

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE
DU BASSIN
VERSANT DU LAC BROMPTON



MUNICIPALITÉ DE ST-DENIS-DE-BROMPTON

Pour Monsieur Mike Doyle, Maire
Municipalité de Saint-Denis-de-Brompton
2050, rue Ernest-Camiré, C.P. 120
Saint-Denis-de-Brompton (Québec) J0B 2P0

Préparée par

Marco Binet, ing., agr.
Directeur division ingénierie

Approuvée par

Daniel Bergeron, biologiste
Président-directeur général

Table des matières

LISTE DES ILLUSTRATIONS	II
1 INTRODUCTION	1
2 DESCRIPTION DU TERRITOIRE	3
2.1 ÉTUDE CARTOGRAPHIQUE	3
2.1.1 Occupation du territoire	3
2.1.2 Topographie	4
2.1.3 Pédologie	4
2.2 RELEVÉS SUR LE TERRAIN	4
2.2.1 Description de la démarche	4
2.2.2 Compilation des relevés et observations terrain	5
3 ÉTUDE HYDROLOGIQUE	10
3.1 ANALYSE DES SOUS-BASSINS VERSANTS	10
3.1.1 Récurrence retenue pour les calculs	10
3.1.2 Méthode de Calcul du débit de pointe(Qp)	10
3.1.3 coefficient de ruissellement (C)	10
3.1.4 Intensité de l'averse (I)	10
3.1.5 Temps de concentration (t _c)	11
3.1.6 Aire du sous-bassin versant (A)	11
3.1.7 Vitesse moyenne de l'eau dans le bassin versant (v _{moy})	11
3.1.8 Sommaire des résultats	11
3.1.9 Analyse des résultats	12
3.2 CAPACITÉ DU RÉSEAU HYDRAULIQUE	13
4 IDENTIFICATION DES SECTEURS SENSIBLES	15
5 PLAN D'INTERVENTION MUNICIPAL	17
5.1 RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES	17
5.2 DEVIS D'EXÉCUTION	19
5.2.1 Entretien des fossés « méthode traditionnelle »	19
5.2.2 Entretien écologique des fossés « méthode du tiers inférieur »	19
5.2.3 Stabilisation des fossés	19
5.2.4 Berme de rétention à la jonction d'un cours d'eau	20
5.2.5 Entretien des ponceaux	21
5.2.6 Remplacement des ponceaux	21
5.2.7 Paillis	23
5.2.8 Plantation – bande riveraine	23
5.2.9 Enrochement et géotextile	24
5.2.10 Marais résidentiel	24
5.3 MESURES D'ATTÉNUATION ENVIRONNEMENTALE	25
6 CONCLUSION	27
7 BIBLIOGRAPHIE	28
ANNEXE A PLANS	29
A.1 CARACTÉRISATION DU BASSIN VERSANT	30
A.2 PLAN D'INTERVENTION MUNICIPAL	31



Liste des illustrations

FIGURE 1 – FOSSÉ TYPIQUE QUI BORDE LES CHEMINS MUNICIPAUX.....	7
FIGURE 2 - ACCÈS RIVERAIN GAZONNÉ COMPORTANT UN RUISSEAU.....	7
FIGURE 3 - RUISSEAU NATUREL, APPORT DU LAC DESMARAIS.....	8
FIGURE 4 - CHANTIER RÉSIDENTIEL EN ZONE DE PENTE FORTE SANS MESURES DE CONTRÔLE D'ÉROSION	8
FIGURE 5 – FOSSÉS NON STABILISÉS SUITE À UN ENTRETIEN.....	9
TABLEAU 1 - POURCENTAGE D'OCCUPATION DU TERRITOIRE.....	3
TABLEAU 2 - RÉSULTATS DES CALCULS HYDROLOGIQUES SUR LES SOUS-BASSINS	12
TABLEAU 3 - VALIDATION DU DIAMÈTRE DES PONCEAUX	14
TABLEAU 4 - CLASSEMENT DES FACTEURS D'ÉROSION DES SOUS-BASSINS VERSANTS	15
TABLEAU 5 - TECHNIQUE DE STABILISATION RECOMMANDÉE EN FONCTION DE LA SENSIBILITÉ DES FOSSÉS À L'ÉROSION	20
TABLEAU 6 - MÉLANGE D'ACCOMPAGNEMENT (OU ÉQUIVALENT)	22
TABLEAU 7 - DESCRIPTION DU MÉLANGE POUR TALUS (OU ÉQUIVALENT).....	22



1 Introduction

Le présent rapport fait suite au mandat accordé à la firme AQUA-BERGE inc. par la municipalité de St-Denis-de-Brompton de faire une étude environnementale pour la réduction de l'érosion des sols sur la portion du bassin versant du lac Brompton située à l'intérieur des limites de la municipalité.

Le but de cette étude vise globalement à limiter le transport de sédiments vers le lac Brompton afin d'y préserver la qualité du milieu aquatique et son attrait récréotouristique. Une caractérisation et une analyse du territoire sont nécessaires pour déceler les problématiques d'érosion des sols et du réseau pluvial tout en répertoriant les secteurs sensibles via une approche par micro-bassins versants. Un plan d'intervention municipal sera alors élaboré pour recommander différentes mesures de contrôle d'érosion. Celui-ci reposera principalement sur la mise en œuvre de techniques de contrôle d'érosion de même que par l'intégration de techniques de rétention et de traitement de l'eau.

Les grandes étapes de réalisation de l'étude sont les suivantes :

1. Description du territoire

Une étude cartographique sera effectuée pour caractériser l'occupation du territoire, la topographie, le type de sol et inventorier les milieux humides ou zones sensibles existantes. Par la suite, une prise de données sur le terrain nous permettra de mesurer les pentes des chemins, de diagnostiquer l'érosion des fossés routiers et de caractériser les ponceaux de même que les cours d'eau en amont et en aval de ceux-ci. Une inspection des effluents au lac Brompton sera aussi réalisée pour y repérer des indices de transport de sédiments.

2. Étude hydrologique

Le territoire sera subdivisé en sous-bassins versants afin d'être en mesure de comparer différents paramètres hydrologiques (débit de pointe, temps de concentration, coefficient de ruissellement, etc.) et d'y déceler des indicateurs de sensibilité à l'érosion. Avec une meilleure connaissance des débits des sous-bassins versants, la capacité des ponceaux installés sera aussi validée.

3. Plan d'intervention municipal

Après avoir fait l'analyse des données terrains et des paramètres hydrologiques du bassin versant, un plan d'intervention municipal pourra être dressé. Il spécifiera, entre autre, les correctifs à apporter sur le réseau pluvial, des propositions de mesures de contrôle des sédiments, un plan de gestion écologique de l'entretien des fossés municipaux, des mesures de rétention des eaux de surface (bermes et marais) de même que des orientations pour l'encadrement du développement résidentiel sur le territoire (bande riveraine, gestion des sols, déboisement, etc.)

L'Association pour la protection du lac Brompton (APLB) assure un suivi de la qualité de l'eau du lac depuis plusieurs années. Des données physico-chimiques sont cumulées pour orienter les actions. Plus particulièrement, en 2007, le Regroupement des Associations pour la protection de l'Environnement des Lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la Saint-François (RAPPEL), a produit un schéma d'action global pour l'eau (SAGE) sur différents secteurs du lac, dont la baie Ély. Lors de cette étude, le RAPPEL a mesuré l'épaisseur des sédiments sur l'ensemble du pourtour du lac. L'étude indique que les plus importantes zones de sédimentation identifiées lors de cet inventaire sont situées, entre autre, dans le secteur entre la baie Ély et la pointe



Rocheuse. Certaines de ces zones ont accumulé entre 50 et 249 cm de sédiments. Dans le cas de la baie Ély, les activités d'extraction ainsi que le réseau routier sont les facteurs contribuant le plus à l'émission des sédiments.

Les rapports indiquent que le lac Brompton s'envase et vieillit rapidement et que des efforts supplémentaires doivent être faits afin de limiter et prévenir l'érosion de sédiments. Compte tenu de l'attrait du secteur à l'étude, celui-ci connaît déjà un développement résidentiel important. Le plan d'intervention municipal s'avère un outil très pertinent puisqu'il mettra en place des balises préventives pour encadrer le développement. Les cours d'eau qui se jettent dans le lac ne doivent pas être source de pollution, mais bien source de vie.



2 Description du territoire

2.1 ÉTUDE CARTOGRAPHIQUE

2.1.1 OCCUPATION DU TERRITOIRE

La partie du bassin versant du lac Brompton qui a fait l'objet de la présente étude a une superficie de 1 749 ha. Cette partie du bassin versant se situe dans la portion ouest du territoire de la municipalité de St-Denis-de-Brompton. Les secteurs du Lac Desmarais et du Petit Lac Brompton, bien qu'inclus dans le bassin versant du lac Brompton, ne font pas partie de la présente étude étant donné qu'ils étaient l'objet d'une étude antérieure.

Le territoire cartographié est présenté en annexe et est majoritairement couvert de forêt, à plus de 79%. La zone résidentielle couvre environ 18% du territoire et est localisée en majeure partie sur les abords du lac Brompton. Les milieux humides et les zones d'eau libre couvrent environ 3 % du territoire.

Tableau 1 - Pourcentage d'occupation du territoire

Occupation du territoire	Superficie	
	(ha)	(%)
Forêt	1385	79
Résidences et réseau routier	312	18
Milieu humide	35	2
Lacs et étangs	17	1
Total	1749	100

Comme le démontre le plan de zonage fourni par la municipalité de St-Denis de Brompton, le secteur à l'étude se partage entre les trois activités suivantes :

- ▶ Zone 1 : le récréo-forestier
- ▶ Zone 2 : le récréo-forestier et villégiature écologique
- ▶ Zone 3 : le récréo-forestier et villégiature résidentielle

La zone 3 occupe une bonne partie du bassin versant et pourrait donc être urbanisée. La zone 2 comporte une réserve écologique protégée de tout développement. Aussi, un survol des photo-aériennes et des différentes observations terrain nous indique que les activités forestières laissent graduellement leur place au développement du secteur de villégiature résidentielle. Le lac est un lieu unique pour la baignade, la plage, les sports nautiques, la pêche, mais surtout, il est un milieu de vie intéressant pour les familles. Le lac est le centre des activités économiques régionales. Toutes les propriétés riveraines participent aux revenus municipaux via leur compte de taxes et plusieurs commerces vivent grâce aux attraits qu'offre le lac. La partie sud du territoire à l'étude a fait l'objet de l'agrandissement du parc national du Mont-



Orford. Cette portion de territoire sera donc protégée à long terme de tout développement résidentiel ou d'exploitation forestière.

2.1.2 TOPOGRAPHIE

Le bassin versant comporte un relief assez accidenté comme le démontrent les courbes de niveau sur les plans en annexe. Une bonne proportion du territoire se caractérise par des pentes supérieures à 15 %. Environ 50 ha se retrouvent en zones montagneuses avec des pentes supérieures à 30 %. La bande riveraine est actuellement urbanisée sur environ 75 % de sa longueur. Celle-ci est toutefois située en secteur généralement moins accidenté. En s'éloignant de la bande riveraine, l'urbanisation gagne toutefois rapidement les zones accidentées. Aussi, cinq secteurs humides ont été identifiés par cartographie et occupent les zones de topographie plane situées en contrebas des vallons.

2.1.3 PÉDOLOGIE

Le type de sol retrouvé dans le bassin versant a une texture plutôt sableuse. Une bonne proportion du bassin versant comporte un sol d'une pédologie caractérisée de non cultivable. La faible qualité des sols et le relief accidenté du territoire expliquent l'absence d'agriculture. Environ 240 ha (14% du territoire) sont composés de sol de 50 cm et moins. Ces sols minces se retrouvent le plus souvent dans les secteurs montagneux. Selon la carte pédologique, les types de sol rencontrés dans ce bassin versant sont les suivants :

- ▶ Terre franche sablonneuse d'Orford
- ▶ Terre rocheuse non cultivable de type Berkshire
- ▶ Terre franche sablonneuse d'Ascot

Réf. : Dominion Experimental Farms Service et Quebec Department of Agriculture, Surveyed 1938-1940

2.2 RELEVÉS SUR LE TERRAIN

2.2.1 DESCRIPTION DE LA DÉMARCHE

Suite à l'étude cartographique des caractéristiques du bassin versant, un relevé sur le terrain a été effectué afin de compléter les informations. Pour ce faire, un inventaire des fossés et des ponceaux a été réalisé durant le mois de mai 2009, à l'aide d'un récepteur GPS (modèle SX Blue) et d'un ordinateur portable. Tous les fossés routiers ont été observés de même que les ruisseaux en amont et en aval des ponceaux qui les traversent. Lors de l'inventaire des fossés routiers, les éléments suivants ont été compilés :

- ▶ Caractéristiques de la section d'écoulement
- ▶ Hauteur du talus
- ▶ Pente du fossé
- ▶ Type de chaussée du chemin
- ▶ Diamètre et type de ponceaux
- ▶ Présence d'érosion

Aussi, une caractérisation des effluents a été effectuée, en naviguant le long de la berge du lac Brompton, à l'intérieur des limites municipales.



2.2.2 COMPILATION DES RELEVÉS ET OBSERVATIONS TERRAIN

Caractéristiques des fossés

Les relevés ont permis de constater que les fossés routiers sont généralement enherbés et stables. La hauteur des talus est d'environ 1 mètre et la pente d'écoulement est parfois élevée compte tenu de la topographie locale.

Dans certains secteurs en pente, des foyers d'érosion étaient toutefois identifiables. Les secteurs en développement présentent les problématiques les plus sévères. Les chemins y sont non pavés et les pentes sont fortes. Les fossés et les talus fraîchement remaniés sont instables et sensibles à l'érosion. Les principaux foyers d'érosion identifiés sont localisés sur le plan 1 de 2 en annexe.

Aussi, on remarque que certains fossés qui ont été excavés pour leur entretien n'ont pas été stabilisés et deviennent une source de sédiments. Par endroits, on peut remarquer l'affaissement de talus après l'entretien des fossés, réduisant de beaucoup l'efficacité de l'opération.

Les relevés effectués sur les fossés ont permis de faire les observations et les appréhensions suivantes :

- ▶ Dans le bassin versant n° 19, on retrouve une zone fragile, de pente forte (> 30%), en développement résidentiel. Sans mesures de contrôle d'érosion appropriées dans ce secteur, les risques d'érosion et de transport de sédiments y sont très importants
- ▶ Il en est de même dans le bassin versant n° 7 qui est situé aussi en pente forte. Une section de fossé a une sensibilité à l'érosion très élevée. Le phénomène d'érosion pourrait s'aggraver si le développement en amont se poursuit sans mesures de contrôle d'érosion ou de rétention adéquates.
- ▶ Dans le bassin versant n° 10, deux développements résidentiels sont à venir et pourraient avoir des impacts sur les cours d'eau. La réduction des milieux humides dans un de ces secteurs pourrait avoir un effet sur la capacité des ponceaux en aval
- ▶ Le développement résidentiel à venir dans le bassin versant n° 9 pourrait changer la dynamique de l'écoulement et affecter la stabilité des fossés.

Caractéristiques des chemins

Le réseau routier est composé à 57% (environ 12 km) de chemins de gravier qui sont pour la plupart privés. Les routes asphaltées représentent 43% (environ 9 km) du réseau routier et sont entièrement publiques (municipales). De plus, de nombreux chemins forestiers gravelés parcourent le territoire. Étant donnée la nature réservée de ce territoire, ceux-ci n'ont pas été diagnostiqués mais peuvent toutefois être une source de sédiments si les responsables de la gestion du parc n'appliquent pas des mesures de contrôle d'érosion pertinentes.

L'asphaltage du réseau routier présent dans le développement du bassin versant n° 7 n'est pas encore complété et pourrait être une source de sédiments.



Caractéristiques des ponceaux

Les ponceaux routiers traversant les chemins municipaux ont fait l'objet d'une caractérisation (diamètre, type de ponceau, etc.). Ils sont positionnés sur le plan 1 de 2 en annexe. Considérant l'étendue du territoire et la quantité importante de ponceaux installés, ceux-ci n'ont pu être totalement repérés et identifiés. Le dimensionnement des principaux ponceaux sera validé lors de l'étude hydrologique qui sera effectuée à la section 3.

Caractéristiques des zones humides existantes

Cinq zones humides de superficie importante ont été répertoriées dans le bassin versant. Ces zones sont identifiées sur les cartes topographiques et ont été représentées sur le plan 1 de 2 en annexe. La délimitation précise de ces zones serait toutefois essentielle pour bien encadrer le développement résidentiel. Aussi, il n'est pas exclu que d'autres zones humides soient existantes à l'intérieur de ce territoire. Ces zones devront aussi faire l'objet d'une délimitation afin d'intégrer le plan de conservation des ressources municipales.

Les zones humides sont des milieux riches du point de vue de la biodiversité et celles-ci doivent faire l'objet d'une protection appropriée. Elles permettent une rétention de l'eau de ruissellement. Elles ont également une efficacité de filtration et d'épuration qu'il ne faut pas négliger surtout dans un contexte de bassin versant et pente forte.

Caractéristiques des effluents

Les effluents d'eau pluviale sont généralement canalisés jusqu'au lac Brompton. Par endroits, on retrouve aussi des fossés ouverts et des ruisseaux naturels. Peu de signes d'érosion ont été répertoriés en berge. La présence de delta important d'érosion n'a pas été identifiée visuellement. Par endroits, des accès riverains gazonnés et des berges artificialisées (ex. muret de béton) caractérisent la bande riveraine.

La visite des berges a permis de constater que de nombreuses résidences rejettent leurs eaux de drainage (gouttière et autres) directement dans le lac. Cet apport d'eau par temps de pluie peut provoquer le transport de sédiments ainsi que de nombreux polluants tels que des insecticides, pesticides, matières contenant des produits pétroliers (bardeau asphalte, ruissellement sur des surfaces asphaltées).



Figure 1 – Fossé typique qui borde les chemins municipaux



Figure 2 - Accès riverain gazonné comportant un ruisseau

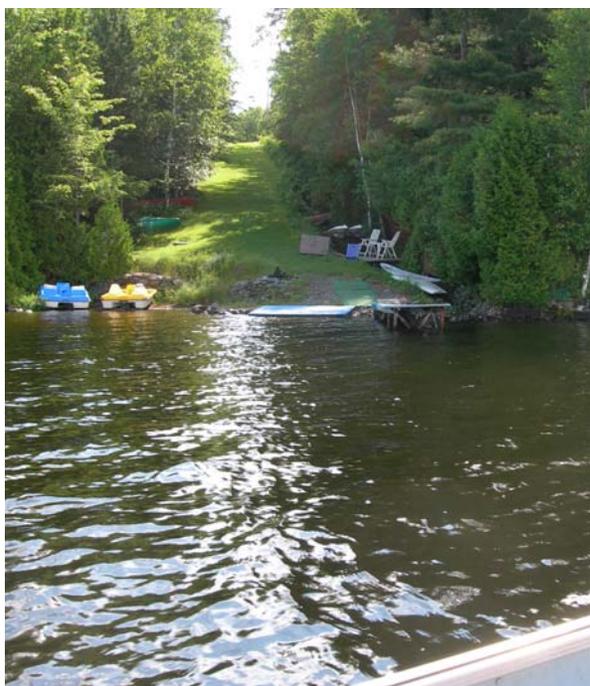


Figure 3 - Ruisseau naturel, apport du lac Desmarais



Figure 4 - Chantier résidentiel en zone de pente forte sans mesures de contrôle d'érosion



Figure 5 – Fossés non stabilisés suite à un entretien



3 Étude hydrologique

3.1 ANALYSE DES SOUS-BASSINS VERSANTS

3.1.1 RÉCURRENCE RETENUE POUR LES CALCULS

Pour les fins de l'étude, l'intensité d'une pluie de récurrence de 25 ans sera considérée pour dresser un portrait significatif du débit généré par le bassin versant. Cette récurrence a été retenue puisque c'est elle qui est normalement utilisée pour le dimensionnement des ponceaux.

3.1.2 MÉTHODE DE CALCUL DU DÉBIT DE POINTE(Qp)

Puisque la superficie du bassin versant est inférieure à 250 ha, la méthode rationnelle, décrite dans le Manuel des ponceaux du MTQ, chapitre 3 – Hydrologie, a été utilisée pour déterminer le débit de pointe. L'équation de la méthode rationnelle est la suivante :

$$Q_p \text{ (m}^3\text{/s)} = C \times I_p \times A / 360$$

Où :

Qp : Débit de pointe (m³/s)

C : Coefficient de ruissellement

I_p : Intensité de pointe (mm/h)

A : Aire du bassin versant (ha)

3.1.3 COEFFICIENT DE RUISELLEMENT (C)

Le coefficient de ruissellement découle des caractéristiques du bassin versant. Il est fonction de l'occupation du territoire en termes de terrain forestier, espace résidentiel, réseau routier, etc. Le coefficient de ruissellement a été calculé pour chaque sous-bassin et est présenté au tableau 4. Le tableau présente aussi, à des fins de comparaison, le pourcentage d'urbanisation (U_r) propre à chaque sous-bassin.

3.1.4 INTENSITÉ DE L'AVERSE (I)

L'intensité de l'averse utilisée pour les calculs est tirée de l'Atlas de hauteur, fréquence et durée des pluies au Québec méridional pour la région de Sherbrooke. L'intensité de l'averse retenue est de 73 mm. Celle-ci inclut une majoration de 10 % pour tenir compte des changements climatiques.

L'intensité de pointe est obtenue en multipliant l'intensité de l'averse par un facteur de correction suivant la relation suivante :

$$I_p \text{ (mm)} = I \times F_c$$

Ce dernier facteur de correction découle du temps de concentration.

Où :

F_c = 50,4/(T_c)^{0,64} pour T_c < 120 min

F_c = 3,9/(T_c)^{0,75} pour T_c > 120 min



3.1.5 TEMPS DE CONCENTRATION (T_c)

Le temps de concentration est le temps mis par une goutte d'eau pour se déplacer du point le plus éloigné du bassin versant jusqu'à l'exutoire. Il détermine la durée de pluie minimale nécessaire à l'obtention d'un débit de pointe. Le modèle mathématique de L'Aéroport a été considéré pour calculer le temps de concentration de l'averse :

$$T_c (h) = (0,05433 \times (1,1-C) \times L^{0,5})/Y^{0,33}$$

Où :

L : Longueur maximale du parcours de l'eau dans le bassin versant (m)

C : Coefficient de ruissellement

Y : Pente moyenne du bassin versant (%)

Ce modèle a été retenu puisqu'il est compatible avec la taille du bassin versant à l'étude et parce qu'il est applicable pour des zones rurales et urbaines. Le modèle est normalement applicable pour des pentes faibles, ce qui pourrait sous-estimer le débit calculé. Il faut toutefois souligner que pour les petits bassins versants, le débit de pointe a tendance à être surévalué avec les modèles actuellement disponibles. On assume donc que les résultats de calculs avec le modèle de l'Aéroport sont satisfaisants pour le bassin versant à l'étude.

3.1.6 AIRE DU SOUS-BASSIN VERSANT (A)

L'aire du bassin versant à l'étude et de chaque sous-bassin versant qui en découle a été délimitée sur les plans en annexe et calculée par le logiciel Autocad. L'aire du bassin versant et de chaque sous-bassin est précisée au tableau 4.

3.1.7 VITESSE MOYENNE DE L'EAU DANS LE BASSIN VERSANT (V_{MOY})

Il est possible d'apprécier la vitesse moyenne de l'eau à travers le bassin versant pour permettre une forme de comparaison entre les sous-bassins. Le facteur d'érosion est directement proportionnel à la vitesse de l'eau. Le calcul de la vitesse moyenne ne correspond pas directement à la vitesse réelle de ruissellement ou à l'intérieur des structures de drainage mais nous permet de caractériser le comportement moyen de l'écoulement à l'intérieur du bassin. On calcule la vitesse moyenne de l'eau dans le bassin versant à partir de l'équation suivante :

$$V_{moy} (m/s) = L / (3600 \times T_c)$$

3.1.8 SOMMAIRE DES RÉSULTATS

Les calculs hydrauliques ont été effectués sur les sous-bassins versants à l'aide du logiciel spécialisé MLJC8605. Il a ainsi été possible de déterminer les débits de pointe, les temps de concentration et le volume d'eau ruisselé dans chaque situation.



Le sommaire des résultats est présenté au tableau 4 :

Tableau 2 - Résultats des calculs hydrologiques sur les sous-bassins

BV	A (ha)	Y (%)	L (m)	U _r (%)	C	Q _{25ans} (m ³ /s)	Q _{25ans} (%)	T _c (h)	V _{moy} (m/s)
1	5,9	12	331	5	0,10	0,12	0,9	0,44	0,21
2	4,3	11	376	12	0,12	0,10	0,7	0,47	0,22
3	3,8	12	339	100	0,40	0,40	2,9	0,31	0,30
4	1,6	15	173	100	0,40	0,22	1,6	0,21	0,23
5	35	12	855	37	0,20	1,16	8,3	0,63	0,38
6	6,7	10	385	19	0,14	0,19	1,4	0,48	0,22
7	23	14	691	21	0,15	0,60	4,3	0,57	0,34
8	9,2	8	327	45	0,22	0,44	3,1	0,43	0,21
*9	134	3,4	2466	5	0,10	1,09	7,8	1,81	0,38
10	357	2,4	3300	5	0,10	2,38	17,0	2,35	0,39
11	4,1	2,6	153	20	0,14	0,12	0,9	0,47	0,09
12	16	3,6	370	27	0,17	0,45	3,2	0,64	0,16
13	14	6	667	8	0,11	0,22	1,6	0,77	0,24
14	34	3	1343	10	0,11	0,39	2,8	1,37	0,27
15	9,6	9	466	31	0,18	0,32	2,3	0,52	0,25
16	58	2,8	1431	3	0,09	0,50	3,6	1,48	0,27
17	21	8	660	4	0,09	0,30	2,1	0,71	0,26
18	199	5	2375	6	0,10	1,84	13,2	1,56	0,42
19	3,4	30	212	44	0,22	0,24	1,7	0,23	0,26
20	13	22	361	11	0,12	0,36	2,6	0,37	0,27
21	299	3,4	2700	6	0,10	2,45	17,5	1,89	0,40
22	4,5	10	257	0	0,08	0,08	0,6	0,42	0,17
	1257					13,97	100		

(*) Le sous-bassin 9 reçoit la décharge de sécurité du lac Desmarais. Comme nous ne connaissons pas les paramètres de conception de ce déversoir de sécurité, le débit supplémentaire à considérer n'a pas été pris en compte dans la présente étude.

3.1.9 ANALYSE DES RÉSULTATS

Pour le secteur à l'étude, les bassins versants n^{os} 5, 9, 10, 18 et 21 sont ceux qui contribuent le plus en apport d'eau au lac Brompton. Au total, ces bassins contribuent pour 64 % du débit. Ce sont eux aussi dont la vitesse moyenne d'écoulement serait la plus élevée (0,38 à 0,42 m/s).



La forte contribution au débit des sous-bassins n^{os} 9, 10, 18 et 21 peut être principalement attribuable au fait qu'ils drainent de grandes superficies. Toutefois, ces bassins sont naturellement protégés dû au fait qu'ils sont faiblement urbanisés (5 à 6%), qu'ils sont en pente relativement faible (2,4 à 5%) et qu'ils possèdent un faible coefficient de ruissellement (0,1). Comme ce sont des tributaires importants, l'urbanisation de ces sous-bassins pourrait avoir des répercussions importantes sur la qualité de l'eau du lac Brompton. Une attention particulière devra être accordée au sous-bassin versant n^o 9 qui reçoit une partie du débit de la décharge du lac Desmarais.

Pour sa part, le bassin versant n^o 5, malgré sa taille moyenne de 35 ha (2,8 %) contribue pour environ 8 % du débit d'eau qui se jette dans le lac Brompton. Son coefficient de ruissellement est de 0,2. Cette situation peut s'expliquer par le fait que le bassin possède une pente moyenne assez forte (12 %), ainsi qu'une proportion non négligeable de surface urbanisée (37 %). Une attention de premier ordre devrait être accordée à ce sous-bassin versant qui est déjà en processus d'urbanisation.

Les bassins n^{os} 3, 4 et 19 possèdent les temps de concentration les plus courts et les coefficients de ruissellement les plus grands (0,22 à 0,4). Ceci découle particulièrement de la pente qui y est très élevée (12 à 30 %) et du fort pourcentage d'urbanisation (44 à 100 %). Ceci se traduit par une vitesse d'écoulement moyenne assez rapide (0,23 à 0,3 m/s). Ces bassins ont connu une accélération du ruissellement suite à l'urbanisation. Ils doivent donc faire l'objet d'une attention particulière bien qu'ils occupent une faible proportion du bassin versant (0,7 %).

Les sous-bassins n^{os} 2, 6, 7 et 20 sont classés intermédiaires au niveau de leur contribution. Ils sont moyennement urbanisés (10 et 21 % respectivement) et possède des pentes non négligeables (10 et 22 %) et par le fait même un temps de concentration très court (0,37 à 0,57 h). Ces sous-bassins cumulent une superficie de 47 ha et leur urbanisation éventuelle devra faire l'objet de mesures de contrôle d'érosion appropriées.

En somme, les sous-bassins versants (n^{os} 1, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 21 et 22) ont un comportement moins marqué que la moyenne de l'ensemble des sous-bassins à l'étude dû au fait qu'ils sont majoritairement boisés (milieu naturel). Leur coefficient de ruissellement est d'environ 0,1, soit quatre fois plus petit qu'en milieu fortement urbanisé. Ils sont ainsi classés comme moins prioritaires quoi qu'ils soient en processus d'urbanisation.

3.2 CAPACITÉ DU RÉSEAU HYDRAULIQUE

Cette évaluation hydrologique se veut globale et donne une première idée de la capacité du réseau hydraulique installé. Seuls les sous-bassins versants à proximité des zones urbanisées ont été considérés dans cette analyse. Les bassins versants dans la partie sud du secteur feront partie du prolongement du parc national du Mont-Orford et seront donc soustraits à tout développement.



À des fins de validation, nous avons calculé si la capacité des ponceaux actuellement en place pouvaient répondre aux quantités d'eau prévues lors d'un évènement pluviométrique de récurrence 25 ans.

Pour ce faire, la pente d'installation des ponceaux a été établie par défaut à 1 %. Le ponceau calculé est du même type que le ponceau installé.

Le tableau 5 présente les résultats des calculs effectués :

Tableau 3 - Validation du diamètre des ponceaux

# Ponceau	Q _{25ans} (m ³ /s)	Type	Diamètre actuel (mm)	Diamètre calculé (mm)
1	0,12	TTOG	600	500
2	0,10	TTOG	450	400
3	0,40	TTOG	600	700
4	0,22	TTOG	400	600
5	1,16	TTOG	1000	1200
6	0,19	TTOG	600	500
7	0,60	TTOG	600	800
8	0,44	TBA	750	700
*9	1,09	TBA	1800	1000
10	2,38	TBA	2000	1400
11	0,12	TBA	500	500
12	0,45	TBA	1000	750
13	0,22	TTOG	500	600
14	0,39	TTOG	900	700
15	0,32	TPE	600	600
16	0,50	TTOG	900	1200
17	0,30	TTOG	1000	700
18	1,84	TTOG	1800	1200
19	0,24	TBA	1000	600
20	0,36	TTOG	500	700
21	2,45	TTOG	1800	1500
22	0,08	TTOG	700	400

(*) Il est à noter que le débit est sous-estimé compte tenu de l'apport du lac Desmarais



Les résultats de calculs du dimensionnement des ponceaux nous indiquent que les ponceaux 3, 4, 5, 7, 13, 16 et 20 sont sous-dimensionnés. Ces structures devront faire l'objet d'une surveillance et nous recommandons, avant d'effectuer leur remplacement qu'une analyse hydrologique plus précise soit effectuée, afin de bien enquêter sur le terrain pour caractériser l'écoulement et s'assurer qu'il n'y a pas d'autres ponceaux existants par lesquels l'eau pourrait s'écouler. Leur remplacement pourrait s'avérer nécessaire à court terme dans le plan d'intervention municipal. Tout ouvrage de rétention effectué en amont de ces ponceaux serait favorable et pourrait prolonger leur durée de vie utile. Plusieurs ponceaux présentent une réserve intéressante (9, 10, 12, 17, 19, 21 et 22). Cette réserve joue en faveur de la municipalité en offrant une capacité hydraulique de réserve pour supporter l'urbanisation croissante.

On peut présumer que le ponceau 9 est bien dimensionné et qu'il présente une réserve suffisante pour faire passer le surplus d'eau non considéré, provenant du lac Desmarais. En fait, le ponceau 9 permet le passage d'un débit d'environ 4 m³/s, soit 4 fois le débit considéré dans cette étude.

4 Identification des secteurs sensibles

Les zones en pente élevée favorisent l'augmentation de la vitesse de ruissellement. De plus, l'importance du phénomène augmente avec la longueur de la pente. Avec le développement résidentiel que connaît la municipalité, le risque de migration des sédiments vers le lac est important. À des fins d'intégration des facteurs de risque, le tableau 4 présente un classement des bassins versants suivant l'ordre décroissant de leur pente, de la longueur de celle-ci, ainsi que du débit généré.

Tableau 4 - Classement des facteurs d'érosion des sous-bassins versants

BV	Y (%)	L (m)	Q _{25ans} (m ³ /s)	U _r (%)	C	Sensibilité à l'érosion
19	30	212	0,24	44	0,22	Élevée
20	22	361	0,36	11	0,12	Élevée
4	15	173	0,22	100	0,40	Élevée
7	14	691	0,60	21	0,15	Élevée
5	12	855	1,16	37	0,20	Élevée
3	12	339	0,40	100	0,40	Élevée
1	12	331	0,12	5	0,10	Modérée
2	11	376	0,10	12	0,12	Modérée
6	10	385	0,19	19	0,14	Modérée
22	10	257	0,08	0	0,08	Modérée
15	9	466	0,32	31	0,18	Modérée



17	8	660	0,30	4	0,09	Modérée
8	8	327	0,44	45	0,22	Modérée
13	6	667	0,22	8	0,11	Modérée
18	5	2375	1,84	6	0,10	Modérée
12	3,6	370	0,45	27	0,17	Faible
21	3,4	2700	2,45	6	0,10	Faible
19	3,4	2466	1,09	5	0,10	Faible
14	3	1343	0,39	10	0,11	Faible
16	2,8	1431	0,50	3	0,09	Faible
11	2,6	153	0,12	20	0,14	Faible
10	2,4	3300	2,38	5	0,10	Faible

Il est important de tenir compte des zones où les sols sont peu profonds et présentent des risques plus élevés parce que la capacité d'infiltration de l'eau est réduite et le ruissellement y est plus grand. La végétation est plus fragile parce que l'épaisseur de sol ne permet pas un bon ancrage des racines. Les sols de moins de 50 cm d'épaisseur ne sont présents qu'à un seul endroit en bordure du lac soit aux alentours des sous-bassins n^{os} 17 et 18. L'urbanisation y est pour l'instant modérée. On y retrouve actuellement des résidences isolées dans une forêt de pins rouges. Les autres endroits où une telle situation se présente sont dans le haut des collines plus en amont dans le bassin versant.

Comme le démontre le tableau 4, parmi les bassins versants à sensibilité élevée, les bassins n^{os} 3 et 4 sont déjà 100 % urbanisés. De plus, le développement résidentiel en cours ou appréhendé dans les secteurs sensibles pourrait avoir des répercussions négatives sur la stabilité des affluents.

Les sous-bassins n^{os} 5 et 19 ont aussi été identifiés par l'étude hydrologique comme étant à risque très élevé compte tenu des pentes fortes et de l'urbanisation qui y est relativement importante. Toute intervention dans ces secteurs doit se faire avec diligence en appliquant des mesures de contrôle d'érosion appropriées.

Les ponceaux présents dans les sous-bassins n^{os} 3, 4 et 5 sont actuellement sous-dimensionnés et pourraient entraîner des débordements et l'émission de sédiments en période de crue. Une priorité devrait être donnée au remplacement de ces structures.

Le bassin versant n^o 7 est classé comme sensible et l'asphaltage du réseau routier présent dans ce secteur en développement résidentiel n'est pas encore complété. Comme nous le dévoilaient les relevés terrains, ce bassin est présentement une source de sédiments. Compte tenu des fortes pentes caractérisant généralement le réseau routier du secteur à l'étude, les chemins gravelés devraient être graduellement pavés.

Compte tenu des attraits qu'offre cette municipalité, la progression de l'urbanisation pourrait s'étendre rapidement aux sous-bassins n^{os} 2, 6, 7 et 20 qui présentent un degré de sensibilité important et des signes d'instabilité observés sur le réseau pluvial. Le

¹ Il est à noter que le débit est sous-estimé compte tenu de l'apport du lac Desmarais



développement résidentiel devra se faire en respect du plan de gestion des sols et en prévoyant des structures de rétention de compensation. Les calculs hydrologiques ont aussi permis de détecter que les ponceaux existants aux sous-bassins n^{os} 7 et 20, de même que ceux des sous-bassins n^{os} 13 et 16 sont actuellement trop petits. Une évaluation hydrologique plus précise est donc recommandée pour valider leur remplacement.

L'apport d'eau en provenance du lac Desmarais contribue à augmenter le débit à gérer dans le sous-bassin n^o 9, qui a déjà été identifié comme un grand tributaire (7,8 % de l'apport) et un lieu sensible lors de la visite terrain. La déviation contrôlée des eaux de crue vers le milieu naturel ou la création de plaines de débordement réduiraient le débit de pointe, la vitesse de l'eau et de ce fait, l'érosion.

Même si les sous-bassins n^{os} 18 et 21 ne présentent pas un classement à risque élevé, ils sont des tributaires très importants (13,2 et 17,5% de l'apport). La zone humide existante dans le sous-bassin n^o 21 se doit d'être préservée et demeurer la plus fonctionnelle possible. Dans le sous-bassin n^o 18, des mesures de rétention devraient être planifiées compte tenu de la fragilité du sol dans ce secteur (sol mince).

Deux développements résidentiels sont à venir dans le bassin versant n^o 10 qui est déjà un des plus grands tributaires du lac (17 % de l'apport total). Ceux-ci pourraient avoir des impacts sur les fossés et cours d'eau. Le milieu humide présent dans ce bassin versant devra être préservé et mis en valeur afin d'améliorer ses fonctions de rétention et d'épuration. On y préservera ainsi la qualité de l'habitat faunique et on réduira la pression sur le réseau pluvial.

5 Plan d'intervention municipale

Suite à l'analyse des données recueillies, à l'étude hydrologique et à l'identification des zones sensibles, le plan d'intervention municipale peut maintenant être élaboré. Il présente d'abord les recommandations spécifiques et ensuite précise le devis d'exécution.

5.1 RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES

Fossés routiers

- ▶ Stabiliser les foyers d'érosion actuellement visibles sur le lit et les talus à l'aide de la technique recommandée sur le plan 2 de 2
- ▶ Ensemencer et protéger toutes les surfaces à nu par un ensemencement et un paillis en vrac
- ▶ Mettre en pratique un programme d'entretien écologique des fossés selon les règles d'aménagement établies et présentées au point 5.2.2
- ▶ Aménager des bermes dans les fossés avant que l'eau ne se jette dans les cours d'eau afin d'augmenter la rétention et la sédimentation
- ▶ Favoriser l'entretien écologique des fossés par la « méthode du tiers inférieur »
- ▶ Aménager des bermes de part et d'autre des entrées de ponceaux afin de créer des zones de rétention favorable au dépôt des sédiments



Chemins municipaux

- ▶ Revoir la vocation et la nécessité des chemins forestiers situés à l'intérieur du parc
- ▶ Favoriser le remplacement graduel des surfaces de roulement gravelées par des surfaces asphaltées
- ▶ Prioriser les interventions sur les secteurs en forte pente

Ponceaux

- ▶ Enquêter sur le régime hydrologique des ponceaux installés dans les sous-bassins versants suivants : n^{os} 3, 4, 5, 7, 13, 16 et 20 qui ont été identifiés comme étant sous-dimensionnés par l'étude hydrologique
- ▶ Voir à leur remplacement, au besoin, et à les installer selon les règles de l'art tel que montré sur les plans en annexe

Marais filtrant résidentiel

- ▶ Favoriser l'aménagement de marais filtrants résidentiels, surtout en bordure du lac, là où la concentration d'habitation est la plus grande afin de permettre de filtrer les eaux de ruissellement et d'intercepter les eaux pluviales résidentielles avant qu'elles ne se rendent au lac

Zone humide naturelle

- ▶ Inspecter les zones humides naturelles localisées sur les plans en annexe afin d'évaluer leur efficacité en terme de rétention et de traitement des eaux de ruissellement
- ▶ Délimiter les zones humides cartographiées afin de préciser leurs limites sur le terrain et d'y constituer des réserves écologiques à préserver
- ▶ Augmenter la superficie des zones humides naturelles, lorsque c'est possible

Cours d'eau

- ▶ Diagnostiquer la stabilité des berges et remédier aux problématiques rencontrées par des techniques végétales
- ▶ Procéder à une demande de certificat d'autorisation au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, (MDDEP) lorsque des aménagements sont requis à l'intérieur des cours d'eau
- ▶ Remplacer, lorsque possible, les canalisations souterraines installées dans les cours d'eau par des aménagements à ciel ouvert afin de favoriser l'implantation de végétation et l'augmentation de la capacité de filtration

Bande riveraine

- ▶ Protéger la bande riveraine, sur une largeur de 10 mètres, sur l'ensemble des rives du lac et en berge des cours d'eau en intégrant des plantes indigènes adaptées afin de créer un filtre naturel efficace pour intercepter les eaux de ruissellement

Urbanisation/réglementation

- ▶ Adopter une réglementation pour que tout projet de développement résidentiel, commercial ou industriel fasse l'objet d'un plan de gestion des sols qui encadrera la réalisation du chantier et à contrôler l'érosion des sols par des mesures d'atténuation temporaires et permanentes des impacts environnementaux (ex. : clôture à sédiments, bassin de sédimentation temporaire, paillis, etc.)



- ▶ Intégrer des plans d'intégration architecturaux (PIA) définissant des normes spécifiques d'aménagement adaptées aux secteurs à développer (ex. limitation du déboisement, superficie par lot, ajout de capacité de rétention, revêtement des surfaces de roulement, etc.)
 - « *Prioritairement, des capacités de rétention devraient être ajoutées dans le sous-bassin n° 9 afin de contrer l'apport provenant du lac Desmarais et dans le sous-bassin n° 18 afin de protéger ce secteur où les sols sont minces et fragiles* »
- ▶ Exiger une évaluation environnementale et une déclaration d'un biologiste accrédité, pour tout projet en marge des zones sensibles (près d'un ruisseau d'un cours d'eau, d'un lac ou d'un milieu humide), afin de délimiter la zone à préserver et de faire l'inventaire des espèces vulnérables ou menacées
- ▶ Établir un plan d'identification et de conservation des cours d'eau et des milieux humides

5.2 DEVIS D'EXÉCUTION

5.2.1 ENTRETIEN DES FOSSÉS « MÉTHODE TRADITIONNELLE »

Cette méthode est à retenir lorsque les fossés sont très envasés et que les ponceaux sont ensevelis dans les sédiments. Cette situation survient souvent en situation de pentes très faibles où un dépôt de sédiments s'accumule dans le fossé, en amont des ponceaux. Cette méthode consiste à recreuser et refaire le profil transversal d'un fossé. Les deux talus ainsi que le fond du fossé sont mis à nu et, par conséquent, sont sujets à l'érosion. Une stabilisation immédiate du fond et des talus est donc nécessaire.

5.2.2 ENTRETIEN ÉCOLOGIQUE DES FOSSÉS « MÉTHODE DU TIERS INFÉRIEUR »

Cette méthode est plus écologique et consiste à rafraîchir uniquement le tiers inférieur de la section d'écoulement du fossé nécessitant un entretien. La végétation est conservée sur la partie supérieure des talus. Cette méthode devrait être préconisée le plus souvent puisque le volume de déblai est restreint, ce qui réduit du même coup le temps et le coût d'exécution. L'utilisation de cette méthode permet une réduction du temps d'utilisation de l'excavatrice de près de 40 % et une réduction du volume de déblai de 66 % par rapport à la méthode conventionnelle.

Les résultats ont permis de constater qu'il y avait un net avantage à utiliser la méthode « du tiers inférieur » pour l'entretien des fossés routiers. En effet, pour les fossés ayant une pente de 3 %, la réduction du volume de matériaux érodés, sur une portion de 200 m nettoyée à l'aide de la méthode du « tiers inférieur » était de l'ordre de 79 %. Pour les fossés ayant une inclinaison de 5 %, la réduction était de 75 % et elle passait à 88 % pour les fossés ayant une inclinaison de 7 % et même à 94 % pour les fossés possédant une pente de 10 %.

5.2.3 STABILISATION DES FOSSÉS

Le plan d'intervention municipal fourni en annexe présente le degré de sensibilité des fossés routiers à l'érosion. La sensibilité à l'érosion des fossés est directement liée à sa pente et à la longueur du parcours de l'eau jusqu'au ponceau de sortie vers le lac. Ces facteurs conditionnent la vitesse et la quantité d'eau transportée. Dans un contexte de cours d'eau routier, lorsque l'on double la longueur du parcours, le débit est



augmenté de 30 à 40 % et en doublant la pente, le débit est augmenté de 15 à 20 %.

Le tableau suivant présente les techniques de stabilisation associées à chaque couleur (ou tronçon de fossé) sur la carte. La mise en place de ces techniques de stabilisation est recommandée lors des travaux d'entretien prévus par la municipalité.

Tableau 5 - Technique de stabilisation recommandée en fonction de la sensibilité des fossés à l'érosion

Code couleur	de Sensibilité à l'érosion	Pente (%)	Longueur (m)	Technique de stabilisation
Vert	Faible	0-5 %	< 250	Ensemencement et paillis (70 % paille-30 % coco)
Jaune	Modérée	0-5 %	> 250	Ensemencement et paillis (100 % coco)
		5-10 %	< 250	Ensemencement et paillis (100 % coco)
Mauve	Élevée	5-10 %	> 250	Ensemencement, paillis (100 % coco) et bermes
		10-15 %	< 250	Ensemencement, paillis (100 % coco) et bermes
Rouge	Très élevée	10-15 %	> 250	Enrochement du lit d'écoulement
		> 15 %	-	Enrochement et bermes

5.2.4 BERME DE RÉTENTION À LA JONCTION D'UN COURS D'EAU

Les chemins construits sur un terrain en pente vers un cours d'eau interceptent l'eau du drainage naturel. Afin d'éviter l'apport de sédiments par l'érosion du sol et de minimiser l'augmentation du débit de pointe du cours d'eau, plusieurs bermes de rétention d'eau sont projetées à la jonction des cours d'eau présents dans le bassin versant (voir plan en annexe). L'objectif est de réduire la quantité et la vitesse de l'eau s'écoulant directement vers le cours d'eau.

Lorsque le site le permet, il est aussi recommandé de détourner les surplus d'eau de drainage (en période de crue) provenant de la surface du chemin vers des zones de végétation situées en amont des décharges aux cours d'eau. Il serait important de considérer ces interventions sur les sous-bassins qui ont une forte contribution à l'apport total au lac. Ces sous-bassins ont été identifiés dans l'étude hydrologique. Un détournement ne devrait pas drainer plus de 150 à 200 mètres de fossés. Il faut s'assurer que l'eau est évacuée de façon contrôlée vers un couvert végétal stable (milieu boisé) et que celle-ci ne puisse pas revenir directement dans le fossé ou le cours d'eau. Afin de préserver les infrastructures de détournement et d'évacuation de l'eau lors des travaux d'entretien, il est important de les localiser à l'aide de balises.



Des bermes en enrochement sont recommandées lorsque la pente devient plus importante afin de réduire la vitesse de l'eau et le facteur d'érosion. Celles-ci sont décrites sur le plan 2 de 2 en annexe.

5.2.5 ENTRETIEN DES PONCEAUX

Lors de l'entretien des fossés, le nettoyage du ponceau est aussi nécessaire afin d'éviter que les sédiments ne soient emportés lors des prochaines crues. Cette opération permet aussi de dégager le ponceau et de limiter les risques de débordement causés par la réduction de sa capacité d'évacuation.

5.2.6 REMPLACEMENT DES PONCEAUX

Les ponceaux constituent des infrastructures pouvant perturber directement le régime hydraulique et l'habitat du poisson, d'où l'importance de réaliser des installations conformes aux mesures de mitigation environnementales et aux normes d'exécutions suivantes :

Normes d'exécution

- ▶ Creuser le lit à une profondeur égale à 10 % du diamètre du tuyau (minimum 150 mm) en respectant la pente du lit naturel tout en visant une pente minimum de 1 %
- ▶ Creuser à contre-courant le lit du cours d'eau pour éviter de travailler en eau trouble
- ▶ Excaver une clé d'ancrage en amont et en aval du ponceau d'environ 150 mm de profondeur, d'une longueur égale à 3 fois le diamètre du ponceau, pour y loger l'enrochement
- ▶ Déposer le tuyau dans la partie excavée du lit en évitant de le rouler ou de le traîner, ce qui pourrait l'abîmer et réduire sa durée de vie
- ▶ Remblayer le ponceau avec du matériel sableux en évitant les sols organiques ou argileux
- ▶ Étaler et compacter le matériel de remblayage perpendiculairement au tuyau en aménageant des talus avec une pente minimale de 1,5 : 1,0 (horizontal : vertical)
- ▶ L'épaisseur de remblai au-dessus du tuyau est variable mais ne devrait pas être inférieure à 1 m
- ▶ Installer un matelas de paillis (100 % coco) sur les talus tel que spécifié sur le plan
- ▶ Ancrer le paillis avec des agrafes de 15 cm de longueur, placées en quinconce tous les 60 cm
- ▶ Ensemencer le talus avec un mélange spécifique pour bandes riveraines (environ 8 kg pour 100 m²)
- ▶ Protéger les lits amont et aval de chaque ponceau par un enrochement (pierres nettes de 100 à 150 mm), sur une longueur égale à 3 fois le diamètre du ponceau déposé sur un géotextile
- ▶ Aménager une digue (burrelet) de chaque côté du talus, perpendiculairement au cours d'eau sur une longueur de 20 m en amont et en aval du ponceau de façon à diriger les eaux de surface dans des zones non remaniées avant qu'elles n'atteignent le cours d'eau. Les burrelets doivent avoir une largeur de 0,50 m et une hauteur de 0,15 m et être stabilisés immédiatement après les travaux par un ensemencement et un matelas de paillis (100 % coco).



Ensemencement

Dans des conditions favorables, l'ensemencement sera mis en place à la volée. Dans des conditions moins favorables, comme en pentes très fortes et sur les parois, il sera mis en place au moyen de l'hydro-ensemencement. Le taux de semis devra respecter une dose de 30 à 50 grammes/m². Le taux de germination devra être de plus de 80 % pour être accepté. Les sections n'ayant pas atteint ce pourcentage devront être réensemencées jusqu'à l'acceptation finale.

En cas de semis à la volée, il est recommandé de calibrer le taux de semis. Pour ce faire, on divise la surface en petits secteurs et on pèse chaque fois la quantité de graines correspondante. On recommande d'enfouir légèrement les graines dans le sol. Si la topographie du terrain le permet et que le sol n'est pas trop humide, un roulage de la surface améliore les conditions de germination et de croissance.

En cas d'hydro-ensemencement, les semences sont liées à un mélange hydrofuge et pulvérisées sur la surface. On utilise, en mélange à la semence, un agent de collage (120 kg/ha) et un paillis de cellulose (1 000 kg/ha).

Le mélange suivant est recommandé pour accompagner la plantation :

Tableau 6 - Mélange d'accompagnement (ou équivalent)

Nom français	Nom latin	Pourcentage dans le mélange
Ivraie vivace (ray-grass)	<i>Lolium perenne</i>	30 %
Fétuque rouge traçante	<i>Festuca rubra</i>	25 %
Fétuque (élevée)	<i>Festuca rubra</i>	25 %
Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	10 %
Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>	10 %

Dans des conditions d'ombrage, on ajoute au mélange d'accompagnement, le pâturin du Canada (*Poa compressa*) dans une proportion correspondant à 50 % du volume.

Le mélange suivant est recommandé pour les talus :

Tableau 7 - Description du mélange pour talus (ou équivalent)

Nom Français	Nom latin	Pourcentage dans le mélange
Pâturin du Canada	<i>Poa compressa</i>	25 %
Agrostide blanche	<i>Agrostis alba</i>	20 %
Phléole des prés (mil)	<i>Phleum pratense</i>	20 %
Phalaris roseau	<i>Phalaris arundinacea</i>	15 %
Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>	10 %
Mélilot blanc	<i>Melilotus alba</i>	10 %



5.2.7 PAILLIS

Avec la méthode du « tiers inférieur », la stabilité des talus est assurée par la végétation en place. Lorsqu'on a recours à la méthode d'entretien traditionnelle, une stabilisation est requise sur le lit et les talus. Pour les fossés faiblement sollicités, le même paillis est recommandé pour le lit et les talus. Lorsque le lit est protégé par enrochement, on utilise un paillis de type 100 % coco pour les talus.

Un matelas de paillis composé à 30 % de fibres de noix de coco et 70 % de fibres de paille est recommandé pour la protection à court terme des fossés faiblement sollicités contre l'érosion. Ce paillis offre une résistance au cisaillement de 124 Pa.

Un matelas de paillis composé à 100 % de fibres de coco est recommandé pour la protection à court terme des fossés moyennement sollicités contre l'érosion. Ce paillis offre une résistance au cisaillement de 153 Pa.

Le paillis est déroulé longitudinalement dans le fond du fossé et sur les berges en prenant soin de recouvrir les joints sur un minimum de 30 cm en respect avec le sens de l'écoulement de l'eau. Chaque paillis doit être ancré sur 0,5 mètre à l'intérieur d'une fosse au début et à la fin du chantier. Les paillis doivent être bien ancrés dans le sol à l'aide de broches spécialement conçues à cet effet à raison de 3 à 4 broches/m². Le paillis constitue une protection à court terme du lit et des talus contre l'érosion. Il optimise la germination en conservant un taux d'humidité adéquat sur le lit de germination.

Toutes les autres surfaces horizontales ou en faible pente ensemencées seront protégées par un paillis de paille épandu en vrac à raison de 500 grammes/m².

5.2.8 PLANTATION – BANDE RIVERAINE

Des arbustes de différents formats sont transplantés en quinconce pour créer une bande riveraine de 10 m de largeur tout au long du plan d'eau. Un plan de plantation doit être préalablement réalisé afin de mettre les arbustes aux bons endroits et sélectionner des plants adaptés aux conditions de la berge.

On utilisera des plants issus de pépinières agréées par le maître d'œuvre, si possible locales, pour s'assurer de leur adaptation climatique. La période de plantation de ces arbustes s'échelonne entre la fin du dégel printanier et le 30 juin ainsi qu'à partir du mois de septembre jusqu'au gel automnal. Si la plantation est effectuée en période estivale, celle-ci doit être accompagnée d'un programme d'irrigation approprié. Il faut que le terreau de plantation ou d'ensemencement soit toujours humide jusqu'à une profondeur de 100 mm. La dose d'irrigation normale est de 20 mm d'eau par application. Une précipitation de plus de 10 mm d'épaisseur de pluie remplace un arrosage.



La densité de plantation des arbustes varie de 1 plant/1 à 5 m² alors que celle des arbres est de 1 plant/5 à 10 m². Dans des conditions sèches, arroser le plant à la pose avec environ 1 litre d'eau.

Arbustes et vivaces en pots de 0,5 L et 4,5 L

Creuser un trou à travers le paillis un peu plus grand mais juste assez profond pour y placer le contenu du pot (plante et terre). La plante doit être retirée du pot avec sa terre avant d'être placée dans le sol. Si les arbustes sont parfaitement enracinés et ont été soigneusement arrosés avant la transplantation, ils se dégageront facilement du pot en tirant doucement sur la tige. La terre restera attachée aux racines, empêchant ces dernières d'être mises à nu. La terre de remplissage sera ensuite déposée en prenant soin de bien tasser le sol. Quand les trous sont remplis de terre aux deux tiers environ, arroser abondamment avant d'ajouter le reste de la terre de façon à éliminer les poches d'air. Du paillis de cèdre sera appliqué au pied de chaque plant sur une épaisseur de 75 mm (une poche de 85 litres ou 3 pi³ pour 6 plants). Toutes les plantes doivent être arrosées abondamment moins d'une heure après la plantation, de façon à imbiber complètement tout le système racinaire.

Arbustes en multi-cellules et PFD

Selon la nature des sols, préparer des trous avec une carotteuse de plantation d'un diamètre équivalent à la cellule à mettre en place. Si la plantation est faite dans un géotextile, une découpe en T (7,5 x 7,5 cm) sera pratiquée au ciseau. Après la mise en place du plant, le tissu sera recousu ou agrafé. Déposer les cellules dans les trous préformés et comprimer légèrement la terre autour du trou afin de favoriser leur reprise.

5.2.9 ENROCHEMENT ET GÉOTEXTILE

Le calibre de l'enrochement doit être conforme à la force de traction exercée par l'eau dans le fossé. Dans la plupart des applications de fossés routiers, des pierres naturelles d'un calibre de 50 à 150 mm de diamètre sont satisfaisantes. Dans les pentes très élevées (15 % et plus), les pierres devraient avoir un calibre de l'ordre de 150 à 300 mm. En situation de pentes très élevées, des bermes en enrochement devraient être aménagées dans le fossé. Un plan type de berme est présenté sur le plan 2 de 2 en annexe.

Un géotextile Novatex 120 (ou équivalent) doit être installé sous l'enrochement de façon à ce que les joints soient recouverts en respect avec le sens des écoulements de l'eau. Celui-ci doit être bien ancré en tête par enfouissement dans une tranchée ou sous le remblai supérieur. Le géotextile ne doit pas se décoller du sol dans les courbes s'il est mis dans le sens de la longueur. Il ne doit pas être remblayé en surface ni avec des matériaux gelés, ni trop gros, ni coupants, ni pointus. Lors de l'incorporation d'un tuyau dans le géotextile, un habillage tout autour du tuyau est nécessaire, car cet élément sera très perturbateur en crue.

5.2.10 MARAIS RÉSIDENTIEL

Nous considérons que les zones plus densément urbanisées autour du lac devraient faire l'objet d'une attention plus particulière compte tenu qu'elles sont une source importante d'émission potentielle d'éléments



fertilisants comme le phosphore. Les résidents de ces secteurs devront donc être sensibilisés à l'importance et aux bienfaits des marais filtrants pour le ralentissement de la vitesse de l'écoulement de l'eau, l'interception des particules de sol, le captage et le recyclage des éléments nutritifs, l'oxygénation de l'eau. Les marais filtrants doivent être perçus par les riverains comme un élément complémentaire de leur aménagement paysager qui ajoute une biodiversité faunique et floristique. Comme l'espace est limité en périphérie du lac pour aménager des grandes surfaces de marais, l'idée est donc d'aménager des petits marais qui intercepteront les petits fossés et rigoles de drainage.

Une coupe type de marais résidentiel est proposée sur le plan 2 de 2 en annexe.

5.3 MESURES D'ATTÉNUATION ENVIRONNEMENTALE

- ▶ Réaliser les travaux par temps sec afin de réduire le transport des sédiments par érosion
- ▶ Isoler l'aire de travail afin qu'il n'y ait pas de remise en suspension des matériaux dans le plan d'eau. Pour les sites où le courant est fort et ne permet pas l'installation d'un rideau à sédiments, on optera pour une technique plus stable comme les Watergates, les Aquadams ou une membrane de polyéthylène de 10 à 12 millièmes de pouce d'épaisseur (soit de 0,254 à 0,3048 mm) placée sur le lit du plan d'eau et contre un endiguement en pierres nettes
- ▶ Éviter la succion de sédiments, lorsqu'il y a pompage, et prévoir à la sortie un système permettant de retenir les particules fines et ne rejeter dans le cours d'eau que de l'eau claire (25 mg/l de MES - critère issu du Règlement sur les carrières et sablières)
- ▶ Éviter de circuler inutilement sur le lit des cours d'eau afin de limiter la perturbation du milieu aquatique
- ▶ Limiter au strict nécessaire le défrichage, le décapage, le déblaiement, le terrassement et le nivellement des aires de travail
- ▶ Ne rejeter aucun débris dans l'eau. Tous les débris introduits accidentellement dans l'eau devront être retirés dans les plus brefs délais
- ▶ Utiliser des matériaux propres, contenant peu ou pas de particules fines et assez grosses pour résister au déplacement dû aux phénomènes de crue des eaux pour réaliser les enrochements
- ▶ Réaliser les travaux dans les meilleurs délais possibles et conserver la machinerie en milieu terrestre pour toute la durée des travaux
- ▶ Les surplus d'excavation doivent être déposés en dehors des rives, du littoral, des plaines inondables et milieux humides (marécage, marais et tourbières). Les matériaux non réutilisables sur le site des travaux doivent être exportés, dès leur excavation, hors du plan d'eau, des rives et de toute zone inondable. Les surplus de terre peuvent être transportés vers un milieu terrestre non sensible où ils seront nivelés et revégétalisés de façon à s'harmoniser avec les usages environnants
- ▶ Préserver sur le chantier toute végétation telle que les arbres, les buissons et la pelouse qui ne gênent pas les travaux
- ▶ Procéder sans délai à mesure que les travaux progressent à la restauration des lieux perturbés. Le secteur riverain doit être restauré de manière à



favoriser la reproduction du phénomène d'implantation naturelle de la végétation

- ▶ Tous les ouvrages temporaires d'isolement et de sédimentation doivent être enlevés à la fin des travaux et l'endroit doit être laissé dans un état au moins équivalent à son état premier



6 Conclusion

Cette évaluation environnementale du bassin du lac Brompton a permis de mettre en perspective et de mieux comprendre les différents paramètres qui modulent l'érosion du territoire. L'analyse des sous-bassins versants a permis d'identifier les zones d'érosion à sensibilité élevée et de dresser un plan d'intervention municipal. Nous avons ressorti de cette étude que l'urbanisation est le facteur principal de risque étant donné l'absence d'exploitations agricoles ou d'activités industrielles.

Nous avons constaté un développement résidentiel soutenu présent à l'intérieur de la municipalité. Il est estimé que l'érosion provenant des sites de construction non contrôlés produit environ quatre tonnes de sédiments pour chaque nouvelle résidence (Corporation de gestion CHARMES, 2002). L'urbanisation amène aussi l'implantation de nouvelles infrastructures (stationnement, rues, canalisations, etc.) qui ont un effet majeur sur le réseau hydraulique d'un bassin versant. Il n'est pas surprenant que l'urbanisation crée une pression importante sur un plan d'eau qui se traduit par des pertes de sols, le colmatage de structures de drainage, la perte d'habitats fauniques et la détérioration générale des milieux naturels.

Nous avons détecté que les mesures de contrôle d'érosion étaient insuffisantes sur plusieurs chantiers en cours. Il est donc urgent d'agir. Il est primordial que la municipalité implante une réglementation pour encadrer les activités de développement résidentiel, commercial ou industriel sur son territoire. La conduite des chantiers se doit d'être bien planifiée à l'intérieur d'un **plan de gestion des sols** qui prescrit des mesures de contrôle d'érosion temporaires et permanentes.

Le plan d'intervention municipal que nous vous fournissons en annexe est un premier pas et un outil primordial pour encadrer et planifier le développement de votre municipalité. Celui-ci prescrit plusieurs mesures de prévention visant à réduire l'impact de l'urbanisation.

Avec une meilleure connaissance des zones sensibles, les intervenants municipaux pourront ainsi être en mesure de préserver les acquis environnementaux présents sur leur territoire. Pour ce faire, nous recommandons qu'un **plan d'identification et de conservation des cours d'eau et des milieux humides** soit mis à l'agenda municipal.

Considérant les facteurs de risque élevés qui caractérisent le bassin versant du lac Brompton, un **système d'information géographique** (SIG) serait un outil décisionnel très pertinent pour assurer une meilleure planification et pour être en mesure de faire un développement au moindre impact qui tiendra compte de la sensibilité du territoire à l'érosion. La simulation des impacts environnementaux du développement pourrait être la clé permettant de définir des **plans d'intégration architecturaux** (PIA) compatibles avec la sensibilité du territoire.



7 Bibliographie

GOUPIL, J.-Y., 1998. *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables : Guide des bonnes pratiques*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de la protection des rives et du littoral. Les publications du Québec. 156 p.

LANDRY, P.-L., 2004. *Le domaine aquatique, lacs et étangs naturels et artificiels, marais et cours d'eau, jardins d'eau, aquaculture*. Les Éditions La Liberté, 374 p.

MENVIQ, 2005. *Guide environnemental de travaux en milieu aquatique dans les projets d'assainissement et d'infrastructures*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service des avis et des expertises (3^e version), 90 p.

SOCIÉTÉ DE LA FAUNE ET DES PARCS QUÉBEC, 2003. *Stabilisation du milieu riverain, Fiche technique sur la protection de l'habitat du poisson*, 5 p.

LACHAT, B., 1999. *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales*, ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Diren Rhône-Alpes, 143 p.

BERNATCHEZ, L. et Giroux, M. 1991. *Guide des poissons d'eau douce du Québec*. Éditions Broquet inc., 304 p.

LACHAT, B., 2008. *Le génie végétal*, ministère de l'Énergie, du Développement durable et de l'aménagement du territoire, La Documentation Française, France, 290 p.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC (MAPAQ). 1988. *Guide d'analyse et d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles*. 2^e édition. Publication interne.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC (MAPAQ). 1997. *L'aménagement des ponts et des ponceaux en milieu forestier*. Québec.

FERLAND M.-G. ET GAGNON R.-M., *Atlas de hauteur, fréquence et durée des pluies au Québec méridional*, Ministère de l'Environnement du Québec, deuxième édition, publication MP-51, Québec, 1974

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC, 2007, *Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Direction des politiques de l'eau, 148 p.



Annexe

Annexe A Plans

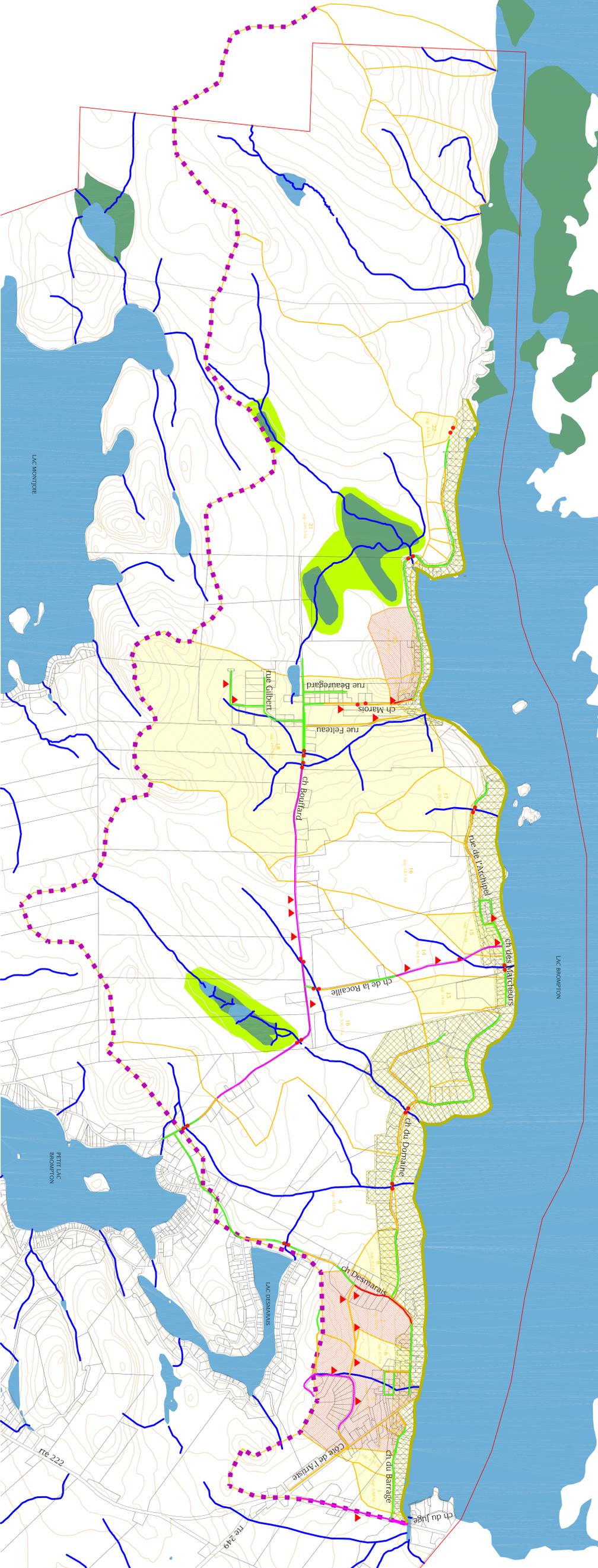


A.1 CARACTÉRISATION DU BASSIN VERSANT



A.2 PLAN D'INTERVENTION MUNICIPAL





NOTES :

- LEGENDE :**
- Berme projetée
 - Zone d'érosion naturelle
 - Limite de la zone de travail
 - Cours d'eau
 - Sensibilité des fossés à l'érosion
 - faible
 - moyenne
 - forte
 - élevée
 - Zone de protection écologique
 - Bande tampon de 10 m
 - Bassin versant de
 - Bassin versant de
 - Bassin versant de
 - sensibilité moyenne
 - de marais filtrant
 - Limite municipale
 - Calcaire
 - Milieu humide
 - Lac
 - Bassin versant

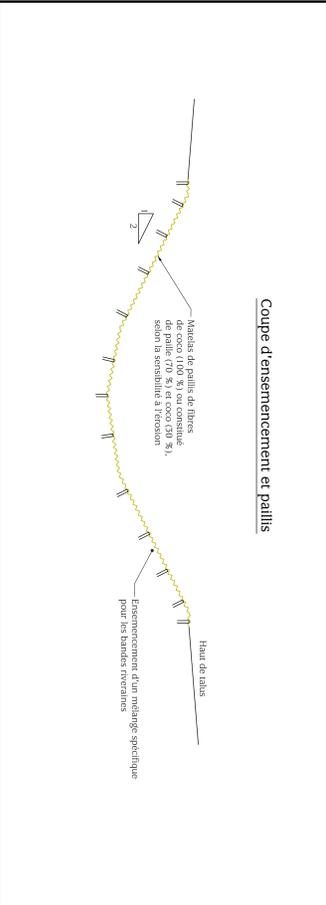
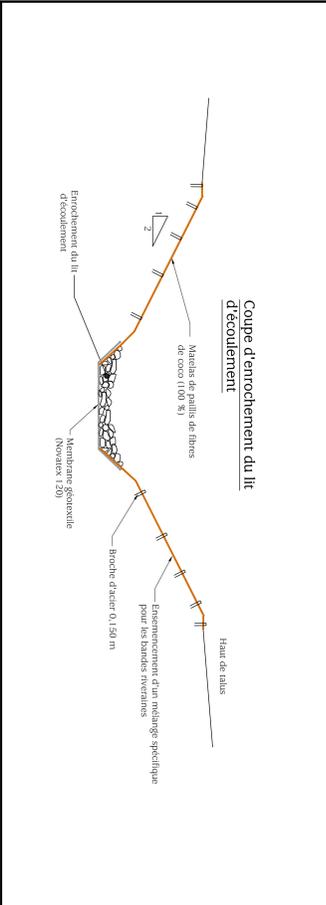
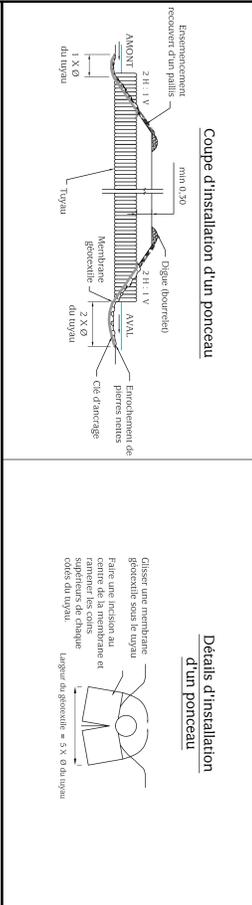
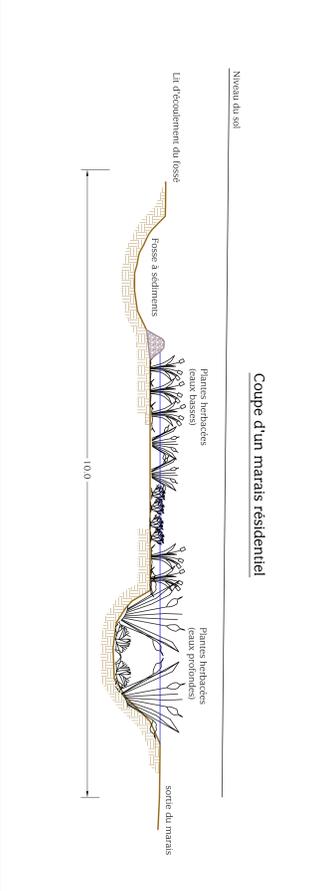
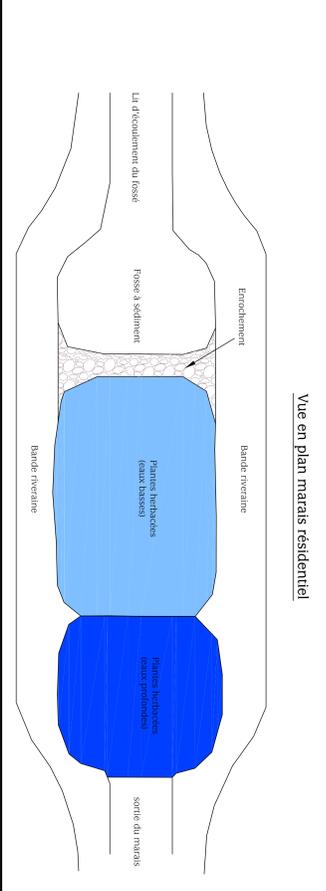
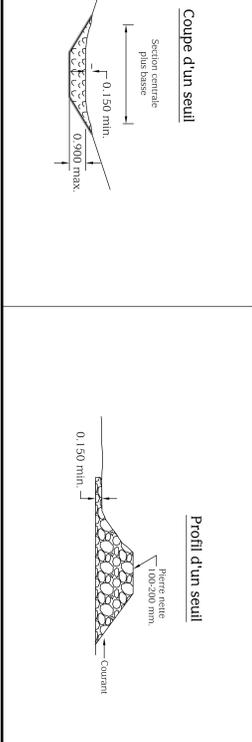
- LOCALISATION**
-
- Limite municipale
 Site de travail

N°	Requ	Date	Description	Par/Par
1	12/2018		Version finale	Col 14/LS
0	12/2009		Étude pré-projet	Col 14/LS

SENSIBILITÉ DES BASSINS VERSANTS									
BV	Y	X	L	Q _{max}	U ₁	C	Sensibilité à l'érosion		
19	30	212	0,24	44	0,23		Elevé		
20	22	351	0,35	11	0,12		Elevé		
4	15	673	0,22	100	0,14		Elevé		
12	12	855	1,16	37	0,2		Elevé		
5	12	339	0,4	100	0,4		Elevé		
1	12	331	0,12	5	0,1		Moyenne		
2	11	376	0,1	12	0,12		Moyenne		
6	10	385	0,19	19	0,14		Moyenne		
22	10	257	0,08	0	0,08		Moyenne		
15	9	466	0,32	31	0,18		Moyenne		
9	8	660	0,3	4	0,09		Moyenne		
8	8	327	0,44	45	0,22		Moyenne		
13	6	252	0,22	8	0,11		Moyenne		
17	6	270	0,85	27	0,17		Moyenne		
12	3,6	370	0,65	27	0,17		Moyenne		
21	3,4	2700	2,45	6	0,1		Faible		
+9	3,4	2466	1,09	5	0,11		Faible		
14	3	1343	0,30	10	0,11		Faible		
16	2,8	1431	0,5	3	0,09		Faible		
11	2,6	153	0,12	20	0,14		Faible		
10	2,4	3700	2,38	5	0,1		Faible		

* L'apport d'eau en provenance du Lac Desmarais n'est pas considéré dans les calculs

Y = Perte moyenne du bassin versant
L = Longueur du bassin versant
Q₂₅ = Débit de récurrence 25 ans
U₁ = Pourcentage d'urbanisation
C = Coefficient de ruissellement



SOURCES :
Municipalité de St-Denis-de-Brompton
Fichier 31188 et 21803, RV07

DESIGNER PAR : Guillaume Klugman
APPROUVE PAR : Marc Desmarais
DATE : 22 sept 2009 **PROJET :** 2 de 2

ÉCHELLE : 1 : 10 000

4055, rue de la Grande
Séminole, Québec (J1L 1W9)
www.sdginc.com

PRÉSENTÉ À :
Municipalité de Saint-Denis-de-Brompton
2056, rue Ernest-Carrière, C.P. 120
Saint-Denis-de-Brompton (Québec)
J0B 2P0

TITRE :
Plan d'intervention municipal
Projet : Parc environnemental
G203-357