	0,1

1, 2, 3, 7, 8, 9-H6CDD	0, 1
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-H7CDD	0, 01
OCDD	0, 001
2, 3, 7, 8-T4CDF	0, 1
2, 3, 4, 7, 8-P5CDF	0, 5
1, 2, 3, 7, 8-P5CDF	0, 05
1, 2, 3, 4, 7, 8-H6CDF	0, 1
1, 2, 3, 7, 8, 9-H6CDF	0, 1
1, 2, 3, 6, 7, 8-H6CDF	0, 1
2, 3, 4, 6, 7, 8-H6CDF	0, 1
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-H7CDF	0, 01
1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-H7CDF	0, 01
OCDF	0, 001

D. 843-2001, Ann. I.

ANNEXE 5

**PRODUITS ET ÉQUIPEMENTS À RISQUE ÉLEVÉ VISÉS PAR LE *RÈGLEMENT SUR
LES PRODUITS PÉTROLIERS* (c. P-29.1)**

Tableau A2,1 Produits pétroliers régis par le Règlement sur les produits pétroliers. Source : tiré de MRNF (2003, Produits).

Catégorie	Noms communs ou utilisés	Produits régis par la loi
Carburant	<ul style="list-style-type: none"> Essence ordinaire ou régulière 	<ul style="list-style-type: none"> Essence de grade 1
	<ul style="list-style-type: none"> Essence intermédiaire 	<ul style="list-style-type: none"> Essence de grade 2
	<ul style="list-style-type: none"> Essence super 	<ul style="list-style-type: none"> Essence de grade 3
	<ul style="list-style-type: none"> Essence super supérieure 	<ul style="list-style-type: none"> Essence de grade 4
	<ul style="list-style-type: none"> Essence avec éthanol 	<ul style="list-style-type: none"> Essence de différents grades dont l'additif principal est l'éthanol
	<ul style="list-style-type: none"> Diesel à basse teneur en soufre 	<ul style="list-style-type: none"> Carburant diesel à basse teneur en soufre pour les véhicules routiers
	<ul style="list-style-type: none"> Diesel 	<ul style="list-style-type: none"> Carburant diesel à haute teneur en soufre pour les équipements lourds ou les camions de chantiers
	<ul style="list-style-type: none"> Diesel coloré 	<ul style="list-style-type: none"> Carburant diesel pour les locomotives et la machinerie agricole qui bénéficient d'un rabais de taxes par le ministère du Revenu
	<ul style="list-style-type: none"> Carburéacteur (jet B, F40 ou JP4) 	<ul style="list-style-type: none"> Carburant d'aviation de classe 1
	<ul style="list-style-type: none"> Carburéacteur coupe large (jet B) 	<ul style="list-style-type: none"> Carburant d'aviation de classe 1
	<ul style="list-style-type: none"> « AvGas »(100 LL) 	<ul style="list-style-type: none"> Carburant d'aviation de classe 1
	<ul style="list-style-type: none"> Kérosène (jet A ou jet A-1 ou F34) ou carburéacteur de type kérosène 	<ul style="list-style-type: none"> Carburant d'aviation de classe 2

Mazout	<ul style="list-style-type: none"> • Huile à poêle ou « stove » 	<ul style="list-style-type: none"> • Mazout 0 (climat nordique) ou mazout 1
	<ul style="list-style-type: none"> • Huile à fournaise ou huile à chauffage ou « furnace » • Huile combustible 	<ul style="list-style-type: none"> • Mazout 2
	<ul style="list-style-type: none"> • Mazout intermédiaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Mazout 4 (installation sans préchauffage avant injection) ou mazout 5 (installation avec préchauffage avant injection)
	<ul style="list-style-type: none"> • Bunker • Mazout lourd • Heavy fuel oil (HFO) • Résidus 	<ul style="list-style-type: none"> • Mazout 6
Huiles usées	<ul style="list-style-type: none"> • Huiles usées 	<ul style="list-style-type: none"> • Huile qui a été utilisée dans un véhicule à moteur ou un équipement hydraulique

Tableau A2,2

Équipements pétroliers à risque élevés en vertu du règlement sur les produits pétroliers. Source : tiré de MRNF (2003, Permis d'équipements pétroliers à risque élevé)

Produits pétroliers	Équipements pétroliers		
	Systemes d'entreposage souterrains	Systemes d'entreposage hors terre	Réservoirs utilisés à des fins lucratives
Essence	500 litres et +	2 500 litres et +	Tout
Diesel	500 litres et +	10 000 litres et +	Tout
Huile à chauffage et mazout lourd	4 000 litres et + ¹	10 000 litres et +	Tout
Huiles usées	500 litres et +	S/O	S/O

1. À l'exclusion des équipements pour le chauffage résidentiel de type unifamilial de moins de 10 000 litres.

ANNEXE 6

***GRILLE DE GESTION DES SOLS CONTAMINÉS EXCAVÉS INTÉRIMAIRE DE LA
POLITIQUE DE PROTECTION DES SOLS ET DE RÉHABILITATION DES TERRAINS
CONTAMINÉS (MENV 1999)***

GRILLE DE GESTION DES SOLS CONTAMINÉS EXCAVÉS INTÉRIMAIRE

Jusqu'à l'entrée en vigueur du projet de règlement sur la mise en décharge et l'incinération

NIVEAU DE CONTAMINATION	OPTIONS DE GESTION
< A	1.Utilisation sans restriction
Plage A - B	<p>1.Utilisation comme matériau de remblayage sur les terrains contaminés à vocation résidentielle en voie de réhabilitation* ou sur tout terrain à vocation commerciale ou industrielle, à la condition que leur utilisation n'ait pas pour effet d'augmenter la contamination** du terrain récepteur et, de plus, pour un terrain à vocation résidentielle que les sols n'émettent pas d'odeurs d'hydrocarbures perceptibles.</p> <p>2.Utilisation comme matériaux de recouvrement journalier dans un lieu d'enfouissement sanitaire (LES).</p> <p>3.Utilisation comme matériaux de recouvrement final dans un LES à la condition qu'ils soient recouvert de 15 cm de sol propre.</p>
Plage B - C	<p>1.Décontamination de façon optimale*** dans un lieu de traitement autorisé et gestion selon le résultat obtenu.</p> <p>2.Utilisation comme matériaux de remblayage sur le terrain d'origine à la condition que leur utilisation n'ait pas pour effet d'augmenter la contamination** du terrain et que l'usage de ce terrain soit à vocation commerciale ou industrielle.</p>
> C	<p>1.Décontamination de façon optimale*** dans un lieu de traitement autorisé et gestion selon le résultat obtenu.</p> <p>2.Si l'option précédente est impraticable, dépôt définitif dans un lieu d'enfouissement sécuritaire autorisé pour recevoir des sols.</p>

* Les terrains contaminés à vocation résidentielle en voie de réhabilitation sont ceux voués à un usage résidentiel dont une caractérisation a démontré une contamination supérieure au critère B et où l'apport de sols en provenance de l'extérieur sera requis lors des travaux de restauration.

** La contamination réfère à la nature des contaminants et à leur concentration.

*** Le traitement optimal est défini pour l'ensemble des contaminants par l'atteinte du critère B ou la réduction de 80% de la concentration initiale et pour les **volatils** par l'atteinte du critère B. à cet égard, les volatils sont définis comme étant les contaminants dont le point d'ébullition est < 180°C ou dont la constante de la Loi de Henry est supérieure à $6,58 \times 10^{-7}$ atm-m³/g incluant les contaminants identifiés dans la section III de la grille des critères de sols incluse à l'annexe 2 de ce document.