



Actif au cœur du développement!

Risques associés à l'implantation d'un  
Lieu d'Enfouissement Technique (LET)  
aux abords de la rivière Mitis  
(rivière à saumons)

no de réf. 9620

---

**Rapport déposé auprès du**

Bureau d'audiences publiques sur l'environnement  
du Québec

Septembre 2007

---

Activa Environnement inc.  
84, St-Germain Est, bureau 2080,  
Rimouski (Québec), G5L 3H8.

Téléphone : (418) 723-1388  
Sans frais : 1-866-392-5088  
Télocopieur : (418) 722-8764  
Courriel : [info@activaenviro.ca](mailto:info@activaenviro.ca)  
Internet : [www.activaenviro.ca](http://www.activaenviro.ca)



## **Équipe de réalisation**

### **ACTIVA Environnement**

#### **Supervision et contrôle**

Pierre Etcheverry | Biologiste, Ph. D.  
Chefs du département Environnement

#### **Chargée de projet**

Catherine Laurian | Biologiste M.Sc.

#### **Préparation du rapport**

Catherine Laurian | Biologiste M.Sc.  
Donald Dubé | Biologiste  
Pierre Etcheverry | Biologiste, Ph. D.  
Ariane Cyr | Technicienne en bureautique

---

# Table des matières

---

<b>1. Introduction</b> .....	5
<b>2. Évaluation des risques pour la biologie de la rivière Mitis</b> .....	6
2.1 Effet des métaux lourds sur les saumons et bioaccumulation dans la chaîne alimentaire .....	6
2.1.1 <i>Qu'entend-on par « métaux lourds » ?</i> .....	6
2.1.2 <i>Lieu d'enfouissement, source de métaux lourds</i> .....	7
2.1.3 <i>Exemples d'effets sur les salmonidés : cas du cadmium et du cuivre</i> .....	8
2.1.4 <i>Bioaccumulation des métaux lourds dans la chaîne alimentaire</i> .....	9
2.2 Effet de l'enfouissement des déchets issus du système de polissage du lixiviat. ....	10
2.2.1 <i>De quels déchets parle-t-on ?</i> .....	10
2.2.2 <i>Disposition des lits de tourbe et risques potentiels</i> .....	11
2.3 Effets de l'augmentation du trafic routier sur le milieu aquatique.....	11
2.3.1 <i>Mise en contexte</i> .....	11
2.3.2 <i>Risques potentiels pour le milieu aquatique</i> .....	12
2.4 Risques à long terme suite au recouvrement final .....	12
<b>3. Mesures d'atténuation, de contrôle et plan d'urgence ?</b> .....	13
3.1 Traitement des déchets hautement toxiques.....	13
3.2 Temps de réaction advenant une perte de contrôle ou un bris de matériel .....	14
3.2.1 <i>Perte de contrôle ou bris de matériel</i> .....	14
3.2.2 <i>Temps de réaction</i> .....	14
3.3 Évènements exceptionnels et contrôle du rejet à l'émissaire.....	15
<b>4. Choix du site</b> .....	16
4.1 Choix à l'échelle des MRC concernées par le projet .....	16
4.2 Choix à l'échelle de la municipalité de La Rédemption .....	17
<b>5. Choix de la technique</b> .....	18
5.1 Technique alternative : l'incinération .....	18
5.1.1 <i>Principe</i> .....	18
5.1.2 <i>Inconvénients</i> .....	18
5.1.3 <i>Avantages</i> .....	19
5.1.4 <i>Comparaison des coûts et aspects socio-économiques</i> .....	20
5.2 Technique complémentaire aux installations prévues : l'électrocoagulation. ....	22
5.2.1 <i>Principe</i> .....	22
5.2.2 <i>Inconvénients</i> .....	22
5.2.3 <i>Avantages</i> .....	22
<b>6. Conclusion</b> .....	23
Références .....	25

## **1. Introduction**

Au Québec, la plupart des experts s'entendent pour dire que la quantité de matières résiduelles générées devrait encore augmenter de façon importante avec l'évolution du mode de consommation. De fait, les problématiques d'élimination devraient se faire de plus en plus criantes et ce, même si l'objectif de 65 % de mise en valeur de ces matières est atteint un jour. Pour l'ensemble du Québec, ce sont plus de 120 millions de tonnes de matières résiduelles qu'il faudra éliminer au cours des 20 prochaines années (soit 6 Mt/an; Legast 2004). Ainsi, les besoins en infrastructures d'élimination demeureront importants pendant encore plusieurs décennies. Il faut donc, dès maintenant, songer à les implanter de façon optimale et durable.

En lien direct avec cette problématique, une proposition d'implantation d'un Lieu d'Enfouissement Technique (LET) a été déposée par les MRC de la Mitis et de la Matapédia. Ce LET leur permettrait de disposer pendant les 20 prochaines années des matières résiduelles ultimes qui ne pourront être mises en valeur. Cependant, quelques aspects du projet laissent planer un doute quant à son acceptabilité sur le plan environnemental. En effet, le projet prévoit que le LET sera implanté aux abords de la rivière Mitis, rivière à saumon reconnue, et que ses rejets seront déversés directement dans les eaux de cette rivière. Le projet fait donc présentement l'objet de contestations de la part de différents groupes de citoyens qui le jugent inacceptable dans sa forme actuelle. C'est pourquoi un Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement (BAPE) a été réuni dans le but de consulter la population de manière à éclairer la prise de décision gouvernementale, dans une perspective de développement durable.

Dans ce contexte, la Corporation de Gestion de la Pêche Sportive de la Rivière Mitis (CGPSRM) qui forme l'un des groupes contestataires, a mandaté la firme Activa Environnement pour produire un rapport d'expertise lui permettant d'appuyer sa démarche auprès du BAPE. Le présent mandat vise à identifier les risques associés à l'implantation d'un LET aux abords de la rivière Mitis, à analyser grossièrement les mesures d'atténuation, de contrôle et les plans d'urgence, à vérifier les critères qui ont conduit au choix du site retenu pour l'implantation du LET ainsi qu'au

choix de la technique (i.e. l'enfouissement) proposée pour disposer des matières résiduelles, et à proposer des techniques complémentaires ou alternatives.

## **2. Évaluation des risques pour la biologie de la rivière Mitis**

Le site retenu pour l'implantation du LET a fait l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement. Compte tenu des normes environnementales en vigueur, il ressort de cette étude que les différents impacts résiduels associés au projet varient de négligeables à moyens, tant au niveau de la phase d'aménagement qu'à celui des phases d'exploitation et de fermeture (Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis, 2006a). Des mesures d'atténuation ont été prévues afin de réduire au maximum l'intensité de ces impacts rendant ainsi le projet acceptable sur le plan environnemental (pour plus de détails, se référer à l'étude d'impact elle-même, disponible sur le site Internet du BAPE).

Cependant, malgré la qualité de cette étude d'impact, certains aspects méritent d'être questionnés car leur potentiel de risque reste présent tant pour la qualité de l'eau de la rivière Mitis (et des eaux souterraines), que pour la survie des espèces aquatiques en général (et celle du saumon en particulier) et, par extension, pour la qualité du milieu naturel et la santé humaine. Dans cette partie du rapport, quatre de ces aspects seront abordés :

- l'effet des métaux lourds sur les saumons et bioaccumulation dans la chaîne alimentaire,
- l'effet de l'enfouissement des déchets issus du système de polissage du lixiviat,
- les effets de l'augmentation du trafic routier sur le milieu aquatique,
- les risques à plus long terme suite au recouvrement final.

### **2.1 Effet des métaux lourds sur les saumons et bioaccumulation dans la chaîne alimentaire**

#### *2.1.1 Qu'entend-on par « métaux lourds » ?*

La notion de métaux lourds (ou d'éléments-traces métalliques, ETM) est actuellement relativement floue, mais elle peut se définir comme un ensemble d'éléments métalliques compris entre le cuivre et le plomb dans le tableau périodique des éléments (ex : argent, or, zinc, titane,

nickel, etc., excluant le fer et le chrome). Par confusion, compte tenu du caractère potentiellement toxique de composés de certains des métaux lourds (mercure, uranium, plomb, cadmium en particulier), on inclut même parfois dans la catégorie des métaux lourds certains éléments toxiques comme l'arsenic (métalloïde), voire certains composés organiques. Il vaut mieux dans ce cas parler d'"éléments traces".

Tous les ETM sont présents naturellement à l'état de traces dans l'environnement, mais l'activité humaine peut renforcer leur présence car nombre d'entre eux jouent un rôle important dans la vie quotidienne (alliages, aciers, batteries, tuyauteries, soudures, peintures, électronique, munitions, bijouterie, argenterie, photographie, miroirs, monnaies, pesticides et fongicides, dentisterie, prothèses, etc). L'impact toxicologique des ETM dépend de leur forme chimique, de leur concentration, du contexte environnemental et de la possibilité de passage dans la chaîne alimentaire du vivant. Trois métaux (mercure, plomb et cadmium) peuvent être à l'origine de maladies graves (e.g. cancers), alors que d'autres peuvent être toxiques sous certaines formes (ex : le cuivre).

### *2.1.2 Lieu d'enfouissement, source de métaux lourds*

La caractérisation des eaux de lixiviation issues des lieux d'enfouissements sanitaires effectuée au Québec par le gouvernement du Québec (actuellement par le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, MDDEP), démontre clairement que les lieux d'enfouissements sont des sources de métaux lourds comme le cadmium, le cuivre, le mercure, le plomb, etc. (Base de donnée gouvernementale disponible auprès du MDDEP) parmi lesquels le cadmium et le cuivre sont considérés comme des éléments toxiques pour la faune aquatique (dont les poissons) même à des concentrations très faibles, de l'ordre du  $\mu\text{g/l}$  (soit  $0,000001\text{g/l}$ ) (Saucier et al. 1991; Scott et al. 2003; Sloman et al. 2003; Mebane 2006; Sandahl et al. 2007). Dans le lixiviat, les métaux lourds sont présents à des concentrations qui sont de l'ordre du  $\text{mg/l}$  de lixiviat ( $0,001\text{g/l}$ ) et les traitements habituellement effectués n'en changent pas ou très peu la concentration (Base de donnée gouvernementale disponible auprès du MDDEP), car les systèmes habituellement utilisés pour traiter les eaux de lixiviation ne sont pas prévus pour diminuer les quantités de métaux lourds.

Pour encadrer le déversement de lixiviats dans l'environnement (et donc dans la rivière Mitis), le MDDEP a conçu une méthode basée sur des critères de qualité de l'eau de surface et de conditions hydrodynamiques, et qui tient compte des usages du milieu. Cette méthode détermine des Objectifs Environnementaux de Rejet (OER), c'est-à-dire des concentrations et des charges de contaminants qui peuvent être rejetées dans un milieu aquatique sans compromettre les usages de l'eau. Ces OER permettent d'évaluer l'acceptabilité environnementale de rejets existants ou de rejets prévus et de justifier des interventions supplémentaires ou des modifications de projets. Cependant, bien que cette méthode permette de contrôler les risques pour la santé humaine qui seraient liés à la contamination directe par consommation ou par contact avec l'eau, elle ne tient pas compte du potentiel de risques directs pour d'autres espèces animales ni du potentiel de risques indirects pour l'homme liés à des phénomènes comme la bioaccumulation (voir plus bas). Ainsi, les OER pour des contaminants comme le cadmium ou le cuivre sont de l'ordre de 0,21 et de 0,55 mg/l respectivement (Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis, 2006a) ce qui dépasse de beaucoup les concentrations susceptibles d'affecter certaines espèces animales dont les salmonidés.

### *2.1.3 Exemples d'effets sur les salmonidés : cas du cadmium et du cuivre*

Dans la littérature scientifique, il existe de nombreuses études qui analysent l'effet de certains métaux lourds sur différentes espèces de salmonidés. Certaines d'entre elles démontrent clairement que le cadmium et le cuivre sont toxiques pour des espèces comme la truite ou le saumon, même à des concentrations de l'ordre du  $\mu\text{g/l}$  (0,001 mg/l ). Les résultats de ces études suggèrent qu'une exposition (même temporaire) à 2  $\mu\text{g/l}$  (0,002 mg/l ) de cadmium ou de cuivre entraîne des troubles physiologiques et comportementaux susceptibles de rendre les jeunes poissons plus vulnérables à la prédation (Scott et al. 2003; Sandahl et al. 2007). Ils suggèrent également qu'une exposition continue à 22  $\mu\text{g/l}$  (0,022 mg/l) de cuivre a tendance à causer un dysfonctionnement du système olfactif des poissons (Saucier et al. 1991). Or, chez les salmonidés, l'olfaction est un sens particulièrement important. Il permet aux individus qui sont en mer d'identifier la bonne rivière quand, à l'approche de la période de reproduction, ils cherchent à remonter leur rivière natale pour venir s'y reproduire. De plus, une fois à l'intérieur de cette rivière,



l'odorat leur permet d'identifier les sites qui offrent les meilleures conditions de vie et de fraie. Ainsi, pour une population donnée de salmonidés, un tel dysfonctionnement aura comme conséquence d'affecter négativement les taux de survie et de diminuer la reproduction (Saucier et al. 1991).

#### *2.1.4 Bioaccumulation des métaux lourds dans la chaîne alimentaire*

La bioaccumulation est le processus d'assimilation et de concentration des métaux lourds dans les organismes vivants. Le processus se déroule en trois temps : l'assimilation, la bioconcentration et la bioamplification.

La partie soluble des métaux lourds peut être assimilée de plusieurs façons par un organisme, mais la plus fréquente est l'assimilation par différents organes, soit parce qu'ils ont des fonctions particulières (ex : le foie, principal siège de la transformation des matières; le rein, siège de l'excrétion), soit parce que leur composition physicochimique favorise le stockage du contaminant (ex : calcium/plomb dans les os), soit parce qu'ils accumulent naturellement des substances susceptibles de contenir des contaminants (ex : les organes riches en lipides accumuleront fortement les polluants organiques). L'assimilation peut également différer d'un métal lourd à l'autre. Ainsi, le cadmium est assimilé et stocké presque exclusivement par le tube digestif, le foie et les reins; le plomb par la peau, les muscles et la colonne vertébrale; et le mercure par le système nerveux.

La bioconcentration est un processus d'accumulation qui s'exprime par un ratio entre la concentration du composé étudié (ex : plomb/mercure) dans le milieu (ex : eau/sol) et la concentration dans l'organisme. Il existe d'importantes différences selon les espèces et les métaux. Il existe aussi une hiérarchie entre les espèces qui sont alors classées selon leur propension à concentrer les métaux lourds. Les mollusques, les crustacés ainsi que nombreux invertébrés aquatiques et marins, et dans une moindre mesure, certains poissons, sont d'excellents « capteurs de polluants ».

La bioamplification est le processus par lequel la concentration des métaux lourds s'amplifie au cours de leur transmission entre organismes par la voie de la chaîne alimentaire (réseau trophique : le contaminant est assimilé par des plantes ou des microorganismes, eux-mêmes ingérés par un herbivore, lui-même proie pour un carnivore, lui-même proie d'un super carnivore). L'amplification est variable d'un contaminant à l'autre et dépend également des espèces considérées, mais de façon

générale on admet que la concentration d'un polluant est à peu près multipliée par 10 à chaque maillon de la chaîne. En bout de chaîne, on se trouve donc avec un consommateur final (qui peut être l'homme) ayant bioaccumulé une certaine quantité de métaux lourds susceptibles de causer de graves problèmes de santé (cancers, détérioration du système nerveux, etc).

Dans le cas particulier du déversement de lixiviat contenant des métaux lourds dans la rivière Mitis, des problèmes de bioaccumulation sont susceptibles d'apparaître. Les métaux lourds qui précipiteraient vers le fond pourraient être assimilés par des plantes ou des microorganismes, eux-mêmes ingérés par des organismes herbivores (ex : invertébrés ou larves d'invertébrés aquatiques), eux-mêmes proies d'organismes carnivores (ex : invertébrés, larves d'invertébrés aquatiques, alevins ou petites espèces de poissons), eux-mêmes proies d'organismes carnivores plus grands (ex : poissons comme l'omble de fontaine ou les jeunes de saumons), eux-mêmes proies d'organismes carnivores encore plus grands (ex : prédateurs, dont l'homme). Ainsi, advenant le cas où les rejets de métaux lourds, même en faible quantité, seraient supérieurs aux valeurs que l'on rencontre naturellement dans ce milieu, leur bioaccumulation pourrait être dommageable pour la santé humaine car elle se ferait au travers d'une chaîne constituée d'au moins 4 à 5 maillons (dont le facteur multiplicateur serait d'au moins 10 000 à 100 000).

## **2.2 Effet de l'enfouissement des déchets issus du système de polissage du lixiviat.**

### *2.2.1 De quels déchets parle-t-on ?*

L'étude d'impact (Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis, 2006a) mentionne qu'avant d'être relâché dans la rivière Mitis, le lixiviat brut sera traité selon une méthode composée principalement de 3 étapes effectuées en série, à l'intérieur des structures suivantes :

- 1<sup>ère</sup> étape : dans un bassin d'accumulation et d'égalisation du lixiviat brut;
- 2<sup>ème</sup> étape : dans 3 bassins aérés positionnés en série, incluant une zone de décantation;
- 3<sup>ème</sup> étape : dans un système de traitement par polissage de type filtration sur tourbe.

L'ensemble de ces étapes devrait donc générer des déchets d'au moins 2 types, soit des boues et des masses filtrantes de tourbe, dont la composition comprendra une certaine proportion en éléments

qui confèrent sa toxicité au lixiviat brut. Il faudra disposer de ces déchets de différentes manières tout au long de la phase d'exploitation du LET.

Suite à la deuxième étape du traitement, les eaux de lixiviation décantées seront acheminées vers un système de polissage qui permettra d'atteindre les OER. Le système de polissage proposé comprend une étape de biofiltration permettant une oxydation de la pollution carbonée et azotée, suivie d'une deuxième étape de filtration sur lit de tourbe permettant un retrait de la pollution résiduelle (Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis, 2006a). La «durée de vie utile» du lit de tourbe est d'environ 7 ans (BAPE La Rédemption, 2007b). Après cette période, il est saturé en matières polluantes, il n'est donc plus efficace et doit être changé. Il est alors considéré comme un déchet (potentiellement toxique) dont il faut disposer.

### *2.2.2 Disposition des lits de tourbe et risques potentiels*

D'après les échanges qui ont eu lieu lors des audiences publiques (BAPE La Rédemption, 2007b), le promoteur indique qu'une fois utilisés, les lits de tourbe seront enfouis à l'intérieur du LET comme n'importe quel autre déchet. De ce fait, il y a un risque de remise en circulation des polluants contenus dans les lits de tourbe et donc un risque de déversement d'une partie d'entre eux dans l'émissaire (rivière Mitis). À notre connaissance, aucune donnée ne permet à l'heure actuelle de juger du danger potentiel découlant de cette pratique.

## **2.3 Effets de l'augmentation du trafic routier sur le milieu aquatique**

### *2.3.1 Mise en contexte*

Pour transporter les matières résiduelles jusqu'au LET, des camions vont circuler quotidiennement sur de grandes distances et atteindre le site de La Rédemption. Il est prévu que 24 voyages de camions transporteurs de déchets soient effectués par jour jusqu'au LET, et que des chemins ayant habituellement un trafic faible (comme le huitième rang de la municipalité de La Rédemption) soient empruntés (Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des

MRC de La Matapédia et de La Mitis 2006a). De même, les deux (2) ponts proches du site d'implantation du LET qui enjambent l'un la rivière Mitis et l'autre la rivière Rouge seront empruntés par ces camions.

De façon générale, il est reconnu que l'impact des routes sur l'environnement n'est pas seulement restreint à la surface occupée par les routes ou à leurs accotements. La pollution et l'altération des conditions hydrologiques et microclimatiques qu'elles engendrent se répercutent parfois à une grande distance et causent une dégradation de la qualité de l'environnement (Seiler and Eriksson 1997). Dans le cas présent, il est fort probable que de plus grandes quantités de sable et de sels de déglçage (essentiellement composés de chlorures de sodium) seront répandues sur les routes conduisant au LET afin de faciliter le transport des matières résiduelles. En plus du sable et du sel, les routes sont reconnues pour accumuler des polluants (Trombulak and Frissell 2000; Wheeler et al. 2005) comme les métaux lourds (dont le cuivre; Sandahl et al. 2007) qui sont transportés jusque dans les rivières par ruissellement lors des pluies (Sansalone 1997; Hamilton et al. 2004) ou de la fonte des neiges ou, plus directement, lorsque le chasse neige ouvre les chemins.

### *2.3.2 Risques potentiels pour le milieu aquatique*

Ainsi, arrivant de secteurs plus ou moins éloignés de la rivière Mitis et de la rivière Rouge (toutes deux propices au bon déroulement d'une partie du cycle biologique du saumon Atlantique) du sable, du sel de déglçage, ainsi que des métaux lourds et autres contaminants vont se déverser dans ces deux rivières. Ces déversements engendreront, à plus ou moins long terme, une certaine sédimentation dans les cours d'eau ainsi que des changements dans leurs caractéristiques physico-chimiques, qui vont s'ajouter à ceux causés par le lixiviat traité relâché dans la rivière Mitis. Le lien entre cette source de pollution et des populations de salmonidés a déjà été établi à plusieurs reprises (e.g. Sandahl et al. 2007).

## **2.4 Risques à long terme suite au recouvrement final**

À la fin de la période d'exploitation du site, une membrane géosynthétique extrêmement étanche sera placée par dessus les cellules d'enfouissement qui auront été remplies (Régie

intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis 2006a). Ce procédé présente des avantages qui sont indiqués dans l'étude d'impact. Cependant, il présente également des inconvénients. En effet, la présence d'eau entraînant la production de lixiviat est nécessaire pour assurer la dégradation des matières résiduelles enfouies (Pinard 1999). Or une trop grande imperméabilisation du site aura pour effet de retarder le processus de dégradation des déchets sur des décennies à un point tel qu'on parle de momification des déchets (USEPA 2003). Ainsi, chaque lieu d'enfouissement fermé deviendra un espace inutilisable car les déchets non dégradés constituent un risque pour l'environnement à très long terme, le site pouvant entrer en activité à tout moment si un apport d'eau important et accidentel survient. Dans ce cas, il existe des risques de contamination des eaux de surface même à très long terme.

### **3. Mesures d'atténuation, de contrôle et plan d'urgence ?**

Tout au long de l'étude d'impact présentée par La Régie (Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis 2006a), des mesures d'atténuation ou de contrôle et des plans d'urgence sont proposés pour faire face aux impacts et aux accidents potentiels susceptibles de se produire durant les phases de construction, d'opération, de fermeture et post-fermeture. Ces mesures ont pour rôle de faire en sorte que le LET soit sécuritaire et nuise le moins possible à l'environnement et à la qualité de vie des citoyens, qu'ils soient résidents de La Rédemption et des villages voisins, ou membres du personnel travaillant sur le site. Cependant, plusieurs points restent à éclaircir et, parmi eux, trois seront abordés dans cette partie du rapport :

- le traitement des déchets hautement toxiques,
- le temps de réaction advenant une perte de contrôle ou un bris de matériel,
- les événements exceptionnels et le contrôle du rejet à l'émissaire.

#### **3.1 Traitement des déchets hautement toxiques**

Bien qu'un certain contrôle soit prévu pour inspecter le chargement de chaque camion qui arrivera au site, le contenu de chaque sac dans chaque camion ne pourra pas être vérifié. Ainsi, si des substances hautement toxiques sont présentes dans un chargement, c'est seulement au moment du compactage qu'elles sont susceptibles d'être détectées et si elles ne le sont pas, elles sont enfouies comme n'importe quel autre déchet. Rien n'est prévu pour éliminer ce risque, mise à part une enquête qui permettra de retracer leur provenance de manière à faire en sorte que ce genre d'évènement ne se reproduise pas.

### **3.2 Temps de réaction advenant une perte de contrôle ou un bris de matériel**

#### *3.2.1 Perte de contrôle ou bris de matériel*

Bien qu'elle soit certainement performante, la technologie est loin d'être infaillible et les pannes (entraînant une perte de contrôle) ou les bris de matériel sont du domaine du probable. La machinerie lourde et certains déchets (tranchants, lourds) peuvent abîmer ou perforer les membranes qui seront mises en place (comme ce fut récemment le cas au LET de Gaspé, proche de la rivière York). D'autre part, les installations, la mécanique et l'électronique des systèmes de traitement du lixiviat peuvent également être brisés ou tomber en panne.

#### *3.2.2 Temps de réaction*

Dans ce genre de situation, le temps de réaction va dépendre d'un grand nombre de facteurs et on peut au moins compter 5 sources de délai :

- 1) le délai de mise en évidence d'un problème;
- 2) le délai d'identification du problème (bris ou panne) et des dégâts potentiels;
- 3) le délai de localisation du problème (localisation géographique);
- 4) le délai d'intervention et de réparation du problème;
- 5) le délai de nettoyage des dégâts.

Une façon de réduire le temps de réaction est d'adopter un système efficace de suivi de différents paramètres qui permette de réduire le délai de mise en évidence d'un problème (première source de délai). Or, même si des analyses du lixiviat traité (en aval de la station de traitement et

avant rejet à l'émissaire) sont prévues hebdomadairement en regard de certains critères, la teneur en certains contaminants (comme les métaux lourds) ne sera analysée qu'une à trois fois par année selon que l'on considère le lixiviat ou les eaux souterraines. Un tel suivi ne permet pas de détecter efficacement les problèmes ponctuels et, lors de problèmes durables, il ne permet pas non plus de connaître avec précision la durée du déversement ni les quantités de contaminants rejetées. Une fois le problème mis en évidence (ex : des concentrations anormalement élevées de certaines substances dans le lixiviat), il est prévu d'arrêter les rejets à l'émissaire et de retourner le lixiviat dans le bassin d'accumulation en tête du traitement. Cependant, outre cette précaution, si le problème se prolonge sur une longue période, quel plan d'action est prévu ? Malheureusement, dans les documents rendus publics par La Régie (Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis 2006a et 2006b), peu de détails sont disponibles pour pouvoir juger de l'efficacité des plans d'action et des mesures d'urgence qui sont prévus pour diminuer les quatre autres sources de délai. Il est donc permis de se demander ce qui est prévu advenant le cas où une perte de contrôle suffisamment importante et durable aurait des conséquences irréversibles sur la rivière Mitis.

### **3.3 Évènements exceptionnels et contrôle du rejet à l'émissaire**

Sur plusieurs décennies (durée de vie utile du LET et post fermeture), la probabilité que des événements météorologiques exceptionnels surviennent est grande. Sans même penser exclusivement à des conditions telles que celles du Saguenay en 1996 ou de Rivière-au-Renard récemment, il arrive que l'intensité des précipitations dépasse considérablement les normales. L'étude d'impact (Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis 2006a) ainsi que les discussions qui ont eu lieu au sein du BAPE (BAPE La Rédemption, 2007a, 2007b et 2007c) mentionnent que toutes les installations du LET sont, semble-t-il, capables de faire face à ce genre d'évènement. Il est permis d'en douter car, dans de telles circonstances, le LET devra soit contenir les débordements soit ajuster le débit de ses déversements. Est-ce que ce sera vraiment possible ?

À ce propos, l'étude d'impact indique que le déversement de lixiviat traité dans la rivière Mitis sera de l'ordre de 1,028 litres par seconde (soit 88 820 litres ou 88,8 m<sup>3</sup> par jour; Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis 2006a). Cependant, le texte n'est pas suffisamment explicite pour savoir s'il s'agit d'une valeur maximale ou d'une valeur moyenne, ni pour juger de la capacité des installations à contrôler ce débit. De fait, advenant un événement météorologique entraînant des précipitations qui dépassent les normales, peut-on imaginer que le débit soit considérablement modifié et, conséquemment, que les rejets ne soient plus conformes aux normes ?

## **4. Choix du site**

Le site de La Rédemption qui à été retenu pour disposer des matières résiduelles destinées à l'élimination a été choisi selon certains critères, au travers d'une approche qui considère deux (2) échelles spatiales :

- l'échelle des MRC concernées par le projet,
- l'échelle de la municipalité de La Rédemption.
- 

### **4.1 Choix à l'échelle des MRC concernées par le projet**

Les MRC de La Mitis et de La Matapédia font face à la recherche d'une solution pour disposer de leurs matières résiduelles puisque le LES actuellement en service arrive en fin de capacité d'accueil et de « traitement », qu'il est jugé de "qualité globale" relativement faible et qu'il serait probablement plus coûteux de l'aménager en LET que d'aménager un autre site. Il est donc compréhensible que la recherche d'un site alternatif ait été effectuée au sein de l'une et l'autre des MRC (Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis 2006a).

Parmi les 6 sites ayant démontré un bon potentiel pour l'implantation d'un LET, aucun n'a été retenu. Seules des raisons sociales (rejet en bloc des populations locales) ont fait en sorte que la



recherche des meilleurs sites d'implantation n'a servi à rien. Ce n'est donc pas pour des raisons environnementales que la municipalité de La Rédemption (municipalité d'accueil du LET) a été choisie. Ce sont les représentants de la municipalité qui ont signifié leur intérêt pour faire valider la faisabilité technique d'un LET sur leur territoire.

#### **4.2 Choix à l'échelle de la municipalité de La Rédemption**

Au sein de la municipalité de La Rédemption, un site localisé le long du huitième rang a été choisi, non pas en fonction de ses qualités mais en fonction de l'acceptation de sa localisation par les autorités municipales. Suite aux vérifications relatives à la nature des sols, à la topographie, à la superficie disponible, à l'accès et à la proximité du milieu récepteur, il semble que le site ait été identifié comme disposant d'un certain potentiel pour y aménager un LET (Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis 2006a). Cependant, aucun élément d'analyse permettant de comprendre pourquoi le site de La Rédemption se prête à l'aménagement d'un LET n'a été déposé auprès du BAPE par La Régie (pas même une analyse coûts/bénéfices; Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis 2006b).

Le site prévu pour l'implantation du LET est situé en partie sur une propriété appartenant à M. Martin Lavoie de St-Damase (lot 44) et en partie sur une terre publique intramunicipale (lot 45). Les deux terrains sont situés en bordure du Huitième rang dans le Cadastre du Canton de Massé. La superficie totale de la zone d'étude couvre environ 25 hectares (Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis 2006a). À l'intérieur des lots 44 et 45, le LET sera situé à 385 m de la rivière Mitis, rivière à saumons reconnue, au risque de la contaminer durant plusieurs décennies. Deux questions demeurent : 1) le site a-t-il été choisi uniquement parce que proposé par la municipalité sans égard à l'environnement et à la rivière Mitis ? et 2) au sein de la municipalité de La Rédemption, n'y aurait-il pas eu d'autres possibilités plus acceptables du point de vue de l'environnement ?

## 5. Choix de la technique

Dans le cadre de ce projet, une seule technique est proposée pour l'élimination des matières résiduelles. Aucune méthode alternative ne semble avoir été envisagée ou étudiée, et aucune justification de la méthode retenue n'apparaît. Pourtant, il existe actuellement d'autres méthodes aussi (voire plus) performantes que les LET pour éliminer les matières résiduelles, et dont l'avantage est de ne pas rejeter de lixiviat. Dans ce chapitre, une méthode alternative qui aurait probablement été préférable à utiliser, est présentée avec les avantages et les inconvénients qui lui sont reliés. De plus, nous présentons également une technique complémentaire aux installations déjà prévue et qui permettrait un traitement plus efficace des métaux lourds.

### 5.1 Technique alternative : l'incinération (adapté de Legast 2004)

#### 5.1.1 Principe

L'incinération est une méthode utilisée dans plusieurs pays tels que le Japon, la Suisse ou la France pour l'élimination des matières résiduelles. Le principe de l'incinération consiste à oxyder les matières résiduelles à haute température (environ 1 000°C). Pendant l'oxydation, les molécules des matières résiduelles se décomposent avant de se recombinaison pour former des résidus solides (cendres et mâchefers) et des résidus gazeux. Une fois l'incinération complétée, les mâchefers représentent environ 20 à 30 % du poids initial des matières résiduelles et 10 % de leur volume initial (Olivier 2002). Ils sont composés d'un mélange de métaux, de verre, de silice, d'alumine, de calcaire, de chaux, d'imbrûlés et d'eau. L'incinération des matières résiduelles entraîne des impacts environnementaux et sociaux importants, mais il existe aujourd'hui des méthodes pour réduire considérablement, voire éliminer ces impacts.

#### 5.1.2 Inconvénients

Le principal impact environnemental de l'incinération est la pollution atmosphérique par les émissions gazeuses des incinérateurs. L'incinération produit également des mâchefers qui sont habituellement enfouis dans des LES ou des LET. Ces mâchefers comportent une grande variété d'éléments comme des métaux lourds, qui vont se retrouver dans le lixiviat des sites d'enfouissement. Enfin, les incinérateurs produisent des déchets dangereux, qui doivent être enfouis

dans des sites à sécurité maximale. Cependant, aujourd'hui, la technologie permet de pallier à ces effets négatifs. Le traitement des fumées avec des techniques de dépoussiérage, de neutralisation et des procédés complémentaires de traitement destinés à traiter certains polluants spécifiques. L'autre partie des résidus d'incinération, les mâchefers, peut également être traitée. Les méthodes de traitement de ces mâchefers fournissent, en finalité, un matériau contenant 62 % de silice et d'alumine, 18 % de calcaire et de chaux, 15 % d'eau, 2 % de sels, 2 % d'imbrûlés et 1 % de métaux lourds (Miquel et Poignant 1999).

L'incinération conserve l'image négative des anciennes installations qui n'avaient pas de systèmes d'épuration des fumées. Il s'agit principalement d'un problème de perception. Les incinérateurs sont construits dans les villes et sont visibles par beaucoup de gens, alors qu'à l'opposé, les sites d'enfouissement se retrouvent plus loin, où il y a moins d'opposants aux différents projets.

### *5.1.3 Avantages*

Si, certes, l'incinération des matières résiduelles présente certains inconvénients, cette technique a aussi bien des avantages sur le plan environnemental, lorsqu'elle est bien pratiquée. Elle permet la réduction du volume et du poids des matières résiduelles (seule la portion restante, soit 10 % du volume, doit être enfouie), ce qui entraîne une diminution de la taille et/ou du nombre de sites d'enfouissement nécessaires pour disposer des déchets ultimes; la durée de vie utile des sites d'enfouissement peut alors être allongée de huit (8) à neuf (9) fois (Réseau environnement 2004). Elle permet également la réduction des volumes de gaz à effet de serre (GES) par rapport à ceux émis par les LET, en empêchant la formation de méthane par la dégradation anaérobie de la matière organique (dans un incinérateur, la matière organique est transformée en gaz carbonique et en eau).

Elle réduit aussi les nuisances liées à l'enfouissement car les résidus d'incinération ne produisent pas de biogaz (donc peu d'odeurs pour le voisinage et pas de risques d'explosion) et l'absence de matière putrescible enlève l'attrait des sites d'enfouissement pour les animaux (donc pas de vermine).

De plus, elle offre des possibilités de récupération des métaux (fer, aluminium) qui ont échappé à la collecte sélective. Ces métaux sont ensuite recyclés dans leur filière respective. La récupération des métaux dans les mâchefers de l'incinérateur de Québec permet d'en recycler plus de 8 000 tonnes par année (Réseau environnement 2004). En France, l'incinérateur de Strasbourg (près de 300 000 tonnes incinérées par année) récupère plus de 5 000 tonnes de métaux (Protires 2004). En fait, c'est un procédé industriel intéressant car toutes les conditions d'opération sont contrôlées.

Enfin, l'incinération offre aussi de grandes possibilités de valorisation énergétique par production d'énergie thermique (vapeur qui peut être revendue à des industries pour le chauffage ou des procédés industriels), électrique, ou des deux en co-génération, ce qui réduit la consommation de combustibles fossiles. Ce procédé offre l'avantage de compenser pour une partie des coûts d'opération du site par des revenus provenant de la vente de cette énergie.

La valorisation de la matière issue des processus d'incinération est également possible, comme celle des mâchefers, lorsqu'ils sont traités adéquatement. Les caractéristiques physiques du mâchefer lui donnent une friction élevée et donc une bonne portance (Miquel et Poignant 1999). Ces caractéristiques sont intéressantes pour des matériaux de construction de routes, de remblais, de stationnement, etc. Cette valorisation des mâchefers se fait abondamment en Europe, notamment en France et aux Pays-Bas. Ainsi, à Strasbourg (France), 97 % des déchets entrants à l'incinérateur sont valorisés ou recyclés. Les 3 % restants sont les résidus d'épuration des fumées d'incinération, qui sont des déchets toxiques. Ces résidus peuvent être vitrifiés par fusion des résidus à très haute température (1 300 à 1 700°C), ce qui détruit les polluants comme les dioxines et furannes et fixe les métaux dans une matrice semblable à du verre ou à une obsidienne, dont la structure minérale est proche de celle du basalte. Le matériau obtenu est inerte et peut être utilisé comme remblai, comme matériaux de recouvrement et même pour la fabrication de bijoux (Prime Verre 2004). Avec cette option, on arrive pratiquement au concept de « zéro déchet ».

#### *5.1.4 Comparaison des coûts et aspects socio-économiques*

Malgré les nombreux bénéfices de l'incinération, le principal inconvénient est l'importance des coûts d'immobilisation nécessaires à l'implantation d'un incinérateur. Par contre, il est important de spécifier que, pour les nouveaux sites qui répondent aux normes actuelles, cette situation est vraie uniquement pour les sites de grande capacité. Les petits LET ont des coûts

importants car ils ne peuvent pas amortir les coûts d'immobilisation par de grandes quantités à enfouir. Aussi, les politiques visant la récupération et le recyclage sont incapables de concurrencer l'enfouissement sur la base des coûts, ce qui pourrait entraîner l'imposition d'une taxe à l'enfouissement par le MDDEP afin d'encourager la récupération. En effet, pour atteindre l'objectif de la mise en valeur de 65 % des matières résiduelles, des coûts élevés sont nécessaires car ils constituent une incitation économique à la réalisation des 5RV (Réduction, Récupération, Réemploi, Recyclage, Réutilisation, Valorisation). L'incinération, avec ses coûts élevés, constitue cet incitatif économique.

En appliquant la méthode de l'incinération au Québec, et en supposant un taux de récupération de 50 % dans les différentes collectes sélectives, le taux de mise en valeur serait de 98,5 % (Legast 2004). Les quantités enfouies, composées des déchets ultimes éliminés, passeraient de plus de 5 millions de tonnes annuellement, à 165 000 tonnes pour l'ensemble du Québec. Ces résultats seraient accompagnés d'une diminution de la production de GES et d'une augmentation de la production d'énergie, ce qui favoriserait le développement socio-économique du Québec.

Au Québec, l'incinération suscite la méfiance des citoyens et des décideurs. À ce titre, le texte de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles 1998-2008 stipule que l'établissement ou l'agrandissement d'un incinérateur ne sera autorisé que si le promoteur fait la démonstration que son exploitation n'entre pas en conflit avec les objectifs de récupération. Cette démonstration n'est pas demandée pour les lieux d'enfouissement. Pourtant, l'enfouissement des matières résiduelles tel que pratiqué au Québec est une méthode dépassée pour le traitement des déchets. Cet enfouissement est d'ailleurs interdit en France depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2002, alors que seuls les déchets ultimes qui ne peuvent plus être traités dans les conditions techniques et économiques du moment peuvent être enfouis (Miquel et Poignant 1999).

## **5.2 Technique complémentaire aux installations prévues : l'électrocoagulation**

(Collaboration d'Hugues Groleau, Écosphère ; texte adapté de Laforest 1999).

### *5.2.1 Principe*

L'électrocoagulation est un procédé de traitement des eaux par lequel un courant électrique, induit dans l'eau et passant par des électrodes, coagule les polluants. L'action du courant permet la libération d'ions hydroxyles (OH<sup>-</sup>) qui se combinent avec les ions métalliques présents dans les eaux à traiter pour former des hydroxydes métalliques qui flottent ou coulent selon leur densité. Ils sont donc aisément récupérables par raclage ou par décantation. Cette technique est particulièrement efficace pour éliminer les métaux lourds (y compris le cuivre et le cadmium), mais aussi les matières en suspension, les hydrocarbures, les colorants et les pigments.

### *5.2.2 Inconvénients*

Pour que cette technique fonctionne bien il faut que l'effluent ait une conductivité suffisante, une valeur de pH comprise entre 6 et 8 et une température inférieure à 50°C. Il faut également qu'il soit exempt de grosses particules et de cyanure.

### *5.2.3 Avantages*

En plus d'être efficace pour éliminer de nombreux polluants, ce procédé permet l'oxydation de certaines substances toxiques (e.g. nitrites, sulfites) et diminue le volume des boues car, contrairement aux systèmes plus conventionnels, il ne nécessite pas l'utilisation de chaux. Il peut également être utilisé en complément ou même en substitution de systèmes de traitement plus conventionnels, en plus d'imposer des coûts de fonctionnement souvent plus faibles que ceux d'une station classique qui nécessite l'ajout périodique de réactifs.

Compte tenu de la superficie du site choisi dans le cas du projet de LET de La Rédemption, il serait envisageable de prévoir les installations nécessaires à l'utilisation d'un tel procédé en complément des installations déjà prévues. Ainsi, le lixiviat pourrait être totalement décontaminé avant d'être déversé dans la rivière Mitis.

## **6. Conclusion**

La firme Activa Environnement a été mandatée par la CGPSRM pour produire un rapport d'expertise lui permettant d'appuyer sa démarche contestataire auprès du BAPE. Le présent mandat visait à identifier les risques associés à l'implantation d'un LET aux abords de la rivière Mitis, à analyser grossièrement les mesures d'atténuation, de contrôle et les plans d'urgence, à vérifier les critères qui ont conduit au choix du site retenu pour l'implantation du LET ainsi qu'au choix de la technique (i.e. l'enfouissement) proposée pour disposer des matières résiduelles, et à proposer des techniques alternatives ou complémentaires.

Malgré la qualité de l'étude d'impact effectuée, nous avons démontré que certains risques demeurent présents tant pour la qualité de l'eau de la rivière Mitis (et des eaux souterraines), que pour la survie des espèces aquatiques en général (et celle du saumon en particulier) et, par extension, pour la qualité du milieu naturel et la santé humaine. Nous avons mis en évidence les dangers potentiels liés à la présence de métaux lourds et des phénomènes de bioaccumulation dans la chaîne alimentaire, les risques environnementaux liés à l'enfouissement des déchets issus du polissage du lixiviat, ceux liés à l'augmentation du trafic routier, ainsi que ceux qui sont susceptibles de survenir à plus long terme, après recouvrement final. De plus, bien que des mesures d'atténuation, des mesures de contrôle et des plans d'urgence soient proposés de manière à ce que le LET soit sécuritaire et nuise le moins possible à l'environnement et à la qualité de vie des citoyens, plusieurs points faibles ont été décelés. En effet, certaines lacunes ont été relevées au niveau du traitement des déchets hautement toxiques ainsi qu'au niveau du temps de réaction advenant une perte de contrôle, un bris de matériel dans le système, ou un évènement météorologique catastrophique. Nous avons également questionné le choix du site retenu pour l'implantation du LET car il semble évident que les préoccupations environnementales n'aient pas été prépondérantes dans ce choix. Enfin, le choix de la technique retenue pour le traitement des déchets (l'enfouissement) fut également critiqué car il existe actuellement une technique plus performante et plus acceptable du point de vue environnemental (l'incinération) ou bien des techniques

complémentaires (e.g. l'électrocoagulation) qui permettraient de rendre le projet proposé plus acceptable compte tenu de sa proximité avec la rivière Mitis.

Notre constat suggère donc que des doutes raisonnables peuvent être exprimés quant à l'ampleur des impacts environnementaux prévus suite à l'implantation d'un LET aux abords de la rivière Mitis. Il est également raisonnable de penser qu'en présence de ce LET et de ses rejets dans la rivière, les salmonidés courent un risque non négligeable. La rareté et la fragilité de ce genre de milieu impose que notre société soit plus vigilante à leur égard, sans quoi des impacts économiques et sociaux viendront à la longue s'ajouter aux impacts environnementaux. Actuellement, l'environnement est un enjeu planétaire important et le Québec se veut un modèle national, voire international, dans ce domaine (Legast 2004). Il est donc temps de montrer l'exemple en prenant des décisions éclairées et durables.



## **Références**

- BAPE La Rédemption. 2007a. Transcriptions des séances publiques. Première partie. Volume 1. Séance tenue le 5 septembre 2007 à 19 h 00 à La Rédemption. Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement Québec, Rapport DT1. 150 pp.
- BAPE La Rédemption. 2007b. Transcriptions des séances publiques. Première partie. Volume 2. Séance tenue le 6 septembre 2007 à 13 h 30 à La Rédemption. Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement Québec, Rapport DT2. 103 pp.
- BAPE La Rédemption. 2007c. Transcriptions des séances publiques. Première partie. Volume 3. Séance tenue le 6 septembre 2007 à 19 h 00 à La Rédemption. Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement Québec, Rapport DT3. 136 pp.
- Hamilton, P.A., T.L. Miller, and D.N. Myers. 2004. Water quality in the nation's streams and aquifers. Overview of selected findings, 1991-2001; U.S. Geological Survey Circular 1265: Reston, VA. p 62.
- Laforest, V. 1999. Technologies propres : Méthodes de minimisation des rejets et choix des procédés de valorisation des effluents. Application aux ateliers de traitement de surface. Thèse de doctorat en Science. INSA Lyon-ENSM.SE. 276 pp.
- Legast, N. 2004. L'élimination et la valorisation des matières résiduelles : comparaison de l'enfouissement et de l'incinération. Essai présenté à la Faculté des lettres et sciences humaines en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.). Faculté des lettres et sciences humaines université de Sherbrooke, Québec, Canada. 60 p.

- Mebane, C.A. 2006. Cadmium risks to freshwater life: Derivation and validation of low-effect criteria values using laboratory and field studies (version 1.1): U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2006-5245, 130 p.
- Miquel, R. et S. Poignant. 1999. Les nouvelles techniques de recyclage et de valorisation des déchets ménagers et des déchets industriels banals. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Rapport 415 (98-99), annexe au procès verbal du 10 juin 1999, <http://www.senat.fr/rap/o98-415/o98-415.html>. Septembre 2007.
- Olivier, M. 2002. Gestion des matières résiduelles au Québec. Longueuil. Les productions Jacques Bernier, 301 p.
- Pinard, É. 1999. Les eaux de lixiviation, génération et traitement, dans AMÉRICANA. Recueil de conférence, session : Conception des lieux d'enfouissement sanitaire à l'aube de l'an 2000.
- Prime Verre. 2004. La vitrification des déchets. <http://www.primeverre.com/vitrification.htm>. Septembre 2007.
- Protires. 2004. Traitement des déchets et valorisation énergétique, <http://www.protires.fr/index.html>. Septembre 2007.
- Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis. 2006a. Étude d'impact sur l'environnement projet d'implantation d'un lieu d'enfouissement technique par la Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de la Matapédia et de la Mitis. Rapport principal. 213 pp.
- Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de La Matapédia et de La Mitis. 2006b. Étude d'impact sur l'environnement projet d'implantation d'un lieu d'enfouissement technique par la Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles des MRC de la Matapédia et de la Mitis. - Complément d'informations. 12 pp.

Réseau environnement. 2004. Pour une approche responsable de la gestion des matières résiduelles dans un contexte de développement durable (préliminaire), mémoire présenté à la commission de gestion des matières résiduelles de la communauté métropolitaine de Québec (CMQ) rive nord. Réseau Environnement chapitre de la capitale nationale, Québec, 18 p.

Sandahl, J.F., D.H. Baldwin, J.J. Jenkins, and N.L. Scholz. 2007. A Sensory System at the Interface between Urban Stormwater Runoff and Salmon Survival. *Environmental Science and Technology*. 41: 2998–3004.

Sansalone, J.J., and S.G. Buchberger. 1997. Partitioning and first flush of metals in urban roadway storm water. *Journal of Environmental Engineering* 123: 134-143.

Saucier, D., L. Astic, and P. Rioux. 1991. The effects of early chronic exposure to sublethal copper on the olfactory discrimination of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*). *Environnemental Biological Fisheries*. 30: 345-351.

Scott, G.R., K.A. Sloman, C. Rouleau, and C.M. Wood. 2003. Cadmium disrupts behavioural and physiological responses to alarm substance in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Experimental Biology*. 206: 1779-1790.

Seiler, A. and I.M. Eriksson. 1997 New approaches for ecological consideration in Swedish road planning. *Proceedings of the International Conference on Habitat Fragmentation, Infrastructure and the Role of Ecological Engineering*. Maastricht and Den Hague 1995 (eds K. Canters, A. Piepers and A. Hendriks-Heersma), pp. 253–264. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division, Delft, the Netherlands.

Sloman, K.A., G.R. Scott, Z. Diao, C. Rouleau, C.M. Wood, and D.G. McDonald. 2003. Cadmium affects the social behavior of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquatic Toxicology*. 65: 171-185.

Trombulak, S.C. and C.A. Frissell. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*. 14: 18-30.

USEPA. 2003. Bioreactors, <http://www.epa.gov/garbage/landfill/bioreactors.htm>. Décembre 2003.

Wheeler, A.P., P.L. Angermeier, and A.E. Rosenberger. 2005. Impacts of new highways and subsequent landscape urbanization on stream habitat and biota. *Review of Fisheries Sciences*. 13: 141-164.