

ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Utilisation de marais épurateurs construits pour le traitement des eaux de drainage de l'autoroute 40 dans le bassin versant du lac Saint-Augustin

Document présenté à :

Service des inventaires et du plan - Direction de Québec

Ministère des Transports du Québec

Québec 



Préparé par :



FÉVRIER 2003

ÉQUIPE DE RÉALISATION

BPHenvironnement :

Bruno-Pierre Harvey, biologiste

Claude Lefebvre, ingénieur civil

Hugues Lapierre, ingénieur forestier

Martin Dostie, géographe

Jean-Baptiste Sérodes, ingénieur chimiste, Ph. D., conseiller spécial

Ministère des Transports du Québec:

Yves Bédard, biologiste, chargé de projet

Martin Lafrance, biologiste

Remerciements :

L'équipe de production remercie tous ceux et celles qui, de près ou de loin, ont permis la réalisation de ce projet. À ce titre, signalons les contributions particulières de M. Mathieu Laflamme pour ses précieux conseils ainsi que M. Jean-Pierre Beaumont pour nous avoir donné accès à différents documents du Service de l'aménagement des infrastructures et de l'environnement du ministère des Transport du Québec.

Références à citer :

Lefebvre C. et B.-P. Harvey, 2002. Étude de faisabilité : utilisation de marais épurateurs construits pour le traitement des eaux de drainage de l'autoroute 40 dans le bassin versant du lac Saint-Augustin. Document préparé par BPHenvironnement pour le compte du ministère des Transports du Québec, 46 pages.

TABLE DES MATIÈRES

ÉQUIPE DE RÉALISATION	I
TABLE DES MATIÈRES	II
LISTE DES FIGURES	III
LISTE DES TABLEAUX	III
1.0 INTRODUCTION.....	1
2.0 CONTEXTE DE L'ÉTUDE	3
2.1 Situation géographique.....	3
2.2 Problématique de l'eau du lac Saint-Augustin.....	3
2.2.1 État global de la qualité de l'eau	3
2.2.2 Impacts sur les usages et l'habitat du poisson	5
2.3 Sources des polluants	5
2.4 Bassin versant.....	6
2.5 Traitement des eaux de drainage	6
3.0 SYSTÈME DE DRAINAGE.....	8
3.1 Description générale et structure	8
3.2 Caractérisation biophysique	8
3.2.1 Fossés.....	8
3.2.2 Ponceaux et conduites	17
3.2.3 Déchets et déversement d'égouts domestiques.....	17
3.3 Comportement hydraulique	18
4.0 CARACTÉRISTIQUES DES EAUX DE DRAINAGE	19
4.1 Echantillonnage printemps 2002	16
4.1.1 Localisation des sites.....	19
4.1.2 Méthodologie	19
4.1.3 Résultats d'analyse	19
4.2 Rapport de diagnose de juillet 2002	18
4.2.1 Localisation des stations d'échantillonnage	22
4.2.2 Méthodologie	22
4.2.3 Résultats d'analyse	22
4.3 Comparaison avec le projet expérimental de Boucherville.....	24
4.3.1 Présentation du projet de Boucherville	24
4.3.2 Comparaison des résultats d'analyse des eaux de ruissellement	24
4.4 Évaluation générale de la qualité des eaux et de leur effet polluant.....	26
5.0 TRAITEMENT PAR MARAIS ÉPURATEURS CONSTRUITS (MEC).....	28
5.1 Projet expérimental dans la région de Boucherville	28
5.1.1 Résumé du projet	28
5.1.2 Suivi de performance.....	28
5.1.3 Constats et déductions	29
5.1.3.1 Eau.....	29
5.1.3.2 Sédiments	30
5.1.3.3 Plantes	30
5.1.4 Recommandations générales pour la mise en application	30
5.2 Potentialité de traitement pour l'autoroute 40	31
5.2.1 Hypothèses de départ.....	31

5.2.2 Sites potentiels	32
5.2.2.1 Critères de sélection	32
5.2.2.2 Localisation et évaluation des sites	32
5.2.3 Scénarios de traitement.....	37
5.2.3.1 Maintien et entretien du réseau	37
5.2.3.2 MEC au site 4.....	37
5.2.3.3 MEC au site 6.....	39
5.3 Résultats attendus.....	42
5.3.1 Déductions à partir du projet expérimental.....	42
5.3.2 Recommandations de suivi après implantation	43
5.4 Estimation des coûts	44
5.4.1 Amélioration des surfaces naturelles	44
5.4.2 MEC au site 4.....	44
5.4.3 MEC au site 6.....	45
6.0 CONCLUSION	46
RÉFÉRENCES.....	47

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Localisation géographique du lac Saint-Augustin	2
Figure 2 Limite du bassin versant du lac Saint-Augustin.....	7
Figure 3 Réseau de drainage du bassin versant nord du lac Saint-Augustin	9
Figure 4 Localisation des sites d'échantillonnage des eaux de ruissellement	20
Figure 5 Localisation des sites potentiels pour l'implantation de marais filtrants	23
Figure 6 Aménagement d'un marais épurateur construit au site 4	38
Figure 7 Aménagement d'un marais épurateur construit au site 6	41

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Résultats d'analyse des eaux de ruissellement (2002).....	21
Tableau 2 Résultats d'analyse des eaux de ruissellement (2000-2001).....	23
Tableau 3 Comparaison des résultats d'analyse Saint-Augustin - Boucherville	25
Tableau 4 Tableau comparatif des sites potentiels pour les MEC.....	34

1.0 INTRODUCTION

Le lac Saint-Augustin a fait l'objet de nombreuses études au cours des années. Celles-ci ont traité des problèmes de pollution et de dégradation des eaux du lac, du régime hydrique, de son état de santé, de l'analyse phytoplanctonique et ichthyologique de même que de sa mise en valeur.

En 2000, le conseil municipal de l'ancienne municipalité de Saint-Augustin-de-Desmaures, accompagné d'un Conseil de bassin, s'est engagé dans un vaste programme de restauration du lac Saint-Augustin appelé «La Grande Corvée». Ce programme vise, entre autres, l'amélioration de la qualité de l'eau du lac, lequel connaît, depuis quelques années, une période de prolifération algale massive (bloom) associée aux cyanobactéries entre les mois de juillet et septembre.

«La Grande Corvée» implique de très nombreux partenaires dont les interventions sont encadrées dans une démarche de gestion intégrée du bassin versant du lac. Le ministère des Transports du Québec a été sollicité pour contribuer à l'amélioration de la qualité des eaux du bassin versant du lac, étant donné qu'une partie des eaux de drainage en provenance de l'autoroute 40 se jette dans ce dernier.

Dans cet esprit, le Ministère a mandaté la firme **BPHenvironnement** pour réaliser une étude de faisabilité de l'utilisation de marais épurateurs construits (MEC) dans le but d'améliorer la qualité des eaux de drainage qui se déversent dans le lac Saint-Augustin, et ce, afin de contribuer à la restauration de cet écosystème aquatique urbain.

Figure de localisation

2.0 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

2.1 Situation géographique

Le lac Saint-Augustin est situé dans l'arrondissement 8 de la ville de Québec, à environ 16 kilomètres à l'ouest du centre-ville (voir Figure 1). L'autoroute 40 traverse son bassin versant nord sur une distance approximative de 2,5 kilomètres.

2.2 Problématique de l'eau du lac Saint-Augustin

Tel qu'énoncé précédemment, la qualité de l'eau du lac Saint-Augustin a fait l'objet de nombreuses études depuis plus de 30 ans et différentes démarches ont été entreprises pour l'améliorer. Malgré cela, celle-ci n'a pas cessé de se détériorer au fil des ans.

En effet, une diagnose écologique réalisée par la firme EXXEP Environnement en 2000 et 2001 dans le cadre de « La Grande Corvée » démontre très clairement la détérioration de la qualité de l'eau du lac ainsi que ses impacts négatifs sur les différents usages.

2.2.1 État global de la qualité de l'eau

Physico-chimie

- La présence d'une stratification thermique inversée l'hiver et au printemps (lac dimictique) favorise la dégradation de la matière organique et l'acidification des eaux profondes et engendre des conditions anoxiques qui entraînent une augmentation de la conductivité probablement par le relargage de nutriments des sédiments.
- Les eaux du lac sont bien mélangées et bien oxygénées au cours de l'été. La biomasse algale et la turbidité sont élevées dans les eaux de surface durant cette période. Les conditions de lumière et de température élevée sont favorables à la croissance algale.

Nutriments

- Les concentrations d'azote total retrouvées en 2000-2001 sont représentatives des lacs eutrophes ou hypereutrophes. La concentration de l'azote ammoniacal dépasse le critère de qualité de l'eau du ministère de l'Environnement du Québec (MENV) pour la vie aquatique.
- Les concentrations de phosphore total mesurées en 2000-2001 dépassent les critères de qualité de l'eau du MENV pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique) et la baignade.

Métaux et autres paramètres

- Les concentrations mesurées en calcium, chlorures et en sodium sont élevées et ont augmenté au fil des années, probablement à cause du développement du réseau routier. L'augmentation de la concentration en calcium, entre autres, a favorisé une augmentation de la dureté de l'eau, ce qui contribue à perturber l'équilibre ionique de l'habitat aquatique.
- Les concentrations en phénols, en fer, en sulfates et en zinc dépassent les seuils de détection mais ne dépassent aucun critère de la qualité de l'eau du MENV.

Descripteurs biologiques

- La DBO₅ dépasse le critère de qualité de l'eau du MENV quant à la toxicité chronique pour la vie aquatique.
- Au cours de l'été, la biomasse phytoplanctonique est élevée en permanence dans les eaux du lac, principalement au mois d'août où elle dépasse 100 µg/l.
- Les poissons présents dans le lac Saint Augustin sont typiques des lacs peu profonds caractérisés par des eaux chaudes et turbides. La chair des dorés jaunes capturés en 1993 présentait des concentrations élevées en mercure.
- Il y a également une grande abondance de plantes aquatiques, dont le myriophylle.

Cyanobactéries

- La perte de qualité visuelle du plan d'eau, de même que la présence d'odeurs désagréables sont induits par la présence massive d'algues microscopiques, dont les cyanobactéries.

Coliformes fécaux

- On note la présence de coliformes fécaux transportés au lac par de nombreux tributaires dont les eaux sont sérieusement contaminées.

Cote trophique

- L'Indice trophique de Ryding et Rast évalue le stade trophique du lac Saint-Augustin comme un lac eutrophe. L'indice de Carlson situe le lac au stade eutrophe pendant l'été et au stade mésotrophe au cours du printemps.

2.2.2 Impacts sur les usages et l'habitat du poisson

Usages

- La prolifération massive de cyanobactéries en période estivale, les concentrations en phosphore total de même que celles en coliformes fécaux du lac et de ses tributaires restreignent les usages du plan d'eau dont la baignade.
- La présence excessive de plantes aquatiques au cours de l'été peut perturber les activités nautiques telles la navigation de plaisance.

Habitat du poisson

- La qualité de l'habitat du poisson est affectée par la faible concentration en oxygène dissous résultant de la dégradation importante de la matière organique en profondeur et de la stratification thermique au cours de l'hiver
- Les concentrations élevées en azote ammoniacal ainsi que celles en phosphore total ont un impact certain sur la qualité de l'habitat du poisson
- L'équilibre osmotique des poissons pourrait être perturbé par les fortes concentrations en calcium, chlorures et sodium qui dépassent maintenant le critère de toxicité chronique pour la vie aquatique du MENV.

2.3 Sources des polluants

Selon une étude réalisée en 1998 par la firme AquaPlantes pour le compte de la municipalité de Saint-Augustin-de-Desmaures, les sources de contamination du lac Saint-Augustin sont nombreuses et variées.

Plusieurs originent des habitations et des terrains situés directement en bordure du lac. Parmi les principales, signalons l'usage d'engrais et de fertilisants, le déboisement des rives, l'érosion des sols, les fosses septiques et champs d'épuration non conformes ou inadéquats, la modification des berges par du remblayage, etc.

D'autres proviennent du lac lui-même à cause de sa faible profondeur et de son réchauffement mais surtout des différents usages qu'on en fait : bateaux à moteur, hydravions, déversement de matériaux et de débris, etc.

Enfin, une grande partie des contaminants sont acheminés au lac par les nombreux tributaires qui s'y déversent. Ces canaux véhiculent les eaux de drainage en provenance des terres agricoles, de l'autoroute 40 ainsi que du réseau routier local. Pour la portion nord du bassin versant du lac, les tributaires sont au nombre de sept et sont montrés à la Figure 2.

2.4 Bassin versant

Actuellement, le bassin versant total du lac Saint-Augustin a une superficie d'environ 5,7 km².

Le bassin versant de la partie nord du lac montré à la Figure 2 couvre une surface approximative de 3,9 km². De cette dernière, le territoire couvert par l'autoroute 40 et ses bretelles d'accès de même que la partie située en amont de l'autoroute représentent environ 2,4 km².

2.5 Traitement des eaux de drainage

Considérant que les eaux de drainage provenant de la surface décrite précédemment sont d'une certaine importance et qu'elles sont acheminées jusqu'aux tributaires via le réseau de conduites et de fossés de l'autoroute 40, il paraît donc opportun d'analyser la possibilité de les traiter à cet endroit.

À cet égard, tant l'étude réalisée par AquaPlantes en 1998 que celle de la firme EXXEP environnement en juillet dernier soulignent les apports polluants en provenance du réseau de drainage de l'autoroute et recommandent la mise en place d'ouvrages visant à réduire cette source de contamination du lac Saint-Augustin.

3.0 SYSTÈME DE DRAINAGE

3.1 Description générale et structure

Le territoire couvert par la partie nord du bassin versant du lac Saint-Augustin est peu urbanisé et conserve encore un caractère rural.

Le réseau routier est constitué principalement par l'autoroute 40 (Félix-Leclerc) avec ses bretelles d'accès et des segments de chemins de desserte, la route secondaire 138 ainsi que quelques rues locales.

Tel que montré à la Figure 3, le réseau de drainage est composé majoritairement de fossés avec des ponceaux aux croisements des voies de circulation ainsi qu'à la rencontre des chemins d'accès des propriétés. Le système de drainage de l'autoroute comporte aussi des segments de ponceaux et de conduites permettant l'écoulement transversal des eaux sous l'autoroute ou le raccordement du fossé central aux fossés latéraux.

Le sens d'écoulement dominant du bassin versant nord est d'orientation sud-est avec une pente moyenne de terrain d'environ 1,4 %.

Toutes les eaux de drainage de la surface étudiée sont finalement acheminées au lac Saint-Augustin via les différents tributaires mentionnés précédemment.

3.2 Caractérisation biophysique

3.2.1 Fossés

Les différents fossés que l'on observe sur le territoire possèdent des caractéristiques très variables.

De façon générale, les fossés de drainage de l'autoroute sont peu profonds (1-2 mètres), assez larges et avec des parois à faible pente (voir Photo 1). Ils sont garnis d'un couvert végétal plus ou moins dense (espèces herbacées et arbustives, phragmites et quenouilles). La pente d'écoulement y est aussi peu prononcée.

Toutefois, à l'approche des ponceaux, ceux-ci deviennent plus étroits et plus profonds, tel que montré sur les Photos 2 et 3. Habituellement, leur descente se fait plus accentuée, la végétation y est moins dense et des signes d'érosion sont souvent apparents.

Photo 1



Photo 2





Photo 3

Quant aux canalisations de drainage des autres voies de circulation, elles présentent des caractéristiques encore plus diversifiées. Celles-ci peuvent passer d'assez étroites et peu profondes (voir Photo 4) à plus larges et plus profondes (voir Photo 5) et même atteindre 4 à 5 mètres en largeur et en profondeur (Voir Photo 6).

Photo 4



Photo 5





Photo 6

Ces photos permettent aussi de constater que le couvert végétal de ces fossés est aussi très variable : parfois des herbes de façon assez uniforme, parfois différents types de végétaux de manière non régulière et, d'autres fois, presque aucune végétation. Ces fossés se caractérisent aussi par des manifestations évidentes d'érosion à différents endroits (voir Photos 7 et 8).

Photo 7



Photo 8



Le phénomène d'érosion énoncé précédemment engendre le transport de différents matériaux (sable, gravier, empierrement, etc.) dans les fossés et leur dépôt ultérieur dans des segments plus en aval et même dans le lac Saint-Augustin. Outre l'effet contaminant, ces accumulations peuvent même nuire à l'écoulement (voir Photos 9 et 10).



Photo 9



Photo 10

3.2.2 Ponceaux et conduites

L'inventaire effectué sur le terrain de même que l'examen des plans de construction obtenus de la Direction territoriale de Québec du ministère des Transports ont permis de répertorier les différents types de ponceaux et de conduites utilisés dans le réseau de drainage de la partie nord du bassin versant du lac Saint-Augustin.

Les matériaux de fabrication rencontrés sont le béton armé et la tôle ondulée (TTO). La forme des ouvrages est soit circulaire, rectangulaire ou ovale (tuyau arché) et les dimensions varient de la façon suivante pour chaque type :

<u>Forme</u>	<u>Dimensions (mm)</u>
Circulaire	300,375,450,600,750,900,1200
Rectangulaire	900x600, 900x1200, 1200x900, 1500x900, 1500x1200, 2000x1500
Ovale	1500x900

De façon générale, les conduites et ponceaux semblent en bon état si ce n'est de l'existence de légères déformations à l'extrémité de certains ponceaux en tôle ondulée. Toutefois, la présence de dépôts de matériaux plus ou moins importants pouvant causer obstruction à l'entrée ou à l'intérieur des ouvrages et ainsi restreindre leur capacité d'écoulement a été observée.

3.2.3 Déchets et déversement d'égouts domestiques

La découverte de déchets sanitaires et d'autres éléments habituellement associés à l'égout domestique dans le fossé longeant la route secondaire 138 nous permettent de conclure qu'un ou quelques branchements d'égout domestique sont malheureusement raccordés au réseau de drainage pluvial.

De plus, dans quelques secteurs moins fréquentés, la présence de résidus domestiques ou de matériaux de construction déposés dans le fossé ou à proximité immédiate de celui-ci et pouvant être une source de contamination a été constatée.

3.3 Comportement hydraulique

Lors de notre étude, aucune information du ministère des Transports du Québec ou des représentants municipaux mentionnant des problématiques quant au comportement hydraulique du réseau de drainage du secteur concerné n'a été rapportée.

Les premiers relevés sur le terrain effectués au printemps dernier ainsi que l'analyse des plans ont permis de bien comprendre le fonctionnement du réseau et le sens d'écoulement dans les différents segments. Cependant, les faibles précipitations de pluie durant l'été et l'automne n'ont pas permis de voir le réseau en action avec des débits significatifs et ainsi de mieux vérifier son comportement.

À l'exception des obstructions à l'écoulement énoncées précédemment, il apparaît acceptable de considérer que le système de drainage faisant l'objet de l'étude n'est sujet à aucune contrainte importante quant à son fonctionnement hydraulique.

4.0 CARACTÉRISTIQUES DES EAUX DE DRAINAGE

4.1 Echantillonnage printemps 2002

4.1.1 Localisation des sites

Des échantillons d'eau ont été prélevés par notre équipe sur cinq sites représentatifs qui sont numérotés de 1 à 5 sur la Figure 4.

4.1.2 Méthodologie

Tous les paramètres (physico-chimiques, chimiques et microbiologiques) ont été analysés à partir des échantillons prélevés à une date unique, soit le 19 avril 2002.

Le choix des sites a été effectué à partir de l'importance des débits constatés à cette période de l'année. La localisation des emplacements immédiatement en aval de l'autoroute avait pour objectif l'analyse des eaux juste après leur passage dans son réseau de drainage.

Le prélèvement au printemps permettait également d'évaluer l'apport des contaminants engendré par la fonte des neiges.

4.1.3 Résultats d'analyse

Les résultats d'analyse pour les différents paramètres sont présentés au Tableau 1.

Pour tous les sites d'échantillonnage, on note la concentration élevée des chlorures (de calcium et de sodium) principalement attribuable aux épandages effectués durant l'hiver pour l'entretien de l'autoroute et des voies locales.

Des teneurs non négligeables sont aussi constatées sur quelques sites relativement au phosphore total et aux MES. La présence d'hydrocarbures pétroliers a également été observée dans l'échantillon prélevé au Site 5.

En ce qui a trait aux coliformes fécaux, leur présence a été relevée dans presque tous les échantillons, mais à une concentration généralement faible.

Tableau 1 : RÉSULTATS D'ANALYSE **LAC SAINT-AUGUSTIN (Bassin versant nord)**

Date d'échantillonnage: 19-04-2002
 Prélèvement par: M. Dostie et H. Lapierre
 Analyse par: BODYCOTE - Essais de matériaux Canada inc.

		Site 1		Site 2		Site 3		Site 4		Site 5	
Paramètres	Unité	Résultats	Classe	Résultats	Classe	Résultats	Classe	Résultats	Classe	Résultats	Classe
Cadmium	mg/L	<0,005		<0,005		<0,005		<0,005		<0,005	
Chlorures	mg/L	210		110		550		180		260	
Chrome	mg/L	<0,02		<0,02		<0,02		<0,02		0,02	
Cuivre	mg/L	<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
DBO5	mg/L O ₂	7		<6		<6		<6		<6	
Fer	mg/L	0,99		1		0,13		2,4		1,8	
Manganèse	mg/L	0,04		0,03		0,04		0,08		0,46	
Azote ammoniacal	mg/L	<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		0,15	
Nickel	mg/L	<0,02		<0,02		<0,02		<0,02		<0,02	
Phosphore total	mg/L	0,07		0,13		0,04		0,06		0,2	
Plomb	mg/L	<0,005		<0,005		<0,005		<0,005		<0,005	
pH	mg/L	7,1		7,3		7,5		7,6		7,5	
MES	mg/L	<4		7		<4		5		54	
Zinc	mg/L	0,01		0,01		0,03		0,01		0,02	
Hydrocarbures pétroliers	ug/L	<100		<100		<100		<100		230	
Coliformes fécaux	UFC/100mL	33		38		6		130		0	

4.2 Rapport de diagnose de juillet 2002

4.2.1 Localisation des stations d'échantillonnage

Des échantillons d'eau ont été prélevés à l'embouchure des tributaires, à quelques mètres à l'intérieur de ceux-ci, et sont numérotés D2 à D7 sur la Figure 4.

4.2.2 Méthodologie

Les paramètres physico-chimiques des tributaires du versant nord ont été analysés à deux reprises, soit pour les échantillons du 17 septembre 2000 et du 23 mai 2001.

Les paramètres chimiques tels les nitrites-nitrates, le phosphore total, les MES et la turbidité ont aussi été échantillonnés et analysés aux mêmes dates.

Le seul paramètre microbiologique analysé est le nombre de coliformes fécaux pour lequel des échantillons ont été prélevés à quatre reprises soit le 10 octobre 2000 ainsi que les 10, 19 et 24 août 2001).

4.2.3 Résultats d'analyse

Les résultats d'analyse pour les différents paramètres sont présentés au Tableau 2.

Pour les tributaires analysés à cet égard, la conductivité de l'eau y est particulièrement élevée. Cette cote significative est principalement attribuable aux sels de déglacage en provenance de l'autoroute et du réseau routier local et qui sont véhiculés dans ces canaux.

On note l'absence de MES ainsi que de très faibles turbidités.

Tous les tributaires évalués dépassent, au cours d'un ou de plusieurs échantillonnages, le critère maximal de coliformes fécaux établi par le MENV pour un usage sécuritaire de l'eau à des fins d'activités récréatives avec contacts primaires.

Tableau 2 : RÉSULTATS D'ANALYSE

LAC SAINT-AUGUSTIN (diagnostic écologique juillet 2002)

Dates d'échantillonnage: 17 septembre 2000, 23 mai 2001

		Station D2		Station D3		Station D4		Station D5		Station D6		Station D7	
Paramètres	Unité	Résultats		Résultats		Résultats		Résultats		Résultats		Résultats	
		2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
Température	°C	13,2	15,2										13,6
Oxygène dissous	mg/L	9,12											
Oxygène à saturation	%	88,58											
Conductivité	µS/cm	1119	1088										1632
pH		7,8	8,15										7,96
Nitrites-nitrates	mg/L		2,4										0,1
Phosphore total	mg/L		0,01										0,01
MES	mg/L		<4										<4
Turbidité	utn		1,4										2,1
Coliformes fécaux *	UFC/100mL	560	430	23	16	16	420	300	580	300	700	280	150
			590		340		2		800		270		600
			14000		82		10						450

* Échantillons prélevés les 10-10-00, 10-08-01, 19-08-01 et 24-08-01

4.3 Comparaison avec le projet expérimental de Boucherville

4.3.1 Présentation du projet de Boucherville

Un projet expérimental est présentement en cours à Boucherville pour le compte du ministère des Transports du Québec et vise l'évaluation de divers types de MEC relativement au traitement des eaux de ruissellement des routes et autoroutes du Québec. Un résumé sommaire de ce projet est présenté à la section 5 du présent document.

Il apparaissait tout à fait justifié que la présente étude se fasse en prenant en considération les constats et les résultats déjà connus relativement à ce projet. Bien que le projet ne soit pas complété, monsieur Jean-Pierre Beaumont, responsable du projet au Service de l'environnement et des études d'intégration au milieu métropolitain, nous a transmis les documents disponibles afin que nous puissions en tenir compte dans notre travail.

4.3.2 Comparaison des résultats d'analyse des eaux de ruissellement

Selon une approche voulant s'inspirer du projet de Boucherville, il semble pertinent dans la présente section de comparer les caractéristiques des eaux de drainage du bassin versant du lac Saint-Augustin avec celles des eaux analysées à Boucherville.

Le Tableau 3 présente les différents paramètres des eaux échantillonnées dans les deux cas. La comparaison de ceux-ci fait ressortir les points suivants :

- La conductivité et la teneur en chlorures sont beaucoup plus élevées à Boucherville
- Les concentrations de MES de même que celles en phosphore, en cuivre, en manganèse, en zinc et en hydrocarbures sont plus fortes à Boucherville
- La teneur en fer est plus faible à Boucherville

Tableau 3 : RÉSULTATS D'ANALYSE DES EAUX DE RUISSELLEMENT
Comparaison Lac Saint-Augustin - Boucherville

		<u>Lac Saint-Augustin</u>			<u>Boucherville</u>
		Site 1	Site 4	Station D2	Points d'entrée A et D
Paramètres	Unité	Résultats	Résultats	Résultats	Résultats 2001
Chlorures	mg/L	210	180		1800
Chrome	mg/L	<0,02	<0,02		0,005 - 0,007
Cuivre	mg/L	<0,01	<0,01		0,18 - 0,034
Fer	mg/L	0,99	2,4		0,88 - 0,93
Manganèse	mg/L	0,04	0,08		0,18 - 0,29
Phosphore total	mg/L	0,07	0,06	0,01	0,09 - 0,1
Plomb	mg/L	<0,005	<0,005		0,005
MES	mg/L	<4	5	<4	22 - 42,6
Zinc	mg/L	0,01	0,01		0,027 - 0,082
Conductivité	µS/cm			1088 - 1119	5930 - 6700
Hydrocarbures pétroliers	ug/L	<100	<100		150 - 570

4.4 Évaluation générale de la qualité des eaux et de leur effet polluant

Les résultats d'analyse énoncés précédemment démontrent que les eaux de drainage du secteur étudié contiennent des concentrations de polluants assez significatives pour affecter la qualité de l'eau du lac Saint-Augustin dans lequel elles se déversent.

La conductivité importante observée dans les eaux pluviales dépasse de beaucoup le niveau à partir duquel leur qualité est considérée comme altérée.

La concentration élevée des chlorures constatée est une source de pollution qui favorise l'eutrophisation du lac. Les chlorures de calcium et de sodium augmentent la dureté de l'eau, laquelle entraîne à son tour une croissance excessive des plantes aquatiques. De plus, certaines espèces de cyanobactéries ont un grand besoin en sodium et peuvent profiter grandement d'un apport important de cet élément.

La teneur non négligeable en phosphore total de ces eaux constitue un contaminant pour le lac en affectant sa qualité pour la protection de la vie aquatique et indirectement pour la baignade.

La présence d'hydrocarbures pétroliers rappelle que la circulation automobile importante sur le réseau routier dans ce secteur constitue toujours un risque de déversement accidentel de produits pétroliers ou de d'autres substances dangereuses, lesquels seraient très rapidement acheminés jusqu'au lac et pourraient y causer des dommages environnementaux considérables.

Les résultats des échantillonnages ainsi que les observations dans une période plus sèche que la normale présentent un apport solide en suspension très faible. Toutefois, la Photo 11 montre une prise de vue aérienne de la tête du lac en 1984 où l'on peut apercevoir très clairement le panache de MES provenant du tributaire drainant les eaux du bassin versant nord-est du lac Saint-Augustin.

Pour les eaux en provenance du réseau de drainage de l'autoroute ainsi que du secteur amont à celle-ci, la présence de coliformes fécaux a été relevée mais de façon non significative.

À la lumière des constats précédents, il nous apparaît tout à fait justifié d'étudier la possibilité de traiter ces eaux de drainage de façon à réduire le plus possible la charge de contaminants qu'elles transportent jusqu'au lac Saint-Augustin.



Photo 11

5.0 TRAITEMENT PAR MARAIS ÉPURATEURS CONSTRUITS (MEC)

5.1 Projet expérimental dans la région de Boucherville

Tel qu'énoncé précédemment, la présente étude a été réalisée en prenant en considération les constats et les résultats du projet expérimental de Boucherville décrit ci-après.

5.1.1 Résumé du projet

Il est reconnu que les voies de circulation ont des répercussions sur la quantité et la qualité des eaux de ruissellement. Les marais épurateurs construits (MEC) pourraient-ils être une des solutions possibles pour atténuer l'impact de ces aménagements?

C'est pour répondre à cette interrogation qu'un projet expérimental a été élaboré avec la collaboration de quelques partenaires : l'Université Laval (département de génie civil), les consultants en environnement Argus inc. ainsi que le Service de l'aménagement des infrastructures et de l'environnement du ministère des Transports du Québec.

Le projet visait à évaluer divers types de MEC adaptés à l'environnement des autoroutes et répondant aux conditions climatiques et hydrologiques québécoises.

Une revue bibliographique a d'abord été effectuée et a permis de définir les caractéristiques physico-chimiques, hydrauliques et hydrologiques des eaux de ruissellement routier ainsi que d'inventorier les performances et critères de conception qui ont été rapportés dans la littérature afin de concevoir des marais épurateurs traitant des eaux de ruissellement urbain et routier.

Un site expérimental a été sélectionné à la jonction des autoroutes Jean-Lesage et de l'Acier dans la région de Boucherville, soit à un carrefour où le flux routier est le plus important au Québec.

Dans ce laboratoire à ciel ouvert ont été implantées cinq unités de traitement de conception et de dimensionnement variés avec pour objectif de mesurer la performance de chaque type d'unité suite à l'apport diffus ou ponctuel des eaux de ruissellement.

Les travaux d'aménagement (construction et plantation) ont été réalisés en novembre 1999 et au printemps 2000.

5.1.2 Suivi de performance

Un suivi de l'évolution du système a été effectué, et ce, à partir d'octobre 1999, début du projet, jusqu'à aujourd'hui. Actuellement, seuls les résultats de 1999, 2000 et 2001 sont disponibles pour consultation :

Campagne d'octobre 1999 (avant la construction) :

Lors de l'épisode pluvieux des 23 et 24 octobre 1999, des échantillons d'eau et de sédiments ont été récoltés puis analysés en laboratoire afin de déterminer la concentration de plusieurs paramètres physico-chimiques.

Campagne de novembre 2000 :

Lors de l'épisode pluvieux des 10 et 11 novembre 2000, des échantillons d'eau ont été prélevés pour fins d'analyse des différents paramètres. Des quenouilles ont aussi été cueillies afin d'évaluer la concentration des différents contaminants dans ces plantes.

Campagne de 2001 :

Trois échantillonnages d'eau et leur analyse ont été effectués en 2001. Quatre prélèvements de sédiments ainsi que la récolte de plantes (quenouilles, phragmites) ont aussi été réalisés et analysés.

5.1.3 Constats et déductions

5.1.3.1 Eau

- On remarque que les eaux ont toujours une très forte conductivité (indicateur de la teneur en sel dissous), même si les échantillonnages ont eu lieu fin novembre, soit après plus de 6 mois de lessivage des sols par les pluies. La conductivité se maintient durant toute la durée de la pluie, ce qui confirme que l'emmagasinement de sel est très supérieur à l'eau disponible pour le dissoudre et le transporter;
- La capacité des marais à retenir les contaminants est constatée dès la première année après la construction;
- Les marais avec pleine largeur de plantes sont plus efficaces que ceux qui comportent un fossé de sédimentation longitudinal;
- On note une grande efficacité des marais recevant des apports ponctuels;
- La performance des marais ne recevant que des apports diffus apparaît relativement modeste, bien qu'elle soit plus difficile à évaluer;
- Le manganèse est essentiellement présent sous forme dissoute et est très bien retenu par tous les marais et plus particulièrement par ceux avec plantation sur la pleine largeur;

- On remarque aussi une bonne rétention du cuivre, du fer, du phosphore et des hydrocarbures C10-C50.

5.1.3.2 Sédiments

- Les principaux contaminants associés aux sédiments dans le cas des eaux de ruissellement routier sont le cadmium, le cuivre et le zinc.
- Les matières en suspension décantées sont plus riches que les sédiments de fond en : azote TK, chrome et manganèse.
- Les matières en suspension décantées ont des concentrations similaires aux sédiments de fond en : phosphore, arsenic et fer
- Le marais soumis à un apport ponctuel montre des matières en suspension décantées plus riches que les sédiments de fond en : cadmium, cuivre, nickel, plomb et zinc.

5.1.3.3 Plantes

- Les quenouilles plantées lors de l'aménagement des marais font face à un envahissement croissant des phragmites qui poussent naturellement;
- Les deux plantes présentent une capacité d'absorption assez semblable pour pratiquement tous les métaux, à l'exception notoire de quatre : le cuivre, le zinc, le manganèse et le sodium :
 - Les tiges des phragmites constituent une excellente «pompe» à cuivre et à zinc (dans une moindre mesure);
 - Les tiges des quenouilles constituent une très efficace «pompe» à manganèse et à sodium.

5.1.4 Recommandations générales pour la mise en application

Les différentes constatations découlant du suivi du projet expérimental permettent d'énoncer quelques recommandations générales quant à la mise en application des MEC pour traiter les eaux de ruissellement du réseau routier dans d'autres secteurs de la province :

- Le principe du marais de forme linéaire correspond très bien aux conditions rencontrées le long des autoroutes ainsi qu'aux objectifs visés;

- Le concept de fossé de sédimentation longitudinal n'améliore pas l'efficacité globale du marais. Dans le cas d'apports solides importants, il semble préférable d'aménager une fosse de sédimentation en amont suivie d'un marais avec plantation sur la pleine largeur;
- Il faut favoriser l'aménagement de marais permettant le traitement des apports ponctuels et conserver les marais naturellement présents dans les zones où l'on rencontre des apports diffus;
- La plante la plus appropriée est la quenouille (*Typha latifolia* et/ou *angustifolia*) d'origine locale, principalement pour sa capacité de rétention du manganèse et du sodium, ces deux métaux étant parmi les plus problématiques dans le contexte des apports polluants routiers
- Une attention spéciale doit être portée à l'envahissement possible des marais par les phragmites (*Phragmites spp*) ainsi qu'à son influence sur l'efficacité du traitement.
- Quoique les marais soient moins performants durant la période d'épandage des sels de déglacage, les sels emmagasinés dans les sols sont dissous par les eaux de pluie durant tout le reste de l'année puis véhiculés dans le réseau de drainage, pouvant ainsi être retenus par les marais épurateurs en fonction.

5.2 Potentialité de traitement pour l'autoroute 40

5.2.1 Hypothèses de départ

Le premier principe relatif au traitement des eaux de ruissellement de l'autoroute est la conception d'un marais de forme linéaire pouvant, autant que possible, être implanté dans l'espace disponible à l'intérieur de l'emprise.

Ce principe que l'on souhaite adaptable aux différentes routes et autoroutes du Québec permet d'éviter l'acquisition de terrain et force l'écoulement des eaux à travers la pleine largeur des surfaces de traitement et en optimise ainsi l'efficacité.

Le deuxième principe est celui de conserver le réseau de drainage existant sans modification au sens d'écoulement et au parcours des eaux ni aux débits véhiculés dans les différents segments, en intégrant uniquement les unités de traitement au sein du système. Cette façon de faire évite de recalculer la capacité et le dimensionnement des ouvrages existants ainsi que les frais que pourrait nécessiter leur modification.

5.2.2 Sites potentiels

5.2.2.1 Critères de sélection

L'objectif premier étant de pouvoir traiter les eaux de ruissellement en provenance de l'autoroute, nous avons donc évalué le potentiel d'emplacements localisés au sud de l'autoroute, soit en aval de celle-ci.

Faisant suite aux recommandations découlant du projet expérimental de Boucherville, nous avons recherché des sites permettant le traitement d'apports ponctuels significatifs.

Nous avons par la suite estimé l'importance des débits pluviaux véhiculés dans les différents segments par l'analyse des surfaces de drainage des sous-bassins, l'étude du fonctionnement du réseau de drainage ainsi qu'un examen visuel de l'écoulement dans les fossés.

L'examen des plans de propriété obtenus de la Direction territoriale de Québec du ministère des Transports nous a permis de connaître les largeurs d'emprise en bordure de l'autoroute et des bretelles d'accès pour évaluer ensuite l'espace potentiel pour aménager les marais.

Lors de nos visites sur le terrain, nous avons pu déterminer les contraintes physiques liées à la construction des unités de traitement (pente d'écoulement, pente des talus, accessibilité, etc.).

5.2.2.2 Localisation et évaluation des sites

Une étude préliminaire nous a permis d'identifier six emplacements potentiels pour l'aménagement des unités de traitement, lesquels sont montrés à la Figure 5.

Les sous-bassins les plus importants y sont aussi représentés, soit le sous-bassin A (57,7 ha) couvrant les eaux de ruissellement acheminées aux sites 3 et 4 de même que le sous-bassin B (146,9 ha) pour les eaux dirigées vers le site 6.

Les sous-bassins C et D représentent des superficies moindres dont les eaux de ruissellement sont bloquées dans le fossé de d'autoroute pour être immédiatement détournées vers des tributaires traversant les terres agricoles et ne laissant ainsi aucune possibilité de traiter leurs apports ponctuels à l'intérieur de l'emprise. Conformément à l'hypothèse de ne pas modifier le réseau de drainage existant, le traitement de ces surfaces n'a pas été retenu pour l'instant.

Nous avons ensuite analysé plus en profondeur chacun des sites en prenant en considération les critères énoncés précédemment ainsi que d'autres points observés sur le terrain. Les résultats de notre démarche sont présentés au Tableau 4.

Site	Photos	FAVORABLE	Défavorable
1	12	- espace adéquat à l'intérieur de l'emprise (apport diffus seulement) - conditions propices à la plantation (quenouilles existantes) - en amont du raccordement à un tributaire	- FAIBLE DÉBIT (APPORT DIFFUS) - espace insuffisant à l'intérieur de l'emprise (apport ponctuel)
2	13	- espace adéquat à l'intérieur de l'emprise (apport diffus seulement) - conditions propices à la plantation (quenouilles existantes)	- FAIBLE DÉBIT (APPORT DIFFUS) - ESPACE INSUFFISANT À L'INTÉRIEUR DE L'EMPRISE
3	14	- DÉBIT IMPORTANT - apport ponctuel majeur	- espace insuffisant à l'intérieur de l'emprise (talus prononcé) - conditions moins propices à la plantation (pente d'écoulement accentuée)
4	15, 16	- DÉBIT IMPORTANT - APPORT PONCTUEL MAJEUR - espace adéquat (surface non exploitée) - conditions propices d'aménagement	- TERRAIN À ACQUÉRIR - QUANTITÉ APPRÉCIABLE DE DÉBLAI
5	17	- espace adéquat à l'intérieur de l'emprise - conditions propices à la plantation (quenouilles existantes) - en amont du raccordement à un tributaire	- FAIBLE DÉBIT - LÉGER APPORT PONCTUEL ET APPORT DIFFUS
6	18	- DÉBIT IMPORTANT ET APPORT PONCTUEL MAJEUR - espace adéquat (surface prévue pour conservation et restauration d'un site de dépôt) - conditions propices d'aménagement	- TERRAIN À ACQUÉRIR PAR LA VILLE DE QUÉBEC (DÉMARCHE EN COURS) - DÉBLAI IMPORTANT

Tableau 4



Photo 12

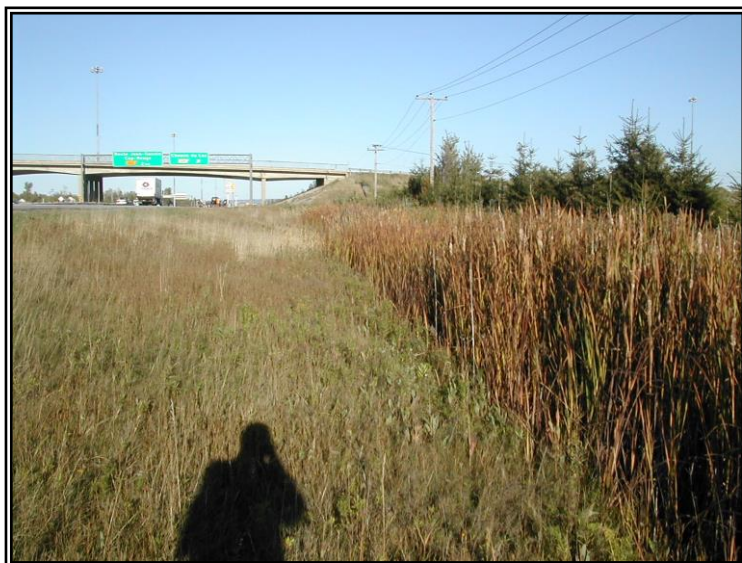


Photo 13



Photo 14



Photo 15



Photo 16



Photo 17



Photo 18

5.2.3 Scénarios de traitement

5.2.3.1 Maintien et entretien du réseau

Tel que mentionné précédemment, notre étude a permis de constater la présence de quenouilles poussant naturellement dans différentes sections des fossés. Il apparaît tout à fait souhaitable que les travaux d'entretien et de nettoyage des fossés soient exécutés avec précaution afin de conserver ces plantes naturelles (méthode du tiers inférieur).

Si des travaux de correction de profil étaient requis, il y aurait lieu de procéder de façon alternative en laissant en place des bandes de traitement efficaces tant que la repousse des plantes ne serait pas complétée dans les bandes remaniées (curage séquentiel).

Dans les zones où la densité de plantes naturelles est déficiente ou la largeur de la surface de traitement est jugée insuffisante, nous recommandons de procéder à la plantation de quenouilles additionnelles d'origine locale afin d'en optimiser la capacité de traitement. Cet avis touche particulièrement les segments de fossés directement en amont du raccordement à un tributaire du lac Saint-Augustin.

Ce scénario est particulièrement applicable pour les sites 1, 2, 3 et 5. Pour ces mêmes endroits, il y aurait lieu d'analyser la possibilité d'aménager une fosse de sédimentation permettant le dépôt des matières en suspension et d'y intégrer un mécanisme de contrôle des hydrocarbures en cas de déversement accidentel.

5.2.3.2 MEC au site 4

Tel que démontré au Tableau 4, le site 4 présente des conditions très favorables à l'aménagement d'un marais épurateur construit. Cet emplacement dont la localisation apparaît à la Figure 5 constitue un site privilégié pour traiter le débit important d'eaux de ruissellement en provenance d'un apport ponctuel majeur (bassin de drainage d'environ 57,7 ha).

Terrain à acquérir

La principale contrainte est la nécessité pour le ministère des Transports de faire l'acquisition d'une surface de terrain d'environ 0,7 ha. Toutefois, tel que montré sur les photos 15 et 16, cette surface est directement adjacente à l'emprise de l'autoroute et est laissée en friche par son propriétaire. Ceci devrait en réduire le coût d'achat et faciliter l'obtention de l'autorisation de la Commission de la protection du territoire agricole du Québec.

Fosse de sédimentation

La Figure 6 présente le concept préliminaire proposé, lequel prévoit la mise en place d'une fosse de sédimentation immédiatement en aval du ponceau qui traverse l'autoroute et adjacente à celle-ci de façon à y permettre un accès facile pour son entretien. Nous entrevoyons aussi d'intégrer à cet ouvrage un mécanisme de contrôle des hydrocarbures en cas de déversement accidentel.

Marais épurateur

Une fois acquis, le terrain visé possède un potentiel d'aménagement de beaucoup supérieur à celui d'une emprise longitudinale de fossé. On peut disposer les plantes filtrantes sur une large surface et mettre en place un seuil déversoir permettant une distribution uniforme de l'eau à travers celles-ci. L'aménagement prévoit aussi une alternance de zones de marais et de zones d'étang profond (eau libre) ainsi qu'un ouvrage de contrôle du niveau d'eau à son exutoire.

Autres fonctions importantes

La superficie du terrain au site 4 permet aussi l'implantation de divers éléments destinés à diversifier les habitats, favoriser des niches écologiques et à rehausser ainsi le potentiel faunique des lieux (îlot de nidification, étangs, plantations, etc.)

De plus, en complément au rôle premier de traitement des eaux de ruissellement, l'aménagement global sera conçu de telle sorte qu'il pourra servir de bassin de rétention des eaux pluviales lors des fortes pluies. Cette caractéristique permet non seulement de prévenir les risques de débordement dans le réseau aval mais aussi de régulariser les débits et d'ainsi diminuer l'érosion dans les fossés et les tributaires et conséquemment de réduire le transport de matières en suspension jusqu'au lac Saint-Augustin.

Traitement des eaux en provenance des sous-bassins C et D

Si on prend en considération l'aménagement d'un bassin de rétention avec un ouvrage permettant de contrôler le débit à son exutoire, il nous apparaît tout à fait pertinent qu'une analyse soit faite quant à la possibilité de détourner les eaux de ruissellement des sous-bassins C et D dans le fossé de l'emprise pour qu'elles puissent ainsi être traitées par le MEC proposé au site 4.

Si cette option s'avérait réalisable, elle permettrait non seulement le traitement de toutes les eaux de ruissellement de l'autoroute dans ce secteur mais aussi une régularisation des débits ainsi qu'un contrôle potentiel des hydrocarbures en cas d'accident.

5.2.3.3 MEC au site 6

Tel que démontré au Tableau 4, le site 6 est tout à fait propice à l'aménagement d'un marais épurateur construit. Cet emplacement dont la localisation apparaît à la Figure 5 est situé à l'exutoire de la plus grande surface de drainage dans ce secteur (environ 146,9 ha). Le débit très important des eaux de ruissellement y est fourni par deux apports ponctuels majeurs

Zone de conservation

Le site est situé à l'intérieur d'une grande superficie boisée considérée importante à conserver à l'extrémité est du lac Saint-Augustin. Des démarches sont présentement en cours par la ville de Québec pour l'acquisition des terrains désignés afin de les réserver à des fins de protection

environnementale du lac. Une vérification auprès des autorités municipales concernées nous permet d'avancer que l'aménagement d'un MEC pourrait parfaitement s'intégrer dans l'important projet de la ville de Québec.

Restauration d'un site de dépôt de matériaux

Tel qu'apparaissant sur la photo 18, l'endroit proposé pour l'aménagement du MEC est un ancien dépôt de matériaux pratiquement non boisé. Le présent projet permettrait non seulement d'utiliser une partie de cette surface pour la mise en place d'une unité de traitement mais aussi de restaurer la superficie résiduelle par des plantations et du reboisement.

Selon des informations obtenues de la ville de Québec, une évaluation environnementale de phase I laisserait entrevoir la possibilité de retrouver certains matériaux polluants sur le site et une évaluation environnementale de phase II serait à prévoir.

Fosse de sédimentation

La Figure 7 présente le concept préliminaire proposé, lequel prévoit la mise en place d'une fosse de sédimentation immédiatement en aval du ponceau qui traverse l'autoroute et à proximité de la voie de desserte de façon à y permettre un accès facile pour son entretien. Nous entrevoyons aussi d'intégrer à cet ouvrage un mécanisme de contrôle des hydrocarbures en cas de déversement accidentel.

Marais épurateur

Tout comme pour le site 4, l'emplacement visé possède un potentiel d'aménagement de beaucoup supérieur à celui d'une emprise longitudinale de fossé. On peut disposer les plantes filtrantes sur une large surface et mettre en place un seuil déversoir permettant une distribution uniforme de l'eau à travers celles-ci. L'aménagement prévoit aussi une alternance de zones de marais et de zones d'étang profond (eau libre) ainsi qu'un ouvrage de contrôle du niveau d'eau à son exutoire.

Autres avantages significatifs

La superficie du terrain au site 6 permet aussi l'implantation de divers éléments destinés à diversifier les habitats, favoriser des niches écologiques et à rehausser ainsi le potentiel faunique des lieux (îlot de nidification, étangs, plantations, etc.)

De plus, en complément au rôle premier de traitement des eaux de ruissellement, l'aménagement global sera conçu de telle sorte qu'il pourra servir de bassin de rétention des eaux pluviales lors des fortes pluies. Cette caractéristique permet de régulariser les débits et ainsi modérer le phénomène d'érosion et conséquemment de réduire le transport de matières en suspension jusqu'au lac Saint-Augustin.

5.3 Résultats attendus

5.3.1 Déductions à partir du projet expérimental

Tel que mentionné précédemment, le suivi de performance réalisé dans le cadre du projet expérimental de Boucherville a permis d'évaluer le potentiel de traitement de différents types d'aménagement et de quantifier les capacités d'enlèvement des éléments contaminants de l'eau de ruissellement.

Selon les rapports de suivi, les constats de rendement suivants ont été établis pour les marais les plus performants (plantes sur la pleine largeur avec réception d'apports ponctuels) en ce qui à trait à **l'enlèvement ou la réduction des éléments contaminants** :

- De l'ordre de 40% pour l'azote et le phosphore
- Un peu plus de 70 % pour les MES et les hydrocarbures
- De 13 à 15 % pour la conductivité et les chlorures
- De l'ordre de 50 % pour le cuivre, le fer et le zinc
- De 61 à 70 % pour le manganèse total et dissous

Les méthodes d'échantillonnage, d'analyse et de mesure sont rigoureuses et permettent d'obtenir un bon niveau de précision. Toutefois, les résultats de performance n'étant disponibles que pour une courte période (années 2000 et 2001), leur valeur est sûrement un bon indice du potentiel de traitement dans certaines conditions mais ne peut encore être considérée comme une mesure précise de leur efficacité en général.

D'autre part, la concentration des contaminants dans les eaux traitées est sûrement un facteur affectant l'efficacité du traitement et on devra le considérer. La comparaison précédente des eaux de ruissellement analysées à Boucherville avec celles du bassin versant du lac Saint-Augustin a permis de démontrer que les concentrations respectives sont différentes.

De plus, contrairement au projet expérimental où les marais étaient parfaitement linéaires, les solutions particulières proposées pour l'autoroute 40 prévoient l'aménagement d'unités de traitement en largeur et couvrant une plus grande surface. Ces conditions devraient être favorables à une meilleure efficacité d'enlèvement des éléments contaminants.

En conclusion, la présente section peut se résumer par les énoncés suivant :

- Le projet expérimental de Boucherville présente un bilan très intéressant mais il est encore trop tôt pour en déduire des résultats définitifs quant à l'efficacité des MEC

- Malgré les concentrations plus faibles des contaminants des eaux du secteur de Saint-Augustin, le type d'aménagement proposé devrait influencer favorablement son traitement
- Le projet de traitement des eaux de drainage de l'autoroute 40 est très intéressant à cause de ses particularités et devrait, de par son caractère innovateur, comprendre un programme de suivi permettant d'en évaluer pleinement les retombées positives.

5.3.2 Recommandations de suivi après implantation

Tel qu'énoncé précédemment, il serait souhaitable qu'un programme de suivi soit instauré avant et après la réalisation et la mise en opération des MEC, lequel couvrirait principalement les activités suivantes :

Performance

- Échantillonnage et analyse d'eau
- Échantillonnage et analyse de sédiments
- Échantillonnage et analyse de plantes
- Établissement d'un calendrier d'entretien et évaluation des résultats

Fonctionnement et entretien du réseau

- Vérification du comportement du réseau de drainage ainsi que des fosses de sédimentation et des bassins de rétention lors de pluies de différentes intensités et à diverses périodes de l'année
- Mise en place d'un programme d'entretien des fosses de sédimentation ainsi que des ouvrages de contrôle.

5.4 Estimation des coûts

5.4.1 Amélioration des surfaces naturelles

Ces travaux consistent à améliorer la capacité de traitement de certaines zones où des quenouilles poussent naturellement mais dont la densité de plantes est déficiente et/ou la largeur de la surface de traitement est insuffisante. Les secteurs visés par ces travaux ont été identifiés précédemment dans la présentation des scénarios de traitement.

Description des travaux :

- Excavation et mise en place de substrat de plantation
- Plantation de quenouilles (4 par m² sur une surface d'environ 2000 m²)

Note : Si, tel que proposé précédemment, le détournement des eaux en provenance des sous-bassins C et D vers le MEC du site 4 était réalisé, les présents travaux deviendraient majoritairement superflus.

Estimation préliminaire du coût des travaux : **30 000 \$**

Notes : - les imprévus (10%) et les frais contingents (25%) sont inclus dans l'estimation

- les coûts d'imperméabilisation du terrain (si requis) ne sont pas inclus

5.4.2 MEC au site 4

Ces travaux consistent à aménager le marais épurateur construit du site 4 dont le concept préliminaire apparaît à la Figure 6.

Caractéristiques de l'aménagement:

- Fosse de sédimentation
- Excavation et transport, déblai / remblai
- Seuils déversoirs
- Ouvrage de contrôle
- Surface de traitement (plantation sur environ 3500 m²)
- Ensemencement et plantation (talus et îlot)

Estimation préliminaire du coût des travaux : 195 000 \$

Notes: .- les imprévus (10%) et les frais contingents (25%) sont inclus dans l'estimation

- le coût d'acquisition du terrain n'est pas inclus dans l'estimation
- les coûts d'imperméabilisation du terrain (si requis) ne sont pas inclus

5.4.3 MEC au site 6

Ces travaux consistent à aménager le marais épurateur construit du site 6 dont le concept préliminaire apparaît à la Figure 7.

Caractéristiques de l'aménagement:

- Fosse de sédimentation
- Déblai / remblai
- Seuils déversoirs
- Ouvrage de contrôle
- Surface de traitement (plantation sur environ 3500 m²)
- Ensemencement et plantation (talus et îlot)

Estimation préliminaire du coût des travaux : 215 000 \$

Notes: .- les imprévus (10%) et les frais contingents (25%) sont inclus dans l'estimation

- LES COÛTS SUIVANTS NE SONT PAS INCLUS DANS L'ESTIMATION :

- ✓ imperméabilisation du terrain (si requis)
- ✓ évaluation environnementale de phase II
- ✓ aménagements d'observation et d'interprétation
- ✓ travaux d'aménagement et plantation à l'extérieur des limites du MEC

6 CONCLUSION

La dégradation des eaux du lac Saint-Augustin est un fait connu et reconnu depuis longtemps par les différents intervenants en environnement des gouvernements municipal et provincial. Il est aussi parfaitement établi que ce phénomène va en s'accroissant et que des mesures doivent être prises rapidement afin d'améliorer la situation ou du moins réduire à la source l'apport des contaminants.

La présente étude a clairement démontré que la surface captée par le réseau de drainage de l'autoroute 40 correspond à plus de 40 % du bassin versant du lac Saint-Augustin et que ses eaux de ruissellement contiennent des éléments contaminants pouvant affecter la qualité de l'eau du lac en s'y déversant.

L'analyse permet aussi de conclure que le projet de traitement par marais épurateur construit dans ce secteur est réalisable avantageusement, et ce, à un coût raisonnable compte tenu de son impact sur le lac à proximité, de la valorisation écologique et faunique apportée par l'ensemble des aménagements de même que de la restauration d'un site de dépôt.

Il nous apparaît tout à fait pertinent que, soucieux des préoccupations environnementales, le ministère des Transports du Québec donne suite à ce projet et contribue ainsi à la restauration de l'écosystème aquatique que constitue le lac Saint-Augustin.

De plus, la méthode de traitement proposée ayant encore un caractère innovateur, le suivi de son fonctionnement et son entretien permettra sûrement d'accroître les connaissances dans ce domaine et favorisera par la suite son application efficace ailleurs au Québec.

RÉFÉRENCES

OUVRAGES

AquaPlantes, 1998. Recommandations et évaluation des coûts pour la mise en valeur du lac Saint-Augustin. Document présenté à la municipalité de Saint-Augustin-de-Desmaures. 25 pages et annexes.

Argus inc. (Les consultants en environnement), 2000, 2001, 2002. Traitement des eaux de ruissellement des autoroutes par marais épurateurs construits (Rapports d'étape 1 et 2, Données 2001). Documents préparés pour le compte du ministère des Transports du Québec.

Corbeil, C, Bergeron, M., Bouchard-Valentine, M. et Arsenault, S., 2002. Diagnose écologique du lac Saint-Augustin (rapport préliminaire). Document préparé pour la municipalité de Saint-Augustin-de-Desmaures par EXXEP Environnement, Québec, 67 pages et annexes.