CEMRS
Centre d'excellence de Montréal en réhabilitation de sites

MCEBR
Montréal Centre of Excellence in Brownfields Rehabilitation

Ville de Montréal

Analyse, identification et recommandation de solutions pour le captage et le traitement des eaux souterraines et des phases flottantes d'hydrocarbures du Parc d'Entreprises de la Pointe-Saint-Charles (PEPSC)

Sommaire exécutif

Extrait du rapport final

Préparé par :

CEMRS

Présenté à :

Direction de l'environnement et du développement durable
Service des infrastructures, transport et environnement

Août 2009
(Révision octobre 2009)

SOMMAIRE EXÉCUTIF

La Ville de Montréal a acquis la propriété du site du Parc d'entreprises de la Pointe-Saint-Charles (PEPSC) en 1989. Ce site, constitué à même le lit du fleuve Saint-Laurent, a été utilisé, notamment comme dépotoir de matières résiduelles et dangereuses, jusqu'en 1966. D'une superficie d'environ 46 ha, le site du PEPSC est localisé dans l'Arrondissement Sud-Ouest de la Ville de Montréal, en marge de la rive nord du fleuve Saint-Laurent, entre le pont Victoria et les voies d'accès à l'autoroute Bonaventure. L'eau souterraine est contaminée par des hydrocarbures pétroliers, des biphényles polychlorés (BPC), des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des métaux et de l'azote ammoniacal. Cette eau souterraine qui s'écoule au fleuve ne respecte pas les exigences de l'article 36 (3) de la Loi sur les pêches.

La problématique environnementale du site du PEPSC est fort complexe. Depuis son acquisition, la Ville poursuit ses interventions environnementales et elle maintient sa volonté d'agir en collaboration avec ses partenaires afin d'identifier et d'appliquer une solution globale à la contamination des écoulements au fleuve. La solution qui sera donc retenue par la Ville de Montréal devra tenir compte des interactions avec les propriétés adjacentes du Canadien National (CN), de la Société des Ponts Jacques-Cartier et Champlain inc. (PJCCI) et du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). Cette solution devra aussi tenir compte du plan de développement de la Société du Havre de Montréal qui aura un impact sur l'aménagement du site. Sur le plan environnemental, les études menées depuis 2006 par le CEMRS ont permis de confirmer la toxicité de l'eau souterraine, de développer un modèle numérique de l'écoulement de la nappe et d'effectuer des essais en laboratoire sur des technologies potentiellement capables de traiter les eaux souterraines des sites du PEPSC et de la Société des ponts Jacques-Cartier et Champlain inc. (PJCCI). Les résultats ont montré que les approches biologiques et physico-chimiques avaient le potentiel de régler la problématique et qu'elles méritaient d'être testées à l'échelle pilote.

En 2008, la Ville de Montréal a octroyé au CEMRS le mandat d'analyser, d'identifier et de recommander des solutions pour le captage et le traitement des eaux souterraines et des phases flottantes d'hydrocarbures du site du PEPSC. Pour y parvenir, le CEMRS a coordonné de la réalisation des activités suivantes :

1) La caractérisation complémentaire : L'objectif de cette étude était d'obtenir des résultats analytiques récents sur la qualité de l'eau souterraine du site du PEPSC en vue de raffiner la modélisation numérique de l'écoulement et de mieux évaluer la distribution de la contamination en phase dissoute et des phases flottantes d'hydrocarbures.

2) Quatre essais pilotes sur le terrain : L'objectif était de lever certaines incertitudes qui sont apparues suite à un appel au savoir-faire de l'industrie pour proposer des solutions de traitement de la phase dissoute dans l'eau souterraine du site.

3) Un essai de faisabilité du traitement par ozonation des eaux souterraines : Un banc d'essai a été préparé en collaboration avec l'École de Technologie Supérieure (ETS) dans le but d'évaluer le potentiel de réduire les concentrations d'azote ammoniacal dans l'eau souterraine.

4) La modélisation numérique complémentaire de l'écoulement des eaux souterraines, dont l'un des objectifs était d'établir les paramètres de conception pour les technologies de captage applicables au site. On visait aussi à effectuer le bilan de l'épaisseur et du volume d'hydrocarbures en phases flottantes présents sur le site.

5) La confection d'un répertoire des technologies potentiellement applicables au site du PEPSC. Ces technologies sont regroupées en trois catégories distinctes - captage, séparation, traitement - qui correspondent aux étapes à suivre au moment de l'élaboration d'une solution pour la gestion de la contamination associée au site du PEPSC.

6) La préparation d'un outil décisionnel pour le choix des technologies à l'intention des gestionnaires du dossier.

Les quatre trains de technologies mis en place pour les essais pilotes visaient l'application de processus biologiques dans le cas du processus *eMaMoc* de Golder et Associés et de la Zone Réactive *in situ* de Géophase et d'une combinaison des technologies biologiques et d'adsorption pour les processus *Multi - Points* (Golder et Associés) et *Biologique – Filtration* de Sanexen Services Environnementaux.

Il est à noter que les essais pilotes que le CEMRS a commandés se sont déroulés sur une période de douze à treize semaines.

Lors des essais pilotes, seul le processus *Biologique – Filtration* a démontré son efficacité à réduire les concentrations des contaminants problématiques sous les valeurs cibles des règlements en vigueur en respectant les lignes directrices établies par le CEMRS pour les essais pilotes. Le CEMRS est d'avis que ce train de traitement présente des résultats intéressants, qui, avant d'être implanté à pleine échelle devra démontrer, sur une période longue et continue, son efficacité et sa performance à réduire les concentrations des contaminants problématiques et le niveau de toxicité de l'eau souterraine. Rappelons que les essais des processus *eMaMoc* et *Multi - Points* ont démontré leurs capacités de réduire les concentrations de tous ou de certains contaminants problématiques, toutefois, sans respecter les Lignes directrices du CEMRS.

Les résultats des essais pilotes ont été affectés par la courte durée des essais et par des évènements qui ont nécessité des ajustements au cours de réalisation tel que la venue de phase flottante, le refroidissement de la température et le colmatage des équipements par le fer. Ils reflètent donc l'efficacité et la performance du traitement testé pour ces circonstances spécifiques.

Les résultats de l'essai de faisabilité en laboratoire sur les eaux souterraines du PEPSC démontrent que l'ozonation n'a qu'un effet très marginal pour transformer l'azote ammoniacal en nitrates ou en azote. Cet effet est loin d'être suffisant pour abaisser la concentration de ce contaminant d'un facteur tel que les tests de toxicité aigüe avec la truite arc-en-ciel soient réussis. Donc au mieux, le traitement à l'ozone ne pourrait offrir qu'une contribution marginale dans un procédé de traitement et il ne pourrait pas en constituer le maillon principal. Cette approche est complexe, délicate et coûteuse, ce qui la rend peu intéressante de l'avis du CEMRS.

Les travaux associés à la modélisation complémentaire ont permis de calculer, aux limites de la propriété, que le flux d'eau souterraine estimé sortant du site est de 530 m^3/jour. En période de crue printanière, ce flux peut doubler. Le volume de phase libre est évalué à environ 1 850 m^3 d'hydrocarbures à l'intérieur des limites de la propriété. Ces phases, caractérisées par une viscosité variable, se retrouvent principalement dans la portion est du site de façon discontinue. En ce qui concerne les BPC contenus dans ces phases flottantes, des indications montrent que depuis 1995, près de 90 % des résultats analytiques indiquent des concentrations supérieures à 50 ppm.

Dans son analyse, le CEMRS a voulu doter le gestionnaire de projet d'un outil d'aide à la décision en vue de permettre à la Ville de Montréal de sélectionner la meilleure approche pour solutionner le défi technique de la gestion des phases libres et de la toxicité des eaux souterraines du site du PEPSC.

À partir du répertoire des technologies potentiellement applicables au site du PEPSC, les technologies pour le captage des eaux souterraines et des phases flottantes d'hydrocarbures qui présentent le meilleur potentiel sont :

* La barrière hydraulique;
* La barrière étanche ancrée avec contrôle hydraulique et;
* La barrière de type Entonnoirs et Fenêtres "Funnel and gate".

L'implantation des technologies de captage pourrait se faire le long de la limite sud du site du PEPSC et sur une longueur d'environ 2,1 km.

Toutes ces technologies sont aptes à intercepter l'écoulement des eaux souterraines du site. Le choix d'une technologie par rapport aux autres devrait tenir compte du niveau de protection requis contre le risque environnemental, du coût d'investissement sur 20

ans et de l'adaptabilité de cette technologie au plan d'aménagement qui sera établi dans le futur.

La séparation des phases flottantes d'hydrocarbures des eaux souterraines est possible par l'application de techniques *in situ* par extraction directement dans les puits ou *ex situ* au moyen de séparateurs statiques ou dynamiques. Il faut prévoir que les hydrocarbures recueillis contiendront vraisemblablement des BPC au-delà de 50 ppm, ce qui augmentera le coût de leur traitement ou de leur élimination. Les technologies retenues par le CEMRS sont classées, ci-après, selon leur capacité à réduire la quantité d'huile présente dans l'eau avant l'étape de traitement, mais aussi à gérer de grands volumes d'eau contaminée. Il s'agit des technologies de séparation du type Séparateur eau-huile et bassin de décantation, du type Système de flottation par air dissous (DAF), du type Centrifugation et du type Écrémage.

Le traitement des eaux souterraines pourrait se faire en utilisant une approche biologique, particulièrement pour l'élimination de l'azote ammoniacal. Les réactions biologiques se déroulent dans un milieu qui permet la survie et le développement de bactéries aérobies et ce milieu peut se trouver dans un bioréacteur, un marais filtrant évolué ou dans la matrice des sols elle-même. La deuxième approche qui semble donner les résultats attendus est la filtration sur des médias connus pour adsorber les contaminants. Cette filtration peut aussi être mise à profit en amont ou en aval d'un système de traitement principal. Une troisième approche qui a été testée avec succès lors des essais de traitabilité en 2006-2007 est l'ultrafiltration et la nanofiltration; bien que cette technologie n'ait pas été testée lors des essais pilotes de 2008, des applications commerciales fonctionnent, notamment dans le cas de procédé d'épuration des lixiviats d'une usine de valorisation des gaz.

L'option de réinjecter les eaux traitées dans la portion nord du site est également proposée. Il est en effet possible que cette façon de procéder puisse réduire la durée requise du traitement. Certaines incertitudes demeurent cependant, notamment en ce qui concerne l'effet de l'injection d'eau sur l'hydrogéologie locale et sur les concentrations des contaminants traités.

Les technologies de traitement à risque faible, classées ci-après par le CEMRS selon leur degré d'efficacité, sont d'usage courant dans l'industrie de l'environnement : il s'agit des Bioréacteurs, des Marais filtrants évolués, de l'Ultrafiltration et nanofiltration et de l'Adsorption.

Comme plusieurs approches sont possibles, il appartient au propriétaire du site de déterminer la grille des critères qui guidera le choix du train de procédés technologiques qui constituera le processus de traitement optimal. Parmi les considérations, on peut citer le choix de l'approche *in situ* ou *ex situ*, le niveau de performance, l'impact des installations sur le site, les coûts de construction et d'opération, le ou les milieux récepteurs des rejets et de la fiabilité.

L'inventaire des technologies que le CEMRS estime applicables au site contient des indications sur les coûts. Compte tenu des incertitudes sur la forme et l'envergure des installations, ces chiffres sont approximatifs. Cette mise en garde étant faite, le CEMRS estime sur une base budgétaire que les coûts des solutions fonctionnelles qui présentent le moins de risques technologiques sont les suivants (M$: millions de dollars canadiens) :

Pour le captage, les coûts totaux*[1] des différentes solutions retenues ont été évalués entre 25,2 M$ et 29,7 M$. La marge d'incertitude sur ces coûts est estimée à 30 %.

Pour la séparation, les coûts totaux ont été évalués entre 4,7 M$ et 31,5 MS, avec une marge d'incertitude de 40 %.

Pour le traitement, les coûts totaux ont été évalués entre 40,5 et 60,7 M$, avec une marge d'incertitude de 40 %.

En conclusion, l'étude réalisée par le CEMRS a permis d'identifier quelques technologies qui pourraient solutionner la problématique des eaux souterraines du site du PEPSC en trois étapes qui sont le captage, la séparation des phases flottantes et le traitement de l'eau souterraine contaminée et toxique.

À ce niveau d'intervention, il est encore difficile de bien évaluer les coûts de l'ensemble du processus, car, selon le CEMRS, certains éléments doivent être précisés pour permettre à la Ville de faire le choix le plus approprié. Il s'agit :

- des objectifs de rejet établis en fonction du lieu de ce rejet;
- de la qualité de l'eau du fleuve, en bordure de l'autoroute, près du site du PEPSC;
- de la distribution des sources d'azote ammoniacal et de la phase flottante par l'implantation de nouveaux puits, notamment le long de la bordure amont du site;
- des conditions d'écoulement de l'eau souterraine du PEPSC et de son débit le long de différents axes;
- des liens hydrauliques entre les sites voisins et le site du PEPSC;
- de l'effet sur le site du PEPSC de la barrière hydraulique et du système de traitement implantés sur le site du CN;
- de l'effet de la réinjection sur le site de l'eau traitée en vue de la formation d'un bioréacteur à grande échelle;
- de confirmer que l'écoulement de la phase flottante au fleuve se limite à des zones circonscrites, tel que montrées sur la figure 7.

[1] Les coûts totaux estimés comprennent les coûts d'immobilisation et les coûts d'opération pendant 20 ans.

Les concepteurs des systèmes qui voudront s'attaquer à la problématique du site devront quant à eux :

- préciser les coûts du ou des trains de technologies qu'ils voudront implanter;
- utiliser l'outil de modélisation numérique afin de poursuivre le travail de simulation pour évaluer l'ampleur des installations requises et l'effet de différents scénarios d'intervention à grande échelle;
- établir le modèle numérique de la migration des phases flottantes d'hydrocarbures dans le but d'optimiser les modes de captage de ces phases flottantes et d'en prévoir le temps de récupération;
- évaluer sur une période d'une année la performance, la robustesse, la fiabilité, le mode d'opération et l'impact environnemental de la solution préconisée, avant d'en faire la mise en place à pleine échelle.

Compte tenu de la complexité de la problématique environnementale du site du PEPSC, il serait requis de poursuivre avec les propriétaires des terrains voisins, la démarche d'évaluer dans un contexte d'ensemble que les actions à entreprendre soient compatibles avec celles des autres propriétaires.