



## 28 avril au 1 mai 2008 Présentations par affiches

ENDROIT : FOIRE COMMERCIALE – 29 ET 30 AVRIL  
GRAND BALLROOM A/B/C/D – 1 MAI

### Assainissement in situ : Stabilisation des eaux souterraines contaminées par le plomb à l'aide de l'APATITE II™

Annie Morin<sup>1</sup>, ing., M.Sc., Adriana Peisajovich<sup>2</sup>, ing., Ph.D.,  
Richard Dalcourt<sup>3</sup>, ing., Judith Wright<sup>4</sup>, Ph.D.

<sup>1</sup>Technorem

<sup>2</sup>Transports Canada

<sup>3</sup>Environnement Canada

<sup>4</sup>PIMS MW Inc.

L'aéroport de Havre-Saint-Pierre est une propriété fédérale gérée par la municipalité de Havre-Saint-Pierre. Ce projet est le premier projet de stabilisation du plomb réalisé en milieu nordique avec la technologie de l'APATITE II™. Le poster présenté lors de l'Atelier national sur les sites contaminés de 2006 montrait les travaux de mise en place de la zone réactive visant à fixer le plomb par l'ajout l'APATITE II™. L'objectif du projet est de réduire les concentrations en plomb dissous sous la norme de potabilité du Ministère du Développement durable, Environnement et Parcs (MDDEP) de 10 µg/L.

Le présent travail présente les résultats des suivis de la qualité de l'eau souterraine. Une année après la mise en place de la zone réactive, les concentrations en plomb variaient entre 5 µg/l et 490 µg/l. Les résultats du suivi réalisé en novembre 2006, montraient une nette amélioration avec une réduction moyenne des concentrations de 89%. Malgré un temps de réaction plus long que prévu, les résultats démontrent l'efficacité de la zone réactive à stabiliser et diminuer l'enclave de contamination en plomb. Les résultats suggèrent que la faible température de l'eau souterraine et l'absence d'infiltration en surface pourraient avoir eu un impact sur le temps de réaction. Le suivi se poursuit en 2007. Cette technologie est une approche prometteuse notamment par sa facilité d'application et par l'absence d'infrastructure volumineuse de traitement ou d'entretien.

### Interventions contre les déversements de biodiésel et assainissement des sols

Robert Focht<sup>1</sup>, David Cooper<sup>1</sup>, Dario Velicogna<sup>1</sup>,  
Monique Punt<sup>1</sup> et Carl E. Brown<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Science Applications International Corporation (SAIC Canada)

<sup>2</sup>Environnement Canada, Bureau des Technologies du Génie des Urgences

Les carburants biologiques offrent plusieurs avantages par rapport aux carburants à base de pétrole : la réduction du cycle de vie des gaz à effet de serre, l'amélioration de la qualité de

vie et la renouvelabilité de l'approvisionnement énergétique. Afin d'en promouvoir l'utilisation, on a établi des objectifs pour l'ajout de biocarburants comme le biodiésel aux carburants à base de pétrole traditionnels. Une conséquence malheureuse mais inévitable de ceci est que les déversements de biocarburants, purs ou mélangés, augmenteront avec leur utilisation. Il est donc essentiel de disposer de méthodes poussées d'intervention contre les déversements et d'une technologie avancée d'assainissement des biocarburants pour en soutenir le développement, la promotion et l'utilisation accrue. À cause des différences entre les propriétés physiques, chimiques et toxicologiques du biodiésel et celles du pétrodiesel, les techniques d'intervention et d'assainissement conventionnelles pourraient ne pas s'avérer aussi efficaces dans le traitement des déversements de biodiésel ou de mélange biodiésel-pétrodiesel. Des essais sont en cours pour déterminer l'efficacité des techniques actuelles de confinement et de récupération mécanique dans le nettoyage du biodiésel. De plus, bien que l'on considère généralement que le biodiésel est une ressource facilement biodégradable et « non toxique », des données non scientifiques recueillies sur le terrain concernant l'huile végétale indiquent que celle-ci peut rester logée dans la subsurface pendant des dizaines d'années, ce qui pourrait également être le cas du biodiésel. On procède donc également à des essais en laboratoire afin d'évaluer la biodégradation du biodiésel dans la subsurface et l'efficacité de l'oxydation chimique in situ pour l'assainissement des sols contaminés au biodiésel.

### L'Élimination de cyanure et d'ammoniac d'un lac minier de la zone 2 de la mine Colomac (Territoires du Nord-Ouest)

Bill Coedy<sup>1</sup>, Roger Pieters<sup>2, 6</sup>, Ken Ashley<sup>3</sup>, John Chapman<sup>4</sup>,  
Sue Watson<sup>5</sup>, Greg Lawrence<sup>6</sup>, Ken Hall<sup>6</sup>, Stephen Shultz<sup>4</sup>,  
Hedy Kling<sup>7</sup> et James Edwards<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Affaires indiennes et du Nord Canada, Direction des polluants et de l'assainissement

<sup>2</sup>Université de la Colombie-Britannique, Département des sciences de la Terre et des océans

<sup>3</sup>Ken Ashley and Associates Ltd.

<sup>4</sup>SRK Consulting Inc.

<sup>5</sup>Environnement Canada, Direction de la recherche sur la gestion des écosystèmes aquatiques

<sup>6</sup>Université de la Colombie-Britannique, département du génie civil

<sup>7</sup>Algal Taxonomy and Ecology Inc.

Cette affiche illustrera la procédure d'élimination de cyanure et d'ammoniac d'un puits de mine rempli d'eau à Colomac,



28 AVRIL AU 1 MAI 2008

une mine d'or abandonnée située dans la forêt boréale éloignée à 220 km au nord-est de Yellowknife, dans les Territoires du Nord-Ouest. Un transfert d'urgence d'eau vers le puits de la zone 2 (le principal site d'extraction de minerai) y a eu lieu quand un bassin de résidus voisin a atteint sa capacité maximale. Cela a créé des concentrations élevées de complexes de cyanure et des produits de dégradation associés (thiocyanate et ammoniac) dans le lac minier.

On a traité le bassin de résidus et le puits de la zone 2 à l'engrais phosphaté pour accélérer la vitesse naturelle de dégradation du cyanure, du thiocyanate et de l'ammoniac et atteindre un niveau acceptable de qualité de l'eau. Ce procédé accéléré d'élimination naturelle des polluants a permis une réduction du taux de contaminants dans le bassin de résidus beaucoup plus rapide qu'initialement prévu.

Cela dit, les données recueillies dans le puits de la zone 2, plus profond, indiquent que l'eau du lac minier n'a pas complètement circulé. L'engrais phosphaté n'a pénétré que jusqu'à 25 m de la surface, alors que le lac a une profondeur de 110 m. Sous cette couche de surface, la colonne d'eau ne contenait pas d'oxygène dissous. L'efficacité du procédé accéléré d'élimination naturelle pour la réduction de la concentration de thiocyanate et d'ammoniac est donc limitée à la couche superficielle du lac, et la réduction du taux total de contaminants ne s'y est pas produite au même rythme que dans le bassin de résidus.

En tenant compte de la qualité prévue de l'eau, on a pris en 2005 la décision d'installer un système de déstratification pour faire circuler la masse d'eau et pour y augmenter la concentration d'oxygène dissous, ceci afin d'accélérer l'élimination du thiocyanate et de l'ammoniac. La déstratification a été effectuée à l'été de 2006. Neuf jours après son aération, la colonne d'eau était complètement mélangée; à la fin de l'été, on n'y détectait plus de thiocyanate et le taux d'ammoniac avait diminué. On procédera de nouveau à l'aération de la colonne d'eau à l'été 2007 pour réduire encore plus le taux d'ammoniac. Nous expliquerons ici le système de déstratification et ses effets.

### L'Élaboration d'une directive concernant la qualité des sols pour la santé humaine en rapport avec le n hexane

Ian Mitchell<sup>1</sup>, Anthony Knafla<sup>2</sup>, Jillian Carey<sup>2</sup>, David Williams<sup>1</sup>, Margaret Yole<sup>3</sup> et Lindsay Smith<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Meridian Environmental Inc.

<sup>2</sup>Equilibrium Environmental Inc.

<sup>3</sup>Santé Canada

Lors de la révision du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers, qui a duré cinq ans, Equilibrium Environmental Inc. a soulevé certaines préoccupations quant à la toxicité particulière du n-hexane. On a conclu que, si le n-hexane constitue une partie importante des hydrocarbures aliphatiques C6-C8, les objectifs de qualité des sols fixés dans ce standard pourraient ne pas suffire à en assurer la protection. Afin de résoudre cette question,

Santé Canada a mandaté Meridian Environmental Inc. et Equilibrium Environmental Inc. pour l'élaboration d'une directive sur la qualité des sols pour la santé humaine en rapport avec le n hexane, permettant ainsi l'évaluation à part de cette substance.

L'élaboration de la directive sur la qualité des sols a exigé qu'on fasse l'étude des sources de n-hexane dans l'environnement et de l'exposition naturelle potentielle de la population, ainsi qu'une évaluation du devenir et du transport du n-hexane. Il a également fallu qu'on établisse de nouvelles valeurs de référence de toxicité et des directives sur la mesure de la qualité des sols pour les terrains agricoles, résidentiels, commerciaux et industriels, directives basées sur le protocole du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME).

### Impacts secondaires des technologies de réhabilitation in-situ sur la qualité de l'eau souterraine

Béatrice Levasseur<sup>1</sup> et Deborah Schoen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sanexen Services Environnementaux Inc.

<sup>2</sup>Santé Canada

Une revue de littérature, financée par Santé Canada (Division des sites contaminés) a été réalisée dans le but d'étudier les impacts secondaires sur la qualité de l'eau lors de la réhabilitation in-situ (barrières réactives perméables [BRP], barbotage à l'air) de sites contaminés par des solvants chlorés. Les impacts secondaires regroupent les modifications sur les paramètres physicochimiques relatifs à la qualité de l'eau en excluant la réduction des concentrations des contaminants ciblés ainsi que leurs sous-produits de dégradation. Les médias réactifs (BRP) ciblés pour cette étude sont : fer zéro valent (FZV) (granulaire et nanoparticulaire), injection d'une source d'hydrogène, d'oxygène, de carbone et de FZV (biodégradation). Les données empiriques trouvées dans la littérature sur le barbotage à l'air et la biodégradation (BRP) sont actuellement insuffisantes pour quantifier les impacts secondaires sur la qualité de l'eau. En revanche, le plus grand nombre de rapport technique sur la mise en place de BRP à base de FZV a permis de mettre en évidence des modifications de certains paramètres physicochimiques tels que le pH, température, conductivité spécifique, potentiel d'oxydoréduction (POR), oxygène dissous (OD), cations et anions. Au total, sept sites (États-Unis) ont été étudiés et présentés dans cette revue de littérature. De manière générale, la mesure et le suivi de ces paramètres sont réalisés dans le but d'étudier la performance et la longévité des médias réactifs. En effet, une diminution de OD à l'intérieur du média entraîne une augmentation de pH qui ralentit la dégradation du trichloroéthylène (TCE) ou encore diminue le potentiel réactif du fer en le recouvrant d'un précipité. Très peu de données en amont et en aval des cellules sont donc disponibles. Dans un tel contexte, il est difficile de diagnostiquer les impacts secondaires sur une plus grande

**28 AVRIL AU 1 MAI 2008**

échelle que celle de la cellule réactive. À l'évidence, il est urgent de concevoir une implantation et une surveillance des puits selon une base spatiale et temporelle adaptée au suivi de la qualité de l'eau souterraine. Ainsi ces améliorations permettront de récolter des données de terrain plus adéquates pour évaluer l'ensemble des impacts des technologies de réhabilitation sur la qualité de l'eau comme le requiert la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*.

### **Les Systèmes mammifères in vitro et la mesure des effets potentiellement mutagènes des mélanges complexes d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH) dans le sol**

C. Lemieux<sup>1</sup>, A. Long<sup>1,2</sup>, S. Lundstedt<sup>3</sup>, M. Tysklind<sup>3</sup>, P.A. White<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Section des substances mutagènes, Programme de la sécurité des milieux, Santé Canada

<sup>2</sup>Département de biologie, Université d'Ottawa

<sup>3</sup>Département de chimie, université d'Umeå, Suède

L'objectif de cette étude était de valider le modèle d'évaluation des risques utilisé pour prédire les effets potentiellement mutagènes de mélanges complexes d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH) au moyen d'un système mammifère *in vitro*. On a prélevé les constituants organiques de certains sols contaminés par des PAH à l'aide d'une méthode d'extraction pressurisée des fluides pour les séparer ensuite en fractions polaires aromatiques et en fractions non polaires. La préparation des mélanges synthétiques contenant des PAH prioritaires respectait les résultats d'analyses chimiques antérieures. On a évalué l'activité mutagène des fractions de sol, des mélanges synthétiques de PAH correspondants et des constituants individuels des PAH prioritaires en procédant à un essai de mutation de *lacZ* dans des cellules FE1 de Muta™Mouse. On a alors pu observer une augmentation significative des mutations de *lacZ* après l'exposition de chaque fraction de sol, des mélanges de PAH et des cinq PAH prioritaires. Dans la plupart des cas, l'activité mutagène des mélanges synthétiques et la somme des contributions de chaque PAH étaient beaucoup moins élevées que l'activité mutagène observée dans les fractions non polaires. Le risque de cancer limite établi pour la durée d'une vie a été déterminé pour chaque fraction par la méthode traditionnelle d'évaluation des risques et par une méthode novatrice basée sur le rapport de potentiel mutagène. Dans la plupart des cas, cette dernière méthode a produit des estimations de risque moins élevées que l'approche ciblée traditionnelle. Les résultats indiquent que les évaluations des risques qui portent uniquement sur les PAH prioritaires devraient permettre d'effectuer des prédictions prudentes d'activité mutagène (ou cancérigène); toutefois, les évaluations de routine ne permettent pas de révéler les risques associés aux composés polaires non identifiés contenus dans les sols.

### **Les zéolithes, la remise en état de sites contaminés et autres bienfaits pour l'environnement**

Lorne James<sup>1</sup>, Tanya McDonald<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Parcs Canada

<sup>2</sup>Centre d'innovation - Olds College

Les zéolithes naturelles sont des substances hautement adéquates et très économiques pour le traitement de l'eau et des déchets agricoles et pour la remise en état des sols.

Les zéolithes sont une catégorie de minéraux qui compte plusieurs centaines de variétés naturelles et un plus grand nombre encore de formes artificielles. Les zéolithes naturelles sont des aluminosilicates hydratés cristallins composés d'hydrogène, d'oxygène, d'aluminium et de silicium. Les cavités et les pores de leur structure retiennent les molécules d'eau et les cations échangeables. Ils sont le produit de la réaction de fine cendre volcanique granuleuse avec de l'eau au pH élevé et à haute teneur en sel.

Les zéolithes naturelles ont une extraordinaire capacité d'échange ionique et de tamisage moléculaire, une porosité et une perméabilité élevées et une importante surface de réaction et d'adsorption. Ce sont les pores interreliés de leur structure qui confèrent aux zéolithes leurs propriétés de tamisage moléculaire. Les molécules plus grandes que leurs cavités internes sont repoussées, alors que les cations plus petits peuvent pénétrer leurs surfaces internes. Les zéolithes ont aussi des propriétés uniques de déshydratation et de réhydratation, dégageant et absorbant l'eau de façon réversible.

Cette discussion traitera de l'utilisation des zéolithes dans l'amendement de compost afin d'assurer l'immobilisation in situ des métaux dans le sol et la récupération de la couverture végétale au moyen d'un mécanisme intégré de temporisation qui permet aux plantes de recevoir des nutriments et de l'eau lorsqu'elles en ont besoin.

### **Financement supplémentaire rapidement et facilement disponible pour les projets d'assainissement novateurs**

Lorne James<sup>1</sup>, Bob Arnold<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Parcs Canada

<sup>2</sup>KPMG

Nous sommes souvent incapables de terminer diverses étapes des programmes d'assainissement en raison du manque de financement. Ce document décrira une possibilité d'obtenir du financement supplémentaire lorsque le projet comporte une certaine innovation ou fait la démonstration d'une nouvelle technologie.

L'Agence du revenu du Canada fournit, aux entités qui paient des impôts, des incitations pour des projets de recherche et développement par le biais de son programme de recherche scientifique et de développement expérimen-



28 AVRIL AU 1 MAI 2008

tal (RS et DE). Ce n'est pas un fonds concurrentiel, mais plutôt un recouvrement des fonds dépensés pour faire l'essai/la démonstration d'une certaine technologie.

Bien qu'un organisme gouvernemental ne soit pas directement admissible à ce programme, ses projets peuvent l'être lorsqu'il obtient éventuellement la participation d'une société/entité qui paie des impôts. Cela pourrait être soit un tiers partenaire (une société des Premières nations, par exemple) ou un conseiller/entrepreneur. Dans le cas du tiers partenaire, ce serait une entente avec celui-ci l'encourageant à présenter une demande de crédits de RS et DE qui, une fois obtenus, seraient appliqués au projet. Dans le cas d'un entrepreneur/conseiller, ce serait un contrat offert par l'Agence qui l'obligerait à tenter d'obtenir du financement pour la RS et DE et celui-ci serait, encore une fois, appliqué au projet. Le programme de RS et DE comporte un programme approuvé au préalable qui garantirait que le financement pour un projet admissible serait accordé si les détails étaient fournis à l'avance et que le projet suivait le plan de travail.

Une certaine forme d'innovation serait nécessaire (c.-à-d., le dépassement des pratiques standard ou la collecte des données de base). Une plus petite entreprise pourrait recevoir une somme d'argent qui équivaut à 78 p. 100 des coûts du projet pour un projet d'un an seulement ou une somme plus importante pour les projets pluriannuels (des frais généraux de 28 p. 100 sont alloués à chaque année même si le promoteur ne fait aucune dépense supplémentaire).

### Étude de cas de longue durée sur l'intrusion de vapeurs de composés organiques volatils chlorés

Gillian Daly, John Goodin et Theresa Repaso-Subang  
Golder Associates Ltd.

Sur un site industriel de l'Ontario, on a mesuré tous les six mois pendant quatre ans la concentration de trichlorure d'éthylène, de cis-1,2-dichloroéthylène, de trans-1,2-dichloroéthylène, de 1,1-dichloroéthylène et de chloroéthène, autant dans l'air intérieur, dans les vapeurs du sol et dans l'air extérieur que dans les eaux souterraines. La concentration dans les eaux souterraines de plusieurs de ces composés organiques volatils chlorés excédait les normes du ministère de l'Environnement de l'Ontario pour les eaux souterraines non potables (normes du tableau 3 du Règlement de l'Ontario 153/04), tandis que leur concentration dans l'air intérieur et dans les vapeurs du sol se situe bien en deçà des normes en la matière de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) et des ministères du Travail et de l'Environnement de l'Ontario. Le modèle d'intrusion de vapeur de Johnson et Ettinger a déjà servi à prédire la concentration à l'intérieur en se basant sur la concentration dans les vapeurs du sol et dans les eaux souterraines. Il est possible de comparer la concentration intérieure ainsi projetée à la concentration

intérieure mesurée afin d'évaluer la contribution des eaux souterraines à l'environnement intérieur. Une analyse de sensibilité a été effectuée dans le but de déterminer quels paramètres d'entrée du modèle avaient la plus grande incidence sur la concentration intérieure projetée. La différence entre la sortie du modèle produite par l'utilisation des paramètres d'entrée par défaut et celle générée par les paramètres spécifiques au site sera illustrée.

### Étude de cas: l'extraction des résidus d'une usine de gaz manufacturé sur des terrains adjacents à un chemin de fer en activité et à un ensemble résidentiel

Mikel Pype<sup>1</sup>, Barry Raus<sup>1</sup>, P.G., Lindsay Guiliano<sup>1</sup>  
et Joseph Foglio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jacques Whitford Limited

<sup>2</sup>GZA GeoEnvironmental, Inc.

Les mesures d'assainissement entreprises dans cette ancienne usine de gaz manufacturé du New Jersey ont compris l'installation de boucliers, l'assèchement et l'excavation en profondeur de 20 717 tonnes de terre. L'usine, située à côté d'un chemin de fer toujours utilisé, couvre un terrain de 0,2 acre dans une zone résidentielle. Une étude préalable a permis de délimiter la zone affectée, soit le terrain de l'usine ainsi que deux propriétés voisines. Il a fallu procéder à l'excavation de terre jusqu'à des profondeurs de 0,75 à 10,5 mètres pour assurer l'utilisation éventuelle sans restriction du terrain. Vu la faible étendue de la zone affectée, la proximité du chemin de fer et la présence d'une voie de circulation en usage sur le terrain à assainir, le projet posait plusieurs défis logistiques en ce qui concerne les zones de travail, le contrôle de la circulation et l'installation de bouclier à proximité d'habitations.

Ce projet a comporté plusieurs difficultés techniques et physiques. L'extraction de la terre qui couvrait l'unité d'argile compétente, à environ 10,5 mètres sous la surface du sol, a exigé la dépressurisation de deux couches de limon fortement perméables dans les six mètres supérieurs de l'unité profonde d'argile. La zone excavée allait jusqu'à l'emprise du chemin de fer, et il a fallu creuser à des profondeurs allant de 0,75 à 7,75 mètres, ce qui a requis l'utilisation d'une méthode de stabilisation du sol qui satisfaisait les exigences de la compagnie ferroviaire. Il a aussi été nécessaire de construire sur place des installations de traitement des eaux souterraines afin de réduire l'impact de l'ancienne usine de gaz manufacturé sur l'environnement.

Nous exposerons ici en détail les défis posés par ce projet et les réalisations en matière de conception et d'exécution de travaux d'assainissement des sols contaminés. Les données sur les eaux souterraines recueillies à la suite de l'excavation sont actuellement à l'étude dans le cadre d'un projet de méthode naturelle contrôlée d'atténuation.



28 AVRIL AU 1 MAI 2008

### L'Oxydation chimique in situ : l'assainissement de solvants chlorés dans des remblais de pierres

Kristin Lang et Don Carey  
Jacques Whitford Limited

Les services de la compagnie Jacques Whitford Limited ont été retenus par un client confidentiel pour la tenue d'un essai pilote et la mise en œuvre d'un programme d'assainissement in situ par oxydation chimique dans une propriété à usage commercial et à locataires multiples de Dartmouth, en Nouvelle-Écosse. Un ancien locataire du bâtiment y entreposait des liquides contaminés dans des cuves souterraines. Ces cuves ont été retirées du sol en 2001, et l'évaluation environnementale effectuée par la suite a permis de détecter sur la propriété un important panache composé de tétrachloroéthène (PCE) et de ses produits de décomposition. Le programme d'assainissement in situ, qui employait le peroxyde d'hydrogène comme oxydant, a commencé en 2006. L'objectif de ce programme était de ramener la propriété, en moins de deux ans, aux normes prescrites par le *ministère de l'Environnement de l'Ontario pour les sols, les eaux souterraines et les sédiments en vertu de la Partie XV.1 de la Loi sur la protection de l'environnement*, tableau 3. Les travaux sont actuellement en cours et devraient se terminer en 2008.

La subsurface du site se compose de remblai de pierres. Grâce aux évaluations environnementales qui y ont été réalisées, on a pu déterminer que la composition de la subsurface n'est pas homogène; la conductivité hydraulique y est variable et il y a des espaces vides entre les pierres. Le remblai de pierres constitue un matériel de subsurface difficile pour l'assainissement in situ. Un programme flexible était donc nécessaire pour assurer le respect du calendrier d'assainissement. Le contrôle et l'ajustement continus de la stratégie d'assainissement ont permis d'obtenir des résultats encourageants qui laissent croire que l'on réussira à atteindre les objectifs d'assainissement en 2008.

L'approche d'assainissement a été conçue pour permettre la réalisation des résultats escomptés dans un délai relativement court. Lors de l'essai pilote, nous avons identifié les sections du site qui acceptaient un plus grand volume du produit d'oxydation, le peroxyde d'hydrogène, et celles où ce n'était pas le cas, puis nous avons commencé l'assainissement par les sections les plus perméables. Lors des premières étapes du processus, nous avons élaboré des stratégies spécifiques au site pour faciliter l'assainissement des sections plus difficiles, ce qui a eu lieu une fois les premières sections assainies.

Cette affiche expliquera l'approche délibérée du programme d'assainissement et illustre à la fois les défis liés à ce type de subsurface et de produit d'oxydation, aux contraintes de temps et d'accessibilité ainsi qu'aux questions de santé et de sécurité et les solutions que nous y avons apportées.

### Une Méthode in vitro modifiée d'évaluation de la bioaccessibilité du plomb dans les sols contaminés

T.P. Morgan-Gray, J.D. Goodin et T. Repaso-Subang  
Golder Associates Ltd.

Nous avons déterminé la bioaccessibilité du plomb dans le sol à l'occasion d'une évaluation des risques pour la santé humaine effectuée sur un site en Ontario. Ces essais avaient deux objectifs, soit de parvenir à estimer la biodisponibilité du plomb de façon à mieux calculer l'exposition d'un être vivant qui ingère de la terre contaminée au métal provenant du site et de valider une méthode in vitro modifiée. À ces fins, nous avons utilisé la procédure de lixiviation de la bioaccessibilité relative mise au point par Drexler et Brattin (2007) ainsi qu'une version modifiée de cette procédure. Elles diffèrent principalement par la méthode de mélange employée (rotation d'un bout à l'autre dans un bain-marie à température contrôlée pour l'une, mouvement de va-et-vient dans un four à température contrôlée pour l'autre). La bioaccessibilité du plomb variait de 14 à 141 p. cent et de 19 à 134 p. cent selon la méthode standard et la méthode modifiée, respectivement. Les résultats de la procédure standard et de la procédure modifiée sont reliées de façon linéaire ( $p < 0,05$ ,  $r = 0,95$ ). Cela indique que la procédure modifiée permet de prédire adéquatement la biodisponibilité du plomb dans le sol pour les animaux, puisque les résultats obtenus correspondent à ceux de la procédure standard, qui a été validée au moyen du modèle du porc immature. De plus, la procédure modifiée simplifie les essais : elle élimine le besoin du bain-marie, les installations d'essai occupent moins d'espace, et le lavage d'instrument est réduit au minimum grâce à l'utilisation de sacs jetables au lieu de bouteilles.

### L'Activité mutagène des explosifs à haute puissance : les contaminants préoccupants sur les sites d'entraînement militaire

J. McAllister, J.D. Gingerich, G.R. Douglas et P.A. White  
Santé Canada, Section des substances mutagènes,  
Programme de la sécurité des milieux

La génotoxicité de composés énergétiques (c.-à-d. les explosifs) qu'on trouve fréquemment dans les sols contaminés des sites d'entraînement militaire n'a jusqu'ici pas été testée rigoureusement. Nous avons donc employé le test de mutation inverse sur *Salmonella* et le test in vitro de mutation transgénique de Muta™ Mouse pour étudier l'activité mutagène de certains composés énergétiques, dont le trinitrotoluène (TNT), le tétryl, le 1,3,5-trinitro-1,3,5-triazinane (RDX) et le 1,3,5,7-tétranitro-1,3,5,7-tétrazocane (HMX). Les analyses de mutation inverse sur *Salmonella* ont été effectuées avec des souches sensibles aux modifications du cadre de lecture (TA98) et aux mutations au niveau des paires de bases (TA100), ainsi qu'avec la souche métaboliquement rehaussée YG1041 (dérivée de TA98), avec et sans activation métabolique exogène (S9). Les résultats indiquent que le



28 AVRIL AU 1 MAI 2008

TNT est un mutagène à action directe qui suscite des réactions positives significatives sans S9. Les souches TA98, TA100 et YG1041 de *Salmonella* ont généré un pouvoir mutagène de  $0,84 \pm 0,05$ ,  $1,64 \pm 0,10$  et  $1,31 \pm 0,08$  révertants/ $\mu\text{gTNT}$ , respectivement. En comparaison, le tétryl a suscité des réactions positives significatives autant avec S9 que sans, démontrant une activité mutagène considérable dans toutes les souches. Son pouvoir mutagène allait de  $1,22 \pm 0,09$  à  $13,50 \pm 0,89$  révertants/ $\mu\text{g}^{\text{tétryl}}$ , la valeur la plus élevée ayant été obtenue avec la souche TA100 sans S9. Les essais initiaux concernant le TNT et le tétryl sur des cellules de Muta™ Mouse ont été peu concluants, et on procède actuellement à une nouvelle étude de ces substances. L'analyse du RDX et du HMX avec les deux types de tests est également en cours. L'importante activité mutagène du TNT et du tétryl justifie qu'on effectue des tests sur d'autres substances énergétiques, ainsi que sur des échantillons de sols contaminés provenant d'autres sites d'entraînement militaire (comme la base des Forces canadiennes Petawawa), pour arriver à une estimation fiable du risque mutagène.

### L'Étude sur la poussière domestique au Canada : conception de l'étude et communication des résultats

Pat Rasmussen<sup>1</sup>, Marc Chénier<sup>1</sup>, Monique Lanouette<sup>1</sup>, Christine Levesque<sup>1</sup>, Heather Jones-Otazo<sup>2</sup>, Norm Healey<sup>2</sup>, Sanya Petrovic<sup>2</sup>, Mike Walker<sup>3</sup>, Leonora Marro<sup>3</sup>, Vidya Thuppal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Santé Canada, Bureau de la science de la santé environnementale et de la recherche

<sup>2</sup>Santé Canada, Division des lieux contaminés

<sup>3</sup>Santé Canada, Division de la biostatistique et de l'épidémiologie

Le programme des lieux contaminés fédéraux de Santé Canada nécessite des données de base sur la poussière à l'intérieur des bâtiments pour que l'on puisse caractériser la contribution des sites contaminés. L'Étude sur la poussière domestique au Canada, qui s'étendra sur quatre ans, a comme objectif de remplir les lacunes dans les données d'évaluation des risques en produisant une estimation statistiquement solide du niveau de fond de produits chimiques dans la poussière domestique en milieu urbain au Canada.

La conception de l'échantillonnage visait la sélection d'un échantillon aléatoire représentatif des villes canadiennes de 100 000 habitants ou plus. En s'appuyant sur l'information déjà disponible concernant la variabilité de la concentration des métaux dans les maisons et appartements d'Ottawa, on a déterminé qu'un échantillon d'environ 1000 foyers dans 13 villes un peu partout au Canada était nécessaire. Les prélèvements comprenaient un échantillon composite recueilli à l'aspirateur et un échantillon de dépôt de poussière des sections habitées de la maison. Les échantillons recueillis à l'aspirateur sont séchés à l'air puis tamisés avant d'être soumis à l'analyse pour déterminer leurs divers composants organiques et inorganiques.

La phase 1 de l'échantillonnage a été réalisée dans 282 foyers du Sud de l'Ontario en 2007. À défaut de directives officielles publiées, il a fallu mettre au point une approche provisoire à plusieurs niveaux, fondée sur le risque, et qui permet de catégoriser les risques potentiels pour la santé humaine des produits chimiques présents dans la poussière. Cette approche fondée sur le risque a été conçue en vue d'assurer la communication des résultats aux participants à l'étude. Son aspect préventif a été jugé approprié, étant donné les renseignements limités dont on dispose quant aux risques potentiels pour la santé que pose la poussière domestique.

### Plan de lutte contre l'érosion et la sédimentation à Lauvina Woods : base des Forces canadiennes Gagetown (New Brunswick)

Martin Gavin<sup>1</sup>, B.A., ing. et Corey G. Keats<sup>2</sup>, M.Sc., ing.

<sup>1</sup>Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

<sup>2</sup>GEMTEC Limited

La base des Forces canadiennes Gagetown abrite le deuxième plus grand champ de tir et secteur d'entraînement (CTSE) du Commonwealth britannique et est d'une importance primordiale pour le programme de formation du ministère de la Défense nationale. Des milliers de soldats s'y entraînent pour diverses opérations militaires, y compris le déploiement dans des zones de conflit. Le centre d'entraînement sur machinerie lourde Lauvina Wood de l'École du génie militaire des Forces canadiennes fait partie du CTSE. Cette école enseigne l'utilisation d'équipement traditionnel de construction pour les opérations de maintien de la paix et de secours aux sinistrés, ainsi que pour les opérations en zone de conflit.

Le CTSE a été établi au début des années 1990 à proximité d'un important affluent du fleuve Saint-Jean (Rockwell Stream). Les opérations de formation exigent le déplacement fréquent de terre, huit mois par an, créant ainsi effectivement un chantier quasi permanent de construction lourde civile. La charge sédimentaire, extrêmement élevée, dépasse les 20 000 ppm, et le total des solides en suspension équivaut parfois à cent fois les normes réglementaires.

L'état du site de 50 hectares, composé de tills à haute teneur en limon (plus de 40 p. cent), exigeait la prise immédiate de mesures. Les activités d'assainissement impliquaient l'instauration de mesures permanentes de contrôle de la sédimentation afin de concilier les exigences de la formation des soldats avec les besoins environnementaux et écologiques. L'approche choisie a été la création de secteurs d'entraînements compartimentés (ou « bacs à sable ») qui empêchent la dispersion des sédiments produits lors de la formation et qui les canalisent vers de grands bassins de décantation. En combinant des solutions issues du génie civil, le reverdissement et le recours aux flocculants chimiques, ce plan constitue une approche unique du contrôle de la sédimentation.



28 AVRIL AU 1 MAI 2008

### **Directives pour l'évaluation des risques d'intrusion de vapeur sur les sites contaminés : mise à jour de Santé Canada (2008)**

Jo-Ann Aldridge<sup>1</sup>, Heather Jones-Otazo<sup>1</sup>, Meghan Roushorne<sup>1</sup>, Lindsay Smith<sup>1</sup>, Christopher Rowat<sup>1</sup>, Ian Mitchell<sup>2</sup>, Ian Hers<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Santé Canada, Division des lieux contaminés

<sup>2</sup>Meridian Environmental Inc.

<sup>3</sup>Golder Associates Ltd.

La migration de matières organiques en phase gazeuse depuis la subsurface jusqu'à l'intérieur des bâtiments, par intrusion de vapeur, peut constituer une préoccupation importante pour la santé humaine sur les sites contaminés de juridiction fédérale. Santé Canada a élaboré une directive en vue de l'évaluation de cette méthode d'infiltration, directive comportant un guide écrit et un tableur électronique.

L'une des caractéristiques fondamentales du tableur est qu'il établit des distinctions clés entre les hypothèses par défaut jugées appropriées pour l'évaluation quantitative préliminaire des risques, d'une part, et les niveaux définis pour l'évaluation des risques spécifiques au site, de l'autre, ce qui pourrait changer les options d'assainissement disponibles pour les gardiens fédéraux de sites contaminés.

Le principe clé de la directive est la dérivation de facteurs d'atténuation partiellement spécifiques au site au moyen du modèle de Johnson et Ettinger. Elle précise également quel est le minimum essentiel de données dont il faut disposer pour cerner les voies d'intrusion de la vapeur, tout en insistant sur le besoin de multiples sources de données. Enfin, elle définit les conditions de site considérées comme des facteurs d'empêchement pour l'évaluation de l'intrusion de vapeur à l'aide de facteurs d'atténuation modélisés.

Les lacunes actuelles dans les données scientifiques concernant l'intrusion de vapeur posent problème en matière de prise de décisions. Il reste, par exemple, des défis à relever sur le plan de la modélisation de l'intrusion de vapeur, spécifiquement en ce qui concerne les solvants chlorés, la biodégradation et les milieux particuliers, comme ceux du Nord canadien. Cette directive de Santé Canada vise à résoudre ces lacunes par une approche conservatrice.

### **Plans techniques de travail sur le terrain pour la démilitarisation et l'assainissement de sites contaminés par des armes chimiques au polygone d'essais de la base des Forces canadiennes Suffield (Alberta)**

David Simpson, ing., Golder Associates Ltd.

Le polygone d'essais de Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) Suffield, près de la ville de Ralston, en Alberta, a été créé en 1941 pour servir à diverses fins militaires, mais principalement pour l'essai, l'utilisation, l'entreposage, l'élimination et la destruction des armes chimiques comme l'agent moutarde, la lewisite et les agents neurotoxiques pendant et après la Deuxième Guerre

mondiale. En conséquence de ces activités, plusieurs sections du polygone d'essais sont ou pourraient avoir été affectées par des agents chimiques, par du matériel ou de l'équipement dont l'utilisation est liée aux armes chimiques ou par des munitions explosives non explosées (UXO). Le ministère de la Défense nationale étudie actuellement les options pour la réduction des risques associés à ces zones du polygone d'essais, y compris la démilitarisation et l'assainissement.

L'exécution de ce projet requiert une grande capacité de réaction et d'adaptation, étant donnés les facteurs impondérables que constituent l'étendue inconnue de la dispersion des principaux contaminants préoccupants et leur nature hautement dangereuse, les lacunes dans la documentation sur les anciennes pratiques d'élimination, le temps qui s'est écoulé depuis la fin de ces activités et l'ancienne coutume d'enfouir du matériel de laboratoire et d'essais sur le terrain, ce qui peut comprendre des armes chimiques et des UXO, dans des puits et tranchées qui étaient ensuite remplis et recouverts.

Une stratégie générale a été mise au point pour étudier la réduction des risques dans l'assainissement. La première étape de la stratégie est de démilitariser la zone afin de retirer et de détruire les armes chimiques et les UXO dans une enceinte de fossé, puis de procéder à l'assainissement conventionnel pour éliminer les contaminants résiduels, dont les métaux, les produits chimiques de laboratoire et les produits de dégradation des armes chimiques. Plusieurs techniques serviront à la destruction ou au traitement du matériel et des sols affectés par les armes chimiques, y compris l'incinération accompagnée de neutralisation chimique ou de stabilisation, ce qui a pour but d'assurer la sécurité durant la manipulation et le transport des sols traités et des sous-produits solides du traitement (p. ex., cendres d'incinération) vers un site d'enfouissement adéquat et pendant leur élimination. Toute tâche relative à l'assainissement devra être effectuée par une équipe spécialisée composée de membres du personnel du RDDC Suffield et d'entreprises privées. Cette affiche illustrera certaines des principales questions, des défis et des solutions possibles associés à ce projet complexe.

### **Étude des matériaux enfouis à un ancien internat**

Chris Ludwig<sup>1</sup>, Stewart Arnott<sup>1</sup> et Ed Domijan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Franz Environmental Inc.

<sup>2</sup>Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

Au cours de l'été 2007, Franz Environmental Inc. a effectué une évaluation environnementale de phase III à l'ancien internat situé sur le terrain de la réserve de la Première nation Daylu Dena à Lower Post, dans le nord de la Colombie-Britannique. L'évaluation de phase III, réalisée par Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) pour Affaires indiennes et du Nord Canada (AINC), a porté sur l'identification des matériaux enfouis associés aux bâtiments de l'ancien internat.

**28 AVRIL AU 1 MAI 2008**

Vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le gouvernement fédéral a commencé à collaborer avec diverses organisations religieuses dans le développement et l'administration d'un système d'internat qui permettrait d'assurer l'éducation des autochtones et favoriserait leur intégration dans la société canadienne. De telles écoles ont donc vu le jour dans presque chaque province et territoire, y compris la Colombie-Britannique. On estime qu'environ 100 000 enfants ont fréquenté ces institutions au fil des ans. La plupart d'entre elles avaient fermé leurs portes au milieu des années 1970. Depuis, plusieurs personnes se sont manifestées pour faire connaître leurs histoires personnelles et douloureuses d'abus sexuel et de mauvais traitements. Toute étude environnementale de ce type de site doit donc accorder une considération particulière à l'histoire et à l'héritage des internats.

L'école de Lower Post a été détruite dans un incendie survenu à la fin des années 1980. Par la suite, on a enfoui certaines parties des bâtiments dans la subsurface du site. On y trouve également une biocellule et quatre empilements de terre. Les études précédentes avaient révélé la présence de contaminants préoccupants dans le sol, dans certaines sections du site, soit des hydrocarbures pétroliers, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH) et des métaux lourds. On avait également détecté des matériaux de construction enfouis contenant de l'amiante à proximité des bâtiments de l'ancienne école.

Le programme d'évaluation de 2007 comprenait l'étude des rapports environnementaux antérieurs et l'analyse des lacunes sur le plan des données, la consultation des membres de la population locale dans le but de comprendre leurs besoins et de déterminer quelles étaient les anciennes structures, l'étude de vieilles photos aériennes, la recherche et l'étude du plan du site identifié par Bibliothèque et Archives Canada et qui date environ de 1955, l'étude de plus de 25 puits de reconnaissance dans les bâtiments et aux alentours, la délimitation de ce qui était l'édifice principal de l'école, l'arpentage du périmètre des bâtiments de l'école au moyen d'une station totalisatrice, le tamisage des échantillons mélangés de sol et de débris afin d'en évaluer la proportion respective et l'emploi de polygones pour définir les aires d'influence autour de chaque zone d'échantillonnage en vue du calcul détaillé de volume.

En faisant appel à la fois aux connaissances de la population locale, à la recherche historique et à des techniques novatrices d'échantillonnage et d'estimation de volume, nous avons pu arriver à des estimations défendables des matériaux enfouis et des sols affectés sur le site. Ces résultats devraient mener à l'élaboration d'un plan d'assainissement qui assure la réalisation d'économies dans l'assainissement de ce terrain, mais surtout, qui permette à la population locale de tourner la page sur cette partie douloureuse de son passé.

## **Le Rôle d'une gestion novatrice dans le succès du projet d'assainissement d'Axe Point**

M. E. Billowits<sup>1</sup>, L. Dyer<sup>2</sup>, R. Breadmore<sup>3</sup> et S. Gargan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Quantum Murray LP

<sup>2</sup>Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

<sup>3</sup>Affaires indiennes et du Nord Canada

<sup>4</sup>Conseil d'Inde Deh Gah Gotie

Cette affiche expliquera comment l'utilisation de procédures de planification et de contrôle dans la gestion du projet d'assainissement d'Axe Point a permis son achèvement en moins de temps que prévu et dans le respect du budget, tout en satisfaisant ou en dépassant les objectifs des clients et des intéressés. L'affiche illustrera certains des défis spécifiques au projet, notamment en ce qui concerne l'éloignement du site, les contraintes de temps et les engagements ambitieux du promoteur sur le plan du rendement socio-économique. Elle soulignera également l'importance des résultats exigés par Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) et Affaires indiennes et du Nord Canada (AINC), les commanditaires du projet, et de la participation du fournisseur de services à la conception du projet; ces deux éléments ont permis une planification exhaustive des mesures d'assainissement, assurant ainsi le respect du budget et du calendrier. L'affiche décrira aussi la planification approfondie des ressources effectuée par la société Quantum Murray LP et sa collaboration avec le conseil d'Inde Deh Gah Gotie, collaboration ayant pour but d'assurer une participation significative de la communauté autochtone locale au projet. Un aperçu des rapports de situation hebdomadaires et mensuels de TPSGC et des mesures internes de Quantum pour la gestion de la valeur acquise sera donné afin de démontrer le rôle déterminant des procédures de planification et de contrôle, qui ont permis le respect du budget et du calendrier de référence durant l'exécution du projet et, en conséquence, la prise de mesures correctives lorsque des écarts étaient relevés.

## **Le Contrôle par fractures du sous-sol des déversements d'hydrocarbures pétroliers : le site du lac Steves à la mine Colomac (Territoires du Nord-Ouest)**

Stephen Livingstone<sup>1</sup>, Andrew Richardson<sup>2</sup>, Ron Breadmore<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Franz Environmental Inc.

<sup>2</sup>Affaires indiennes et du Nord Canada, Direction des polluants et de l'assainissement

L'exploitation de la mine d'or à ciel ouvert de Colomac a duré de 1990 à 1997. La mine, située à 220 km au nord de Yellowknife, dans les Territoires du Nord-Ouest, a ensuite été abandonnée, et le site est maintenant sous la responsabilité de la Direction des polluants et de l'assainissement d'Affaires indiennes et du Nord Canada (AINC).

D'importants déversements incontrôlés de diesel et de produits d'essence ont eu lieu sur le site de Colomac pendant l'exploitation de la mine. On a détecté des produits pétro-

**28 AVRIL AU 1 MAI 2008**

liers en phase libre dans la subsurface de l'ancien parc de stockage. Les rives du lac Steeves ont été touchées par des hydrocarbures pétroliers, et on y observe des reflets d'hydrocarbures à divers endroits. Ces reflets sont le plus évidents après un événement de précipitation et quand le vent ou le sillage des bateaux produit des mouvements de vagues. Des barrages flottants, des matelas absorbants et des remblais tubulaires sont nécessaires pour contrôler la présence de ces hydrocarbures pendant la saison d'eau libre.

Une étude préliminaire des sédiments a été menée en 2005, et on a procédé à une étude approfondie en 2006 près de la rive, sous l'ancien parc de stockage. L'analyse des échantillons a porté sur le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et le xylène (BTEX), ainsi que sur les fractions F1-F4 d'hydrocarbures pétroliers et sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH). On a détecté l'impact des hydrocarbures pétroliers et des PAH à plusieurs endroits le long de la rive, impact qui dépassait les normes en vigueur dans d'importantes sections du lac.

Après étude des échantillons de sédiment, il est apparu clairement que les effets des hydrocarbures pétroliers et des PAH étaient disséminés d'une façon très variable, ce qui ne dépendait pas uniquement de l'emplacement des sources en amont, mais aussi de la morphologie des fractures du sous-sol rocheux, de la présence de zones de haute vitesse, des effets de canalisation et du type de substratum sédimentaire (c.-à-d. de fortement organique à stérile).

Le sous-sol fracturé constituait un défi important au développement d'un programme solide et efficace de délimitation des déversements.

AINC a mis au point un plan d'échantillonnage approfondi suivant un modèle en grille. On a fixé des repères d'échantillonnage à des intervalles de 10 mètres, pour ensuite prélever des échantillons à 2,5 m, à 5,0 m, à 7,5 m et à 10 m le long de la ligne de base de chaque intervalle.

L'analyse des échantillons de sédiments s'est réalisée de façon linéaire. Tous les échantillons ont été remis au laboratoire, qui n'analysait que le premier échantillon de chaque ligne de base. Si les rapports de laboratoire indiquaient que les concentrations d'hydrocarbures pétroliers étaient inférieures aux normes en vigueur sur une ligne, on mettait fin à l'analyse de cette ligne. Le laboratoire devait ensuite analyser les prochains échantillons, dans l'ordre linéaire, jusqu'aux lignes où une délimitation supplémentaire s'avérait nécessaire. Le processus se poursuivait jusqu'à ce qu'on relève des concentrations inférieures aux normes applicables dans toutes les lignes.

Cette affiche illustrera les défis et les approches de l'évaluation des contaminants dans un milieu de contrôle des déversements par les fractures de sous-sol, les méthodes d'échantillonnage de sédiments et leurs résultats.

### **La Carte cliquable : un outil interactif convivial de rapport électronique**

Tuula Talvila et Stephen Livingstone  
Franz Environmental Inc.

La carte cliquable est un outil interactif de rapport électronique sur navigateur Web qui a été mis au point dans le but de fournir une version électronique de rapports imprimés sur une page Web HTML standard.

À la différence du rapport imprimé typique, le rapport interactif est présenté sur un plan spatial au moyen de cartes. Les éléments cliquables de la carte permettent au client d'approfondir sa recherche en accédant à des sections du rapport liées à cet élément. Par exemple, en cliquant sur un site où on a effectué l'échantillonnage du sol, l'utilisateur ouvre un fichier en format PDF qui contient les données pertinentes sur la composition chimique du sol. De la même façon, les symboles de photo et de vidéo donnent accès aux photographies et aux vidéos qui ont été réalisées sur les lieux.

Bien qu'il ne s'agisse pas d'une méthode aussi sophistiquée de présentation de données géospatiales que les systèmes d'information géographique (SIG), l'outil sur navigateur constitue un moyen relativement facile de publier électroniquement les éléments d'un rapport imprimé standard dans un format visuel et interactif pratique. Il ne requiert de l'utilisateur ni connaissances techniques, ni logiciel de pointe; tout ce qu'il faut, c'est un navigateur (le rapport se lit directement du disque dur de l'utilisateur) ou un CD (il n'est pas disponible sur Internet).

Cette affiche présentera un rapport électronique de Franz Environmental Inc. à titre d'exemple.

### **Le 1,4-dioxane : Un nouveau contaminant que l'on retrouve dans les eaux souterraines**

Stephen Livingstone et Thomas Franz  
Franz Environmental Inc.

Bien que nous ayons, en tant que société, pris les mesures indiquées au point de rejet pour assurer la protection de la santé humaine et de l'environnement contre les sites contaminés, la question des nouvelles substances chimiques présente d'importantes difficultés en vue de la gestion et de l'assainissement des sites contaminés, des évaluations des risques et de la surveillance de site. Les nouveaux contaminants sont des produits chimiques qui ne font, pour l'instant, l'objet d'aucune réglementation, qui peuvent avoir des effets inconnus ou pas tout à fait compris sur la santé et sur l'environnement et qui suscitent des intérêts publics et/ou réglementaires.

On a récemment découvert, aux États-Unis, du 1,4-dioxane dans des centaines de sites contaminés. Des rapports de décision ont été renversés en s'appuyant sur la présence de 1,4-dioxane. À ce titre, de nouveaux systèmes de traitement avancés doivent être installés. On a découvert le stabilisateur d'agents solvants 1,4-dioxane en coexistence avec d'autres

**28 AVRIL AU 1 MAI 2008**

composés organiques volatils dans les eaux souterraines, y compris le tétrachloréthylène (TCE), l'acide trichloroacétique (TCA) et le perchloréthylène (PCE). Il est plus que probable que tous les panaches de solvants chlorés importants (TCE, PCE, TCA) coexistent avec un panache de 1,4-dioxane. Au Canada, le site de la décharge de Gloucester à Ottawa, propriété de Transport Canada, est un exemple de panache de 1,4-dioxane à grande échelle. Le site a été au centre d'une évaluation environnementale et de travaux d'assainissement et d'évaluation des risques au cours des 20 dernières années.

Les principales préoccupations concernant le 1,4-dioxane est le fait qu'il s'agit probablement d'un agent cancérigène, qu'il n'est pas assujéti à l'adsorption et qu'il est extrêmement résistant aux transformations abiotiques et biotiques. On le considère comme un solvant de l'eau (il dissout l'eau) et voyageant à la même vitesse que l'eau souterraine. À ce titre, les méthodes classiques d'assainissement des eaux souterraines, y compris les méthodes de traitement au charbon activé et du strippage à l'air, ne sont pas efficaces. Les seuls traitements efficaces sont les traitements au rayonnement ultraviolet et par oxydation chimique. De nombreux puits d'approvisionnement en eau publics ont été fermés aux États-Unis en raison de la présence de 1,4-dioxane.

Le 1,4-dioxane est principalement utilisé comme solvant à peinture, vernis, laques, cosmétiques, déodorants et est souvent utilisé comme stabilisateur et inhibiteur de corrosion avec d'autres solvants chlorés.

À l'heure actuelle, le Canada n'a pas de directive concernant le 1,4-dioxane. Cependant, nous avons appris que Santé Canada cherche à établir un critère, alors que les derniers projets de norme du Ministère de l'environnement de l'Ontario comprenaient une norme sur la présence de 1,4-dioxane dans les eaux souterraines aux fins d'examen et de rétroaction. Aux États-Unis, les niveaux d'intervention de l'état concernant les eaux souterraines varient entre 3 parties par milliard (ppb) en Californie et 85 ppb au Michigan.

Cet exposé dressera le portrait de la présence du nouveau contaminant 1,4-dioxane, puis de l'histoire, de la réglementation et des interventions correctives relativement à celui-ci.

### **L'Évaluation des résultats et les considérations relatives à la conception de plans d'assainissement in situ, par barrières multiples, des eaux souterraines contaminées au trichlorure d'éthylène**

Brian Whiffin<sup>1</sup>, Robert W. Tossell<sup>1</sup>, Blair Greenly<sup>1</sup>, Benoit Allen<sup>2</sup>, Luc Arguin<sup>2</sup> et Bernard Michaud<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CH2M HILL Canada Ltd.

<sup>2</sup>Dessau- Soprin Inc.

<sup>3</sup>Ministère de la Défense nationale

Les conditions dominantes dans la subsurface peuvent affecter le résultat des techniques d'assainissement in situ et les coûts d'assainissement pour le reste du cycle de vie. Outre les dimensions du site à assainir, d'autres facteurs ont parfois une

incidence importante sur la mise en œuvre et le coût des opérations et, au bout du compte, sur le choix d'une technique et le délai nécessaire à l'atteinte des objectifs d'assainissement. Parmi les facteurs les plus cruciaux en la matière, on compte la profondeur des contaminants, les propriétés hydrauliques, la température et le contact du substrat de traitement avec le milieu solide affecté, les objectifs d'assainissement, ainsi que la proximité d'infrastructures et de récepteurs. Les constatations de cette étude apportent de nouveaux éléments à l'évaluation de la faisabilité de méthodes de traitement in situ pour les projets d'assainissement des eaux souterraines dans un climat froid, voire nordique.

Cette affiche illustrera les résultats des essais pilotes d'une technique à barrières multiples pour l'assainissement in situ de sols contaminés au trichlorure d'éthylène à la base des Forces canadiennes Valcartier. L'unité géologique de Valcartier, dans la zone de l'essai pilote, se compose de gros sable et de gravier, de la surface jusqu'à l'unité de confinement du sous-sol rocheux, située approximativement de 20 à 28 mètres de profondeur. La présence d'eaux souterraines a été détectée à 10 mètres sous la surface, la conductivité hydraulique moyenne étant de 7,2 E-4 m/s et la température moyenne de 6° C. Les conditions dominantes du site représentent un défi en ce qui concerne le recours aux techniques d'assainissement in situ, car celles-ci nécessitent la livraison et le mélange d'air ou de substrats (barbotage, bioassainissement ou oxydation chimique in situ), un système de traitement par circulation passive (barrières réactives perméables) ou encore l'extraction de l'eau (pompage et traitement) ou de la vapeur (extraction des vapeurs du sol). À Valcartier, les techniques choisies pour l'essai pilote comprenaient le barbotage, une barrière réactive perméable de fer zéro valent et une solution multitechniques qui combinait le fer zéro valent, le bioassainissement et le barbotage. On a injecté de l'EHC® comme source supplémentaire de carbone afin de stimuler le bioassainissement. À notre connaissance, il s'agissait du premier essai pilote majeur à porter sur les effets synergiques potentiels d'une barrière mixte de fer zéro valent et d'EHC®.

L'affiche illustrera les mécanismes de traitement qui peuvent théoriquement intervenir dans la barrière réactive multiple et les comparera aux résultats obtenus et aux constatations effectuées durant l'essai. Les voies biotiques et abiotiques y sont examinées. Les résultats de l'essai pilote suggèrent que les concentrations de trichlorure d'éthylène et de cis-1,2-dichloroéthylène dans les eaux souterraines ont diminué de 50 à 75 p. cent avec la combinaison employée pendant l'essai pilote, selon l'endroit précis dans la zone d'essai. La plus grande diminution de la concentration de composés organiques volatils chlorés (CCOV) a été observée là où on a employé la barrière de fer zéro valent et d'EHC®. Les concentrations de trichlorure d'éthylène et de cis-1,2-dichloroéthylène y ont baissé malgré le froid (températures de 5 à 8° C) et les vitesses d'écoulement souterrain plus élevées que prévues. L'évaluation de la proportion de trichlorure d'éthylène et de cis-1,2-dichloroéthylène montre qu'il y a eu peu de changement dans la distribution entre les puits en amont de la pente d'écoulement et ceux en aval. Cela signifie que le trichlorure d'éthylène et le

**28 AVRIL AU 1 MAI 2008**

cis-1,2-dichloroéthylène se dégradent à un rythme relativement identique, ce qui laisse croire que cette dégradation est principalement abiotique. Ces résultats suggèrent que l'EHC®, source de carbone, n'a pas joué un rôle important dans la dégradation des composés organiques volatils chlorés pendant la période d'essai. Les populations de bactéries anaérobies, requises pour la déchloration réductive, étaient inexistantes ou très faibles. Quant au taux d'oxygène dissous, le principal accepteur d'électrons en eaux souterraines, il n'avait pas suffisamment diminué pour assurer l'efficacité du traitement.

Nous expliquerons les facteurs dominants d'incidence sur le succès de l'opération et sur les coûts estimés pour le cycle de vie, ainsi que les implications de l'essai pilote pour la mise en œuvre et le fonctionnement à grande échelle de ces techniques.

### **Les Produits pharmaceutiques et les produits d'hygiène et de beauté (PPPHB) dans l'environnement : une menace pour nos ressources en eau ?**

Thomas Franz et Stephen Livingstone  
Franz Environmental Inc.

En 2007, plusieurs politiciens du fédéral et de la province de l'Ontario ont accepté de soumettre des échantillons de leur sang à une analyse visant la détection de toutes sortes de contaminants. Les résultats de cette étude ont suscité beaucoup d'attention de la part des médias. Parmi les substances identifiées, on comptait des composés cancérigènes, des neurotoxines et des perturbateurs endocriniens tel que l'on peut en trouver dans les pesticides, dans les produits chimiques antiadhérents, dans les produits ignifuges, dans les plastifiants, dans les produits pharmaceutiques et dans les produits d'hygiène et de beauté.

Cette affiche résumera les connaissances actuelles sur la présence de PPPHB et de leurs métabolites dans les eaux de surface et les eaux souterraines. La production et l'utilisation de PPPHB s'étant accrues, on détecte de plus en plus fréquemment ces substances dans les réserves d'eau, et ce, partout dans le monde. Leurs effets sur l'être humain, à faible concentration dans ces milieux, n'est pas encore connu. Cela dit, des études réalisées sur des amphibiens et des poissons ont démontré la féminisation de certaines espèces, ce qui indique la possibilité d'altération génétique. Pour l'instant, il n'existe au Canada aucune norme ni directive concernant l'évaluation des sols, des sédiments et de l'eau. Un survol de la situation dans d'autres pays (États-Unis, Europe) nous permettra d'illustrer l'état actuel des choses et d'aborder la question de la réglementation attendue en matière de PPPHB.

### **Évaluation du risque écologique et du risque pour la santé humaine – Démarche intégrative**

Geordie Clyde, Jody Berry, Cindy Robinson, David Rae,  
Shelley Johnson  
Golder Associates Ltd.

L'évaluation du risque peut servir à évaluer efficacement les possibilités d'intervention relatives aux sites contaminés. Dans de nombreux cas, il est nécessaire d'évaluer les risques auxquels sont exposés les récepteurs écologiques et humains. L'évaluation distincte du risque écologique et du risque pour la santé humaine peut engendrer certaines difficultés, étant donné l'absence probable de complémentarité des résultats finaux. Lorsqu'on intègre l'évaluation du risque écologique et du risque pour la santé humaine à un processus unique, il devient possible de réaliser une évaluation holistique des liens et des interactions entre les récepteurs et les stressors. La pratique de l'évaluation du risque évolue constamment; elle met de plus en plus l'accent sur la représentation de la « réalité ». Cette présentation par affichage illustrera la fusion des méthodes probabilistes avec l'évaluation intégrée du risque écologique et du risque pour la santé humaine, et ce, en fonction de divers degrés de complexité, déterminés par les mécanismes et par les récepteurs. Grâce à l'environnement de modélisation GoldSim®, il est possible de transposer le modèle conceptuel des mécanismes écologiques et humains en modèle informatique. L'assemblage de modules discrets et de liens explicites comporte de nombreux avantages par rapport à la méthode du chiffrier, notamment l'association explicite d'unités assorties d'une valeur numérique et la navigation simplifiée au sein du modèle. Dans un environnement de modélisation, la planification conceptuelle d'une évaluation intégrée, outre la communication de ses résultats, tirent grandement parti de l'illustration graphique des mécanismes d'exposition, en particulier dans les cas de conversion d'échelle brute à échelle fine.

### **Risque de cancer de la peau lié à l'exposition au benzopyrène présent dans le sol, exprimé en unité de surface**

Anthony L. Knafla, M.Sc., DABT, Equilibrium Environmental Inc.

Dans les sites contaminés, les êtres humains sont exposés, par contact cutané, au benzopyrène présent dans le sol. Chez les souris, l'exposition au benzopyrène engendre le cancer de la peau. En conséquence, les humains pourraient courir un risque similaire. À l'heure actuelle, aucun protocole par défaut ne permet d'estimer les risques de cancer de la peau qui seraient liés à l'exposition au benzopyrène chez l'humain. En fait, les protocoles types d'évaluation du risque prévoient l'analyse de l'exposition cutanée en fonction de la dose absorbée par la peau et des effets exercés sur les tissus internes. Le fait que les protocoles d'études relatives à l'application de peinture sur la peau des souris prévoyaient la présence de benzopyrène dans l'acétone, au lieu des sols, est venu compliquer la situation. En conséquence, cet aspect peut exercer une influence significative sur la proportion de la dose conservée

**28 AVRIL AU 1 MAI 2008**

par la peau. L'existence d'une méthode alternative permettrait d'estimer le risque de cancer de la peau chez l'humain, engendré par l'exposition au benzopyrène présent dans le sol des sites contaminés, d'après les résultats d'études sur l'application cutanée de peinture chez la souris, ainsi que les données d'études *in vitro* ayant permis d'examiner les taux différentiels de rétention cutanée engendrée par l'ajout d'une dose de benzopyrène à l'acétone et au sol. Le calcul d'un critère de risque environnemental, fondé sur la présence de benzopyrène à raison de 2,0 mg/kg dans le sol, a servi à évaluer la protection des humains contre le risque de cancer de la peau. Cet élément diffère donc des critères élaborés en fonction de l'exposition cutanée au benzopyrène, après l'absorption d'une dose donnée.

### **Effets de l'exposition au diesel sur la survie, la croissance et l'expression génétique de la truite arc en ciel**

Lizzy Mos<sup>1</sup>, Glenn A. Cooper<sup>2</sup>, Christine Lussier<sup>1</sup>, Ben F. Koop<sup>2</sup>, Marc Cameron<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hemmera

<sup>2</sup>Centre de recherche biomédicale, Université de Victoria

Chaque jour, la population du monde entier consomme près de 3 milliards de gallons de pétrole. À elle seule, l'année 2005 a donné lieu au déversement de 17 000 tonnes de cette substance. Bon nombre de ces événements se sont traduits par des déversements de diesel dans les eaux intérieures, qui pourraient avoir engendré des répercussions sur l'écosystème des eaux douces. Dans le cadre de cette étude, l'application d'une nouvelle méthode d'essai préliminaire bio test de diesel sur la truite arc en ciel juvénile (*Oncorhynchus mykiss*) a permis de simuler l'exposition à un déversement. Une analyse chimique a servi à identifier les composants individuels présents dans la solution d'essai. Le contrôle de la survie, à la suite d'une exposition d'une durée de 7 ou de 14 jours, a permis d'établir les concentrations létales. L'utilisation d'une puce ADN renfermant 16 000 gènes de salmonidés, déterminée par le Consortium de recherche en génomique sur tous les salmonidés (cGRASP), a permis d'observer le foie des truites et de repérer ainsi les changements transcriptionnels pouvant révéler certains effets toxiques subtils, en plus d'établir certains mécanismes d'action. L'exposition à des quantités variant de 40 à 100 mg/l de diesel (taux de mortalité de 33 % à 100%) a affecté la survie des truites. L'ensemble des doses mises à l'essai (0,8 à 40 mg/l) a modifié l'expression génétique. Toutefois, seules les doses les plus élevées ont entraîné une régulation significative à la hausse ou à la baisse des batteries de gènes. Parmi les batteries de gènes ayant subi une régulation à la baisse figuraient certains gènes intervenant dans le transport et la liaison des éléments d'oxygène, ainsi que d'autres protéines transporteuses. Les gènes responsables du système immunitaire et de la désintoxication (enzymes métabolisants et transporteurs d'électrons) figuraient parmi les gènes ayant subi le plus grand nombre de régulations à la hausse.

Qui plus est, les chercheurs ont réussi à documenter le fait que le diesel puisse servir de perturbateur endocrinien. Étant donné les connaissances très restreintes sur les effets toxiques du diesel, cette étude a permis de franchir une première étape déterminante en faveur de l'identification des risques liés, à court et à long termes, aux déversements de diesel dans les écosystèmes des eaux douces.

### **Étude de cas sur la rentabilité de l'élimination des liquides denses en phase non aqueuse (LDPNA) : assainissement des eaux souterraines et des sols contaminés d'une raffinerie située près de Montréal (Canada), grâce à Ivey-sol<sup>MD</sup>, technologie d'assainissement des agents de surface**

George A. Ivey, B.Sc., CEC, CES, CESA  
Ivey International Inc.

Cette présentation par affiche portera sur l'application *in situ* d'Ivey-sol, technologie d'assainissement des agents de surface, dans une raffinerie en activité près de Montréal, au Canada. L'application de la technologie Ivey-sol a permis d'accroître la récupération massive de contaminants chlorés présents dans le sol et la nappe phréatique. Avant de procéder à l'assainissement de son site à l'aide d'Ivey-sol, le client a fait l'essai de plusieurs technologies d'assainissement assorties de frais élevés, mais sans succès. En résumé, la technologie d'assainissement des agents de surface Ivey-sol a augmenté le taux de récupération des contaminants de plus de 800 %, plus précisément de 1 200 %. Elle a favorisé la récupération rapide et rentable des LDPNA. Ces contaminants présents dans le sol et la nappe phréatique posaient un risque important pour l'aquifère souterrain d'une municipalité voisine.

L'étude de cas fournit un aperçu des conditions du site, de la source et de l'étendue du panache produit par les contaminants, de la conception et de l'installation du système Ivey-sol, ainsi que du processus d'application ayant permis au client de réaliser d'importantes économies de temps et d'argent.

Un bref aperçu de la technologie Ivey-sol, outre des schémas illustrant le procédé d'injection d'Ivey-sol et le procédé de récupération des contaminants, ainsi que la récupération massive des composants chlorés individuels au fil du temps, constitueront également des détails présentés lors de cet exposé.