

Ville de Lac-Brome



Projet pilote de restauration du lac Brome

Rapport final

Présenté au
Ministère du Développement durable, de l'Environnement et
de la Lutte contre les changements climatiques

Mars 2016



*Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques*

Québec 



Projet pilote de restauration du lac Brome

Rapport final préparé pour Ville de Lac-Brome
par Environnement LCL

Dans le cadre de l'action 1.4 du Plan d'intervention sur les algues
bleu-vert 2007-2017

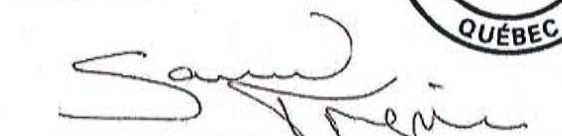
Avec le soutien du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte
contre les changements climatiques

Rapport final

Préparé par :


Annie Labelle Lauzon, ing. jr (#5056056 O.I.Q.)
Chargée de projet

Vérifié par :


Samuel Trépanier, géo., M.Sc. Hydrogéologie
#1047 (O.G.Q.)



Mars 2016

Sommaire

En 2007, le MDDELCC (MDDEP à l'époque) a mis sur pied son Plan d'intervention sur les algues bleu vert. Ce plan qui s'échelonne sur une période de dix ans vise à répondre à trois objectifs principaux, soit; l'amélioration des connaissances pour mieux agir, la prévention contre les apports en phosphore aux plans d'eau, ainsi que la sensibilisation, la prévention et la protection de la santé publique. Dans le but d'améliorer l'état des connaissances et d'évaluer l'efficacité des mesures permettant de réduire les apports en phosphore aux plans d'eau, le MDDELCC a contribué au financement de quatre projets pilotes, dont le projet de la Ville de Lac-Brome.

En effet, le lac Brome connaît une dégradation de la qualité de ses eaux et est aux prises avec un problème d'algues bleu vert depuis plusieurs années. La détérioration de la qualité de l'eau observée serait majoritairement causée par les activités anthropiques ainsi que l'urbanisation des berges et du territoire inclus dans le bassin versant du lac, ce qui favoriserait un apport en nutriments pour les cyanobactéries. En ce sens, le projet pilote mis en place visait à tester diverses mesures d'intervention pour contrôler l'apport en éléments nutritifs vers les eaux du lac, dans le but de freiner la prolifération des algues bleu vert.

La Ville de Lac-Brome a retenu comme mesures d'intervention l'implantation d'ouvrages simples, pour lesquels il était possible de réaliser un suivi permettant de documenter leur performance, leur pérennité et leur efficacité à réduire les apports au lac. De plus, les travaux d'aménagement et de suivi des ouvrages pouvaient être réalisés par les employés municipaux, dans le but de développer une expertise au sein de la municipalité, pour éventuellement, être en mesure de reproduire et d'aménager des ouvrages similaires sur différents sites à travers le bassin versant. Ainsi, des seuils, des bassins de sédimentation et des marais filtrants ont été mis en place à l'endroit de deux sous-bassins versants sur le territoire de la Ville de Lac-Brome dans le but de contrôler l'apport en éléments nutritifs, de ralentir les débits de ruissellement, de contrôler l'érosion du sol ainsi que de retenir et traiter les eaux chargées en phosphore avant leur arrivée au lac. La construction des différents ouvrages a été réalisée en 2010 par le service des travaux publics de la Ville de Lac-Brome, à partir des plans et devis préparés par la firme *Teknika-HBA*. Par la suite, un programme de suivi a été mis en place et a été réalisé de 2011 à 2013, dans le but de documenter l'efficacité des méthodes et leur pérennité.

Lors de la mise en œuvre du projet, certaines problématiques ont été rencontrées et ont forcé la révision du projet, abrégeant la durée de celui-ci et excluant les seuils ainsi qu'un des bassins de sédimentation du projet pilote. Par ailleurs, le suivi des ouvrages qui devaient permettre d'acquérir des données sur l'efficacité des différents aménagements n'a été réalisé qu'en partie. Ce faisant, un faible nombre de données sur les ouvrages mis en place ont été recueillies et il s'avère donc difficile de tirer des conclusions scientifiquement valables au terme du projet pilote.

L'analyse du projet a toutefois permis de tirer d'excellentes leçons sur l'élaboration et la mise en œuvre de projets de recherche et développement en partenariat avec des municipalités. Certains éléments notamment liés

à la gestion et à la coordination entre les différentes organisations impliquées ont pu être identifiés comme étant des conditions importantes à respecter pour assurer le succès d'un tel projet. En effet, les rôles et responsabilités de tous les intervenants doivent être bien établis dès la planification initiale d'un projet afin de permettre une réalisation efficace. De plus, dans le cadre de projet de recherche et développement effectués en partenariat avec des organisations publiques telles que des municipalités, il s'avère primordial d'évaluer les ressources disponibles, la formation et les compétences des employés qui seront impliqués dans le projet, et ce, dès l'étape de l'élaboration du projet. Dans le présent cas, le projet pilote proposé par *Teknika-HBA* n'était pas surdimensionné pour les capacités et l'expertise disponibles à la Ville de Lac-Brome. Par contre, certaines modifications auraient pu être apportées au projet pilote de manière à faciliter et améliorer la mise en œuvre de celui-ci.

Par ailleurs, le projet aura permis le développement d'une expertise et d'un savoir-faire dans la gestion des eaux de ruissellement à même les ressources municipales de la Ville de Lac-Brome. Les compétences acquises par les employés municipaux au cours du projet pilote ont d'ailleurs été mises en application lors de travaux d'aménagement destinés à gérer les eaux de ruissellement à l'endroit du stationnement de la plage Douglas. Les techniques de gestion du ruissellement acquises sont aussi désormais appliquées par les employés des travaux publics lors de la réfection annuelle des fossés de la ville. Ce projet aura aussi permis de démontrer l'importance de l'application des principes de développement durable dans le cadre de projets de recherche et développement, notamment en ce qui concerne l'intégration et la consultation de la population concernée, et ce, dès les étapes préliminaires d'un projet.

Nous considérons que plusieurs de ces leçons pourraient s'avérer profitables à d'autres municipalités qui désirent mettre en œuvre des projets de diverses natures et permettre de meilleures pratiques territoriales dans la gestion des eaux de ruissellement et de contrôle de l'érosion.

TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUCTION | 4 |
| 1.1 | Contexte du projet pilote..... | 4 |
| 1.2 | Projet pilote de réhabilitation du lac Brome | 5 |
| 1.3 | Portée du rapport..... | 6 |
| 2 | DESCRIPTION DU LAC BROME ET DES SOUS-BASSINS VERSANTS À L'ÉTUDE | 7 |
| 2.1 | Description du sous-bassin versant Pearson..... | 10 |
| 2.2 | Description du sous-bassin versant Inverness | 11 |
| 3 | DESCRIPTION ET OBJECTIFS DU PROJET PILOTE | 12 |
| 3.1 | Objectifs généraux du projet pilote | 12 |
| 3.2 | Objectifs spécifiques des ouvrages proposés..... | 12 |
| 3.2.1 | Réduction des vitesses d'écoulement et d'érosion du sol | 13 |
| 3.2.2 | Captation et traitement des sédiments | 13 |
| 3.3 | Localisation des ouvrages de restauration proposés..... | 14 |
| 3.3.1 | Sous-bassin versant Pearson..... | 14 |
| 3.3.2 | Sous-bassin versant Inverness | 14 |
| 3.4 | Approche méthodologique..... | 15 |
| 3.4.1 | Suivi des bassins de sédimentation et de rétention..... | 18 |
| 3.4.2 | Suivi du marais filtrant du Centre communautaire..... | 19 |
| 3.4.3 | Suivi des seuils..... | 21 |
| 4 | ANALYSE DE LA MISE EN OEUVRE | 24 |
| 4.1 | Analyse des ouvrages construits..... | 24 |
| 4.1.1 | Sous-bassin versant Pearson..... | 24 |
| 4.1.2 | Sous-bassin versant Inverness | 26 |
| 4.2 | Analyse de la méthodologie et du suivi réalisé..... | 27 |
| 4.2.1 | Suivi du bassin de sédimentation/rétention et du marais du Centre communautaire | 27 |
| 4.2.2 | Suivi des seuils..... | 32 |
| 5 | PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS | 34 |
| 5.1 | Bassin de sédimentation et marais filtrant | 34 |
| 5.1.1 | Granulométrie et sédimentométrie | 34 |
| 5.1.2 | Analyses chimiques des sédiments..... | 35 |
| 5.1.3 | Analyse de la qualité de l'eau..... | 45 |
| 5.2 | Seuils..... | 48 |
| 6 | PROBLÉMATIQUES RENCONTRÉES LORS DU PROJET | 52 |
| 6.1 | Mise en œuvre et suivi du projet pilote | 52 |
| 6.2 | L'acceptabilité sociale du projet pilote à la Ville de Lac-Brome | 57 |
| 7 | CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS | 58 |
| 7.1 | Les leçons pouvant être tirées du projet..... | 60 |
| 8 | BIBLIOGRAPHIE | 62 |

TABLE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1 - Apport en eau et en phosphore des sous-bassins versants du lac Brome | 9 |
| Tableau 2 - Sous-bassin versant <i>Pearson</i> | 10 |
| Tableau 3 - Sous-bassin versant <i>Inverness</i> | 11 |
| Tableau 4 - Ouvrages touchés par le programme de suivi | 15 |
| Tableau 5 - Paramètres de caractérisation des sédiments | 16 |
| Tableau 6 - Paramètres de caractérisation de l'eau..... | 17 |
| Tableau 7 - Suivi prévu des bassins de sédimentation et de rétention | 19 |
| Tableau 8 - Suivi prévu du marais filtrant..... | 21 |
| Tableau 9 - Suivi prévu des seuils | 23 |
| Tableau 10 - Synthèse du suivi prévu et réalisé dans les sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire | 27 |
| Tableau 11 - Synthèse du suivi prévu et réalisé dans les sédiments du marais filtrant du Centre communautaire | 28 |
| Tableau 12 - Synthèse du suivi prévu et réalisé pour les eaux du marais filtrant du Centre communautaire | 29 |
| Tableau 13 - Synthèse du suivi prévu et réalisé des seuils | 32 |
| Tableau 14 - Composition granulométrique des sédiments au bassin de sédimentation | 34 |
| Tableau 15 - Composition granulométrique des sédiments du marais filtrant..... | 35 |
| Tableau 16 - Caractéristiques du substrat épandu dans le marais filtrant du Centre communautaire | 36 |
| Tableau 17 - Évolution de la concentration en phosphore total dans les sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire | 36 |
| Tableau 18 - Évolution de la concentration en phosphore total dans les sédiments du marais filtrant du Centre communautaire | 37 |
| Tableau 19 - Évolution de la concentration en matière organique dans les sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire | 39 |
| Tableau 20 - Évolution de la concentration en matière organique dans les sédiments du marais filtrant du Centre communautaire | 39 |
| Tableau 21 - Évolution de la concentration en aluminium et en fer des sédiments du bassin de sédimentation | 41 |
| Tableau 22 - Évolution de la concentration en aluminium et en fer des sédiments du marais filtrant..... | 41 |
| Tableau 23 - Évolution des ratios Fe:P des sédiments du bassin de sédimentation | 44 |
| Tableau 24 - Évolution des ratios Fe:P des sédiments du marais filtrant | 44 |
| Tableau 25 - Concentrations en phosphore total et en matières en suspension des eaux entrantes et sortantes du marais filtrant | 46 |
| Tableau 26 - Concentrations en azote ammoniacal, en azote total et en nitrites-nitrates des eaux entrantes et sortantes du marais filtrant..... | 46 |
| Tableau 27 - Paramètres physico-chimiques des eaux entrantes et sortantes du marais filtrant..... | 47 |
| Tableau 28 - Volume de sédiments recueilli dans les seuils..... | 49 |
| Tableau 29 - Granulométrie et sédimentométrie des sédiments récoltés dans les seuils de la rue Centre | 50 |
| Tableau 30 - Granulométrie et sédimentométrie des sédiments récoltés dans les seuils du chemin Tibbits Hill..... | 51 |

TABLE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1 – Localisation géographique du site à l'étude..... | 7 |
| Figure 2 – Principaux tributaires du lac Brome | 8 |
| Figure 3 - Finalisation des travaux du bassin et du marais filtrant | 25 |
| Figure 4 - Marais filtrant du Centre communautaire..... | 25 |
| Figure 5 - Stations d'échantillonnage du bassin de sédimentation et du marais filtrant..... | 30 |
| Figure 6 – Évolution de la concentration moyenne en phosphore total dans le bassin de sédimentation et le marais filtrant | 38 |
| Figure 7 - Évolution de la concentration moyenne en matière organique dans le bassin de sédimentation et le marais filtrant | 40 |
| Figure 8 - Évolution de la concentration moyenne en fer dans le bassin de sédimentation et le marais filtrant... | 42 |
| Figure 9 - Évolution de la concentration moyenne en aluminium dans le bassin de sédimentation et le marais filtrant..... | 43 |
| Figure 10 - Évolution du ratio moyen Fe:P dans les sédiments dans du bassin de sédimentation et du marais filtrant..... | 45 |

TABLE DES ANNEXES

Annexe A : Description et programme de travail (2008-2014)

Annexe B : Rapport de suivi des ouvrages - 2011

Annexe C : Certificats d'analyses et résultats des campagnes d'échantillonnage - Année 2011

Annexe D : Certificats d'analyses et résultats des campagnes d'échantillonnage - Année 2012

Annexe E : Certificats d'analyses et résultats des campagnes d'échantillonnage - Année 2013

1 INTRODUCTION

Depuis plusieurs décennies, l'ensemble des cours d'eau et des lacs du Québec sont devenus des lieux de plus en plus prisés par la population, la ressource hydrique étant désormais utilisée à des fins résidentielles ou récréotouristiques. Les activités anthropiques ainsi que l'urbanisation des terres engendrent une transformation du territoire et ont un impact sur la qualité des plans d'eau. En effet, l'imperméabilisation des sols, la diminution du couvert forestier et la réduction des bandes riveraines ont pour conséquence d'accroître l'érosion et le ruissellement des eaux au sein d'un bassin versant. L'agriculture intensive et les rejets domestiques contribuent à un enrichissement progressif des cours d'eau et des lacs en éléments nutritifs. Parmi ces nutriments, le phosphore, lorsqu'il est en excès, est reconnu comme étant l'une des causes de l'eutrophisation des lacs. Les conséquences de l'eutrophisation d'un plan d'eau sont entre autres la prolifération de certains types de végétaux aquatiques tels que les fleurs de cyanobactéries (ou algues bleu vert), la dégradation de la qualité de l'eau et la diminution de la profondeur du plan d'eau. Ce déséquilibre biologique peut mener à la réduction de la biodiversité ainsi qu'à l'interruption des usages récréotouristiques d'un plan d'eau.

1.1 Contexte du projet pilote

Depuis plusieurs années, la transformation du territoire dans le bassin versant du lac Brome a causé l'apparition de signes de dégradation de la qualité des eaux du lac. Les épisodes de prolifération de fleurs d'eau de cyanobactéries observées depuis quelques années en sont un des signes probants. En 2007, la Ville de Lac-Brome en collaboration avec la firme *Teknika-HBA* a présenté au Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) un projet pilote de restauration du lac Brome. Le projet pilote présenté a été retenu par le ministère dans le cadre de son Plan d'intervention sur les algues bleu-vert 2007-2017 et la Ville de Lac-Brome a bénéficié d'une aide financière pour mettre en œuvre son projet. Trois autres projets similaires ont aussi été retenus et financés par le ministère dans le cadre du Plan d'intervention, soit les projets de restauration du lac St-Augustin, du lac Waterloo et du lac à l'Anguille. L'ensemble de ces projets visait à accroître le niveau des connaissances au sujet des algues bleu vert et acquérir un savoir-faire dans la restauration des lacs et des cours d'eau aux prises avec une problématique semblable.

1.2 *Projet pilote de réhabilitation du lac Brome*

Le projet pilote de la Ville de Lac-Brome a été établi en continuité avec le plan directeur du lac Brome¹ réalisé par la firme *Teknika-HBA* en 2008. Le plan directeur arrivait à la conclusion que les principales sources de phosphore à l'origine de l'enrichissement progressif des eaux du lac proviennent de son bassin versant, avec le ruissellement agissant comme principal vecteur de transport du phosphore vers les eaux du lac.

Le plan directeur met aussi en évidence le consensus scientifique qui existe à l'effet que l'amélioration de la qualité de l'eau du lac Brome est liée au contrôle de l'apport en éléments nutritifs provenant des principaux affluents du lac. En ce sens, les interventions proposées en 2010 par *Teknika-HBA* dans le cadre du programme de travail pour le projet pilote² visaient prioritairement une réduction des apports sédimentaires et particulaires au lac. Ces interventions comprenaient notamment des mesures de contrôle de l'érosion ainsi que l'aménagement de milieux humides permettant la rétention et le traitement des eaux en provenance de l'amont du bassin versant.

Différents types d'ouvrage ont été implantés à l'échelle des sous-bassins versants *Inverness* et *Pearson*, notamment des seuils, des bassins de sédimentation et un marais filtrant artificiel. Une fois l'implantation des ouvrages terminée, le suivi des ouvrages permettrait de recueillir des données permettant de mesurer l'amélioration de la qualité de l'eau en transit vers le lac. En fonction des résultats obtenus au terme de ce projet pilote, des ouvrages semblables à ceux mis à l'essai pourraient être éventuellement implantés dans l'ensemble des sous-bassins versants du lac Brome, en collaboration avec les autres municipalités et les autres partenaires impliqués.

Il est à noter que le projet pilote implanté à la Ville de Lac-Brome a fait face à une mauvaise planification ainsi qu'à une multitude de contraintes de mise en œuvre qui ont fait en sorte que le projet a dû être modifié par rapport au projet initialement proposé, réduisant la portée de l'étude. Ces impondérables ont eu une influence importante sur les conclusions pouvant être tirées du projet.

¹ TEKNIKA-HBA (2008). *Contrôle des apports en éléments nutritifs dans les eaux du lac Brome –Plan directeur*. Rapport présenté à Ville de Lac-Brome. 121 p.

² TEKNIKA-HBA (2010). *Description et programme de travail (2008-2014)*. Restauration du lac Brome, Projet pilote. Rapport présenté au Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 52 p.

1.3 Portée du rapport

Étant maintenant arrivés au terme du projet pilote, la Ville de Lac-Brome et le MDDELCC désirent obtenir un bilan synthèse du projet. La Ville de Lac-Brome a mandaté *Environnement LCL inc.* afin de réaliser une synthèse de l'ensemble du projet pilote et d'effectuer la rédaction d'un rapport final destiné à clore le projet. Considérant la nature du projet et le contexte d'implantation de celui-ci, la mission de ce rapport final est de fournir des informations pertinentes et utiles à la prise de décision, ainsi que de tirer des enseignements pour la mise en œuvre de projets semblables dans le futur.

Ce rapport présente tout d'abord les sous-bassins versants visés par le projet pilote ainsi que l'ensemble des objectifs du projet, soit les objectifs généraux, les objectifs spécifiques des ouvrages mis à l'essai ainsi que les objectifs méthodologiques. Une analyse de la mise en œuvre du projet pilote est présentée, permettant ainsi de faire le point sur l'écart entre le projet approuvé et le projet réalisé.

Le rapport présente également les données et les résultats obtenus grâce aux trois années de suivi effectuées sur les ouvrages implantés. Le dernier chapitre se penche sur la problématique de mise en œuvre et discute des difficultés rencontrées au cours du projet pilote, au niveau de la mise en œuvre et de l'acceptabilité sociale du projet. Enfin, les conclusions du projet sont présentées ainsi que les recommandations d'*Environnement LCL inc.* suite à la réalisation de ce projet pilote.

Étant donné qu'*Environnement LCL inc.* n'a pas été impliqué au cours du projet pilote, ce rapport s'appuie sur les données et les informations recueillies auprès de divers intervenants du projet, tels que les employés de la Ville de Lac-Brome, les membres de l'organisation *Renaissance Lac-Brome*, le MDDELCC ainsi que la firme *EXP* (anciennement *Teknika-HBA*).

2 DESCRIPTION DU LAC BROME ET DES SOUS-BASSINS VERSANTS À L'ÉTUDE

Le lac Brome est situé dans la municipalité régionale de comté (MRC) de Brome-Missisquoi, dans la région administrative de la Montérégie. Il se retrouve plus précisément à l'extrémité est de la Montérégie, à proximité de la Ville de Lac-Brome.



Source: Orthophotographie: Google Earth 2015

Figure 1 – Localisation géographique du site à l'étude

Le lac Brome est l'un des plus grands lacs de la Montérégie possédant une superficie de 14,5 km². Il s'agit d'un lac peu profond ayant une profondeur maximale de près de 13 mètres et une profondeur moyenne de 5,8 mètres (Bélangier, 1981). Son bassin versant couvre une superficie de près de 179 km². En plus des cours d'eau de moindre importance et des milieux humides qui bordent le lac, six principaux cours d'eau alimentent le lac Brome, soit les ruisseaux Inverness, Pearson, Coldbrook, Argyle, Tiffany et Quilliams-Durrel. Le bassin versant du lac Brome se divise en six sous-bassins versants, nommés en fonction des six ruisseaux principaux.



Figure 2 – Principaux tributaires du lac Brome

Les sous-bassins versants Quilliams-Durrell et Coldbrook avec leurs ruisseaux du même nom sont les principaux sous-bassins du lac Brome, contribuant conjointement à un apport en eau au lac de 75,9%, tel que présenté au tableau suivant. Tiré du plan directeur, le tableau qui suit dévoile la proportion de l'apport en eau de chacun des sous-bassins versants au Lac Brome ainsi que la proportion de l'apport en phosphore au lac de chacun des tributaires. Les sous-bassins versants Quilliams-Durrell et Coldbrook sont également ceux qui génèrent le plus important apport en phosphore au lac.

Tableau 1 - Apport en eau et en phosphore des sous-bassins versants du lac Brome

| Apport des sous-bassins versants du lac Brome | | |
|---|-------------------|--------------------------------------|
| Sous-Bassin | Apport en eau (%) | Apport en phosphore ³ (%) |
| Quilliams-Durrell | 49,3 | 54 |
| Coldbrook | 26,6 | 25,8 |
| Argyle | 6,9 | 10,8 |
| Tyffany | 5,7 | 3,6 |
| Inverness | 3,5 | 3,3 |
| Pearson | 3,6 | 2,4 |
| Autre | 4,4 | - |
| Total | 100 | 99,9 |

La Ville de Lac-Brome a orienté le projet pilote sur deux sous-bassins versants, soit les sous-bassins versants *Inverness* et *Pearson*. Bien que ces deux sous-bassins versants ne soient pas ceux qui génèrent l'apport le plus important en phosphore vers les eaux du lac Brome, ils ont été sélectionnés puisque leur territoire est entièrement sous la juridiction de la Ville. Ce faisant, ceci a réduit les besoins de consultation entre les différents intervenants municipaux et ainsi accélérer et faciliter la mise en place du projet pilote.

³ Tiré de l'exercice d'estimation de la charge massique.

2.1 Description du sous-bassin versant Pearson

Le sous-bassin *Pearson* se trouve au sud-ouest du lac Brome et possède une superficie d'environ 6,1 km². Les occupations principales du territoire de ce sous-bassin sont le milieu forestier, qui couvre 62,2% du territoire, le milieu urbain qui occupe 26,9% du territoire et le milieu agricole qui couvre 7,5 % du territoire. Selon les calculs visant à déterminer la contribution relative en phosphore selon le type d'occupation du sol, le milieu urbain est le milieu qui génère le plus grand apport, soit 93,8 % de l'apport total en phosphore du sous-bassin.

Globalement, le sous-bassin versant *Pearson* contribue pour environ 2,4 % de l'apport en phosphore total dans les eaux du lac Brome.

Tableau 2 - Sous-bassin versant *Pearson*⁴

| Types d'occupation du sol dans le sous-bassin <i>Pearson</i> | | | |
|--|-----------------|----------------|---|
| Type d'occupation du sol | Superficie (ha) | Proportion (%) | Contribution relative de la production de phosphore (%) selon le type d'occupation du sol |
| Milieu forestier | 359,0 | 62,2 | 1,0 |
| Milieu urbain | 155,4 | 26,9 | 93,8 |
| Milieu de villégiature | 3,0 | 0,5 | 0,2 |
| Milieu agricole (pré) | 9,3 | 1,6 | 5,0 |
| Milieu agricole (pâturage) | 5,1 | 0,9 | |
| Milieu agricole (fourrage) | 28,8 | 5,0 | |
| Milieus humides | 5,8 | 1,0 | 0 |
| Parc | 7,2 | 1,2 | 0 |
| Plan d'eau | 4,0 | 0,7 | 0 |
| Total | 577,6 | 100 | 100 |

⁴ TEKNIKA-HBA (2008). *Contrôle des apports en éléments nutritifs dans les eaux du lac Brome – Plan directeur*. Rapport présenté à Ville de Lac-Brome. 132 p.

2.2 Description du sous-bassin versant *Inverness*

Situé au sud-ouest du lac Brome, le sous-bassin *Inverness* est le plus petit sous-bassin versant du lac avec une superficie de 5,8 km². Le territoire couvert par le sous-bassin *Inverness* est principalement occupé par le milieu forestier qui représente 59,5% du territoire, un terrain de golf qui couvre 14,6 % du territoire, le milieu urbain qui occupe 10,5% du territoire et le milieu de villégiature occupant 9,1 % du territoire. Selon les calculs visant à déterminer la contribution relative en phosphore selon le type d'occupation du sol, le milieu urbain est le milieu qui représente le plus grand apport en phosphore avec 72,9 % de l'apport total en phosphore du sous-bassin.

Globalement, le bassin versant *Inverness* représente environ 3,3 % de l'apport en phosphore total au lac Brome.

Tableau 3 - Sous-bassin versant *Inverness*⁵

| Types d'occupation du sol dans le sous-bassin <i>Inverness</i> | | | |
|--|-----------------|----------------|---|
| Type d'occupation du sol | Superficie (ha) | Proportion (%) | Contribution relative de la production de phosphore (%) selon le type d'occupation du sol |
| Milieu forestier | 314,0 | 59,5 | 2,1 |
| Milieu urbain | 55,2 | 10,5 | 72,9 |
| Milieu de villégiature | 47,8 | 9,1 | 6,0 |
| Milieu agricole (pré) | 2,7 | 0,5 | 7,8 |
| Milieu agricole (fourrage) | 28,5 | 5,4 | |
| Terrain de golf | 77,2 | 14,6 | 11,2 |
| Plan d'eau | 2,0 | 0,4 | 0 |
| Total | 527,4 | 100 | 100 |

⁵ *Ibid.*

3 DESCRIPTION ET OBJECTIFS DU PROJET PILOTE

3.1 Objectifs généraux du projet pilote

En accord avec les conclusions formulées dans le plan directeur, la Ville de Lac-Brome a choisi de réaliser un effort de remédiation à l'endroit du bassin versant du lac. Dans le but ultime de limiter les apports en nutriments au lac en provenance des sous-bassins versants sélectionnés, la ville s'était fixé trois principaux objectifs⁶ pour le projet pilote, soit:

- Concevoir des ouvrages simples destinés à contrôler les apports en éléments nutritifs au lac Brome;
- Implanter les ouvrages choisis et faire un suivi adéquat de l'intégrité des ouvrages, de l'impact des ouvrages sur leur environnement et de la mesure de leur performance en fonction du but rechercher de réduction des apports, et;
- Effectuer des recommandations sur les ouvrages qui répondent le mieux aux objectifs et en faire des fiches techniques (conception, sites d'implantation possible, coûts, entretien) pour être en mesure de réaliser les travaux à même les ressources municipales, de manière à développer au sein de son personnel, l'expertise reliée à la construction et, à être en mesure éventuellement, de reproduire les ouvrages sur d'autres sites tout comme en assurer leur entretien.

3.2 Objectifs spécifiques des ouvrages proposés

Teknika-HBA a proposé les aménagements suivants dans le but de diminuer l'apport en sédiments au sein des sous-bassins *Pearson* et *Inverness* :

- Installation de 27 seuils dans des fossés en bordure de route ;
- Aménagement de deux (2) bassins de sédimentation et d'un bassin de rétention, et ;
- Construction d'un marais filtrant.

Les ouvrages proposés visent à répondre à deux objectifs spécifiques⁷ soit :

- Réduire la vitesse d'écoulement des eaux de drainage, afin de réduire l'érosion des sols dans les sous-bassins versants, et;
- Augmenter la captation des sédiments et des matières en suspension provenant des sous-bassins versants.

Les aménagements proposés par *Teknika-HBA* dans le cadre du projet pilote ont été sélectionnés sur la base des connaissances acquises sur les sous-bassins *Pearson* et *Inverness* dans le cadre de la

⁶ TEKNIKA-HBA (2010). *Description et programme de travail (2008-2014)*. Restauration du lac Brome, Projet pilote. Rapport présenté au Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. p.3.

⁷ *Ibid.*, p.6.

réalisation du plan directeur. Les systèmes proposés sont des ouvrages simples; dont le suivi et l'entretien peuvent être effectués par le personnel municipal. Les techniques de contrôle de l'écoulement, de captation et de traitement des sédiments et des matières en suspension qui ont été proposées sont des techniques connues et bien documentées. Le document *Description et programme de travail (2008-2014)* présenté en annexe fait état des constats provenant de la littérature scientifique à l'égard des différents types d'ouvrages proposés et décrit avec précision leur mode de fonctionnement. L'ensemble des systèmes proposés et les suivis s'y rattachant sont décrits dans le document *Description et programme de travail (2008-2014)*, préparé par *Teknika-HBA* en 2010.

3.2.1 Réduction des vitesses d'écoulement et d'érosion du sol

Les seuils sont des ouvrages ayant comme principale utilité le contrôle de la vitesse d'écoulement des eaux de drainage, ce qui permet de diminuer l'érosion des sols. Dans le cadre du projet pilote, il est proposé d'implanter ces ouvrages dans les fossés de drainage en bordure des routes. Selon certaines études (*Adam et al., 1997*), l'implantation d'une succession de seuils permet de dissiper l'énergie d'un segment hydraulique, surtout lorsque le ruisseau ou le fossé possède une forte pente.

Plusieurs types de seuils ont été proposés dans le cadre du projet, soit des seuils en bois, en pierre et en gabion. Différentes configurations et successions de seuils ont aussi été préconisées afin de vérifier quels sont les types et/ou les combinaisons les plus efficaces pour réguler la vitesse d'écoulement. Les fiches techniques montrant le détail de construction des différents types de seuils sont présentées dans le document *Description et programme de travail (2008-2014)*, présenté en annexe du présent rapport.

3.2.2 Captation et traitement des sédiments

Le bassin de sédimentation est un ouvrage utilisé pour le prétraitement des eaux de drainage. Il sert principalement à la sédimentation des particules grossières permettant ainsi d'éviter que le marais filtrant, situé en aval, ne se colmate prématurément. De plus, le bassin sert également à diminuer le débit d'eau avant l'entrée dans le marais filtrant. Selon les études de *Berndorf et Putz, 1987* et *Fiala et Vasata, 1982*, l'efficacité du bassin de sédimentation permet à lui seul de réduire par sédimentation entre 35 et 60% de la charge en phosphore des eaux.

Une fois les eaux prétraitées et ralenties par le bassin de sédimentation, celles-ci s'écoulent à travers le milieu humide ou le marais. Le marais proposé dans le cadre du projet pilote est un marais à écoulement vertical permettant l'infiltration des eaux à travers un substrat soigneusement choisi. Le substrat est sélectionné en fonction de sa perméabilité et sa composition chimique qui possède une capacité à retenir le phosphore. L'ouvrage réalise une action épuratrice en captant les sédiments et en permettant une fixation du phosphore sur son substrat.

3.3 Localisation des ouvrages de restauration proposés

3.3.1 Sous-bassin versant *Pearson*

Les aménagements prévus au sein du sous-bassin versant *Pearson* se résument comme suit :

- Aménagement d'un (1) bassin de sédimentation à proximité du Centre communautaire;
- Construction d'un (1) marais filtrant à proximité du Centre communautaire, et;
- Aménagement de neuf (9) seuils en bordure de la rue Centre.

La figure 3 du document *Description et programme de travail (2008-2014)* présenté en annexe démontre l'emplacement des ouvrages de restauration prévus au sein du sous-bassin versant *Pearson*.

L'emplacement choisi pour l'implantation du bassin de sédimentation et du marais est situé à proximité du Centre communautaire de la Ville de Lac-Brome, sur la rue Victoria. Le programme de travail proposait d'implanter neuf seuils plus au nord, le long de la rue Centre, pour un total de cinq seuils en bois et de quatre en pierre, incluant l'installation de plusieurs seuils successifs. Ces successions de seuils devaient permettre de valider si une succession de seuils accroît l'efficacité du traitement.

Il est à noter que seuls le bassin de sédimentation et le marais filtrant ont été conservés dans le cadre du projet pilote.

3.3.2 Sous-bassin versant *Inverness*

Les aménagements prévus au sein du sous-bassin versant *Inverness* se résument comme suit:

- Aménagement de l'étang artificiel du site McPherson en bassin de polissage et de sédimentation;
- Construction d'un (1) bassin de rétention en amont de l'étang;
- Aménagement de 18 seuils en bordure du chemin Tibbits Hill.

La figure 4 du document *Description et programme de travail (2008-2014)* présenté en annexe démontre l'emplacement des ouvrages de restauration prévus au sein du sous-bassin versant *Inverness*.

L'aménagement prévu au site McPherson devait être réalisé à l'endroit d'un étang artificiel existant, sur une propriété privée. Les travaux prévus visaient le réaménagement de l'étang existant en bassin de polissage et de sédimentation et l'aménagement d'un bassin de rétention en amont.

Plusieurs types de seuils ainsi que plusieurs combinaisons de seuils étaient prévus le long du chemin Tibbits Hill. Au total, le programme de travail prévoyait l'implantation de neuf seuils en pierre, deux seuils en pierre sans membrane, deux seuils en pierres avec membrane, deux seuils en pierres avec drain et trois seuils en gabions.

Il est à noter que tous les ouvrages prévus à l'endroit du sous-bassin *Inverness* ont été exclus du projet pilote.

3.4 Approche méthodologique

L'approche méthodologique du projet pilote reposait sur la réalisation d'un programme de suivi rigoureux des ouvrages. L'objectif de ces suivis visait à documenter la performance des ouvrages en fonction du but recherché de réduction des apports, d'évaluer l'intégrité des ouvrages et leurs impacts sur leur environnement d'implantation. Le programme de suivi a été développé pour trois types d'ouvrages, soit les marais filtrants, les bassins de sédimentation et de rétention et les seuils. La première année suite à l'aménagement des ouvrages devait servir de caractérisation de l'état initial (état 0). Le suivi proposé s'échelonnait sur une période de trois années consécutives pour les bassins et les marais. Pour les seuils, le programme de travail proposait d'effectuer le suivi sur une seule année.

Le tableau 4 présente les ouvrages pour lesquels le programme de travail élaboré en 2010 prévoyait un suivi:

Tableau 4 - Ouvrages touchés par le programme de suivi

| | |
|---|--|
| Sous-bassin versant <i>Pearson</i> | Site du Centre communautaire |
| | - Un bassin de sédimentation et de rétention - Un marais filtrant |
| | Rue Centre |
| | - 9 seuils dans les fossés* |
| Sous-bassin versant <i>Inverness</i> | Site McPherson |
| | - Un bassin de sédimentation et de rétention** |
| | Rue Tibbits Hill |
| | - 18 seuils dans les fossés* |

* Caractérisation initiale réalisée. Aucun suivi subséquent n'a été fait pour ces ouvrages étant donné que ceux-ci ont été abandonnés ou exclus du projet pilote.

** Ouvrage non complété et exclus du projet-pilote.

Le programme de suivi pour les ouvrages proposés dans le cadre du projet pilote était essentiellement basé sur le suivi de la qualité et de la quantité des sédiments, puisque ceux-ci jouent un rôle important dans le transport du phosphore. Pour le marais filtrant du Centre communautaire, un suivi de la qualité de l'eau était aussi prévu.

Dans le but de caractériser la qualité et la nature des sédiments retenus à l'endroit des différents ouvrages, des analyses chimiques des sédiments étaient prévues. Le tableau 5 présente les paramètres d'analyses chimiques proposés par *Teknika-HBA* pour la caractérisation des sédiments.

Tableau 5 – Paramètres de caractérisation des sédiments⁸

| Paramètres | Description |
|----------------------------------|---|
| Granulométrie et sédimentométrie | L'analyse granulométrique et sédimentométrique des sédiments permet de connaître leur nature en donnant les proportions de sable, de silt ou d'argile dont ils sont composés. Il a été convenu de procéder à une analyse sédimentométrique, en complément à la granulométrie, afin de préciser le contenu en silt et en argile des sédiments, puisque ce sont à ces grosseurs de particules qu'est généralement relié le phosphore. Ces analyses permettent de déterminer la nature des sédiments au départ (état 0), afin d'obtenir une base de comparaison pour les années suivantes. Également, l'analyse granulométrique et sédimentométrique des sédiments permet de les comparer au substrat épandu dans le fond du marais afin de vérifier s'il y a accumulation ou non de sédiments, et ce, sur quelle épaisseur afin d'en évaluer le volume. |
| Phosphore total | Le phosphore total contenu dans les sédiments provient de particules de sol qui se sont érodées dans le bassin versant le long des fossés ou des terres agricoles. Il provient également de la déposition de la matière en suspension dans l'eau. L'analyse du phosphore total dans les sédiments permet de suivre l'évolution des concentrations entre l'état 0 et les années suivantes. Comme le substrat doit fixer le phosphore qui entre dans le marais filtrant, celui-ci devrait s'enrichir en phosphore au fil des ans. Le suivi permettra de valider cette hypothèse. |
| Fer et aluminium total | Les concentrations en fer et en aluminium dans les sédiments contribuent à la fixation du phosphore. Ainsi, plus il y a de fer par rapport au phosphore dans les sédiments, plus les sédiments retiendront le phosphore. L'aluminium joue également un rôle dans la séquestration du phosphore dans les sédiments. Deux ratios ont été retenus pour évaluer la capacité des sédiments à retenir le phosphore, soit le ratio du fer sur le phosphore et le ratio du phosphore sur l'aluminium. |
| Matière organique | La matière organique est composée d'organismes vivants, de résidus de végétaux et d'animaux et de produits en décomposition. Elle ne représente, en général, que quelques pourcents (0,5% à 10%) de la masse des sédiments. Le pourcentage de la matière organique présent dans les sédiments est un indice de sa richesse. Les sédiments de l'état 0 devraient être moins concentrés en matière organique que ceux analysés dans les années suivantes. Le suivi permettra de valider cette hypothèse. |

⁸ LES SERVICES EXP. INC. (2011). *Plan de restauration du lac Brome, Projet pilote - Suivi des ouvrages*. Rapport de suivi - année 2011. Rapport présenté à Ville de Lac-Brome. p.7.

Bien qu'aucun paramètre n'ait été préalablement déterminé pour la caractérisation de la qualité de l'eau par *Teknika-HBA* dans le programme de travail, le tableau 6 présente les paramètres qui ont été analysés sur les échantillons d'eau prélevés à l'endroit du marais filtrant.

Tableau 6 - Paramètres de caractérisation de l'eau

| Paramètres | Description |
|------------------------------|--|
| Phosphore total | Le phosphore est le principal élément qui contribue à la croissance des organismes photosynthétiques, tels que les cyanobactéries. Il conduit à l'eutrophisation prématurée des plans d'eau. Il est attendu que la concentration en phosphore soit plus élevée en amont qu'en aval du marais filtrant. |
| Matières en suspension (MES) | Les matières en suspension se composent essentiellement de matières organiques (débris végétaux ou animaux) ou minérales (silt, argile). La présence des MES dans l'eau est fortement influencée par les événements extérieurs naturels (pluie, fonte des neiges, etc.) ainsi que les activités humaines (rejets et ruissellement). Les concentrations en MES devraient être réduites à la sortie du bassin et du marais filtrant. |
| Azote total et ammoniacal | L'azote est un élément nutritif essentiel aux végétaux, mais qui est faiblement présent en milieu naturel. Les principaux apports en azote ammoniacal proviennent essentiellement des activités humaines. |
| Nitrites-nitrates | Les nitrites sont rarement retrouvés en concentration importante dans les eaux naturelles, ceux-ci s'oxydant facilement en nitrates. Les principales sources de nitrates sont les effluents industriels et municipaux ainsi que le lessivage des terres agricoles. Ces composés peuvent aussi provenir de la matière organique en décomposition présente dans les sols. Ils sont un indicateur de la qualité de l'eau. |
| Oxygène dissous | L'oxygène dissous dans l'eau provient de deux processus, soit par la dissolution de l'oxygène atmosphérique par contact air/eau et par la photosynthèse. Une faible concentration en oxygène dissous dans l'eau peut engendrer un relargage du phosphore des sédiments dans l'eau. |
| Conductance | La conductance de l'eau est un bon indicateur de la concentration en solides dissous présents dans un plan d'eau. |
| Température | La température de l'eau affecte les procédés biologiques d'un plan d'eau. Elle a un impact sur la minéralisation de la matière organique et sa sédimentation, la disponibilité du phosphore inorganique, ainsi que la solubilité de l'oxygène dans l'eau. La température de l'eau a donc une influence sur la rétention et le relargage du phosphore dans l'eau. |
| pH | Le pH influence la capacité du phosphore à se lier au fer, affectant le processus de sédimentation du phosphore. Une augmentation du pH accroît le risque d'une remobilisation du phosphore des sédiments vers l'eau. |

3.4.1 Suivi des bassins de sédimentation et de rétention

Le suivi proposé par le programme de travail à l'endroit des bassins de sédimentation et de rétention visait à caractériser les éléments suivants:

- ❖ La nature des sédiments accumulés;
- ❖ La quantité de sédiments accumulés;

Fréquence d'échantillonnage

Les sédiments des bassins de sédimentation et de rétention du Centre communautaire et du site McPherson devaient être échantillonnés selon les périodes suivantes :

- Une fois pour la caractérisation initiale (État 0) en 2011 (durant la période estivale);
- Une fois par année, à la fin du mois d'octobre pour les trois années subséquentes de suivi (2012, 2013, 2014).

Le nombre de stations d'échantillonnage prévues était d'une (1) station par 100 m² de superficie de bassin et une (1) pour la portion de terrain excédentaire. Ainsi, le nombre de stations d'échantillonnage prévu était de :

- 3 stations pour le bassin McPherson, et;
- 2 stations pour le bassin du Centre communautaire.

Un échantillon de sédiment devait être prélevé à chacune des stations d'échantillonnage.

Procédure d'échantillonnage et paramètres d'analyses

À chaque échantillonnage, une couche de 20 cm de sédiments devait être prélevée à l'aide d'un carottier à pression. Cette méthode d'échantillonnage permet de mesurer l'épaisseur de sédiments accumulés et de distinguer les différentes couches de sédiments accumulés. La méthode permet aussi de vérifier si une couche du matériel de construction du fond du bassin (substrat) a été échantillonnée par mégarde et éviter que ce matériel ne soit mélangé à la couche de sédiments.

Pour chacun des échantillons de sédiments prélevés, le programme de travail prévoyait l'analyse des paramètres suivants :

- Granulométrie et sédimentométrie;
- Phosphore total;
- Fer;
- Aluminium, et;
- Matière organique.

Le programme de travail recommandait que la matière organique soit analysée par perte au feu. Aucune méthode analytique spécifique pour le phosphore, le fer et l'aluminium n'avait été prévue au préalable par le programme de travail.

Le tableau 7 résume le suivi prévu à l'endroit des bassins de sédimentation et de rétention.

Tableau 7 - Suivi prévu des bassins de sédimentation et de rétention

| Programme de suivi prévu des bassins de sédimentation et de rétention | | | |
|---|----------------------|--|---|
| Suivi | Date échantillonnage | Stations d'échantillonnage | Paramètres analytiques |
| Sédiments | | | |
| An 0 : 2011 | Après l'aménagement | Centre communautaire: stations n° 1 et 2 Site McPherson: stations n° 1, 2 et 3. | Phosphore Aluminium Fer |
| An 1 : 2012 An 2 : 2013 An 3 : 2014 | Fin octobre | Centre communautaire: stations n° 1 et 2 Site McPherson: stations n° 1, 2 et 3. | Matière organique Granulométrie Sédimentométrie |

3.4.2 Suivi du marais filtrant du Centre communautaire

Le suivi proposé par le programme de travail à l'endroit du marais filtrant visait à caractériser les éléments suivants :

- ❖ La nature des sédiments accumulés;
- ❖ La quantité de sédiments accumulés;
- ❖ La qualité des eaux entrantes et sortantes du marais.

Tel que décrit dans le document *Description et programme de travail* présenté à l'annexe A, le suivi de la qualité des eaux entrantes et sortantes d'un marais artificiel s'avère fastidieux, tant au niveau du déploiement des équipements de mesures qu'au niveau de l'interprétation des données obtenues (Kroeger et al., 2009). En effet, certaines mécaniques propres aux marais artificiels peuvent générer des variabilités des apports massiques, notamment en phosphore, ce qui peut faire en sorte qu'à certains moments, les charges à la sortie du marais soient plus élevées que les charges entrantes. Ainsi, l'essentiel du programme de suivi des performances du marais filtrant du Centre communautaire était basé sur la charge massique cumulative des 20 premiers centimètres de sédiments, le suivi des eaux entrantes et sortantes ayant été réduit à quelques événements pluviométriques.

Comme le processus de rétention du phosphore dans les sédiments est considéré évolutif, les sédiments devaient être échantillonnés à raison de trois fois par année pour la couche 0-10 cm. La couche 10-20 cm

devait être échantillonnée une fois l'an.

Fréquence d'échantillonnage

Le programme de travail prévoyait un échantillonnage des sédiments conformément au calendrier suivant :

- Une fois pour la caractérisation initiale (État 0) en 2011 (durant la période estivale);
- Pour les trois années subséquentes de suivi (2012, 2013 et 2014):
 - Couche 0 cm - 10 cm: Mai, Juillet et Octobre;
 - Couche 10 cm - 20 cm: Octobre.

Le nombre de stations d'échantillonnage prévues pour les sédiments était d'une (1) station par 100 m² de superficie et une (1) pour la portion de terrain excédentaire. Ainsi, le nombre de stations d'échantillonnage prévu était de:

- 9 stations pour le marais du Centre communautaire.

Pour le suivi des eaux, le programme de travail prévoyait un total de neuf (9) échantillons, à raison d'un échantillon au cours de trois (3) évènements pluviométriques annuels distincts, pour chacune des trois années de suivi.

Procédure d'échantillonnage et paramètres d'analyses

Selon le programme de travail, les échantillons de sédiments devaient être prélevés sur une profondeur minimale de 20 cm à l'aide d'un carottier à pression. De la même façon que pour les sédiments du bassin, cette méthode d'échantillonnage permet de mesurer l'épaisseur de sédiments accumulés, de distinguer les différentes couches de sédiments accumulés et de vérifier si une couche du matériel de construction du fond du bassin (substrat) a été échantillonnée par mégarde afin d'éviter que ce matériel ne soit mélangé à la couche de sédiments. Le programme de travail recommandait que la carotte de sédiments échantillonnés soit ensuite gelée, afin de pouvoir faciliter la coupe 0-10 cm et 10-20 cm.

Voici les paramètres d'analyses prévus pour les sédiments du marais filtrant :

- Granulométrie et sédimentométrie;
- Phosphore total;
- Fer;
- Aluminium, et;
- Matière organique.

Le programme de travail recommandait que la matière organique soit analysée par perte au feu. Aucune méthode analytique spécifique pour le phosphore, le fer et l'aluminium n'avait été prévue au préalable par le programme de travail.

L'analyse du phosphore total, du fer, de l'aluminium et de la matière organique était prévue pour l'ensemble des échantillons, pour toutes les couches de sédiments (0-10 cm et 10-20 cm) à chacun des échantillonnages (mai, juillet, octobre). Il était prévu que les analyses granulométriques et sédimentométriques ne soient réalisées qu'une fois par an, en octobre.

Le tableau 8 résume le suivi prévu à l'endroit du marais filtrant du Centre communautaire.

Tableau 8 - Suivi prévu du marais filtrant

| Programme de suivi prévu du marais filtrant | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Suivi | Date échantillonnage | Stations d'échantillonnage | Critères analytiques |
| Sédiments | | | |
| État 0 : 2011 | Après l'aménagement | Stations n° 1 à 9 | Phosphore Aluminium Fer Matière organique Granulométrie et sédimentométrie |
| An 1 : 2012 An 2 : 2013 An 3 : 2014 | Mai, juillet et octobre | Stations n° 1 à 9 (de 0 à 10 cm) | Phosphore Aluminium Fer Matière organique |
| | Octobre | Stations n° 1 à 9 (de 10 à 20 cm) | Phosphore Aluminium Fer Matière organique |
| | Octobre | Stations n° 1 à 9 | Granulométrie et sédimentométrie |
| Eau | | | |
| An 1 : 2012 An 2 : 2013 An 3 : 2014 | 3 événements pluviométriques par an | Amont | Non déterminés par le programme de travail ⁹ |
| | | Aval | |

3.4.3 Suivi des seuils

Le programme de travail proposait un suivi des seuils en trois volets, soit:

- ❖ Vérification de l'efficacité des ouvrages à capter les sédiments et à retenir le phosphore
- ❖ Vérification de l'intégrité des ouvrages
- ❖ Évaluation de l'impact des ouvrages sur leur environnement

⁹ TEKNIKA-HBA (2010). *Description et programme de travail (2008-2014)*. Restauration du lac Brome, Projet pilote. Rapport présenté au Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. p.38.

Le programme de suivi recommandait que des fiches soient remplies à chacune des inspections et pour chacun des seuils, dans le but de colliger les informations permettant d'évaluer les trois volets de contrôle. Des exemples de fiches avaient été fournis à la Ville de Lac-Brome par *Teknika-HBA* pour chacun des volets de contrôle.

Fréquence d'échantillonnage

Le suivi prévu à l'endroit des seuils devait s'effectuer sur une période d'une année, à partir du printemps 2011. Dans le cadre du programme de suivi, il était recommandé que l'évaluation du volume de sédiments retenus par les seuils soit réalisée chaque mois au cours de la première année. Un échantillon de sédiments devait être prélevé trois (3) fois par an, afin de pouvoir analyser la granulométrie des sédiments captés et leur concentration en phosphore. Les échantillonnages étaient prévus comme suit : un (1) après la fonte des neiges, un (1) à l'été et un (1) à l'automne. À cela devait être combiné le suivi de l'intégrité des ouvrages et l'évaluation de l'impact des ouvrages sur leur environnement, qui devait être réalisé trois (3) fois par an.

Le suivi devait être réalisé sur l'ensemble des 27 seuils installés sur la rue Centre et sur le chemin Tibbits Hill. La localisation exacte du seuil devait être notée lors de l'inspection, puisque les résultats attendus étaient différents pour un seuil situé en amont ou en aval de l'ensemble des ouvrages.

Procédure d'échantillonnage et paramètres d'analyses

Dans le but d'évaluer le volume de sédiments recueillis par les seuils, des réglettes devaient être installées à l'intérieur des trappes à sédiments. Les réglettes devaient être disposées de manière à en retrouver une à chaque coin et au moins une au centre de la zone de sédimentation des seuils. Le niveau initial du sol lu sur les réglettes ainsi que les dimensions de la zone de sédimentation créée par les réglettes devaient être répertoriés initialement pour chacun des seuils. Par la suite, la lecture de l'épaisseur de sédiments chaque mois permettrait d'évaluer le volume de sédiments retenus dans les trappes à sédiments.

Pour les échantillons de sédiments qui devaient être prélevés trois fois par an, les paramètres d'analyse suivants étaient prévus :

- Granulométrie et sédimentométrie, et;
- Concentration en phosphore.

Pour les chemins Tibbits Hill et Centre, les échantillons devaient être prélevés sur au moins trois (3) seuils consécutifs, dans le but de valider l'efficacité d'une succession de seuils. Par ailleurs, au moins un échantillon par type de seuil (bois, pierre, gabion) devait être prélevé à chacune des campagnes d'échantillonnage.

Pour ce qui est de la vérification de l'intégrité des ouvrages et de l'évaluation de l'impact des ouvrages sur leur environnement, ces vérifications devaient plutôt être basées sur des observations qualitatives. Les observations devaient porter sur:

- le déplacement ou la déformation des ouvrages;
- l'affaissement;
- le colmatage;
- la perte de matériaux;
- présence d'érosion en périphérie de l'ouvrage, et;
- présence d'inondation sur les terrains avoisinants pouvant être causés par les seuils.

Ces observations devaient être effectuées à raison de trois (3) fois par an, sur chacun des types de seuil (bois, pierre, gabion). Le tableau 9 résume le suivi prévu par le programme de travail à l'endroit des seuils.

Tableau 9 - Suivi prévu des seuils

| Programme de suivi prévu des seuils | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|---|--|
| Suivi | Date échantillonnage | Stations d'échantillonnage | Critères analytiques |
| Sédiments | | | |
| An 0 : 2011 | Mensuel | Tous les seuils | Évaluation du volume de sédiments retenus par les seuils |
| | Printemps Été Automne | Chaque rue, sur au moins trois (3) seuils consécutifs | Granulométrie et sédimentométrie Concentration en phosphore |
| | | Chaque type de seuil (bois, pierre et gabion) | Granulométrie et sédimentométrie Concentration en phosphore |
| | 3 visites par année | Tous les seuils | Intégrité des ouvrages Impact des ouvrages sur leur environnement |

4 ANALYSE DE LA MISE EN OEUVRE

Le projet pilote de la Ville de Lac-Brome a fait face à une mauvaise planification ainsi qu'à plusieurs contraintes de mise en œuvre qui ont finalement réduit la portée du projet pilote uniquement au bassin de sédimentation et au marais filtrant du Centre communautaire, dans le sous-bassin versant *Pearson*. Les diverses problématiques rencontrées au cours du projet sont discutées en détail à la section 5. L'ensemble des contraintes de mise en œuvre a eu un impact sur le nombre réel d'ouvrages construits, sur l'application du programme de suivi ainsi que sur les résultats qui ont pu être obtenus au terme du projet. Cette section met en évidence l'écart entre le projet approuvé tel qu'il était prévu par le programme de travail de 2010 et le projet qui a véritablement été mis en œuvre à la Ville de Lac-Brome.

4.1 Analyse des ouvrages construits

Compte tenu des différentes contraintes liées au projet, la construction de certains ouvrages a été reportée dans le temps, tandis que d'autres ouvrages n'ont tout simplement jamais vu le jour. Par ailleurs, certains ouvrages ont été déconstruits suite à une mauvaise communication au sein de l'administration municipale. Ce faisant, il est pertinent d'effectuer une synthèse des ouvrages construits dans le cadre du projet pilote.

4.1.1 Sous-bassin versant *Pearson*

Tel que présenté à la section 3.3.1, les ouvrages suivants devaient être aménagés au sein du sous-bassin versant *Pearson*:

- (1) bassin de sédimentation à proximité du Centre communautaire;
- (1) marais filtrant à proximité du Centre communautaire, et;
- Neuf (9) seuils en bordure de la rue Centre.

Tous ces ouvrages ont été construits, et ce, aux endroits prévus par le programme de travail. Bien que le programme de travail prévoyait mettre en place les seuils au cours du printemps 2009, ceux-ci ont été aménagés tardivement à l'automne 2010. L'aménagement du bassin et du marais filtrant a aussi été complété tardivement à l'automne 2010. Ce faisant, la plantation des plantes aquatiques du marais s'est effectuée tard à l'automne, ce qui n'a pas favorisé leur bon développement.

La figure 3 démontre le marais filtrant ainsi que le bassin de sédimentation et de rétention une fois les travaux complétés en 2010. La figure 4 présente l'état des plantes aquatiques du marais filtrant en date du 3 septembre 2010.



**Figure 3 - Finalisation des travaux du bassin et du marais filtrant
du Centre communautaire**



**Figure 4 - Marais filtrant du Centre communautaire
(3 septembre 2010)**

Bien que tous les seuils prévus au programme de travail aient été construits à l'automne 2010, le programme de suivi des seuils a été interrompu très tôt en 2011. En effet, des travaux de réfection de la rue Centre par le service des travaux publics de la Ville de Lac-Brome à l'été 2011 ont mené à l'enlèvement de seuils qui avaient été aménagés en bordure de cette route. De plus, les travaux réalisés à l'été 2011 comprenaient également un réaménagement du réseau de drainage du secteur. Ce faisant, un nouveau ponceau a été aménagé sous la rue Centre, déviant les eaux de ruissellement du côté de la rue où aucun seuil n'avait été aménagé. Les seuils n'ayant pas été détruits lors des travaux de réfection de la rue Centre n'étaient plus d'aucun usage, puisqu'aucune eau de ruissellement ne circulait désormais de ce côté de la rue.

Suite à ces erreurs, la ville a demandé au MDDELCC de réviser le délai prévu au protocole d'entente pour la réalisation du projet pilote. Il a été convenu de maintenir le projet pilote exclusivement à l'endroit du sous-bassin versant *Pearson* et seulement pour les ouvrages suivants:

- (1) bassin de sédimentation à proximité du Centre communautaire, et;
- (1) marais filtrant à proximité du Centre communautaire.

4.1.2 Sous-bassin versant *Inverness*

Tel que présenté à la section 3.3.2, les ouvrages suivants devaient être aménagés au sein du sous-bassin versant *Inverness*:

- Aménagement de l'étang artificiel du site McPherson en bassin de polissage et de sédimentation;
- Construction d'un (1) bassin de rétention en amont de l'étang;
- Aménagement de 18 seuils en bordure du chemin Tibbits Hill.

Les 18 seuils prévus ont été aménagés en bordure du chemin Tibbits Hill en 2010, conformément au programme de travail.

Par contre, les travaux visant à aménager l'étang artificiel du site McPherson en bassin de polissage et de sédimentation n'ont jamais pu être complétés. En effet, une mésentente avec la propriétaire du terrain privé où les travaux devaient être réalisés a mené au démantèlement des ouvrages et le site a dû être ramené à son état initial.

Ainsi, les 18 seuils en bordure du chemin Tibbits Hill ont été aménagés et une caractérisation initiale a été réalisée en 2011. Toutefois, le suivi des seuils n'ayant pas été poursuivi en 2011 suite à la déconstruction des seuils de la rue Centre, ces seuils ont aussi été exclus du projet pilote, excluant définitivement le sous-bassin *Inverness* du projet.

4.2 Analyse de la méthodologie et du suivi réalisé

Le suivi des ouvrages réalisé au cours du projet pilote diffère du suivi qui était initialement prévu lors de l'élaboration du programme de travail. Le fait que certains ouvrages n'aient pas été construits et que d'autres aient été déconstruits a affecté le nombre de suivis réalisés, et par le fait même, le nombre de données recueillies. Par ailleurs, des changements de vision par rapport au projet pilote au sein des élus municipaux ont mené à l'abrègement de la période de suivi, la faisant notamment passer à deux années plutôt à qu'à trois pour le bassin et le marais filtrant. Les seuils ont par ailleurs été complètement exclus du projet pilote, et par le fait même tous les ouvrages à l'endroit du sous-bassin *Inverness*. De plus, la méthodologie proposée pour le suivi des ouvrages n'a pas été respectée à plusieurs égards, notamment en ce qui a trait à la fréquence des campagnes d'échantillonnages et aux méthodes de prélèvement des échantillons. Les défaillances au niveau du suivi des ouvrages sont essentiellement dues à un problème de coordination du projet. Ces éléments sont abordés en détail à la section 5.

Cette section présente l'adéquation entre le programme de suivi proposé et le suivi réalisé pour chaque type d'ouvrage. Un tableau synthèse est présenté pour chaque type d'ouvrage.

4.2.1 Suivi du bassin de sédimentation/rétention et du marais du Centre communautaire

Les tableaux 10 à 12 présentent en résumé les suivis effectués à l'endroit du bassin de sédimentation et du marais du Centre communautaire. Les sections qui suivent expliquent les écarts avec le suivi planifié.

Tableau 10 - Synthèse du suivi prévu et réalisé dans les sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire

| Adéquation du suivi des sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------|----------------------|-----------|-----|-------------------|---------------|-----------------|---------|
| Suivi | Date échantillonnage (prévue) | Station à échantillonner | Date d'échantillonnage | Stations d'échantillonnage | | Critères analytiques | | | | | | |
| | | | | Station 1 | Station 2 | Phosphore | Aluminium | Fer | Matière organique | Granulométrie | Sédimentométrie | Autres* |
| État 0 (2011) | Après l'aménagement | 1 et 2 | 26 juillet 2011 | X | X | X | X | X | X | X | - | n/a |
| An 1 (2012) | fin octobre (2012) | 1 et 2 | 28 juin 2012 5 juillet 2012 | X | - | X | X | X | X | - | - | n/a |
| An 2 (2013) | fin octobre (2013) | 1 et 2 | 19 septembre 2013 | X | X | X | X | X | X | - | - | n/a |
| An 3 (2014) | fin octobre (2014) | 1 et 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a |

* Les analyses chimiques suivantes ont été réalisées: pH eau, potassium, magnésium, calcium.

LÉGENDE: X = suivi réalisé - = suivi prévu non-réalisé n/a = analyse non-applicable pour cette campagne d'échantillonnage

Tableau 11 - Synthèse du suivi prévu et réalisé dans les sédiments du marais filtrant du Centre communautaire

| Adéquation du suivi des sédiments du marais filtrant du Centre communautaire | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----|-------------------|---------------|-----------------|---------|-----|
| Suivi | Date d'échantillonnage et profondeur de prélèvement des échantillons (prévus) | | Stations à échantillonner | Date d'échantillonnage | Stations d'échantillonnage | | | | | | | | | Critères analytiques | | | | | | | |
| | | | | | Station 1 | Station 2 | Station 3 | Station 4 | Station 5 | Station 6 | Station 7 | Station 8 | Station 9 | Phosphore | Aluminium | Fer | Matière organique | Granulométrie | Sédimentométrie | Autres* | |
| État 0 (2011) | après l'aménagement | | 1 à 9 | 26 juillet 2011 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | - |
| An 1 (2012) | Mai | (0 à 10 cm) | 1 à 9 | 28 juin 2012 | - | - | - | - | - | - | - | - | x | x | x | x | n/a | n/a | - | | |
| | Juillet | | | 5 juillet 2012 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | n/a | n/a | x | |
| | Octobre | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a | - |
| | Octobre | aucune prof. spécifiée | 1 à 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a | n/a | n/a | - | - | - | |
| An 2 (2013) | Mai | (0 à 10 cm) | 1 à 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a | - | |
| | Juillet | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a | - |
| | Octobre | | | 19 septembre 2013 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | n/a | n/a | - |
| | Octobre | (10 à 20 cm) | 1 à 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a | - | |
| Octobre | aucune prof. spécifiée | 1 à 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a | n/a | n/a | - | - | - | | |
| An 3 (2014) | Mai | (0 à 10 cm) | 1 à 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a | - | |
| | Juillet | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a | - |
| | Octobre | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a |
| | Octobre | (10 à 20 cm) | 1 à 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a | - | |
| Octobre | aucune prof. spécifiée | 1 à 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a | n/a | n/a | - | - | - | | |

* Les analyses chimiques suivantes ont été réalisées: pH eau, potassium, magnésium, calcium.

LÉGENDE: x = suivi réalisé - = suivi prévu non-réalisé n/a = analyse non-applicable pour cette campagne d'échantillonnage

Tableau 12 - Synthèse du suivi prévu et réalisé pour les eaux du marais filtrant du Centre communautaire

| Adéquation du suivi de l'eau du marais filtrant du Centre communautaire | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|----------------------------|-------------|---------------------|-------------------------------|------------------|-------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|----|
| Suivi | Date d'échantillonnage | Stations d'échantillonnage | | Analyses effectuées | | | | | | | | |
| | | CC-1 (amont) | CC-2 (aval) | Phosphore total | Matières en suspensions (MES) | Azote ammoniacal | Azote total | Nitrites-Nitrates | Température | Oxygène dissous | Conductivité | pH |
| État 0 (2011) | 1 évènement pluviométrique | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1 évènement pluviométrique | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1 évènement pluviométrique | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| An 1 (2012) | 1 évènement pluviométrique | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1 évènement pluviométrique | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1 évènement pluviométrique | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| An 2 (2013) | 07-mai-13 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | 04-juin-13 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | 17-juil-13 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | 13-août-13 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | 11-sept-13 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | 16-oct-13 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | 17-nov-13 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

LÉGENDE: x = suivi réalisé - = suivi prévu non-réalisé

Période et station d'échantillonnage

Le suivi à l'endroit du bassin de sédimentation et du marais filtrant a été réalisé de 2011 à 2013. Sur cette période, un échantillonnage par an a été effectué pour la caractérisation des sédiments, sauf en 2012 où une campagne supplémentaire d'échantillonnage a été réalisée, et ce, pour une seule station. L'échantillonnage a été réalisé durant la saison estivale, soit entre juin et septembre. Le programme de travail n'a donc pas été respecté puisque les sédiments du marais devaient être échantillonnés trois fois par année, soit en mai, en juillet et en octobre.

Contrairement à ce qui était prévu au programme de travail pour l'échantillonnage de l'eau à l'endroit du marais, l'échantillonnage de l'eau n'a été réalisé qu'en 2013, à raison d'un échantillon prélevé chaque mois entre mai et novembre.

Les stations d'échantillonnage des sédiments ont été respectées pour le bassin de sédimentation et le marais filtrant. Concernant la caractérisation des eaux du marais filtrant, deux (2) points d'échantillonnage ont été sélectionnés, soit en amont et en aval du marais. Le premier point d'échantillonnage est situé à la sortie du bassin de sédimentation et le second est situé à la sortie du marais filtrant, dans le fossé d'évacuation. La figure 5 présente l'emplacement des stations d'échantillonnage à l'endroit du bassin de sédimentation et du bassin filtrant.

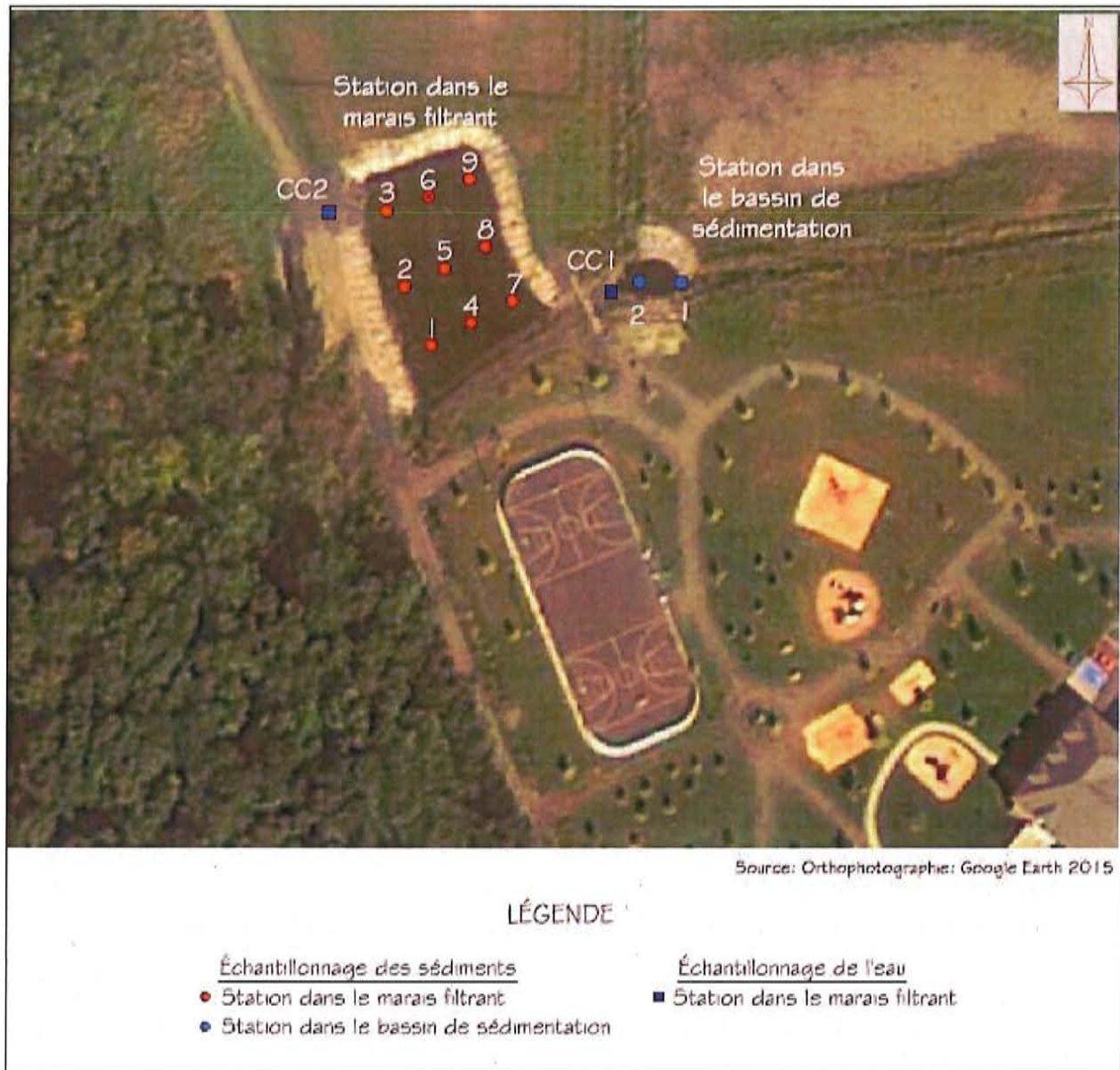


Figure 5 - Stations d'échantillonnage du bassin de sédimentation et du marais filtrant

Paramètres d'analyses

Conformément au programme de travail, les paramètres présentés au tableau 5 (section 3.4) ont été analysés à différentes fréquences afin de caractériser les sédiments accumulés dans le bassin de sédimentation et dans le marais. Par contre, les analyses granulométriques et sédimentométriques n'ont été réalisées qu'une seule fois lors de la caractérisation initiale en 2011, contrairement à ce qui était prévu au programme de travail.

Pour la caractérisation des eaux entrantes et sortantes du marais, aucun paramètre d'analyse n'avait été spécifié par le programme de travail. Les paramètres analysés présentés au tableau 6 (section 3.4) ont été sélectionnés par *Renaissance Lac-Brome* lors de leur mandat d'échantillonnage de l'eau à l'endroit du marais en 2013.

Procédures d'échantillonnage et d'analyse en laboratoire

D'après les informations obtenues grâce au rapport de suivi réalisé en 2011 par *EXP*, la compaction du substrat du marais était trop importante pour que l'échantillonnage des sédiments puisse être réalisé à l'aide d'un carottier, tel que recommandé par le programme de travail. Les échantillonnages de sédiments à l'endroit du marais et du bassin du Centre communautaire ont donc été réalisés manuellement à l'aide d'une petite pelle. Le rapport de suivi de 2011 mentionne que des échantillons représentatifs ont été prélevés, sur une épaisseur moyenne de 10 cm. Pour chacune des stations d'échantillonnage, l'épaisseur des couches de substrat et de sédiments prélevés a été notée. Les échantillons recueillis ont été placés dans un contenant adéquat, homogénéisés et conservés au frais avant d'être envoyés dans les 24 heures suivant l'échantillonnage au laboratoire d'analyse *Biolab*. Les analyses de concentration en phosphore total, en aluminium et en fer total ainsi qu'en matière organique ont été effectuées. L'analyse du phosphore total au laboratoire *Biolab* a été réalisée par colorimétrie. L'aluminium et le fer total ont été analysés par spectrométrie, tandis que la matière organique a été analysée par perte au feu. Les analyses granulométriques et sédimentométriques ont été réalisées par le laboratoire *Laboratoire 2000*.

En 2012, les échantillonnages des sédiments à l'endroit du bassin de sédimentation et du marais filtrant ont aussi été réalisés manuellement à l'aide d'une petite pelle. Toutefois, aucun rapport d'échantillonnage n'a été réalisé. Il est donc impossible de connaître l'épaisseur de la couche de sédiments prélevée aux différentes stations et la profondeur à laquelle les sédiments envoyés au laboratoire ont été échantillonnés. Les analyses chimiques des sédiments ont été réalisées par le laboratoire *GéoSol*. Les sédiments ont été analysés pour leurs concentrations en phosphore, en potassium, en magnésium, en calcium, en aluminium ainsi qu'en fer. Le laboratoire *GéoSol* utilise la méthode *Mehlich 3* pour l'analyse du phosphore, du potassium, du magnésium et du calcium. La concentration en matière organique a été évaluée par oxydation grâce à la méthode *Walkley-Black*. Le pH de l'eau contenu dans le sol a aussi été analysé. Aucune analyse granulométrique ou sédimentométrique n'a été réalisée au cours de cette année de suivi.

La méthode d'échantillonnage manuelle a aussi été utilisée lors de l'échantillonnage des sédiments effectué en 2013. Comme en 2012, aucune note de terrain ou rapport d'échantillonnage n'ont été réalisés. L'épaisseur de la couche de sédiments et la profondeur de l'échantillon prélevé s'avèrent donc inconnues. Les analyses chimiques ont été réalisées par le laboratoire *Biolab*, avec les mêmes paramètres d'analyse qu'en 2011 et les mêmes méthodes d'extraction.

L'échantillonnage des eaux entrantes et sortantes du marais filtrant a été réalisé par l'organisme *Renaissance Lac-Brome*. Les échantillons ont été prélevés conformément à la méthode proposée par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). Les échantillons d'eau ont été analysés au laboratoire du CEAEQ. L'analyse du phosphore, de l'azote ammoniacal, de l'azote total et des nitrites-nitrates ont été réalisés par la méthode colorimétrique. Les matières en suspension (MES) ont été analysées par la méthode gravimétrique.

4.2.2 Suivi des seuils

Le tableau 13 présente en résumé les suivis effectués à l'endroit des seuils. Les sections qui suivent expliquent les écarts avec le suivi planifié.

Tableau 13 - Synthèse du suivi prévu et réalisé des seuils

| Adéquation du suivi des seuils | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|---|------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----|-------------------|---------------|-----------------|------------------------|---|
| Suivi | Date d'échantillonnage (prévue) | Stations d'échantillonnage | Date d'échantillonnage | Critères analytiques | | | | | | | | |
| | | | | Volumes de sédiments captés | Phosphore | Aluminium | Fer | Matière organique | Granulométrie | Sédimentométrie | Intégrité des ouvrages | Impacts des ouvrages sur leur environnement |
| État 0 (2011) | Mensuel | tous les seuils (27) | juin 2011 uniquement | x | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | Printemps | Chaque rue, sur au moins trois (3) seuils consécutifs, ou il y a chaque types de seuil (bois, pierre et gabion) | juin 2011 uniquement | n/a | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a |
| | Été | | | n/a | - | - | - | - | x | x | n/a | n/a |
| | Automne | | | n/a | - | - | - | - | - | - | n/a | n/a |
| | Octobre | Tous les seuils | - | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | - | - | n/a | n/a |
| | 3 visites par année | Tous les seuils | - | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | - | - |

LÉGENDE: x = suivi réalisé - = suivi prévu non-réalisé n/a = analyse non-applicable pour cette campagne d'échantillonnage

Périodes et stations d'échantillonnage

Sur toute la durée du projet pilote, une seule campagne de suivi des seuils a été réalisée, soit lors de la caractérisation initiale réalisée en juin 2011. Lors de cette campagne, les 27 seuils ont été visités et le volume de sédiments retenus par les seuils a été évalué. Sept (7) échantillons de sédiments ont été prélevés pour en faire des analyses granulométriques et sédimentométriques. Conformément au

programme de travail, ces échantillons ont été prélevés sur tous les types de seuil, soit sur quatre seuils de la rue Centre comprenant une succession de trois seuils, ainsi que sur une succession de trois seuils sur le chemin Tibbits Hill. Toutefois, aucune vérification de l'intégrité des ouvrages, ni de l'impact des ouvrages sur leur environnement n'a été réalisée.

Le suivi des seuils au sein du bassin *Pearson* a été interrompu suite à l'enlèvement des seuils en bordure de la rue Centre et au réaménagement du réseau de drainage. Le suivi des seuils installés en bordure du chemin Tibbits Hill n'a pas été poursuivi par la suite.

Procédures d'échantillonnage et d'analyses en laboratoire

Lors de la caractérisation initiale réalisée en 2011, des échantillons composites des sédiments retenus par les seuils ont été prélevés et envoyés au *Laboratoire 2000* afin que des analyses granulométriques soient réalisées. Les échantillons ont été envoyés dans les 24 heures suivant le prélèvement et l'analyse granulométrique a été réalisée conformément à la méthode LC 21-040.

Un second échantillon composite a également été prélevé à l'endroit des sept (7) seuils échantillonnés dans le but d'analyser la concentration en phosphore total des sédiments recueillis. Les analyses n'ont malheureusement pas pu être réalisées étant donné que l'envoi des échantillons n'a pu être complété dans le délai requis pour l'analyse en laboratoire.

5 PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

Tel que démontré à la section *Analyse de la mise en œuvre*, le suivi des ouvrages n'a pas été respecté tel que proposé. Il en résulte donc un faible nombre de résultats au terme du projet. Par ailleurs, les méthodes d'échantillonnage ont été erratiques et peu rigoureuses. Ce faisant, il s'avère important de préciser que les éléments soulevés dans la présente section ne représentent que des constatations et ne peuvent en aucun cas servir à tirer des conclusions sur l'efficacité des ouvrages ou être considérés comme des conclusions scientifiques valables.

Bien que les seuils aient été exclus du projet pilote, les résultats provenant de la caractérisation initiale de ces ouvrages sont présentés. Les certificats d'analyses chimiques et les fiches de suivi des seuils sont présentés aux annexes C à E. Il est à noter qu'il nous a été impossible d'obtenir les certificats d'analyses officiels auprès de la Ville de Lac-Brome et auprès de l'entreprise *EXP* pour les sédiments du bassin et du marais échantillonnés en 2011.

5.1 Bassin de sédimentation et marais filtrant

5.1.1 Granulométrie et sédimentométrie

Lors de la caractérisation initiale du bassin de sédimentation et du marais filtrant, une analyse granulométrique et sédimentométrique des sédiments a été réalisée pour les échantillons prélevés dans les deux stations d'échantillonnage du bassin et les neuf stations du marais.

Le tableau 14 présente la composition granulométrique des sédiments prélevés dans le bassin de sédimentation à l'état initial.

Tableau 14 - Composition granulométrique des sédiments au bassin de sédimentation
État initial 2011

| Stations bassin | Épaisseur des sédiments (Sédiments/ Substrat) | Composition granulométrique | | | |
|-----------------|---|-----------------------------|----------|-----------|-------------|
| | | Argile (%) | Silt (%) | Sable (%) | Gravier (%) |
| 1 | Aucun / Substrat | 0 | 7 | 93 | 0 |
| 2 | Aucun / Substrat | 0 | 8 | 81 | 11 |

Le tableau 15 présente la composition granulométrique des sédiments prélevés dans le marais filtrant à l'état initial.

Tableau 15 - Composition granulométrique des sédiments du marais filtrant
 État initial 2011

| Stations Marais | Épaisseur des sédiments (Sédiments/ Substrat) | Composition granulométrique | | | |
|-----------------|---|-----------------------------|----------|-----------|-------------|
| | | Argile (%) | Silt (%) | Sable (%) | Gravier (%) |
| 1 | Trace / 10 cm | 1 | 12 | 48 | 39 |
| 2 | Aucun / 10 cm | 0 | 1 | 42 | 57 |
| 3 | 1 cm / 9 cm | 0 | 5 | 35 | 60 |
| 4 | Aucun / 10 cm | 0 | 1 | 34 | 65 |
| 5 | Aucun / 10 cm | 0 | 4 | 53 | 43 |
| 6 | 1 cm / 9 cm | 0 | 4 | 39 | 57 |
| 7 | Trace / 10 cm | 0 | 3 | 49 | 48 |
| 8 | Aucun / 10 cm | 0 | 1 | 44 | 55 |
| 9 | > 10 cm / aucun | 0 | 71 | 15 | 1 |

Les résultats présentés aux tableaux 14 et 15 démontrent que lors de la caractérisation initiale réalisée en 2011, les échantillons étaient essentiellement constitués d'un mélange de sable (34%) et de gravier (61%) avec un peu de silt (6%). Cette campagne d'échantillonnage permet de définir la granulométrie du substrat, puisque l'accumulation de sédiments n'a eu lieu que sur une période de quelques mois suite à la construction des ouvrages à l'automne 2010. L'échantillon de la station no.9 présente toutefois une granulométrie différente qui pourrait s'apparenter à une accumulation de sédiments.

5.1.2 Analyses chimiques des sédiments

Les échantillons de sédiments prélevés à l'endroit du bassin de sédimentation et du marais filtrant pour les années 2011 à 2013 ont été analysés dans le but de connaître l'évolution de leurs concentrations en phosphore total, en aluminium, en fer et en matière organique. Un regard a été porté sur l'évolution des concentrations moyennes pour tous les paramètres d'analyse.

La méthode d'extraction employée pour l'analyse du phosphore total, de l'aluminium et du fer en 2012 est la méthode *Mehlich 3* qui diffère de la méthode par colorimétrie et spectrométrie utilisée en 2011 et en 2013. La méthode *Mehlich 3* fournit des concentrations biodisponibles, tandis que les méthodes par colorimétrie et spectrométrie mesurent des concentrations totales. Ce faisant, ces dernières sont beaucoup plus élevées. Les résultats d'analyses obtenus en 2012 ne peuvent donc pas être comparés aux résultats obtenus en 2011 et en 2013. L'évolution des concentrations peut être analysée entre les années 2011 et 2013 seulement. Toutefois, la méthode *Mehlich 3* est la méthode qui a été utilisée pour la caractérisation du substrat épandu lors de la construction du marais filtrant du Centre communautaire. Les concentrations en phosphore et en aluminium mesurées dans les sédiments recueillis en 2012 peuvent donc être comparées aux caractéristiques initiales du substrat du marais.

À des fins de comparaison, le tableau 16 présente les caractéristiques du substrat initial du marais filtrant.

Tableau 16 – Caractéristiques du substrat épandu dans le marais filtrant du Centre communautaire

| Concentration en phosphore total* (ppm) | Concentration en aluminium total* (ppm) | Saturation en phosphore (%) |
|---|---|-----------------------------|
| 10 | 2415 | 0,41 |

* Méthode d'analyse *Mehlich 3* pour le phosphore et l'aluminium.

Pour ce qui est de la concentration en matière organique, la méthode *Walkley-Black* par oxydation, utilisée en 2012, permet d'obtenir une mesure du pourcentage de matière organique contenu dans un sol, par la mesure de sa teneur en carbone organique total. La méthode par perte au feu employée en 2011 et en 2013 permet plutôt de mesurer directement la teneur en matière organique dans un sol. Comme les méthodes d'analyses diffèrent, seuls les résultats de 2011 et de 2013 peuvent être comparés entre eux.

Il est à noter que cette section présente les faits observés à partir des résultats obtenus. Considérant le faible nombre de données et l'écart-type important entre celles-ci, les résultats présentés ne peuvent en aucun cas servir à tirer des conclusions sur l'efficacité des ouvrages.

Évolution de la concentration en phosphore

La concentration en phosphore a été analysée dans les sédiments du bassin de sédimentation ainsi que dans les sédiments du marais filtrant en 2011, 2012 et 2013. Les tableaux 17 et 18 présentent les concentrations mesurées.

Tableau 17 – Évolution de la concentration en phosphore total dans les sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire

| Stations Bassin | Qualité des sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire | | |
|-------------------|--|-------|------------|
| | Contenu en phosphore total | | |
| | 2011 | 2012* | 2013 |
| Unité | ppm | ppm | ppm |
| 1 | 883 | 48 | 763 |
| 2 | 789 | - | < 100 |
| <i>Moyenne</i> | <i>836</i> | - | <i>432</i> |
| <i>Écart-type</i> | <i>47</i> | - | <i>332</i> |

* Méthode d'analyse *Mehlich 3* pour le phosphore.

Tableau 18 – Évolution de la concentration en phosphore total dans les sédiments du marais filtrant du Centre communautaire

| Stations Marais | Qualité des sédiments du marais du Centre communautaire | | |
|--------------------|---|----------|------------|
| | Contenu en phosphore total | | |
| | 2011 | 2012* | 2013 |
| Unité | ppm | ppm | ppm |
| 1 | 403 | 8 | 1280 |
| 2 | 505 | - | < 100 |
| 3 | 563 | 16 | < 100 |
| 4 | 573 | 10 | 928 |
| 5 | 720 | - | 491 |
| 6 | 471 | 11 | 421 |
| 7 | 614 | - | < 100 |
| 8 | 500 | 5 | 573 |
| 9 | 1540 | 4 | < 100 |
| <i>Moyenne</i> | <i>641</i> | <i>9</i> | <i>455</i> |
| <i>Écart-type</i> | <i>325</i> | <i>4</i> | <i>377</i> |

* Méthode d'analyse *Mehlich 3* pour le phosphore.

D'après les résultats, la concentration moyenne en phosphore mesurée dans le bassin de sédimentation a été supérieure à la concentration moyenne en phosphore mesurée dans le marais, sauf pour la dernière année de suivi. Il est attendu que les sédiments du bassin soient plus concentrés en phosphore étant donné qu'il s'agit de la composante du système qui reçoit les eaux les plus fortement chargées en sédiments et en éléments nutritifs. Le bassin permettrait ainsi de retenir les sédiments les plus grossiers, ainsi qu'une partie du phosphore particulaire.

La figure 6 présente l'évolution de la concentration moyenne en phosphore total à l'endroit du bassin de sédimentation et du marais pour les années 2011 et 2013. Pour les résultats inférieurs à la limite de détection, la valeur de la limite de détection a été utilisée pour le calcul de la concentration moyenne.

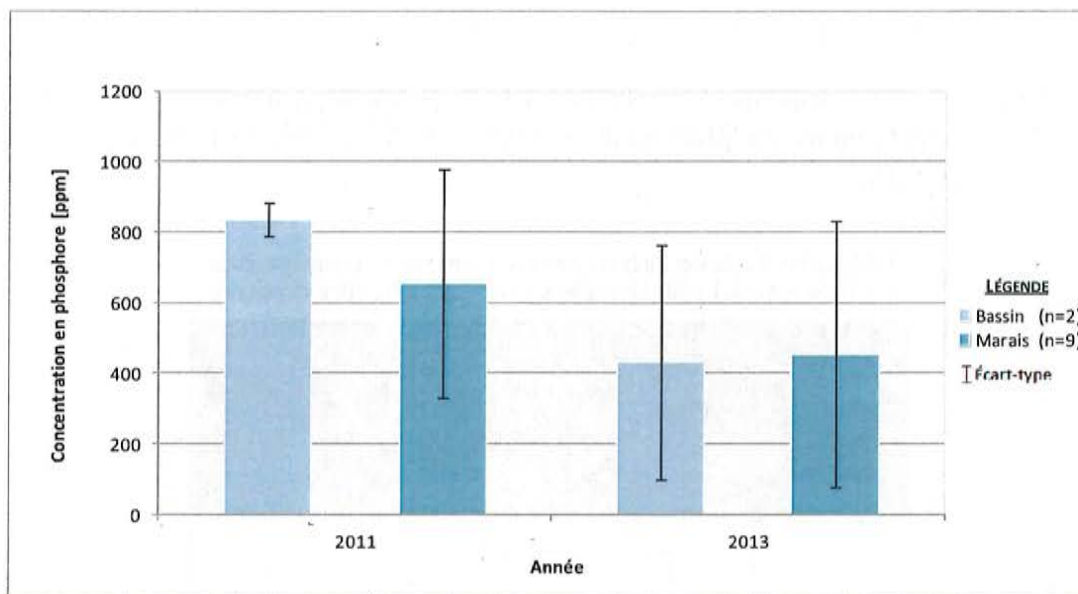


Figure 6 – Évolution de la concentration moyenne en phosphore total dans le bassin de sédimentation et le marais filtrant

Les résultats démontrent qu'en moyenne, les concentrations en phosphore mesurées dans les sédiments du bassin et du marais ont diminué entre 2011 et 2013. En effet, on remarque que la concentration en phosphore a augmenté aux stations d'échantillonnage 1, 4 et 8 et qu'elle a diminué à toutes les autres stations. De là même manière, en comparant les résultats des sédiments du marais prélevés en 2012 avec la concentration en phosphore du substrat initial, on constate que la concentration en phosphore mesurée en 2012 est en moyenne plus faible.

À première vue, il est difficile d'expliquer que les concentrations en phosphore en 2012 et en 2013 aient été en moyenne plus faibles qu'à l'état 0. Ces résultats pourraient être causés par la méthode d'échantillonnage. En effet, l'échantillonnage à la pelle rend difficile la séparation entre les sédiments et le substrat. Il est donc possible que le matériel envoyé pour analyse soit un mélange de sédiment et de substrat. En ce sens, lors de la caractérisation initiale des sédiments en 2011, le rapport de suivi de EXP¹⁰ révélait que les échantillons prélevés à l'endroit du marais étaient essentiellement constitués du substrat mis en place lors de la construction, sauf pour la station 9 qui montrait une épaisseur de sédiments supérieure à 10 cm. La station 9 était celle qui présentait d'ailleurs la concentration la plus élevée en phosphore. Les faibles concentrations en phosphore mesurées à cette même station en 2012 et en 2013 laissent croire que les sédiments, avec une plus forte concentration en phosphore, ont pu être mélangés avec le substrat de plus faible concentration au moment de l'échantillonnage. D'ailleurs, tous les certificats d'analyses chimiques de 2013 mentionnent que les échantillons sont non homogènes, certains contenant des cailloux, du sable et de la végétation.

¹⁰ LES SERVICES EXP. INC. (2011). *Plan de restauration du lac Brome, Projet pilote - Suivi des ouvrages*. Rapport de suivi - année 2011. Rapport présenté à Ville de Lac-Brome. p.16.

Évolution de la concentration en matière organique

La concentration en matière organique a été analysée dans les sédiments du bassin de sédimentation ainsi que dans les sédiments du marais filtrant en 2011, 2012 et 2013. Les tableaux 19 et 20 présentent les concentrations mesurées.

Tableau 19 - Évolution de la concentration en matière organique dans les sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire

| Stations Bassin | Qualité des sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire | | |
|--------------------|---|-------|------------|
| | Contenu en matière organique | | |
| | 2011 | 2012* | 2013 |
| Unité | ppm | ppm | ppm |
| 1 | 1,0 | 0,5 | 0,0 |
| 2 | 0,0 | - | 1,0 |
| <i>Moyenne</i> | <i>0,5</i> | - | <i>0,5</i> |
| <i>Écart-type</i> | <i>0,5</i> | - | <i>0,5</i> |

* Méthode d'analyse *Walkley-Black* pour la matière organique.

Tableau 20 - Évolution de la concentration en matière organique dans les sédiments du marais filtrant du Centre communautaire

| Stations Marais | Qualité des sédiments du marais du Centre communautaire | | |
|--------------------|--|------------|------------|
| | Contenu en matière organique | | |
| | 2011 | 2012* | 2013 |
| Unité | ppm | ppm | ppm |
| 1 | 1,0 | 2,4 | 0,0 |
| 2 | 0,0 | - | 1,4 |
| 3 | 1,0 | 1,6 | 0,0 |
| 4 | 1,0 | 2,7 | 2,7 |
| 5 | 1,0 | - | 0,0 |
| 6 | 0,0 | 1,6 | 0,0 |
| 7 | 1,2 | - | 2,1 |
| 8 | 1,0 | 5,0 | 1,0 |
| 9 | 10,0 | 4,1 | 1,0 |
| <i>Moyenne</i> | <i>1,8</i> | <i>2,9</i> | <i>0,9</i> |
| <i>Écart-type</i> | <i>2,9</i> | <i>1,3</i> | <i>1,0</i> |

* Méthode d'analyse *Walkley-Black* pour la matière organique.

Les sédiments échantillonnés lors des trois années de suivi présentent de très faibles teneurs en matière organique, et ce, autant dans le marais que dans le bassin de sédimentation. Le tableau 20 démontre que la station 9 du marais filtrant présentait une forte teneur en matière organique (10%) lors de la caractérisation initiale en 2011. Or, la concentration en matière organique aurait fortement diminué par la suite, pour atteindre une concentration de 1% à la même station.

La figure 7 présente l'évolution de la concentration moyenne en matière organique à l'endroit du bassin de sédimentation et du marais pour les années 2011 et 2013. Pour les résultats inférieurs à la limite de détection, la valeur de la limite de détection a été utilisée pour le calcul de la concentration moyenne.

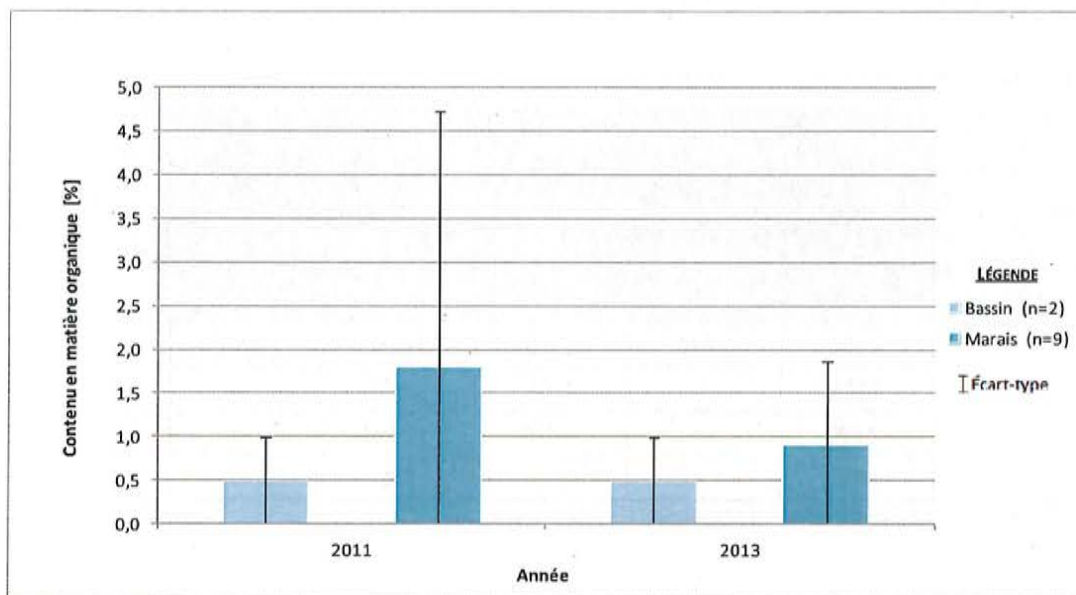


Figure 7 - Évolution de la concentration moyenne en matière organique dans le bassin de sédimentation et le marais filtrant

D'après les hypothèses de départ, il était attendu que la concentration en matière organique augmente au fil du temps, proportionnellement à l'enrichissement des sédiments. Or, les résultats démontrent que la concentration en matière organique a augmenté à l'endroit d'une station du bassin et de trois stations du marais filtrant. La teneur en matière organique est demeurée inchangée dans deux stations du marais, tandis qu'elle a diminué dans une station du bassin et dans quatre stations du marais. En considérant l'importance de l'écart-type entre les données, il est possible de constater que la concentration en matière organique à l'endroit des sédiments s'est avérée très variable. Ainsi, aucune tendance évidente ne peut être issue de l'évolution de la concentration en matière organique.

Évolution de la concentration en fer et en aluminium

La concentration en fer et en aluminium a été analysée dans les sédiments du bassin de sédimentation ainsi que dans les sédiments du marais filtrant en 2011, 2012 et 2013. Les tableaux 21 et 22 présentent les concentrations mesurées en fer et en aluminium.

Tableau 21 - Évolution de la concentration en aluminium et en fer des sédiments du bassin de sédimentation

| Stations Bassin | Qualité des sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire | | | | | |
|--------------------|--|----------|--------------|----------------------|----------|---------------|
| | Contenu en aluminium total | | | Contenu en fer total | | |
| | 2011 | 2012* | 2013 | 2011 | 2012* | 2013 |
| Unité | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm |
| 1 | 4 200 | 1 040 | 5 760 | 11000 | 330 | 16 600 |
| 2 | 4 000 | - | 4 590 | 12000 | - | 18 400 |
| <i>Moyenne</i> | <i>4 100</i> | <i>-</i> | <i>5 175</i> | <i>11 500</i> | <i>-</i> | <i>17 500</i> |
| <i>Écart-type</i> | <i>100</i> | <i>-</i> | <i>585</i> | <i>500</i> | <i>-</i> | <i>900</i> |

* Méthode d'analyse *Mehlich 3* pour l'aluminium et le fer.

Tableau 22 - Évolution de la concentration en aluminium et en fer des sédiments du marais filtrant

| Stations Marais | Qualité des sédiments du marais du Centre communautaire | | | | | |
|--------------------|---|--------------|---------------|----------------------|------------|---------------|
| | Contenu en aluminium total | | | Contenu en fer total | | |
| | 2011 | 2012* | 2013 | 2011 | 2012* | 2013 |
| Unité | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm |
| 1 | 7 300 | 1 940 | 26 000 | 22 000 | 408 | 62 000 |
| 2 | 5 400 | - | 17 200 | 16 000 | - | 44 800 |
| 3 | 12 000 | 1 780 | 12 100 | 31 000 | 493 | 33 600 |
| 4 | 5 400 | 1 930 | 23 100 | 16 000 | 359 | 54 200 |
| 5 | 5 600 | - | 12 300 | 15 000 | - | 37 600 |
| 6 | 9 200 | 1 880 | 12 400 | 25 000 | 447 | 34 800 |
| 7 | 5 500 | - | 8 910 | 16 000 | - | 23 300 |
| 8 | 6 700 | 2 020 | 11 900 | 17 000 | 444 | 31 100 |
| 9 | 26 000 | 2 030 | 12 100 | 59 000 | 414 | 35 300 |
| <i>Moyenne</i> | <i>9 233</i> | <i>1 930</i> | <i>15 112</i> | <i>24 111</i> | <i>427</i> | <i>39 633</i> |
| <i>Écart-type</i> | <i>6 285</i> | <i>85</i> | <i>5 466</i> | <i>13 337</i> | <i>41</i> | <i>11 360</i> |

* Méthode d'analyse *Mehlich 3* pour l'aluminium et le fer.

La figure 8 présente l'évolution de la concentration moyenne en fer à l'endroit du bassin de sédimentation et du marais pour les années 2011 et 2013. Pour les résultats inférieurs à la limite de détection, la valeur de la limite de détection a été utilisée pour le calcul de la concentration moyenne.

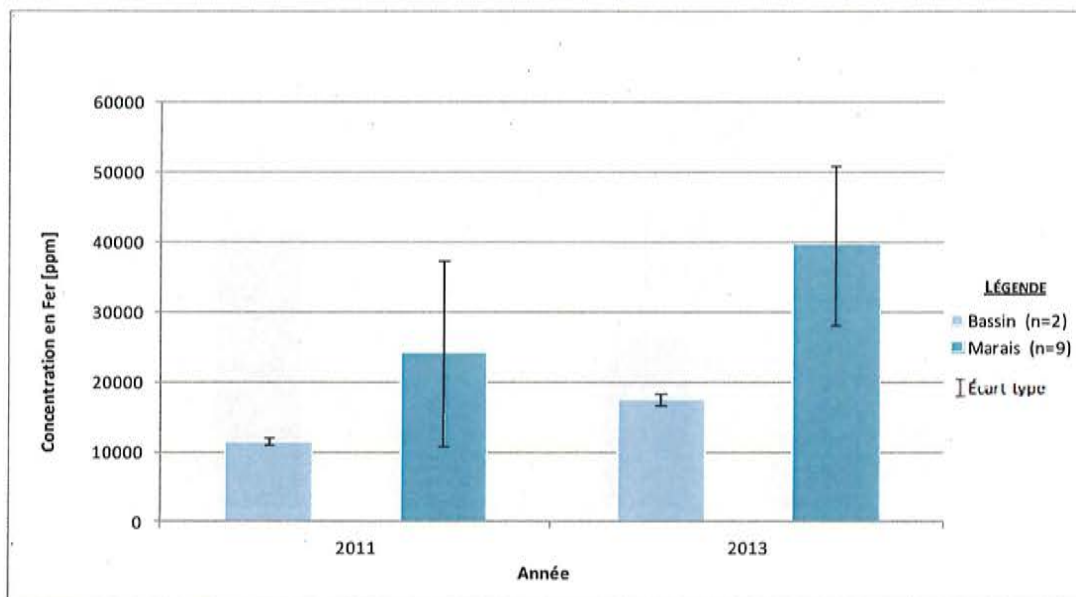


Figure 8 - Évolution de la concentration moyenne en fer dans le bassin de sédimentation et le marais filtrant

D'après les résultats obtenus, les concentrations moyennes en fer dans les sédiments du bassin et du marais ont augmenté en 2013 par rapport à 2011. Toutefois, compte tenu de l'écart-type important pour les concentrations en fer mesurées dans les sédiments du marais filtrant, il est impossible de conclure sur l'enrichissement des sédiments du marais en fer au fil du temps.

La figure 9 présente l'évolution de la concentration moyenne en aluminium à l'endroit du bassin de sédimentation et du marais pour les années 2011 et 2013. Pour les résultats inférieurs à la limite de détection, la valeur de la limite de détection a été utilisée pour le calcul de la concentration moyenne.

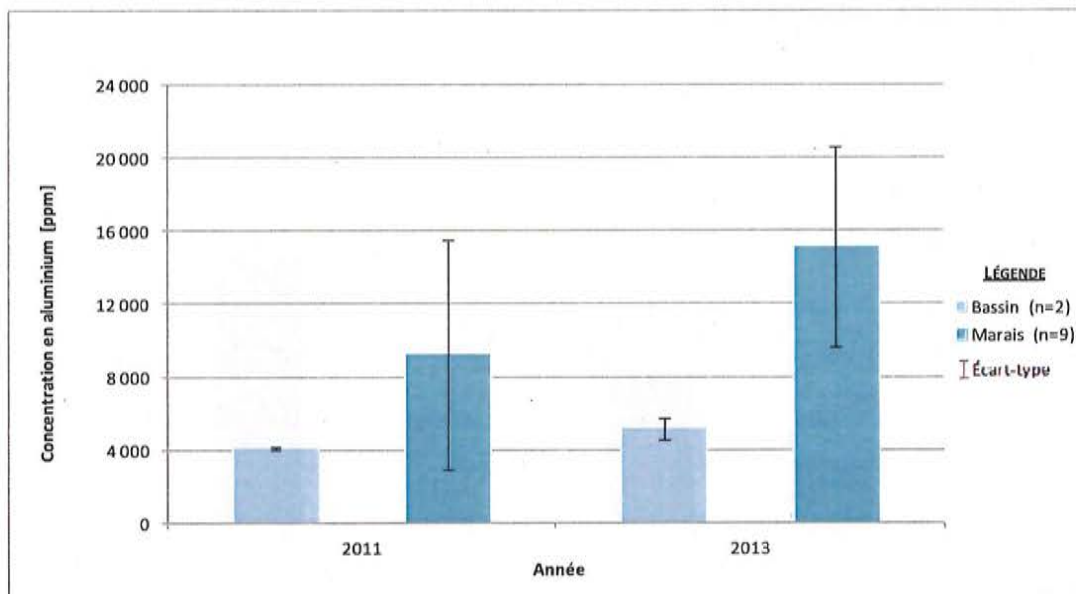


Figure 9 - Évolution de la concentration moyenne en aluminium dans le bassin de sédimentation et le marais filtrant

Tout comme pour le fer, les résultats démontrent que les concentrations moyennes en aluminium ont augmenté en 2013 par rapport à 2011, à la fois dans les sédiments du marais et dans le bassin. Le fer et l'aluminium sont des éléments qui se retrouvent souvent en proportion importante dans les sédiments fins. Ils sont les vestiges des minéraux contenus dans le socle rocheux et dans les sols qui sont érodés par les eaux de ruissellement. L'augmentation de la concentration en fer et en aluminium observé pourrait indiquer que des sédiments se sont accumulés au fond du bassin et du marais. Or, il est impossible d'en conclure vu le très faible nombre de résultats et leur faible degré de précision, étant donné la technique d'échantillonnage employée.

Évolution du ratio fer sur phosphore (Fe:P)

Le ratio fer/phosphore est un indice permettant de vérifier si les sédiments sont susceptibles de libérer du phosphore vers les eaux. Dans le cas où un ratio Fe:P est inférieur à 15, on considère que les sédiments pourraient relarguer du phosphore dans les eaux. Les tableaux 23 et 24 présentent les ratios Fe:P calculés pour les sédiments du bassin de sédimentation et les sédiments du marais filtrant.

Tableau 23 - Évolution des ratios Fe:P des sédiments du bassin de sédimentation

| Stations Bassin | Qualité des sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire | | |
|--------------------|---|-------|------|
| | Ratio Fe:P | | |
| | 2011 | 2012* | 2013 |
| Unité | - | - | - |
| 1 | 12 | 6,9 | 21,8 |
| 2 | 15 | - | - |
| <i>moyenne</i> | 14 | - | - |
| <i>Écart-type</i> | 1,4 | - | - |

Tableau 24 - Évolution des ratios Fe:P des sédiments du marais filtrant

| Stations Marais | Qualité des sédiments du marais du Centre communautaire | | |
|--------------------|--|-------|------|
| | Ratio Fe:P | | |
| | 2011 | 2012* | 2013 |
| Unité | - | - | - |
| 1 | 55 | 51 | 48 |
| 2 | 32 | - | - |
| 3 | 55 | 31 | - |
| 4 | 28 | 36 | 58 |
| 5 | 21 | - | 77 |
| 6 | 53 | 41 | 83 |
| 7 | 26 | - | - |
| 8 | 34 | 89 | 54 |
| 9 | 38 | 104 | - |
| <i>moyenne</i> | 38 | 58 | 64 |
| <i>Écart-type</i> | 13 | 28 | 13 |

Selon les ratios Fe:P présentés au tableau 24, les sédiments du marais n'étaient pas susceptibles de libérer du phosphore au moment où les échantillons ont été prélevés. En effet, les ratios étant supérieurs à 15 démontrent que la fixation du phosphore sur les particules de fer était possible. Toutefois, il en est autrement pour les sédiments du bassin. En effet, selon les résultats actuels, leur concentration en fer total n'aurait pas été suffisante pour permettre au phosphore de se fixer, sauf en 2013.

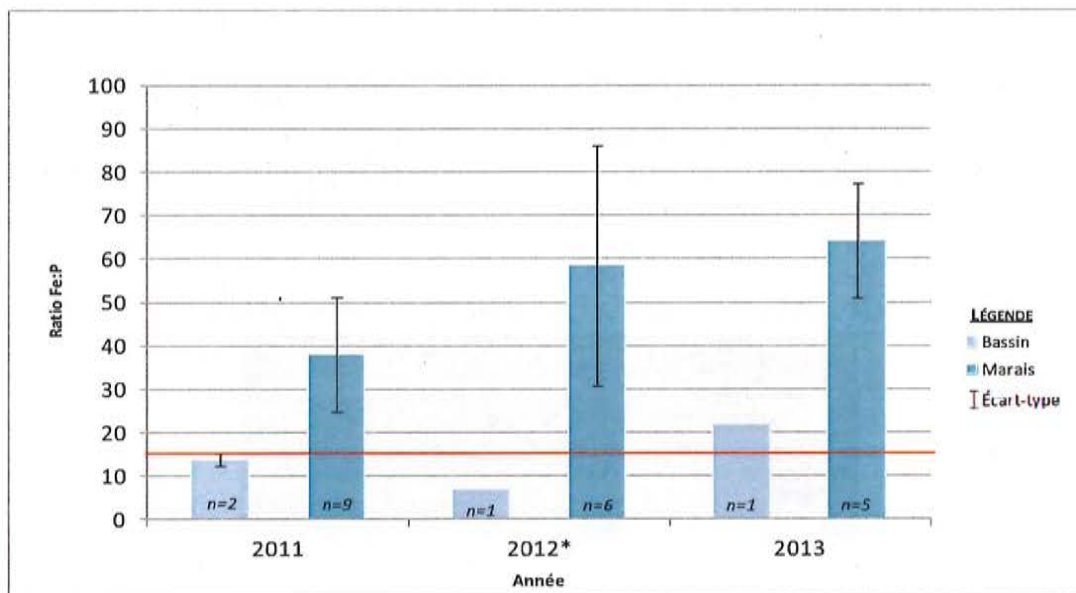


Figure 10 - Évolution du ratio moyen Fe:P dans les sédiments dans du bassin de sédimentation et du marais filtrant

Tel que mentionné précédemment, le non-respect du programme de suivi du bassin de sédimentation et du marais filtrant a fait en sorte que très peu de données sont disponibles pour analyser l'efficacité des ouvrages. De surcroit, l'alternance des méthodes d'analyses en laboratoire au cours des années de suivi réduit les possibilités d'interprétation des résultats et les résultats obtenus sont très peu fiables étant donné la méthode de prélèvement des échantillons. Tel que mentionné sur les certificats d'analyses de 2013, les échantillons de sédiments envoyés au laboratoire n'étaient pas homogènes et contenaient parfois beaucoup de cailloux, de sable et de végétation. Il devient donc évident que les échantillons prélevés contenaient à la fois des sédiments et du substrat provenant du fond du bassin ou du marais. Ce faisant, il s'avère tout simplement impossible de tirer des conclusions sur l'efficacité du bassin et du marais filtrant.

5.1.3 Analyse de la qualité de l'eau

Des analyses de la qualité de l'eau du marais filtrant ont été réalisées au cours de l'été 2013. Des échantillons d'eau ont été prélevés à l'entrée (CC-1) et à la sortie du marais (CC-2), aux emplacements illustrés à la figure 5 (section 4.2.1). Les tableaux 25 à 27 présentent les concentrations dans l'eau du marais pour les différents paramètres d'analyse. Il est à noter que les résultats identifiés par un astérisque indiquent que l'épaisseur d'eau n'était pas suffisante pour prélever un échantillon. Ainsi, très peu de données sont disponibles sur la qualité des eaux entrantes et sortantes à l'endroit du marais filtrant. Cette section présente donc des constatations à partir des résultats obtenus et il est à noter qu'aucune conclusion valable ne peut être tirée à partir du faible nombre de données existantes.

Tableau 25 – Concentrations en phosphore total et en matières en suspension des eaux entrantes et sortantes du marais filtrant

| Date (2013) | P _t (mg/L) | | MES (mg/L) | |
|-------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Entrée CC-1 | Sortie CC-2 | Entrée CC-1 | Sortie CC-2 |
| 07-mai | 0,007 | * | 2 | * |
| 04-juin | 0,008 | 0,015 | 2 | 2 |
| 17-juil | 0,013 | * | 5 | * |
| 13-août | 0,007 | * | 2 | * |
| 11-sept | 0,02 | 0,043 | 6 | 7 |
| 16-oct | 0,008 | 0,008 | 2 | 2 |
| 17-nov | 0,007 | 0,004 | 1 | 1 |

Le

Tableau 25 démontre que sur un total de quatre échantillonnages ayant permis un prélèvement d'eau à l'entrée et à la sortie du marais filtrant, seul l'échantillonnage réalisé en novembre montre une réduction de la concentration en phosphore dans l'eau à la sortie du marais. Les trois autres échantillonnages complétés montrent une concentration en phosphore plus élevée ou inchangée à la sortie du marais filtrant. Il est possible de remarquer par ailleurs que la concentration en matières en suspension (MES) est demeurée inchangée entre l'entrée et la sortie du marais filtrant pour les échantillonnages de juin, d'octobre et de novembre. Les échantillons prélevés en septembre démontrent une concentration en MES supérieure à la sortie qu'à l'entrée du marais.

Tableau 26 – Concentrations en azote ammoniacal, en azote total et en nitrites-nitrates des eaux entrantes et sortantes du marais filtrant

| Date (2013) | N ammoniacal (mg/L) | | N total (mg/L) | | Nitrites-Nitrates (mg/L) | |
|-------------|---------------------|-------------|----------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | Entrée CC-1 | Sortie CC-2 | Entrée CC-1 | Sortie CC-2 | Entrée CC-1 | Sortie CC-2 |
| 07-mai | 0,03 | * | 0,31 | * | 0,02 | * |
| 04-juin | 0,03 | 0,02 | 0,42 | 0,52 | 0,06 | 0,02 |
| 17-juil | 0,07 | * | 0,23 | * | 0,03 | * |
| 13-août | 0,04 | * | 0,48 | * | <0,02 | * |
| 11-sept | 0,09 | 0,12 | 0,57 | 0,69 | 0,02 | 0,13 |
| 16-oct | 0,05 | 0,03 | 0,28 | 0,29 | 0,03 | <0,02 |
| 17-nov | 0,22 | 0,04 | 0,73 | 0,85 | 0,4 | 0,61 |

L'azote ammoniacal, l'azote total ainsi que les nitrites-nitrates sont des paramètres indicateurs de la qualité de l'eau. Ces paramètres se sont avérés variables pour tous les échantillonnages et aucune tendance évidente ne ressort des concentrations mesurées pour ces paramètres. Toutefois, à des fins de

comparaison, il est possible de noter que les échantillons d'eau du marais ont tous démontré des concentrations inférieures au *Critère de qualité d'eau de surface pour la prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques* pour l'azote ammoniacal (total) de 1,5 mg/L¹¹. Les échantillons prélevés présentent aussi des concentrations inférieures au *Critère de qualité d'eau de surface pour la prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques* pour les nitrites-nitrates de 10 mg/L¹².

Tableau 27 – Paramètres physico-chimiques des eaux entrantes et sortantes du marais filtrant

| Date (2013) | Température (°C) | | Oxygène dissous (mg/L) | | Conductivité (µS/cm) | | pH | |
|----------------|------------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | Entrée CC-1 | Sortie CC-2 | Entrée CC-1 | Sortie CC-2 | Entrée CC-1 | Sortie CC-2 | Entrée CC-1 | Sortie CC-2 |
| 07-mai | 16,0 | * | 6,7 | * | 348 | * | 7,2 | * |
| 04-juin | 13,7 | 16,8 | 4,6 | 5,4 | 695 | 355 | 7,1 | 7,3 |
| 17-juil | 27,6 | * | 3,1 | * | 363 | * | 7,2 | * |
| 13-août | 20,3 | * | 4,1 | * | 277 | * | 7,3 | * |
| 11-sept | 18,5 | 22,0 | 7,9 | 6,4 | 148 | 144 | 7,6 | 7,5 |
| 16-oct | 13,9 | 13,5 | 6,8 | 7,6 | 190 | 211 | 7,5 | 7,3 |
| 17-nov | 7,1 | 5,6 | 7,4 | 10,5 | 229 | 199 | 6,5 | 6,7 |

Les résultats présentés au Tableau 27 démontrent que le séjour de l'eau dans le marais filtrant a eu une influence sur la température de l'eau, ainsi que sur la concentration en oxygène dissous. Selon les responsables de la Ville de Lac-Brome (comm. personnelle avec M. Tommy Cioc, inspecteur en environnement, Ville de Lac-Brome), le niveau d'eau dans le marais a été particulièrement bas durant la saison 2013, ce qui a certainement contribué à la variation de la température de l'eau dans le marais en lien avec la température ambiante. Par ailleurs, il est possible de remarquer que pour les quatre échantillons prélevés à l'entrée et à la sortie du marais, la concentration en oxygène dissous dans l'eau à la sortie du marais filtrant est toujours supérieure à la concentration en oxygène dissous mesurée à l'entrée. Il est à noter qu'une faible concentration en oxygène dissous dans l'eau peut engendrer un relargage du phosphore des sédiments dans l'eau.

La conductance de l'eau s'avère un indicateur de la concentration en solides dissous dans l'eau. Les résultats démontrent une conductance variable pour les échantillons prélevés et aucune tendance générale ne ressort des résultats obtenus.

Le pH de l'eau agit sur la capacité du phosphore à se lier au fer présent dans les sédiments. Ainsi, une augmentation du pH accentue le risque d'une remobilisation du phosphore des sédiments vers l'eau. Les résultats ne démontrent pas de hausse significative du pH entre l'entrée et la sortie du marais filtrant. Ce faisant, le risque de remobilisation du phosphore causé par le pH de l'eau dans le marais s'avère faible.

¹¹ OMS, 1994. Document *Critères de la qualité de l'eau de surface 2013*, MDDEFP.

¹² CCMRE, 1987; U.S.EPA, 1991a; CCME, 2002; U.S.EPA, 2006a, SC, 2008. Document *Critères de la qualité de l'eau de surface 2013*, MDDEFP.

En observant l'ensemble des résultats d'analyse, il est possible de constater que seul l'échantillon prélevé au mois de novembre 2013 démontre une concentration en phosphore plus faible à la sortie du marais qu'à l'entrée. Pour la même date, on note par ailleurs une augmentation en oxygène dissous à la sortie du marais ainsi qu'une diminution de la conductance dans l'eau. Ces observations pourraient indiquer que le marais a exercé son action épuratrice. Or, il ne s'agit que d'un constat événementiel et il faudrait beaucoup plus de résultats en ce sens pour pouvoir vérifier si le marais a bel et bien exercé une action épuratrice.

5.2 Seuils

Les résultats présentés dans cette section ont été répertoriés lors de la visite de suivi réalisée à l'endroit des seuils, en date du 7 juin 2011. Ces derniers proviennent du document *Rapport de suivi - année 2011* préparé par *EXP*, présenté en annexe.

Lors de l'unique visite de suivi réalisée, le volume de sédiments captés dans les trappes à sédiments a été estimé et des échantillons des sédiments captés ont été prélevés. Des analyses granulométriques et sédimentométriques ont été réalisées sur ces échantillons.

Le tableau 28 présente les volumes estimés de sédiments captés dans les trappes à sédiments des seuils. Au total, environ 22 m³ de sédiments ont été récoltés en juin 2011. Il est à noter que le dernier nettoyage des seuils et des trappes à sédiments avait été réalisé à l'automne précédent. Il est supposé que cet important volume de sédiment s'est accumulé au cours de la période de fonte des neiges.

Tableau 28 - Volume de sédiments recueilli dans les seuils

| Identification du seuil | | | | Quantité de sédiments prélevés dans les seuils (juin 2011) |
|-------------------------|--------------|----------|-----------|--|
| Rue | No. du seuil | Position | Type | Volume estimé (m ³) |
| Centre | 1 | Amont | Bois | 0,21 |
| Centre | 2 | ↓ | Bois | 0,88 |
| Centre | 3 | | Pierre-F1 | 1,36 |
| Centre | 4 | | Bois | 0,45 |
| Centre | 5 | | Bois | 1,01 |
| Centre | 6 | | Bois | 1,18 |
| Centre | 7 | | Pierre-F1 | Absence de sédiments |
| Centre | 8 | | Pierre-F1 | 0,14 |
| Centre | 9 | | Aval | Pierre-F1 |
| Tibbits Hill | 10 | Amont | Pierre-F1 | Absence de sédiments |
| Tibbits Hill | 11 | ↓ | Pierre-F1 | Absence de sédiments |
| Tibbits Hill | 12 | | Pierre-F1 | 0,68 |
| Tibbits Hill | 13 | | Pierre-F3 | Absence de sédiments |
| Tibbits Hill | 14 | | Pierre-F3 | 0,95 |
| Tibbits Hill | 15 | | Pierre-F2 | 1,39 |
| Tibbits Hill | 16 | | Pierre-F2 | 0,86 |
| Tibbits Hill | 17 | | Pierre-F4 | 1,02 |
| Tibbits Hill | 18 | | Gabion | 3,30 |
| Tibbits Hill | 19 | | Gabion | 2,30 |
| Tibbits Hill | 20 | | Aval | Gabion |
| Tibbits Hill | 21 | Aval | Pierre-F1 | 1,11 |
| Tibbits Hill | 22 | ↑ | Pierre-F1 | 0,99 |
| Tibbits Hill | 23 | | Pierre-F1 | 1,05 |
| Tibbits Hill | 24 | | Pierre-F1 | 0,22 |
| Tibbits Hill | 25 | | Pierre-F1 | 1,55 |
| Tibbits Hill | 26 | | Pierre-F1 | 1,30 |
| Tibbits Hill | 27 | | Amont | Pierre-F1 |

À première vue, les résultats ne permettent pas de distinguer une différence d'efficacité entre les différents types de seuils pour le captage des sédiments. La performance d'une succession de seuil comparativement à la présence d'un seuil unique ne ressort pas non plus dans les résultats. Néanmoins, il est intéressant de noter que les seuils ayant récolté le plus important volume de sédiments sont des seuils en gabion, en aval d'une succession de huit seuils en pierres.

Les tableaux 29 et 30 présentent les résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques des échantillons de sédiments prélevés à l'endroit des seuils de la rue Centre et du chemin Tibbits Hill, en date du 7 juin 2011.

Tableau 29 - Granulométrie et sédimentométrie des sédiments récoltés dans les seuils de la rue Centre

| Numéro de seuil | Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments - seuils de la rue Centre | | | | | |
|-----------------|--|----------|---------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | Argile (%) | Silt (%) | Sable fin (%) | Sable grossier et moyen (%) | Gravier fin (%) | Gravier grossier et fin (%) |
| 1 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 2 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 3 | 0 | 13 | 24 | 47 | 16 | 0 |
| 4 | 0 | 9,5 | 7,5 | 38 | 0 | 45 |
| 5 | 0 | 28 | 2 | 38 | 12 | 0 |
| 6 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 7 | Absence de sédiments | | | | | |
| 8 | 0 | 33 | 21 | 24 | 22 | 0 |
| 9 | Absence de sédiments | | | | | |

Les résultats présentés au tableau 29 montrent que les sédiments les plus grossiers ont été interceptés par les seuils situés le plus en amont de la succession de seuils. De plus, les seuils no.5 et no.8 sont ceux qui ont retenu les plus grandes proportions de silt. Il est à noter que ces deux seuils sont disposés en aval d'une succession de seuils. Le seuil no.5 est un seuil en bois, tandis que le seuil no.8 est composé de pierres. Les deux types de seuils seraient donc efficaces pour retenir les sédiments les plus fins.

Tableau 30 - Granulométrie et sédimentométrie des sédiments récoltés dans les seuils du chemin Tibbits Hill.

| Numéro de seuil | Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments - seuil du chemin Tibbits Hill | | | | | |
|-----------------|---|----------|---------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | Argile (%) | Silt (%) | Sable fin (%) | Sable grossier et moyen (%) | Gravier fin (%) | Gravier grossier et fin (%) |
| 10 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 11 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 12 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 13 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 14 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 15 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 16 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 17 | 0 | 70 | 2 | 28 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 2 | 51 | 22 | 0 | 25 |
| 19 | 0 | 8,5 | 63 | 16,5 | 0 | 12 |
| 20 | Aucun relevé | | | | | |
| 21 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 22 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 23 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 24 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 25 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 26 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 27 | Analyse non réalisée | | | | | |

Tel que démontré au tableau 30, il est possible de constater que plusieurs analyses granulométriques n'ont pu être complétées. L'analyse de la performance des seuils installés en bordure du chemin Tibbits Hill ne repose que sur une très faible quantité de données et les résultats doivent donc être considérés avec prudence. Néanmoins, il semble que les seuils de type gabion (seuils no.18 et no.19) sont plus efficaces pour retenir le sable grossier et moyen, tandis que le seuil no.17, composé de pierre avec noyaux, membrane géotextile et drain, intercepte mieux les particules les plus fines, tel que le silt.

Considérant qu'une grande variété de seuils avait été aménagée sur le chemin Tibbits Hill, il aurait été intéressant que le projet pilote se soit poursuivi à l'endroit des seuils du chemin Tibbits Hill afin de pouvoir obtenir un maximum de données sur l'efficacité de cette méthode de remédiation.

6 PROBLÉMATIQUES RENCONTRÉES LORS DU PROJET

La présente section expose en détail les difficultés qui ont été rencontrées au cours du projet pilote et les facteurs ayant pu contribuer à la non-acceptabilité sociale du projet par les citoyens. Peu d'éléments scientifiques ou techniques seront présentés dans cette section, puisque les résultats obtenus ne permettent pas d'analyser adéquatement le rendement des ouvrages installés. Dans le contexte actuel, les résultats ne peuvent démontrer à quel point les ouvrages auraient pu contribuer positivement au traitement et à la réduction du phosphore. D'après les informations qui ont été portées à notre attention par la Ville de Lac-Brome et les autres parties impliquées dans le projet pilote, les difficultés rencontrées dans le cadre de ce projet seraient plutôt attribuables à une problématique de mise en œuvre et une lacune d'exécution au niveau du suivi des ouvrages. Toutefois, il est pertinent de se questionner afin de savoir si le projet pilote conçu et proposé par la firme *Teknika-HBA* à la Ville de Lac-Brome était surdimensionné par rapport à l'expertise et aux ressources disponibles à la Ville de Lac-Brome. La présente section a pour but de mettre en évidence et de poser une réflexion sur ces différents éléments.

6.1 Mise en œuvre et suivi du projet pilote

La mise en œuvre du projet pilote de la Ville de Lac-Brome s'est avérée difficile à plusieurs égards. Les contraintes rencontrées ont fait en sorte que le projet a dû être modifié par rapport au projet initialement proposé, réduisant la portée de l'étude uniquement au bassin de sédimentation et au marais filtrant du Centre communautaire, dans le sous-bassin versant *Pearson*. En résumé, le projet qui devait s'effectuer sur deux sous-bassins versants et permettre de recueillir des données sur plusieurs seuils, deux bassins de sédimentation et un marais filtrant s'est résumé au suivi d'un bassin de sédimentation et d'un marais filtrant.

Plusieurs intervenants ont été consultés afin de dresser un portrait réaliste de la mise en œuvre du projet. Il est à noter que plusieurs personnes qui étaient à l'emploi de la Ville de Lac-Brome et qui étaient responsables de la mise en œuvre du projet pilote n'ont pu être consultées, celles-ci ne travaillant plus pour la municipalité.

Voici la liste des personnes consultées:

- Tommy Cioc, inspecteur en environnement à la Ville de Lac-Brome
- Pierre Beaudoin, secrétaire, *Renaissance Lac-Brome*
- Michel Delorme, vice-président, *Renaissance Lac-Brome*
- Lyne Chartier, chargée de projet, *EXP*

Le projet pilote de la Ville de Lac-Brome a été établi en continuité avec le plan directeur¹³ du lac Brome réalisé par la firme *Teknika-HBA* en 2008. Selon l'organisme *Renaissance Lac-Brome*, un comité de suivi régional pour le lac Brome avait été formé à l'époque de l'élaboration du projet pilote auquel participaient

¹³ TEKNIKA-HBA (2008). *Contrôle des apports en éléments nutritifs dans les eaux du lac Brome –Plan directeur*. Rapport présenté à Ville de Lac-Brome. 121 p.

différents intervenants, notamment le directeur général de la municipalité, l'organisme *Renaissance Lac-Brome* et le MDDELCC. Selon M. Beaudoin de *Renaissance Lac-Brome*, ce comité s'est réuni très fréquemment et la concertation entre les différents intervenants a été très bénéfique pour l'élaboration du projet pilote. Selon *Renaissance Lac-Brome*, le comité de suivi régional pour le lac Brome n'aurait réalisé qu'une seule rencontre suite à l'annonce du projet par le MDDELCC et la gestion du projet aurait été par la suite prise en main par la municipalité et par la firme *Teknika-HBA*.

D'après les informations recueillies auprès de la Ville de Lac-Brome et de Lyne Chartier, chargée de projet chez *EXP* ayant travaillé sur le projet pilote de la Ville de Lac-Brome, l'installation des ouvrages aurait été effectuée par la municipalité sous la supervision de la firme *Teknika-HBA*. Aucun document témoignant de la conformité des installations n'a été retrouvé dans la documentation consultée. Selon Mme Chartier, le suivi des ouvrages était effectué en partie par la municipalité et par *Teknika-HBA*. Encore aujourd'hui, il est difficile de déterminer la façon dont les tâches étaient réparties et qui, au sein de la municipalité, avait la tâche de s'assurer d'une bonne mise en application du projet pilote.

D'après les discussions auprès des intervenants de la ville et de *Renaissance Lac-Brome*, la préparation et l'élaboration du projet pilote et du programme de travail semblent avoir bien fonctionné. La Ville de Lac-Brome a accepté les ouvrages et les mesures de suivi mis de l'avant par *Teknika-HBA* dans son programme de travail et tous les intervenants au projet semblaient satisfaits du projet pilote proposé. Par contre, il semble évident qu'au moment de la mise en application du projet, celui-ci aurait fait face à de nombreuses problématiques.

Voici quelques exemples illustrant la gestion déficiente de la mise en œuvre du projet pilote :

Le démantèlement du bassin à l'endroit du site McPherson

Le projet de bassin de sédimentation à l'endroit du site McPherson a dû être abandonné et retiré du projet pilote. Tel que mentionné précédemment, ce site, qui est situé sur une propriété privée, dispose d'un étang artificiel qui devait être aménagé en bassin de sédimentation. Or, les détails du projet n'ont pas fait l'objet d'une entente formelle avec la propriétaire du terrain. Ce faisant, les travaux d'implantation du bassin de rétention qui devait être réalisé en amont de l'étang initial n'ont pas pu être complétés à l'endroit du site et la propriétaire du terrain a demandé à la Ville de Lac-Brome que le site soit ramené à son état initial. Ce site a donc dû être exclu du projet pilote, celui-ci ne permettant plus d'atteindre les objectifs d'un bassin de sédimentation.

Le démantèlement et l'exclusion des seuils

Les seuils ont aussi dû être exclus du projet pilote dès la première année suite à leur construction. En effet, la ville a procédé à la réfection de la rue Centre sur laquelle des seuils avaient été installés en bordure de la route. Or, une mauvaise communication auprès des instances municipales a mené à l'enlèvement de certains seuils et à la mise en place d'un nouveau réseau de drainage, dans lequel l'eau de ruissellement n'était plus dirigée vers les seuils aménagés. De plus, l'application du programme de suivi des seuils a fait

face à une mauvaise gestion et le suivi réalisé s'est avéré inadéquat du point de vue des objectifs du projet pilote. L'ensemble de ces facteurs a poussé la Ville de Lac-Brome à exclure les seuils du projet pilote. Parallèlement, lors de l'enlèvement des seuils de la rue Centre, la réfection des fossés et les modifications apportées au drainage ont contribué à modifier l'hydrologie du secteur et diminuer les quantités d'eaux en transit vers le bassin de sédimentation et vers le marais filtrant du Centre communautaire. Ce faisant, une faible quantité d'eau a été dirigée vers les aménagements du Centre communautaire, affectant ainsi les résultats anticipés.

Suite à la déconstruction d'une partie des seuils de la rue Centre, aucun suivi subséquent n'a été réalisé sur les seuils du chemin Tibbits Hills. Ces derniers auraient toutefois pu être maintenus au sein du projet pilote et en appliquant la méthodologie prévue au programme de travail. Ces seuils auraient permis d'acquérir des données pour valider l'efficacité de cette méthode d'intervention.

Échantillonnage et suivi

Selon les informations fournies par Mme Chartier, la firme *Teknika-HBA* était responsable du suivi de certains ouvrages. D'après le service de l'environnement de la Ville de Lac-Brome, Mme Isabelle Valois qui était à l'époque inspectrice en environnement à la Ville, était aussi responsable d'assurer le suivi et l'entretien des ouvrages, appuyé par le service des travaux publics de la Ville de Lac-Brome. Bien que le suivi des ouvrages devait être assuré à la fois par la Ville et par une firme externe, le suivi des ouvrages qui était proposé dans le programme de travail n'a pas été respecté. En effet, le nombre d'échantillonnages des sédiments réalisés dans le bassin et le marais du Centre communautaire est largement inférieur à ce qui était prévu. Il en est de même pour le suivi de la qualité de l'eau. De plus, certaines analyses, notamment la granulométrie et la sédimentométrie des sédiments du marais, n'ont jamais été réalisées après à la caractérisation initiale effectuée en 2011. Dès juin 2012, *EXP* faisait mention dans son document intitulé *Rapport de suivi - Année 2011* que la campagne d'échantillonnage faisait face à un manque d'assiduité et proposait de reporter l'année «état 0» à l'année 2012 pour pouvoir arriver à des conclusions valables à la fin du projet. Il est à noter que sur les neuf recommandations émises par *EXP* dans ce document, une seule a été adoptée, soit; *analyser le phosphore et l'aluminium selon la méthode de Mehlich pour le suivi du marais*. Cette recommandation avait été proposée afin d'être en mesure de comparer les concentrations en phosphore et en aluminium dans les sédiments accumulés au fond du marais avec les caractéristiques du substrat initial utilisé pour la construction du marais. Cette recommandation n'a été respectée seulement qu'en 2012 et la méthode Mehlich n'a pas été utilisée lors des analyses réalisées en 2013. Par ailleurs, la réalisation de rapport de suivi annuel pour les années 2012 et 2013 aurait été souhaitable afin de vérifier l'avancement du projet pilote et pouvoir apporter les corrections requises ou réajuster la méthodologie en cours de projet. Globalement, le suivi de tous les ouvrages confondus a manqué de rigueur et d'assiduité et il s'agit de la raison pour laquelle il est aujourd'hui impossible de tirer des conclusions scientifiques valables au terme du projet pilote.

Gestion générale

La gestion du projet a été ponctuée de nombreux changements de personnel au sein de la municipalité tout au long du déroulement du projet pilote. Depuis le début du projet pilote en 2008, trois maires se sont succédé à la Ville de Lac-Brome, de même que trois directeurs généraux et deux inspecteurs en environnement. Il semble évident que le transfert des dossiers de travail entre tous ces intervenants n'a pas été adéquat. De plus, il apparaît clair que les différentes administrations municipales ayant été à la barre du projet pilote n'ont pas toujours eu la même vision du projet. Selon le témoignage de M. Cioc et les informations obtenues des médias locaux, l'administration municipale remettait en question la pertinence du projet compte tenu des faibles résultats obtenus et des sommes investies depuis son adoption, dès le début de l'année 2013. Ainsi, trois années seulement après l'implantation des ouvrages et suite à un suivi inadéquat, il était proposé par la mairie d'abandonner le projet. Encore aujourd'hui, il est très difficile de dresser un portrait financier de l'ensemble du projet selon les instances municipales.

Plusieurs autres contraintes ont été rencontrées lors de la mise en œuvre du projet pilote. Ces dernières sont essentiellement dues à un problème dans la gestion du projet ainsi qu'à un problème de coordination et de communication avec les différentes instances concernées. En tout premier lieu, il semble évident que la mise en marche du projet s'est avérée défailante dès l'étape de la construction des ouvrages. En effet, les travaux de construction des ouvrages ont débuté tard au cours de l'été 2010, ce qui a mené à des travaux précipités qui ont nécessité des changements par rapport aux plans de construction, et ce, en cours de réalisation des travaux.

Ensuite, il semble que le rôle des intervenants dans le projet ait été mal défini, notamment en ce qui a trait à la gestion du suivi des ouvrages. Encore aujourd'hui, il est impossible de définir clairement qui était responsable du suivi des ouvrages entre la firme *Teknika-HBA* et la Ville.

Par ailleurs, lors d'une communication téléphonique avec M. Tommy Cioc, inspecteur en environnement à la Ville de la Lac-Brome, ce dernier a mentionné que les employés de la ville qui étaient responsables du suivi des ouvrages semblaient ne pas avoir reçu de formations adéquates sur l'échantillonnage, la conservation des échantillons ou sur les méthodes de prélèvement. Une formation adéquate des employés aurait amélioré leur compréhension des ouvrages et aurait peut-être contribué à créer un sentiment d'implication et de participation au projet au sein des employés municipaux. La formation aurait possiblement favorisé la réalisation d'un suivi des ouvrages plus efficace et à s'assurer que toutes les données requises soient répertoriées à chaque suivi. En ce sens, il est malheureux qu'aucune note de terrain ou rapport journalier n'ait été rédigé par les personnes qui prélevaient les échantillons sur le terrain, ce qui aurait permis de valider par exemple, la méthode d'échantillonnage des sédiments, l'épaisseur de sédiments accumulés au fond du bassin et du marais et les raisons pour lesquelles certaines stations n'ont pas été échantillonnées. De plus, le manque de constance dans les méthodes d'analyses en laboratoire et le fait d'avoir fait appel à différents laboratoires d'analyses au cours d'un même projet suppose que la gestion du projet s'est avérée difficile d'une année à l'autre. Tous ces éléments portent aussi à croire qu'un manque de communication au sujet des pratiques de suivi et de l'entretien des ouvrages s'est produit entre

les différents responsables du projet.

Conception du projet pilote

Considérant les difficultés de mise en œuvre rencontrées au cours du projet pilote, il est pertinent de s'interroger à savoir si la conception du projet pilote proposé par *Teknika-HBA* était paramétrée et adaptée à la mise œuvre par une municipalité telle que la Ville de Lac-Brome.

De manière générale, les ouvrages proposés et installés concordent tout à fait avec les technologies et les solutions appliquées pour le contrôle du ruissellement et la réduction des apports en phosphore à un plan d'eau en réponse à des problématiques similaires. Toutefois, force est de constater que le projet pilote prévoyait un calendrier d'échantillonnage chargé, avec des paramètres d'analyses variables en fonction des différentes périodes d'échantillonnage, et ce, pour différents types d'ouvrages. De plus, bien que le programme de travail prévoyait des suivis relativement simples des ouvrages installés, les méthodes d'échantillonnage, notamment le carottage des sédiments, et la gestion des méthodologies d'analyses en laboratoire sont des activités qui s'avèrent inhabituelles pour des employés municipaux.

Par ailleurs, le programme de travail proposé dans le cadre du projet pilote prévoyait que la majorité du suivi des ouvrages et des échantillonnages devaient être réalisés en période estivale. Cette saison est typiquement celle durant laquelle les inspecteurs municipaux en environnement ainsi que les employés affectés aux travaux publics sont les plus accaparés par leurs obligations et leurs tâches habituelles. Compte tenu de l'importance du calendrier d'échantillonnage, il s'avérait nécessaire de faire preuve d'une bonne planification et d'une gestion de projet efficace afin de vérifier si toutes les ressources nécessaires à la municipalité étaient disponibles durant cette saison fortement occupée.

Selon les informations qu'il nous a été possible de répertorier et selon notre interprétation des faits, il nous apparaît qu'avec une coordination efficace et rigoureuse, le projet pilote tel que proposé par *Teknika-HBA* était adapté aux capacités, aux ressources et à l'expertise disponibles à la Ville de Lac-Brome. Nous croyons qu'il était tout à fait possible que le suivi des ouvrages et le programme d'échantillonnage soient gérés et mis en œuvre par la municipalité. Nous sommes toutefois d'avis que certains éléments auraient pu être modifiés afin d'assurer le succès du projet pilote. Considérant que l'un des objectifs généraux du projet était de réaliser les travaux à même les ressources municipales, nous croyons que la ville aurait eu avantage à mandater une firme consultante ou une organisation possédant une expertise en environnement tel que *Renaissance Lac-Brome* ou l'OBV pour former les employés municipaux pour effectuer des échantillonnages rigoureux selon la méthodologie proposée et pour préciser les éléments importants à vérifier et à prendre en note lors des visites de suivi. De plus, nous croyons également que le programme de travail proposé par *Teknika-HBA* dans son document *Description et programme de travail (2008-2014)* aurait dû être accompagné d'un tableau synthèse indiquant clairement les suivis à réaliser pour chacun des ouvrages, les fréquences d'échantillonnage et les paramètres d'analyse. Ceci aurait facilité la mise en œuvre du suivi par les responsables municipaux.

6.2 L'acceptabilité sociale du projet pilote à la Ville de Lac-Brome

Le projet pilote de la Ville de Lac-Brome n'a pas été supporté par les citoyens. En effet, plusieurs d'entre eux se sont désintéressés du projet et plusieurs souhaitaient même l'abandon du projet avant la fin de celui-ci. De nombreux facteurs peuvent avoir nui à l'acceptabilité du projet par la population. Tout d'abord, suite à notre rencontre auprès de M. Cioc et de M. Beaudoin, aucun d'entre eux n'a pu nous confirmer qu'un plan de communication avait été mis de l'avant dans le but d'informer les citoyens des objectifs du projet pilote, des enjeux et des interventions proposés. Les citoyens auraient plutôt été informés par le biais des activités de sensibilisation, sans être directement informés des aménagements qui allaient être construits dans les sous-bassins versants *Pearson* et *Inverness*, de leurs emplacements, ou des coûts liés au projet. Ainsi, il n'y aurait eu aucune consultation publique avant la construction du marais filtrant du Centre communautaire. Comme celui-ci devait être construit à proximité d'un terrain communautaire sur lequel se trouve un terrain de jeux pour enfant, il aurait été important que les objectifs du projet et l'aménagement qui était prévu soient d'abord bien expliqués aux citoyens. Il aurait été favorable dans le cadre de ce projet d'obtenir le poulx de la population locale et ainsi accroître la participation des différents acteurs du milieu, et ce, dès la planification initiale du projet pilote.

Par ailleurs, les médias locaux ont rapporté que le projet pilote aurait coûté plus de 500 000\$ à la municipalité. L'ampleur des coûts d'un tel projet, conjointement à l'abandon de certains ouvrages, à la réduction de la portée du plan d'intervention de restauration du lac ainsi qu'au manque de résultats tangibles sont des facteurs qui ont contribué à un désintéressement général de la population face au projet pilote. Par ailleurs, les citoyens ont aussi été informés par les médias de la mésentente qui régnait entre les élus de la ville sur la nécessité de mener le projet à terme, ce qui a probablement nui à l'image du projet ainsi qu'à son acceptation par la population. En effectuant le suivi adéquatement et en réalisant un rapport annuel après chacune des années de suivi, des résultats concrets du projet auraient pu être présentés annuellement aux citoyens. Ainsi, la population aurait été informée de l'avancement du projet, des résultats générés par les mesures de restauration mises en place et des imprévus rencontrés.

De façon plus générale, l'acceptabilité sociale d'un projet passe par une bonne communication et la consultation des parties prenantes. Ainsi, la Ville aurait eu avantage à procéder à une convocation des citoyens dès le début du projet. Ceci aurait permis de sensibiliser la population sur l'ensemble des conséquences de l'eutrophisation prématurée du lac et les impacts directs qui en découlent sur la population et la nécessité de mettre en œuvre un plan d'action pour tenter d'améliorer la situation du lac. Le projet pilote aurait pu être mis en place à l'aide d'un budget participatif, afin que les citoyens soient directement impliqués dans le projet. Le lac Brome est un élément essentiel à la communauté ainsi qu'à l'épanouissement économique de la région et il est important que la population soit informée des mesures mises en place pour améliorer la qualité des eaux du lac. Il est également important que les citoyens puissent faire un lien entre la raison d'être d'un tel projet et les bienfaits anticipés au niveau du cadre de vie écologique et économique à court, moyen et long terme. Il est évident qu'un plan de communication bien établi qui vise à impliquer la population aurait nettement favorisé l'acceptabilité sociale du projet.

7 CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS

Le but premier du projet pilote de la Ville de Lac-Brome était de limiter les apports en nutriments vers le lac (essentiellement le phosphore) en provenance de son bassin versant. Pour ce faire, la ville a procédé à la construction de différents types d'ouvrages visant à réduire la vitesse de ruissellement des eaux et à capter les sédiments, puisque ces derniers, de même que les matières en suspension, sont considérés comme étant les principaux vecteurs de transport du phosphore entre le bassin versant et les eaux du lac. Les aménagements construits sont des ouvrages simples, connus et documentés par la littérature scientifique comme étant des ouvrages efficaces pour le contrôle de la vitesse d'écoulement, la captation et le traitement des sédiments et des matières en suspension.

Au terme de ce projet pilote, la Ville de Lac-Brome désirait avoir répertorié des données sur les ouvrages aménagés dans le but de documenter leur performance, leur pérennité ainsi que leur impact sur leur environnement. La ville désirait ainsi dresser un portrait de l'efficacité des ouvrages, de leur coût d'implantation et d'entretien, de manière à pouvoir utiliser ces données comme aide à la prise de décision dans un contexte d'implantation de mesures de restauration à plus grande échelle sur l'ensemble du bassin versant du lac Brome. L'analyse qualitative et quantitative des ouvrages devait permettre également de tirer des conclusions quant à la performance des dispositifs dans différentes conditions et différents scénarios, pouvant ainsi permettre d'envisager leur implantation dans un contexte régional. Dans la même optique, la ville désirait développer une expertise reliée à la construction et à l'entretien des ouvrages au sein de son personnel, afin d'être en mesure de reproduire les ouvrages sur d'autres sites, le cas échéant.

Malheureusement, le projet pilote à la Ville de Lac-Brome a fait face à plusieurs contraintes de mise en œuvre qui ont finalement réduit la portée du projet uniquement au bassin de sédimentation et au marais filtrant du Centre communautaire, dans le sous-bassin versant *Pearson*. De plus, le suivi des ouvrages, qui devait permettre de documenter l'efficacité des installations, n'a pas été respecté tel qu'il avait été proposé et approuvé. Le non-respect de la fréquence d'échantillonnage a fait en sorte que très peu de résultats permettant de caractériser le rendement des ouvrages sont disponibles au terme du projet pilote et les méthodes d'échantillonnage peu rigoureuses nous permettent de douter de la fiabilité des résultats obtenus. Ainsi, il est impossible de tirer des conclusions scientifiquement valables sur l'efficacité des ouvrages au terme du projet.

Par ailleurs, l'ampleur du projet et les impondérables rencontrés ont affecté la gestion et la mise en œuvre du projet faisant en sorte que les coûts réels impliqués dans le projet pilote sont incertains. Il serait d'ailleurs téméraire d'effectuer une analyse des coûts d'aménagement et d'entretien pour chaque type d'ouvrage étant donné le peu de renseignements officiels obtenus. Force est de constater qu'il s'avère carrément impossible d'évaluer le coût de traitement par kg de phosphore retiré.

Mis à part ces éléments, il est admis que la ville a acquis une expertise au niveau de la construction des ouvrages, tels que les seuils, les bassins de sédimentation et les marais filtrants, étant donné que le service

des travaux publics a procédé à la construction des ouvrages. À titre d'exemple, les travaux publics ont utilisé le savoir-faire acquis dans un projet de gestion des eaux de ruissellement au stationnement de la plage Douglas à la Ville de Lac-Brome. Ce projet consistait en l'aménagement de noues et de bassin de sédimentation. Par contre, il n'apparaît pas clairement que les employés de la ville ont acquis l'expertise nécessaire pour effectuer l'entretien des ouvrages, bien que les lacunes liées au suivi et à l'entretien des ouvrages paraissent plutôt être liées à une mauvaise gestion du projet qu'à un manque d'expertise.

Ce faisant, les conclusions pouvant être tirées du projet sont, à notre avis, insuffisantes pour servir d'outil efficace d'aide à la prise de décision pour le choix d'une méthode de restauration à grande échelle du lac Brome.

Dans le cas où la Ville de Lac-Brome souhaiterait poursuivre la portion *suivi* du projet pilote, étant donné que les investissements ont déjà été effectués pour la construction des ouvrages, il pourrait être judicieux de reprendre le programme de suivi et d'échantillonnage des sédiments et des eaux à l'endroit des installations du Centre communautaire, tel qu'il était prévu au programme de travail. Par contre, le suivi des sédiments devrait être réalisé de façon plus rigoureuse, notamment au niveau de la méthode d'échantillonnage. En effet, dans le cas d'une future campagne de suivi, il serait primordial que les sédiments soient échantillonnés à l'aide d'une carotteuse, afin de s'assurer que les sédiments prélevés ne soient pas mélangés avec le substrat du marais. Par ailleurs, une mesure de l'épaisseur de sédiments aux différentes stations d'échantillonnage s'avère aussi essentielle. De plus, la réalisation des analyses granulométriques et sédimentométriques n'est pas à négliger. En effet, ces analyses permettent de vérifier la nature des sédiments captés ce qui s'avère important pour mesurer l'efficacité des ouvrages. Nous recommandons par ailleurs que les analyses chimiques soient réalisées par un même laboratoire et avec la même méthode d'extraction.

Par ailleurs, il est dommage que le suivi des seuils construits sur le chemin Tibbits Hill ne se soit pas poursuivi suite à l'enlèvement des seuils de la rue Centre. Il aurait été important de pouvoir valider l'efficacité des seuils pour la réduction de la vitesse d'écoulement des eaux de drainage et la réduction de l'érosion des sols au sein du sous-bassin versant, puisque les seuils représentent le type d'ouvrage ayant le plus grand potentiel d'implantation à grande échelle sur l'ensemble du bassin versant du lac. Les seuils sont en effet des ouvrages simples de fonctionnement, demandant peu d'outils ou de capacités techniques en matière de suivi et d'entretien et qui nécessitent peu d'espace pour leur implantation. Dans le cas où les seuils du chemin Tibbits Hill sont encore existants et en bon état, il serait pertinent de relancer le suivi de ces ouvrages pour une année entière, avec les modalités prévues dans le programme de travail de 2010.

7.1 Les leçons pouvant être tirées du projet

Malgré le fait que les objectifs du projet pilote de la Ville de Lac-Brome n'ont pas été atteints, plusieurs leçons peuvent être tirées de ce projet dans le but de permettre de meilleures pratiques territoriales dans la gestion des eaux de ruissellement et le contrôle de l'érosion. Voici une liste des leçons qui peuvent être tirées du présent projet:

- **Intégration de la population et consultation publique :** Il a été démontré dans ce rapport que l'intégration de la population n'a pas été favorisée en début de projet et qu'aucun plan de communication n'a été mis en place en cours de projet. Intégrer la population et informer les citoyens sont des éléments aussi importants que l'aspect scientifique dans ce type de projet. Les médias locaux ont rapporté que le projet aurait coûté près de 500 000 \$ en fonds publics à la municipalité. Il est évident que certains citoyens associent cette dépense à la construction d'un simple étang (marais filtrant). Or, les citoyens ne sont pas informés que cette dépense comprend la préparation et la mise en oeuvre d'un plan directeur, incluant une analyse détaillée de la problématique et de la provenance du phosphore à l'échelle du bassin versant, ainsi qu'une cartographie de tous les sous-bassins versants du lac Brome. Également, les citoyens ne sont pas informés qu'il est important que les ouvrages du projet pilote soient étudiés minutieusement afin de valider leurs performances. L'intégration de la population en début de projet conjointement à un plan de communication efficace aurait peut-être changé la finalité du projet. En effet, une consultation publique en début de projet aurait permis aux concepteurs du projet pilote d'expliquer aux citoyens les raisons d'être de celui-ci, les gains environnementaux anticipés ainsi que la nature et les objectifs des aménagements prévus. Cette consultation aurait aussi permis aux citoyens d'exprimer leurs interrogations et leurs craintes, notamment en lien avec les emplacements choisis pour les travaux. Ces mesures auraient définitivement contribué à l'acceptabilité sociale d'un tel projet.
- **La mise en application :** Il a été démontré que le projet pilote tel que présenté convenait à l'ensemble des parties prenantes du projet au moment de son étude de faisabilité et de son élaboration. Les lacunes du projet se situent plutôt au niveau de sa mise en application. Il est très important pour une municipalité ou pour tout organisme qui entreprend un projet d'une telle ampleur de s'assurer de disposer du personnel et des ressources adéquates pour mener le projet à terme. Bien qu'il soit possible de déléguer une partie du travail à des consultants externes, il est tout de même essentiel pour une municipalité d'assurer un suivi rigoureux de ses projets afin que celui-ci puisse être mené à terme efficacement. Tous les documents et rapports des consultants externes se doivent d'être vérifiés, analysés et bien archivés par la municipalité. La vérification des travaux d'installation des ouvrages ainsi que le suivi des ouvrages sont essentiels à la bonne mise en application d'un projet.
- **La coordination :** Dans le cadre d'un projet de cette envergure, il est essentiel de responsabiliser un individu à la coordination du projet pour une mise en oeuvre efficace. Le fait d'avoir plusieurs intervenants (MDDELCC, consultant externe, différents départements municipaux, organismes, etc.) peut rendre très difficile l'aspect communicatif et hiérarchique d'un projet. Il demeure primordial que les

rôles et responsabilités de tous les intervenants soient bien établis dès la planification initiale et compris par tous. Par ailleurs, à l'échelle municipale, il est essentiel que la personne responsable de la coordination du projet communique les résultats ainsi que les recommandations émises avec toutes les personnes concernées et les différents départements afin de s'assurer du suivi de dossier et ainsi éviter tout malentendu en cours de projet.

- **Créer des ententes officielles** : Le projet prévoyait la construction d'ouvrages sur des terrains privés. Or, il a été démontré qu'aucune entente légale ou formelle n'avait été signée entre le citoyen et la municipalité. Avec tout le travail qui a été effectué et toutes les sommes qui ont été investies, il est essentiel de sécuriser les ententes avec les différents partenaires du projet. Dans le cadre du présent projet, il s'agit d'une portion importante du projet qui a été gaspillé lors de la déconstruction du bassin de sédimentation du site McPherson. Obtenir l'aval des propriétaires concernés est plus que primordial. Il s'agit d'un élément incontournable pour éviter des dépenses inutiles et aussi favoriser l'acceptabilité sociale d'un tel projet.
- **Implication d'un groupe de recherche universitaire** : La ville aurait démontré la volonté, en début de projet, d'impliquer un groupe de recherche universitaire dans le cadre du projet pilote. Cette implication ne se serait jamais matérialisée. Le projet pilote se prêtait parfaitement à ce type de collaboration. En effet, le fait d'impliquer un groupe de recherche universitaire aurait permis d'obtenir l'expertise nécessaire au projet et le fardeau d'échantillonnage et du suivi des ouvrages aurait pu être réparti entre la ville et le groupe de recherche. Il est recommandé de procéder à ce type de collaboration pour les projets qui disposent d'un volet de recherche et développement. De plus, ce type d'approche permet de contribuer collectivement et directement à l'amélioration continue de l'expertise.
- **Développement d'expertise et implication des ressources à l'interne** : Le projet pilote, malgré le manque de données scientifiques et de résultats tangibles, a permis à la Ville de Lac-Brome de développer une expertise au niveau de l'aménagement d'ouvrages de gestion des eaux de ruissellement ainsi qu'accroître la participation des ressources humaines au sein d'un projet collectif d'amélioration de la qualité de l'eau du lac. Tel que mentionné précédemment, le projet pilote a permis aux employés des travaux publics d'utiliser leur savoir-faire dans le cadre d'un projet de gestion des eaux de ruissellement à la plage Douglas. Ce projet qui s'inscrit dans le cadre du plan directeur de l'eau du Lac-Brome a permis d'instaurer des dispositifs permettant la diminution et le traitement des particules de sol chargées de phosphore en transit vers le lac. De plus, les techniques apprises lors de l'implantation des seuils sur les chemins Tibbits Hill et Centre ont pu être utilisées aux divers endroits sensibles et stratégiques lors de la réfection annuelle des fossés.

8 BIBLIOGRAPHIE

- ADAM, P., et al.,(1997). *La référence aux modèles naturels pour l'aménagement des cours d'eau*. Revue Ingénierie EAT, numéro spécial Rivières et Paysages, 1997. p. 119-122.
- BÉLANGER, B. (1981). *Étude limnologique, synthèse du lac Brome*. Direction générale des inventaires et de la recherche, ministère de l'Environnement, no 81-1, 19 p.
- BENNDORF, J. & K. PÜTZ. (1987). *Control of eutrophication of lakes and reservoirs by means of predams. I. Mode of operation and calculation of the nutrient elimination capacity*. Wat. Res., 21: 829-838.
- BERRYMAN, D. ET BLAIS, S., (2006). *Comparaison de deux méthodes d'analyse pour la mesure du phosphore en milieu aquatique*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN-13 : 978-2-550-48684-8 (PDF), ISBN-10 :2-550-48684-6 (PDF), 25 p. et 4 ann.
- BIOFILIA. (2009). *Étude des herbiers aquatiques du lac Brome*, Rapport présenté à Renaissance Lac Brome, 79 p.
- BOSTROM, B., ANDERSON, J.M., FLESCHER, S. et JANSSON, M. (1988). *Exchange of phosphorus forms in freshwater systems*. Hydrobiologia, Vol.170.
- CRAAQ et IRDA., (2008). *Le transport du phosphore*. Fiche technique #3. p. 41.
- FIALA, I., AND P. VASATA. (1982). *Phosphorus reduction in a man-made lake by means of a small reservoir on the inflow*. Arch. Hydrobiol. 94:24-37.
- GANGBAZO, G. (2005). *Habilités nécessaires aux organismes de bassins versants pour la gestion intégrée de l'eau par bassin versant*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction des politiques de l'eau, Envirodoq no. ENV/2005/0275, [Enligne].
[<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/habiletes.pdf>] (20 février 2015).
- GIROUX, M.,DUCHEMIN, M., MICHAUD, A.R., BEAUDIN, I., LANDRY, C., ENRIGHT, P., MADRAMOOTOO, C.A., ET LAVERDIÈRE. M.R. (2008). *Relation entre les concentrations en phosphore particulaire et dissous dans les eaux de ruissellement et les teneurs en P total et assimilable des sols pour différentes cultures*, Agrosolutions, février 2008, vol. 19, no 1. p. 4-14.

KROEGER, A.-C., MADRAMOOTOO, C.A., ENRIGHT, P., LAFLAMME, C., RANCOEURLEBLOND, N. et D'AUTEUIL, C. (2009). *Les marais filtrants : une solution pour restaurer les cours d'eau agricoles*. Agrosolutions. Vol. 20, No. 1.

LES SERVICES EXP. INC. (2011). *Plan de restauration du lac Brome, Projet pilote - Suivi des ouvrages*. Rapport de suivi - année 2011. Rapport présenté à Ville de Lac-Brome. 21 p.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDELCC). (2014). *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau*, « Signification environnementale et méthode d'analyse des principaux paramètres de la qualité de l'eau », [En ligne].
[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/annexes.htm] (16 février 2015).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES PARCS (MDDEP). (2006). *Guide d'analyse des projets d'intervention dans les écosystèmes aquatiques, humides et riverains*. 14 p.

PRAIRIE, Y., C. DE MONTIGNY, ET P. A. DEL GIORGIO (2001). *Anaerobic phosphorus release from sediments: a paradigm revisited*, Verhandlungen der Internationale Vereinigung Limnologie, vol. 27, p. 1-8.

PELLERIN, A., PARENT, L.E., FORTIN, J., TREMBLAY, C., KHIARI, L. ET GIROUX, M. (2006). *Environmental Mehlich III soil phosphorus saturation indices for Quebec acid to near neutral mineral soils varying in texture and genesis*. Canadian Journal of Soil Science. p.711-723.

SØNDERGAARD, M., I. P. JENSEN, ET E. JEPPENSEN (2003). *Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes*, Hydrobiologia, vol. 506-509, p.135-145.

TEKNIKA-HBA (2008). *Contrôle des apports en éléments nutritifs dans les eaux du lac Brome –Plan directeur*. Rapport présenté à Ville de Lac-Brome. 121 p.

TEKNIKA-HBA (2010). *Description et programme de travail (2008-2014)*. Restauration du lac Brome, Projet pilote. Rapport présenté au Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 52 p.

ANNEXE A:

Description et programme de travail (2008-2014)



Restauration du lac Brome Projet pilote

Ville de Lac-Brome

Description et programme de travail (2008-2014)

Version finale

Version amendée du rapport soumis en mai 2009

Présenté au :

**Ministère du Développement durable, de
l'Environnement et des Parcs**

Décembre 2010



LE POUVOIR DU GÉNIE...depuis 1928



TEKNIKA HBA



VILLE DE LAC-BROME
TOWN OF BROME LAKE

Restauration du lac Brome Projet pilote

Ville de Lac-Brome

Description et programme de travail (2008-2014)

Version finale

Version amendée du rapport soumis en mai 2009

Présenté au :

**Ministère du Développement durable,
de l'Environnement et des Parcs**

*Développement durable,
Environnement
et Parcs*

Québec 

Préparé par :

Teknika HBA inc.

1441, Boul. René-Lévesque Ouest
Montréal (Québec) H3G 1T7
www.teknika-hba.com

Montréal
Décembre 2010

TABLE DES MATIÈRES

| | <i>Page</i> |
|---|-------------|
| 1. CONTEXTE DU PROJET PILOTE..... | 1 |
| 2. JUSTIFICATION DES INTERVENTIONS | 2 |
| 3. BUT ET OBJECTIFS DES INTERVENTIONS | 3 |
| 4. DESCRIPTION DES AMÉNAGEMENTS | 6 |
| 4.1 Réduction des vitesses d'écoulement des eaux de drainage | 7 |
| 4.2 La captation des sédiments et des matières en suspension | 9 |
| 5. DESCRIPTION DU PROJET PILOTE – LES INTERVENTIONS..... | 14 |
| 5.1 Localisation du projet pilote | 14 |
| 5.2 Localisation des ouvrages | 14 |
| 5.3 Les ouvrages de réduction des vitesses d'écoulement et d'érosion du sol | 18 |
| 5.3.1 Aménagement des seuils dans le sous-bassin Pearson | 19 |
| 5.3.2 Aménagement des seuils dans le sous-bassin Inverness | 24 |
| 5.4 Les ouvrages de captation et de traitement des sédiments..... | 32 |
| 5.4.1 Le site McPherson | 32 |
| 5.4.2 Site du Centre communautaire..... | 33 |
| 5.5 Impacts des ouvrages sur le milieu | 34 |
| 6. PROGRAMME DE SUIVI DES OUVRAGES | 35 |
| 7. RÉFÉRENCES | 42 |

LISTE DES TABLEAUX

| | <i>Page</i> |
|---|-------------|
| Tableau 1 : Techniques de contrôle, de captation et de traitement applicables..... | 7 |
| Tableau 2 : Séquestration du phosphore (poids sec) | 12 |
| Tableau 3 Concentrations en phosphore total retrouvées dans le tronçon aval des ruisseaux Pearson et Inverness..... | 15 |

LISTE DES FIGURES

| | <i>Page</i> |
|--|-------------|
| Figure 1 : Bassin versant du ruisseau Pearson | 4 |
| Figure 2 : Bassin versant du ruisseau Inverness | 5 |
| Figure 3 : Restauration du lac Brome – Projet pilote Sous-bassin Pearson | 16 |
| Figure 4 : Restauration du lac Brome – Projet pilote Sous-bassin Inverness | 17 |
| Figure 5 : Emplacement des plans de localisation..... | 19 |
| Figure 6 : Plan de localisation L1..... | 21 |
| Figure 7 : Plan de localisation L2– Chemin Tibbits Hill | 25 |
| Figure 8 : Plan de localisation L3 – Chemin Tibbits Hill..... | 26 |

LISTE DES PHOTOS

| | <i>Page</i> |
|--|-------------|
| Photo 1 : Sédiments et matières en suspension..... | 8 |
| Photo 2a : Seuil sans drain..... | 9 |
| Photo 2b : Seuil avec drain..... | 9 |
| Photo 3 : Rue Centre..... | 17 |
| Photo 4 : Rue Centre – Fossé..... | 17 |
| Photo 5 : Rue Centre – Fossé..... | 17 |
| Photo 6 : Chemin Tibbits Hill..... | 21 |
| Photo 7 : Chemin Tibbits Hill-Fossé..... | 21 |
| Photo 8 : Chemin Tibbits Hill-Fossé côté gauche..... | 21 |
| Photo 9 : Site McPherson, lac artificiel existant..... | 31 |
| Photo 10 : Aperçu du fossé principal..... | 31 |
| Photo 11 : Confluence des fossés..... | 31 |

LISTE DES PLANS

| | <i>Page</i> |
|---|-------------|
| Plan de détail F1 – Seuil en pierres – fossé de faible profondeur..... | 27 |
| Plan de détail F2 – Seuil en pierres sans membrane– fossé de profondeur moyenne..... | 28 |
| Plan de détail F3 – Seuil en pierres avec membrane – Fossé de profondeur moyenne..... | 29 |
| Plan de détails F4 – Seuil en pierres avec drain – Fossé de profondeur moyenne..... | 30 |
| Plan de détails F7 – Seuil en gabions – Fossé de profondeur moyenne..... | 31 |
| Plan de détails F7 – Seuil en gabions – Fossé de profondeur moyenne..... | 31 |
| Aménagement du Site « McPherson » (étang artificiel existant)..... | en onglet |
| Marais artificiel « Centre communautaire » - Vue en plan..... | en onglet |
| Marais artificiel « Centre communautaire » - Détail 1 et Coupe A..... | en onglet |
| Marais artificiel « Centre communautaire » - Coupes B, C et D..... | en onglet |



1. CONTEXTE DU PROJET PILOTE

Le 25 août 2008 madame Line Beauchamp, alors ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), dévoilait une liste restreinte de quatre projets retenus par le gouvernement du Québec à titre de projets pilotes dans le cadre du Plan d'intervention sur les algues bleu-vert. Parmi les projets retenus se trouve celui présenté par Ville de Lac-Brome (VLB) en collaboration avec Teknika HBA (THBA). Pour le gouvernement du Québec, les projets retenus visent le développement d'un savoir-faire dans un processus de protection et/ou de restauration de nos lacs. Ces projets serviront par la suite de références pour d'autres plans d'eau au Québec et peut-être même, ailleurs dans le monde.

Pour VLB, le présent projet pilote s'inscrit en continuité avec le Plan Directeur du lac Brome (PD) qui vise le contrôle des apports en éléments nutritifs dans les eaux du lac. L'implantation du PD du lac Brome, en particulier les interventions qui y sont prévues, implique la réalisation d'une série d'essais techniques préalables portant sur des types d'interventions relevant de l'éco-ingénierie : seuils, étang de sédimentation, marais d'orage, etc.

C'est dans ce contexte, et faisant suite à une première réunion de démarrage qui a eu lieu entre VLB, son consultant THBA, le MDDEP et ses partenaires, le 10 septembre 2008, qu'il a été convenu de produire un premier rapport d'étape qui préciserait les essais techniques projetés dans le cadre de l'entente cadre à intervenir entre VLB et le MDDEP.

Pour ce faire, VLB a dû réaliser, compte tenu de la nature des interventions visées par les essais techniques, plusieurs visites de sites dans les sous-bassins versants identifiés pour l'application des essais techniques. Ces visites ont permis d'identifier les sites propices à l'implantation des ouvrages projetés, d'en faire les relevés topographiques, les calculs hydrauliques lorsque nécessaire, la conception définitive des ouvrages et leur démarcation sur chacun des sites. Ce faisant, il a été possible de concevoir un programme de suivi et d'évaluer l'échéance et les coûts associés à la réalisation du projet pilote.

Lors d'une réunion du comité de suivi portant sur l'implantation du PD du lac Brome (28 octobre 2008), il a été convenu de reporter à l'hiver 2009, les conceptions relatives aux étangs (marais filtrants, marais d'orage et milieux humides) afin de rencontrer les propriétaires des terrains visés par les aménagements et de procéder à des ententes spécifiques.

Il est donc convenu de réaliser le programme de travail du projet pilote en quatre étapes soit : 1) mettre en place dans un premier temps au cours du printemps 2009, la portion du projet pilote associée à la réduction des vitesses d'écoulement, 2) planifier au printemps 2009, les interventions associées aux différents types d'ouvrages de rétention et de traitement (bassin, marais filtrant, etc.) en vue de les mettre en place dès l'obtention des ententes avec les propriétaires, 3) concevoir les ouvrages prévus et procéder à leur construction, 4) appliquer un programme de suivi des ouvrages construits.



2. JUSTIFICATION DES INTERVENTIONS

Il a été convenu dans le PD que les principales sources de phosphore à l'origine de l'enrichissement progressif des eaux du lac provenaient de son bassin versant. Or, pour observer un impact négatif de la présence de phosphore en bassin versant sur l'environnement aquatique, il faut qu'il y ait transport du phosphore vers le milieu aquatique; à savoir, une interaction entre les sources de phosphore et les vecteurs de transport. À moins d'être en présence d'un apport direct au lac (érosion des rives, éboulis, effluents, etc.), c'est l'énergie hydrologique qui est le principal facteur de transport du phosphore du bassin versant vers le lac. Le ruissellement demeure le principal vecteur de transport du phosphore de sorte que son contrôle est le cœur de toute stratégie de protection et de restauration des lacs affectés ou non par un enrichissement de ses eaux : telle est la base de toute la stratégie du PD du lac Brome. Toutefois, les systèmes hydrologiques sont complexes et présentent une grande variabilité spatiale et temporelle; deux facteurs qui ont une incidence majeure sur les taux d'exportation de phosphore et qui doivent être considérés dans le cadre de l'élaboration d'un programme de suivi des interventions proposées.

Les études réalisées sur le lac Brome et dans son bassin versant en sont venues à un consensus à l'effet que l'amélioration de la qualité de l'eau passe inévitablement par le contrôle des apports par les tributaires, et que compte tenu de l'affinité scientifiquement reconnue des éléments nutritifs pour les sédiments, surtout ceux de granulométrie fine, il est convenu de viser prioritairement une réduction des apports sédimentaires et particuliers au lac. C'est pour cette raison que le projet global de restauration proposé dans le PD repose sur le contrôle des sources (sensibilisation et réglementation) et du transport des sédiments voire du phosphore (intervention), dans les tributaires et les sous-bassins.

Pour ce faire, les interventions envisagées comprennent entre autres le contrôle de l'érosion et l'aménagement de milieux humides de différents types permettant la rétention et le traitement des eaux chargées en phosphore. Bien que ces aménagements, qui relèvent tous de l'éco-ingénierie, soient peu demandant techniquement ainsi qu'en termes de suivi et d'entretien, et qu'ils soient efficaces au niveau du contrôle des écoulements, leur efficacité dans la réduction des charges en phosphore n'est pas bien documentée au Québec; ces ouvrages étant surtout destinés au contrôle des eaux pluviales. De plus, avec un bassin versant couvrant près de 170 km², il serait ardu et coûteux en temps et en argent, de faire les relevés préparatoires, la conception des ouvrages et la réalisation des travaux sur l'ensemble du territoire avant d'avoir vérifié la faisabilité de tels aménagements. D'où l'importance de réaliser des essais techniques.



3. BUT ET OBJECTIFS DES INTERVENTIONS

Conformément à l'ensemble des conclusions formulées dans les différentes études réalisées sur le lac Brome au cours des dernières années, le PD du lac Brome mise sur une approche axée sur l'ensemble du bassin versant du lac. Ainsi, VLB a décidé d'implanter son PD par sous-bassins versants en fixant, dans un premier temps pour chacun d'eux, des objectifs de rejets en phosphore total au lac, inférieurs à 20 µg/l en tout temps. Ce faisant, VLB détermine les affluents comme son point de contrôle pour mesurer l'efficacité des actions qu'elle entend déployer sur chacun des bassins versants.

VLB considère que la réponse de ses actions sur la qualité d'eau sera beaucoup plus rapide et facile à mesurer sur les affluents du lac que dans le lac lui-même. VLB considère l'importance de faire un suivi de la qualité des eaux du lac, mais dans une perspective à moyen et long termes, et comme une mesure ultime des effets sur le lac de l'implantation de son plan directeur.

VLB a retenu les sous-bassins Pearson et Inverness (figures 1 et 2) pour expérimenter, dans le cadre de ce projet pilote, plusieurs des techniques qu'elle souhaite éventuellement implanter ou voir implanter dans le bassin versant du lac Brome, en collaboration avec les autres municipalités et les autres partenaires (ex. : secteur agricole, secteur commercial, etc.).

Ces deux sous-bassins ont été sélectionnés pour la raison que leur territoire se trouve en totalité dans les limites municipales de Ville de Lac-Brome. Cette situation permet de minimiser les pourparlers avec d'autres intervenants municipaux et d'accélérer la mise en place du projet pilote, dont les interventions qu'il renferme sont des essais techniques. Ces essais pourront éventuellement être implantés dans d'autres municipalités autour du lac Brome ou ailleurs au Québec, possédant sur leur territoire des sites problématiques similaires en termes d'érosion des sols et de gestion des eaux pluviales susceptibles d'engendrer des problèmes d'érosion.

VLB a donc fixé les objectifs généraux suivants pour le projet pilote sur la base des connaissances acquises sur les sous-bassins versants Pearson et Inverness et sur l'ensemble du bassin versant du lac Brome :

- Concevoir des ouvrages simples de contrôle des apports d'éléments nutritifs au lac Brome;
- Implanter ces ouvrages au terrain et en faire un suivi adéquat : intégrité de l'ouvrage, impacts des ouvrages sur leur environnement, mesure de la performance en fonction du but recherché de réduction des apports, etc.
- Faire des recommandations sur les ouvrages qui répondent le mieux aux objectifs et en faire des fiches techniques (conception, sites d'implantation possibles, coûts, entretien) pour être en mesure de réaliser les travaux à même les ressources municipales, de manière à développer au sein de son personnel, l'expertise reliée à la construction et, à être en mesure éventuellement, de reproduire les ouvrages sur d'autres sites tout comme en assurer leur entretien.



Figure 1 : Bassin versant du ruisseau Pearson

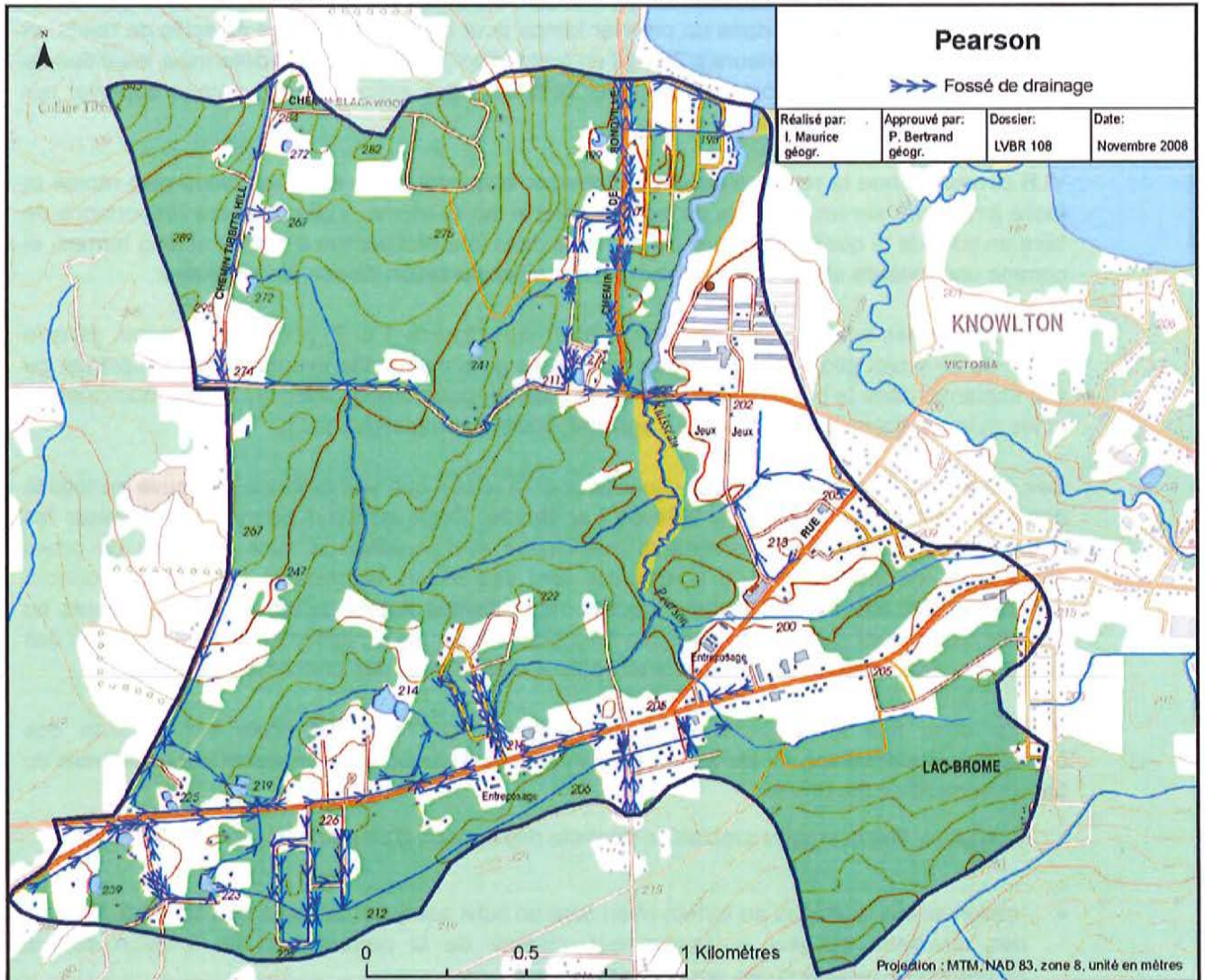
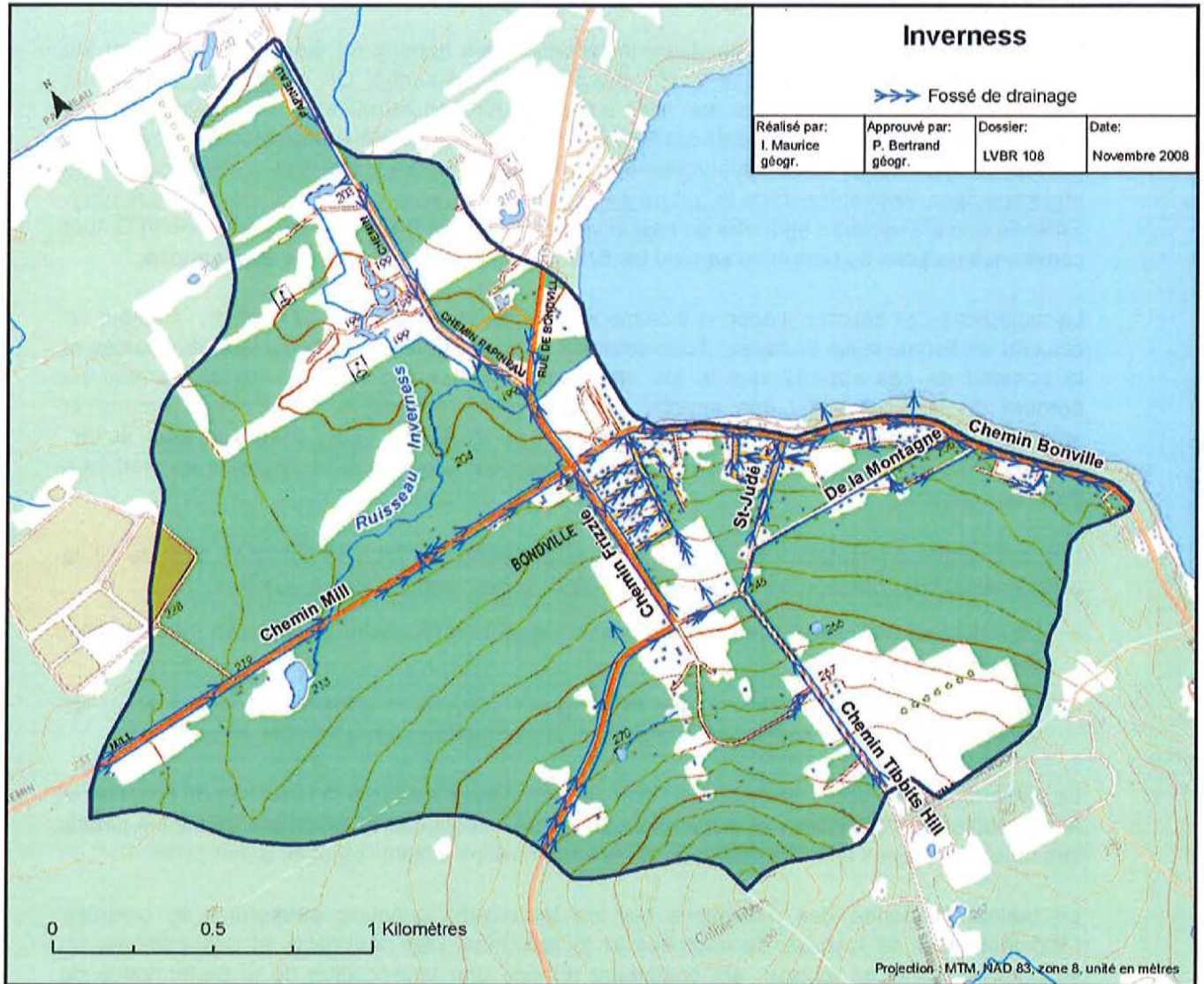


Figure 2 : Bassin versant du ruisseau Inverness



4. DESCRIPTION DES AMÉNAGEMENTS

Le PD prévoit une série d'actions visant la réduction des apports en éléments nutritifs au lac Brome. Certaines de ces actions visent directement les sources. On pense notamment aux engrais domestiques, mais aussi aux sites d'érosion que l'on retrouve un peu partout dans le bassin versant du lac et qui ont déjà fait l'objet d'une cartographie en vue de planifier d'éventuels travaux de stabilisation et de restauration des rives. Dans les deux cas, VLB a déjà adopté une réglementation innovatrice dans le but de se donner les moyens d'intervenir pour les contrôler. Entendu que les secteurs agricoles du bassin versant échappent à la réglementation de VLB, tout comme les portions du bassin versant du lac Brome qui ne font pas partie de son territoire.

La multiplicité des sources d'apports d'éléments nutritifs dans un bassin versant de l'ampleur de celui du lac Brome milite en faveur d'une stratégie de contrôle des apports qui vise les sources et le transfert de ces apports vers le lac. Nonobstant les terrains localisés immédiatement en bordure du lac, l'essentiel des apports se fait à partir du réseau de drainage naturel et anthropique qui draine l'ensemble du bassin versant du lac Brome et qui amène les eaux au lac. Le PD du lac Brome vise à intervenir stratégiquement sur son réseau de drainage en mettant à profit ce constat.

Les interventions projetées dans le cadre du projet pilote par VLB visent deux aspects de la problématique de transport des éléments nutritifs du bassin versant vers le lac, soit :

- La réduction de l'érosion des sols du bassin versant en réduisant les vitesses d'écoulement des eaux de drainage;
- La captation des sédiments et des matières en suspension considérés comme étant les vecteurs principaux à l'origine du transfert du phosphore du bassin versant vers le lac.

Le présent chapitre décrit de façon générale, les ouvrages destinés à la réduction de l'érosion et à la captation des sédiments et matières en suspension alors que le chapitre 5 donne les détails des ouvrages prévus spécifiquement dans les sous-bassins faisant l'objet du projet pilote.

Le tableau 1 donne des indications sur les techniques connues permettant de contrôler l'écoulement et de favoriser la captation et le traitement des sédiments et des matières en suspension. Dans ce tableau, est également donnée une appréciation de la performance de contrôle et/ou de captation et traitement attendue pour chacune des techniques en relation avec l'élément à contrôler. C'est à partir de cette appréciation de la performance attendue qu'ont été sélectionnés les ouvrages qui seront aménagés et évalués dans le cadre du projet pilote.



Tableau 1 : Techniques de contrôle, de captation et de traitement applicables

| Techniques | Points à contrôler | | | | | |
|----------------------------|--------------------|-----------|-------|-----|------------|----|
| | Hydraulique (Q) | Sédiments | | | Nutriments | |
| | | Grossier | Moyen | Fin | Pp | Pd |
| Seuil | X | X | X | | | |
| Seuil et fosse | X | X | X | X | | |
| Fosse | X | X | X | | | |
| Marais artificiel | XX | XX | XX | XXX | XXX | X |
| Marais d'orage | XX | XX | XX | XX | XX | X |
| Bassin de sédimentation | XX | XX | XX | X | X | |

Note : Le X indique que la technique est adéquate pour contrôler le ou les points indiqués à chaque titre de colonne
Plus le nombre de « X » est important plus la performance attendue est grande
Pp : phosphore particulaire
Pd : phosphore dissout

4.1 Réduction des vitesses d'écoulement des eaux de drainage

La topographie du bassin versant du lac Brome crée des conditions propices à l'augmentation excessive des vitesses d'écoulement de l'amont vers l'aval du bassin versant. Il s'ensuit une augmentation des débits et des capacités érosives des eaux qui se traduit dans le bassin versant par l'érosion du réseau de drainage et par des apports massifs de sédiments dans le lac (photo 1).

Dans le but de réduire ces apports, il a été convenu de mettre en place à même le réseau de drainage, des structures de contrôle des vitesses d'écoulement, en l'occurrence des seuils. Il est aussi prévu, en complément de ceux-ci, que des milieux humides et des étangs soient mis à contribution pour moduler les apports hydrauliques au réseau de drainage.

Le projet pilote est donc composé d'une série d'essais techniques portant sur des ouvrages éco-hydrauliques. Plus précisément, les essais techniques concernent la conception, la mise en place et le suivi de différents types de seuils.



Photo 1 : Sédiments et matières en suspension

Les seuils (photos 2a et 2b) ont pour but de stabiliser le fond du lit des cours d'eau et des fossés routiers pour éviter que les rives des cours d'eau ou les faces minérales des fossés routiers ne soient affouillées en pied et que ce processus ne provoque un affaissement de celles-ci et la production massive de sédiments. Les seuils sont généralement réalisés en blocs rocheux et construits en forme de croissant. Ils peuvent aussi, en particulier sur de petits cours d'eau et des fossés routiers, être réalisés au moyen de rondins ou de poutres de bois.

Il est reconnu que la succession de seuils permet de dissiper l'énergie d'un segment hydraulique de forte pente en limitant les vitesses d'écoulement (Adam *et al.*, 1997). Du fait de la diminution des vitesses et donc des forces tractrices, il devient alors possible de stabiliser les cours d'eau et les fossés routiers plus efficacement, notamment en utilisant les techniques de végétalisation dont la méthode d'entretien des fossés routiers dite 'du tiers inférieur' (MTQ, 2008).

De plus, sur des cours d'eau et des fossés routiers dont le lit laisse entrevoir un processus d'incision ou d'enfoncement, comme il est très fréquent d'observer dans le bassin versant du lac Brome, la mise en place de seuils permet de rehausser le profil en long du cours d'eau en favorisant les dépôts en recul immédiat de chaque ouvrage (Adam *et al.*, 1997).





Photo 2a Seuil sans drain



Photo 2b Seuil avec drain

4.2 La captation des sédiments et des matières en suspension

Il a été démontré que l'essentiel du transport du phosphore, principal élément nutritif impliqué dans l'eutrophisation des milieux aquatiques, se fait sous forme particulaire et d'une manière plus secondaire sous la forme sédimentaire (Teknika HBA, 2008). Le phosphore, entre autres éléments nutritifs, a moins d'affinité pour les particules sédimentaires plus grossières. Face à ce constat, VLB entend procéder dans le cadre de ce projet pilote, à la mise en place de structures de captation des sédiments et des matières en suspension en complément aux ouvrages de réduction des vitesses d'écoulement des eaux de drainage.

Les ouvrages prévus sont l'aménagement de fosses à sédiments, en complément des seuils, mais aussi la mise en place à des endroits stratégiques dans le bassin versant, de bassins de sédimentation couplé d'une fonction de captation, et de marais filtrants dédiés et conçus spécifiquement pour réduire les charges de matières en suspension contenues dans les eaux de ruissellement.

Le traitement des eaux de ruissellement en milieu urbain, périurbain ou agricole vise spécifiquement à réduire les apports de particules les plus grossières de sols dans les milieux aquatiques. Lorsque des objectifs de réduction des apports en éléments nutritifs, dont le phosphore, viennent se greffer aux objectifs de traitement, il est nécessaire de modifier les techniques utilisées pour y ajouter une fonction de traitement plus avancée (filtration, marais, etc.). En effet, les bassins de sédimentation actuellement construits visent non seulement à capter les particules de sols issues du ruissellement, mais aussi à régulariser l'écoulement des eaux vers les cours d'eau naturels en minimisant les impacts environnementaux (érosion, inondation, etc.) et hydrauliques sur eux.



Le système de traitement reconnu pour capter et traiter les apports en éléments nutritifs provenant des eaux de ruissellement doit comporter deux unités : un bassin de sédimentation et de régularisation hydraulique des eaux de ruissellement ainsi qu'une unité de traitement représentée ici par un milieu humide spécialement conçu à cette fin.

Les marais filtrants couplés à une fosse de sédimentation en amont (pouvant capter les sédiments grossiers) peuvent jouer un rôle de captation sur les phases particulaire et dissoute du phosphore, mais en raison des dimensions nécessaires à la décantation des particules les plus fines, ce sont surtout les particules et une partie de la forme dissoute qui seront captées par les milieux humides artificiels. La diminution des charges dissoutes exige de longues périodes de rétention et donc de très grandes superficies qui sont rarement disponibles autour des lacs.

■ **Bassin de sédimentation**

Le bassin de sédimentation constitue un bassin de prétraitement. En effet, en plus de jouer le rôle de régulateur de débit pour l'unité de traitement biologique proprement dite, il peut aussi jouer un rôle significatif de captation des particules fines et de la matière organique avant qu'elles n'entrent dans l'unité de traitement et qu'elles ne provoquent le colmatage excessif du milieu humide, surtout lorsqu'un écoulement vertical est prévu à travers le substrat.

Lorsque les conditions de terrain ne sont pas propices à la mise en place d'une unité bassin-marais, le bassin seul peut jouer un rôle significatif dans l'enlèvement du phosphore. Des études (Benndorf et Putz, 1987; Fiala et Vasata, 1982) ont démontré que la rétention seule des eaux permettait, par sédimentation, de réduire de 35% à 60% la charge de phosphore.

■ **Milieu humide**

La mise en place d'un milieu humide à la suite d'un bassin de sédimentation permet d'augmenter significativement l'enlèvement du phosphore résiduel. Selon Mitsch (1992), il est possible d'enlever entre 60 et 90 % du phosphore total en utilisant un milieu humide comme unité de traitement des eaux de ruissellement. En plus d'offrir une fonction de traitement des eaux, les milieux humides artificiels peuvent jouer un rôle significatif en termes d'habitats fauniques et d'aménagement paysager.

L'utilisation connue et documentée des milieux humides naturels pour traiter les eaux usées est une réalité depuis plus d'une centaine d'années à travers le monde (Kadlec et Wallace, 2009). La construction de marais à des fins spécifiques de traitement des eaux remonterait aux travaux de recherche réalisés par des chercheurs allemands de l'Institut Planck, dès 1952 (dans Bastian et Hammer, 1993).

Compte tenu des objectifs poursuivis dans ce projet, c'est surtout l'élément phosphore qui fera l'objet d'efforts de réduction pour limiter les processus d'eutrophisation des plans d'eau. Il est amplement reconnu que le phosphore est l'élément limitant pour le développement des



cyanobactéries (Smith et Schindler, 2009). Pour réduire les apports en phosphore dans les lacs et cours d'eau, l'usage des marais construits s'avère une solution intéressante (Guardo *et al.*, 1995) et mériterait une plus grande attention au Québec notamment en milieu agricole, en complément à l'instauration de bonnes pratiques environnementales (Kroeger *et al.*, 2009).

Au Québec, le transport du phosphore des bassins versants vers les plans d'eau est effectué en très grande partie par le ruissellement, de sorte que l'essentiel du transport du phosphore se fait sous forme particulaire et non sous forme dissoute (CRAAQ et IRDA, 2008). Cependant, ceci n'exclut pas que dans certains bassins versants où les activités agricoles ou l'urbanisation sont intenses, que la fraction dissoute ne puisse pas être importante (Michaud *et al.*, 2002). Toutefois au Québec, la fraction particulaire du phosphore demeure de loin la principale forme de transport du phosphore vers les milieux aquatiques (Parent et Pellerin, 2004).

Cette situation milite en faveur de l'usage des marais construits pour maîtriser les apports en éléments nutritifs dans les plans d'eau, puisque le mécanisme actif le plus important dans les marais est la sédimentation qui y est exacerbée par la présence des plantes. Cette sédimentation explique que plus de 80% du Pt contenu dans les différents compartiments des marais artificiels se retrouvent dans les sédiments (tableau 2). L'adsorption, l'absorption, la complexion et la précipitation y sont secondaires, bien que les processus d'échanges avec les sédiments soient cruciaux dans la performance à long terme des marais artificiels. D'ailleurs, seul le phosphore lié aux sédiments peut être considéré comme étant retenu à moyen et à long termes dans les marais (Kadlec et Wallace, 2009). Il s'agit là d'un constat important qui est, comme il sera vu plus loin, à la base du programme de suivi proposé dans le cadre du présent projet pilote.

Dans les marais, le transfert du phosphore présent dans la colonne d'eau vers les sédiments se réalise principalement selon trois modes :

- 1) Par sédimentation des particules inorganiques et des débris biologiques pour former à la surface des sédiments, une couche de sédiments gélatineux, un floc, dont les concentrations en phosphore peuvent atteindre 133 g/m³ (Kadlec et Wallace, 2009);
- 2) Par co-précipitation (forme inorganique dissoute) à la faveur de la formation d'un précipité solide et pratiquement insoluble. En conditions alcalines, ces précipités se forment à partir de liaisons entre les orthophosphates et le calcium ou le magnésium, alors qu'en conditions acides, ce sont les liaisons avec le fer et l'aluminium qui prédominent (Kadlec et Wallace, 2009);
- 3) Par transfert direct sur les sites d'échanges géochimiques du substrat, dans le cas d'un écoulement vertical ou sous la surface (Kadlec et Wallace, 2009).



**Tableau 2 : Séquestration du phosphore (poids sec)
dans les compartiments des marais artificiels¹**

| Composantes | g/m ² | % |
|---|------------------|-------|
| Matières minérales en suspension | 0,26 | 0,36 |
| Litière | 1,25 | 1,76 |
| Feuilles mortes attachées | 1,25 | 1,76 |
| Parties vivantes des plantes | 5,00 | 7 |
| Périphyton | 0,15 | 0,21 |
| Plancton et matières organiques en suspension | 0,01 | 0,01 |
| Eau | 1,25 | 1,7 |
| Racine | 2,50 | 3,5 |
| Sols | 60 | 83 |
| | ± 72 | ± 100 |

Faisant suite au transfert du P de la colonne d'eau vers les sédiments, il s'ensuit un échange entre le floc et les sédiments sous-jacents. En conditions aérobies et en s'inspirant des recherches portant sur les étangs et les lacs peu profonds (Scheffer, 2004), on comprend qu'un équilibre s'instaure dans les sédiments, principalement entre le fer et le phosphore et selon un ratio P:Fe de 1 : 10 (g/g) (Scheffer, 2004) à 1 : 15 (g/g) (Jensen *et al.*, 1992). Ce processus d'échange géochimique serait mesurable sur les 20 premiers centimètres de sédiments sous la surface (Sandergaard, *et al.*, 1993), ce qui suggère que ce sont surtout les 20 premiers centimètres de sédiments qui sont sollicités dans les échanges eau-sédiment des marais artificiels.

Il est ainsi possible d'estimer la capacité de rétention du P par les sédiments à partir de la mesure de leur contenu en fer et, en contrepartie, d'estimer la durée de vie d'un marais artificiel puisque l'arrêt du processus d'adsorption survient lorsque les sites d'échanges P:Fe sont saturés. De plus, il a été démontré que le Fe, même en présence du Ca et de l'Al, demeure le principal élément d'échange et d'adsorption du P (Scheffer, 2004).

À moins de changement dans les conditions aérobies d'un marais artificiel, le P fixé sur les sites d'échange du Fe est pratiquement définitif. Dans le cas contraire, soit en conditions anaérobies, il y a réduction du Fe (Fe III en Fe II) et solubilisation du P (Bostrom *et al.*, 1988). En raison des apports réguliers et contrôlés d'eau dans les marais artificiels - ils sont conçus pour traiter de l'eau - les conditions anaérobies sont pratiquement inexistantes, même s'il y a présence d'une intense activité biologique à la surface des sédiments. L'anoxie est d'autant plus improbable que les plantes du marais artificiel jouent un rôle important dans le maintien de conditions aérobies dans la zone d'enracinement (Kadlec et Wallace, 2009).

¹ Tiré de Kadlec, R. et S. Wallace, 2009



En condition d'écoulement vertical, des essais de filtration d'eaux usées domestiques drainées à travers 30 cm de sols représentatifs des sols du Québec, ont permis de démontrer que ceux-ci pouvaient retenir jusqu'à 97 % du phosphore total contenu dans les eaux et atteindre des teneurs moyennes de 3 g de P/kg de sols (Lacasse et Fanfan, 2008; Rubin, R.A. 2007; Pellerin *et al.*, 2006).

Comme on peut le constater, c'est la rétention dans les sédiments qui représente le principal processus d'enlèvement du phosphore dans les eaux de ruissellement.



5. DESCRIPTION DU PROJET PILOTE – LES INTERVENTIONS

5.1 Localisation du projet pilote

Le projet pilote visant à vérifier l'efficacité des aménagements envisagés est réalisé sur deux sous-bassins : celui du ruisseau Pearson et celui du ruisseau Inverness (figures 1 et 2). Ces deux sous-bassins, entièrement localisés sur le territoire municipal de VLB, sont aussi les deux plus petits sous-bassins du bassin versant du lac Brome. Ils font 5,8 km² (Inverness) et 6,1 km² (Pearson).

Un processus de localisation des endroits stratégiques pour positionner les ouvrages a été effectué à partir des observations effectuées lors de l'élaboration du plan directeur et de son plan d'action. Ces observations ont d'abord permis de localiser les secteurs les plus problématiques notamment en termes d'érosion et de sources potentielles plus significatives de phosphore particulaire. Par la suite, à l'intérieur même des secteurs problématiques, des travaux de terrain ont été menés pour préciser les sites d'interventions à aménager dans le but de réduire l'érosion et l'apport de sédiments et d'éléments nutritifs au lac. Les sections suivantes expliquent la démarche utilisée, puis présentent les sites retenus et enfin les ouvrages choisis pour chacun des sites.

Des campagnes d'échantillonnage des eaux de ruissellement réalisées dans les deux sous-bassins versants ont permis de mesurer les concentrations moyennes d'un certain nombre de paramètres caractéristiques (notamment le phosphore) des eaux susceptibles d'être traitées dans les types de marais dont l'aménagement est proposé dans le cadre du projet pilote. De plus, des analyses de ces échantillons ont également été faites en 2009 afin de déterminer la concentration en phosphore dissous. Les résultats de ces analyses combinés à ceux portant sur le phosphore total ont permis d'estimer que le phosphore sous forme dissoute correspond à moins de 30% de la concentration en phosphore total; la balance étant représentée par la forme particulaire du phosphore. Les résultats obtenus concernant la concentration en phosphore total (tableau 3) et en phosphore dissous lors de ces campagnes permettent de constater que des interventions doivent absolument être effectuées afin d'améliorer la qualité de l'eau des deux sous-bassins visés par le projet pilote.

5.2 Localisation des ouvrages

Afin de réduire les apports en sédiments et en nutriments au lac, plusieurs types d'aménagements hydroécologiques ont été sélectionnés parmi l'ensemble des aménagements déjà réalisés dans des états américains et des provinces canadiennes. Parmi les nombreux ouvrages et travaux mentionnés dans le plan directeur, certains ont été retenus dans le projet pilote appliqué aux sous-bassins Pearson et Inverness. Les cartes intitulées « Restauration du lac Brome – Projet pilote Sous-bassin Pearson » et « Restauration du lac Brome – Projet pilote



Sous-bassin Inverness » montrent la localisation des types d'ouvrages prévus dans le projet pilote. Les sections suivantes décrivent les ouvrages qui seront aménagés dans chacun des deux sous-bassins.

Tableau 3 Concentrations en phosphore total retrouvées dans le tronçon aval des ruisseaux Pearson et Inverness

| Station d'échantillonnage | Année 2008 | | | Année 2009 | | |
|--|---|---------|----------|---|---------|----------|
| | Concentration en phosphore total Pt($\mu\text{g/l}$) | | | Concentration en phosphore total Pt($\mu\text{g/l}$) | | |
| | Minimale | Moyenne | Maximale | Minimale | Moyenne | Maximale |
| Pearson (intersection ch.Centre) | 4 | 21 | 36 | 7 | 19 | 32 |
| Pearson (embouchure) | 9 | 24 | 45 | 12 | 29 | 52 |
| Inverness (intersection ch. Bondville) | 10 | 24 | 58 | 11 | 28 | 82 |

Note : Pour chacune des années, les campagnes se sont échelonnées des mois d'avril à novembre. Ces données sont tirées du rapport sur le suivi des tributaires Pearson et Inverness (Teknika HBA, 2010)



Figure 3: Restauration du lac Brome – Projet pilote Sous-bassin Pearson

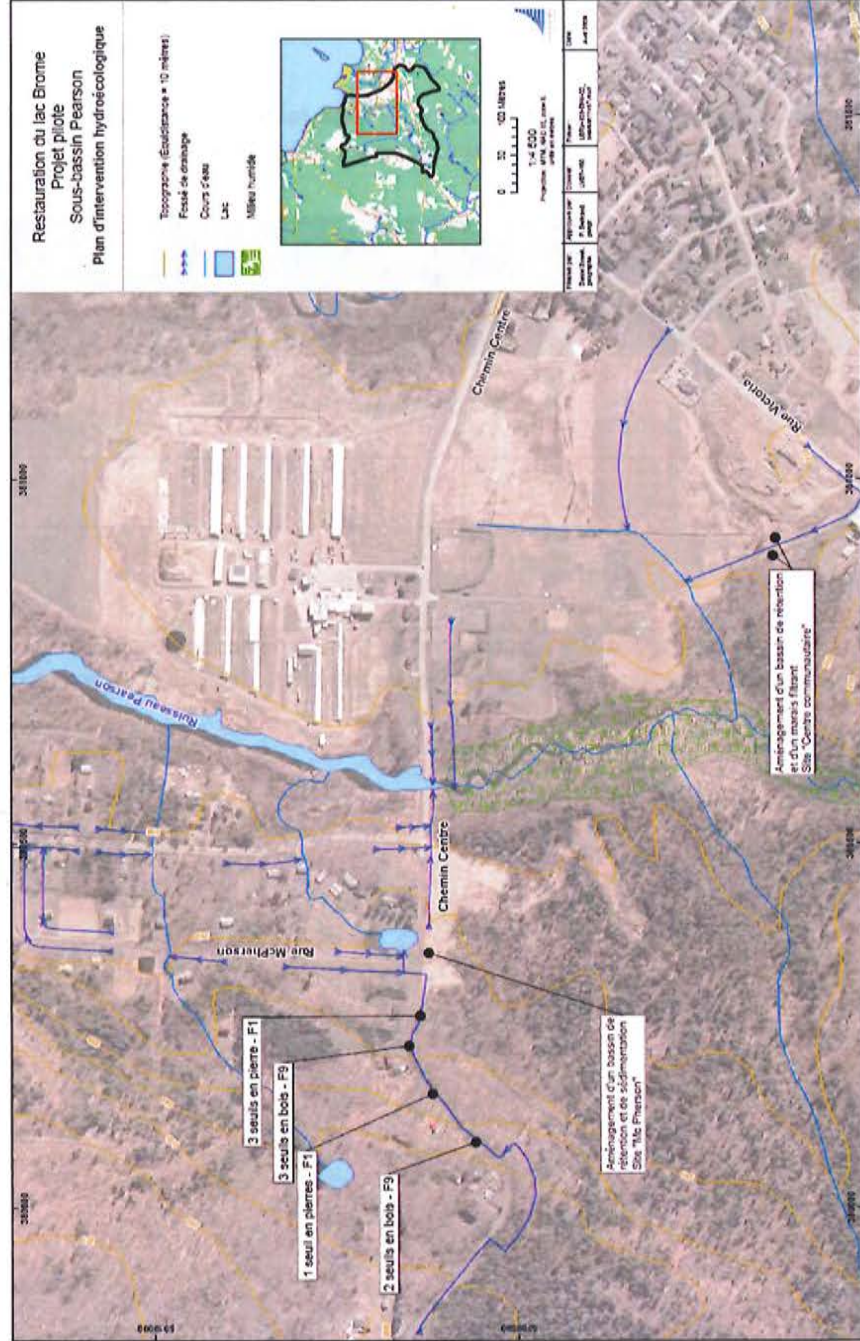
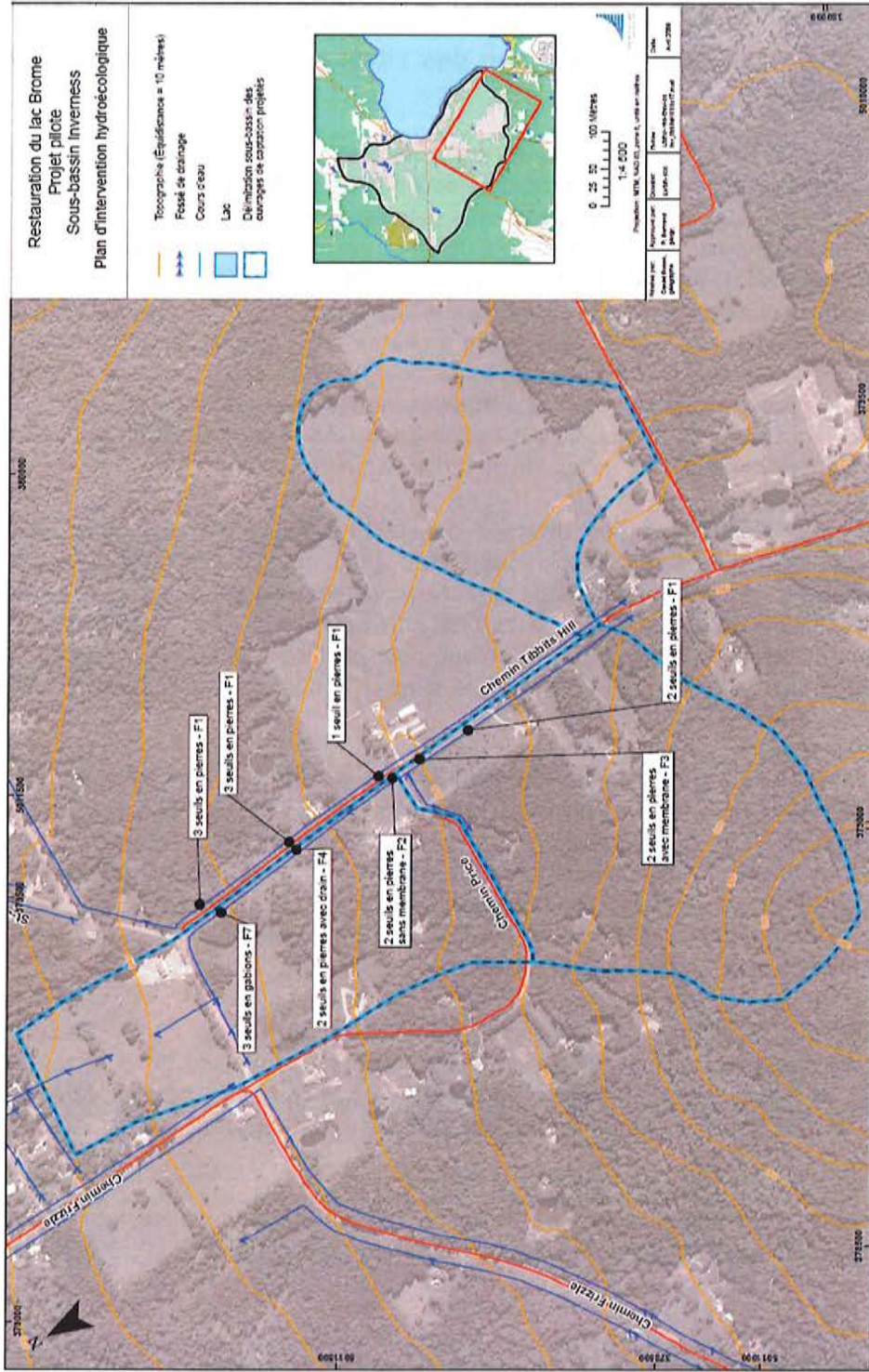


Figure 4 : Restauration du lac Brome – Projet pilote Sous-bassin Inverness



5.3 Les ouvrages de réduction des vitesses d'écoulement et d'érosion du sol

Les ouvrages de réduction des vitesses d'écoulement et d'érosion du sol correspondent à différents types de seuils. L'aménagement de seuils s'inscrit dans l'approche de contrôle amont-aval des sources et des apports de sédiments chargés en phosphore vers le lac. Les territoires des sous-bassins Pearson et Inverness, tout comme l'ensemble du bassin versant du lac Brome, se trouvent dans un environnement de collines et de montagnes faisant en sorte que les cours d'eau et les fossés s'écoulent rapidement vers le bas des pentes, soit vers les terrains riverains ou dans le lac lui-même. L'écoulement rapide en pente raide favorise l'érosion et l'entraînement des particules de sol vers le lac. Pour l'aménagement de seuils dans les fossés à pente raide, le but est justement de ralentir les vitesses d'écoulement afin de permettre la rétention de l'eau et la décantation des particules de sol. La diminution des vitesses aura aussi un effet bénéfique sur l'arrachement des particules de sol qui en sera d'autant réduit.

Il a été décidé d'aménager une diversité de seuils dans le but de vérifier quel type ou combinaison de types serait le plus approprié pour réduire les apports en sédiments. L'emplacement de chaque type de seuil et leur espacement ont été déterminés en fonction des vitesses d'écoulement de l'eau et de la profondeur du fossé. Par exemple, l'utilisation de membrane géotextile dans les seuils est prévue pour évaluer la présence ou non de problèmes de colmatage des ouvrages en pierres avec le temps. Au total, 27 seuils seront aménagés dans les deux sous-bassins.

L'ensemble des seuils seront aménagés dans des fossés de route dont la responsabilité relève de Ville de Lac-Brome. Aussi, aucun des ouvrages ne sera aménagé à même un cours d'eau. Ils seront aménagés dans des fossés de routes correspondant à la définition donnée dans le Guide d'analyse des projets d'intervention dans les écosystèmes aquatiques, humides et riverains (MDDEP, 2006)². De plus, aucun des fossés visés par le projet pilote ne sera aménagé selon la technique du tiers inférieur largement utilisé par le MTQ, le but étant de mesurer l'efficacité de techniques différentes (seuils) couplées avec des protections aval du fossé.

La réduction des sédiments et de zones de sédimentation améliorera aussi les conditions de vie des espèces piscicoles et la qualité de leur habitat dans le lac. En ce qui concerne l'habitat pour le poisson, les fossés visés par le projet ne constituent pas un habitat pour le poisson notamment en raison de leur pente continue et très forte qui n'est pas propice à la présence des espèces piscicoles.

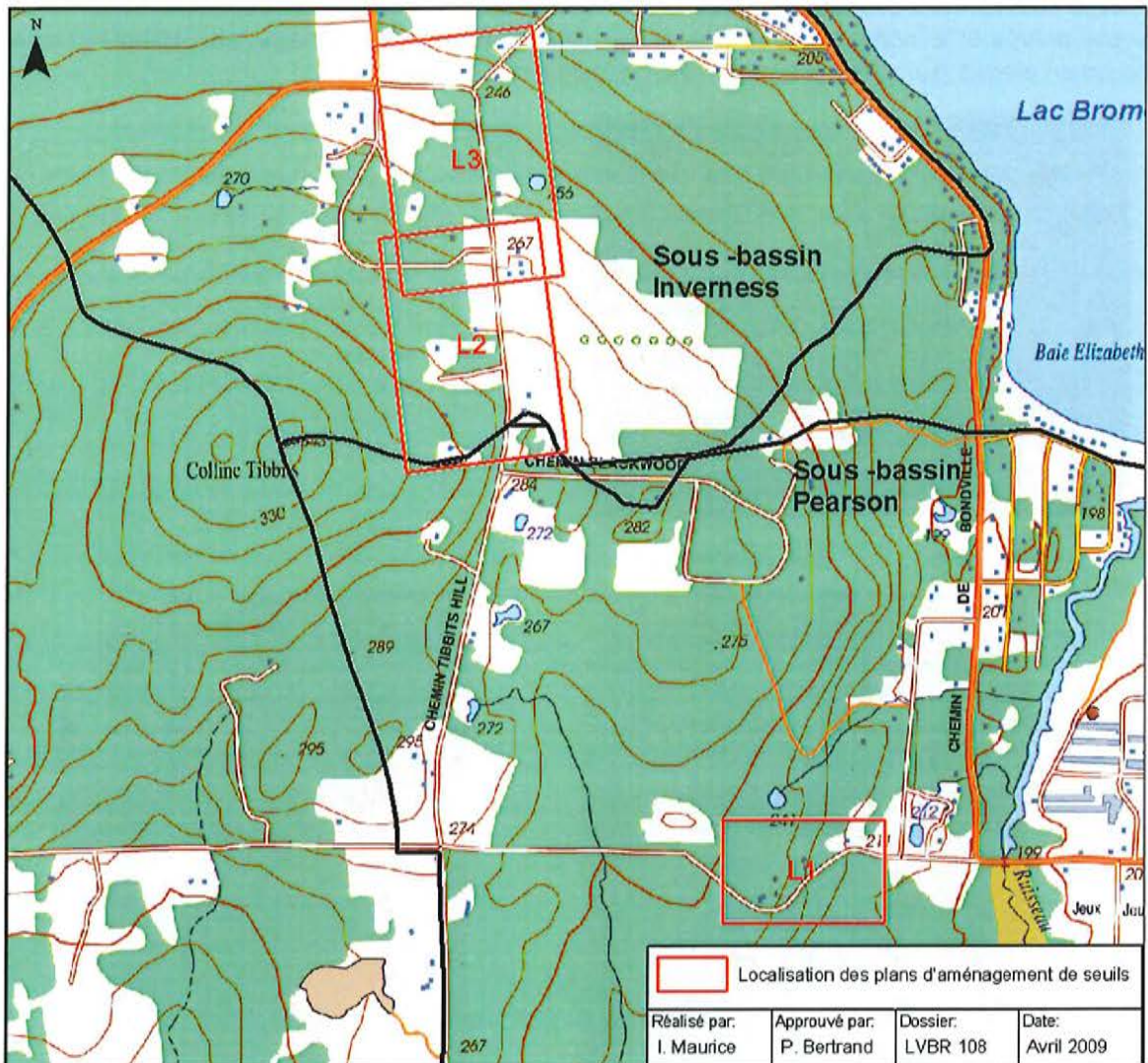
La localisation ainsi que les détails techniques de chaque type de seuils sont donnés aux sections suivantes. La figure 3 indique l'emplacement des plans (L1, L2 et L3) permettant de

² L'aménagement de 7 seuils parmi les 18 seuils à aménager en bordure du chemin Tibbits Hill a toutefois requis l'obtention d'un certificat d'autorisation.



préciser la localisation de chaque seuil alors que les plans F1, F2, F3, F4, F7 et F9 donnent le détail technique des seuils.

Figure 5 : Emplacement des plans de localisation



5.3.1 Aménagement des seuils dans le sous-bassin Pearson

Tous les seuils prévus dans le sous-bassin Pearson seront aménagés dans les fossés du chemin Centre plus précisément dans la portion en pente forte située entre le chemin Tibbits Hill et la rue

McPherson. Les photos 3, 4 et 5 illustrent l'aspect des fossés de la rue Centre dans lesquels seront construits les seuils. La photo 3 montre une vue d'ensemble de la rue Centre alors que les photos 4 et 5 exposent l'état actuel des fossés qui laissent entrevoir des marques importantes d'érosion. Ces photos montrent que la rue Centre peut être une source de production de sédiments et que ces fossés, lors d'événements pluviaux importants, peuvent transporter une charge sédimentaire considérable. Le plan de localisation L1, inséré ci-après, décrit les types de seuils prévus et le nombre requis pour la rue Centre. Au total, 5 seuils en bois (plan F9) et 4 seuils en pierres (sans membrane géotextile) (plan F1).



Photo 3 Rue Centre



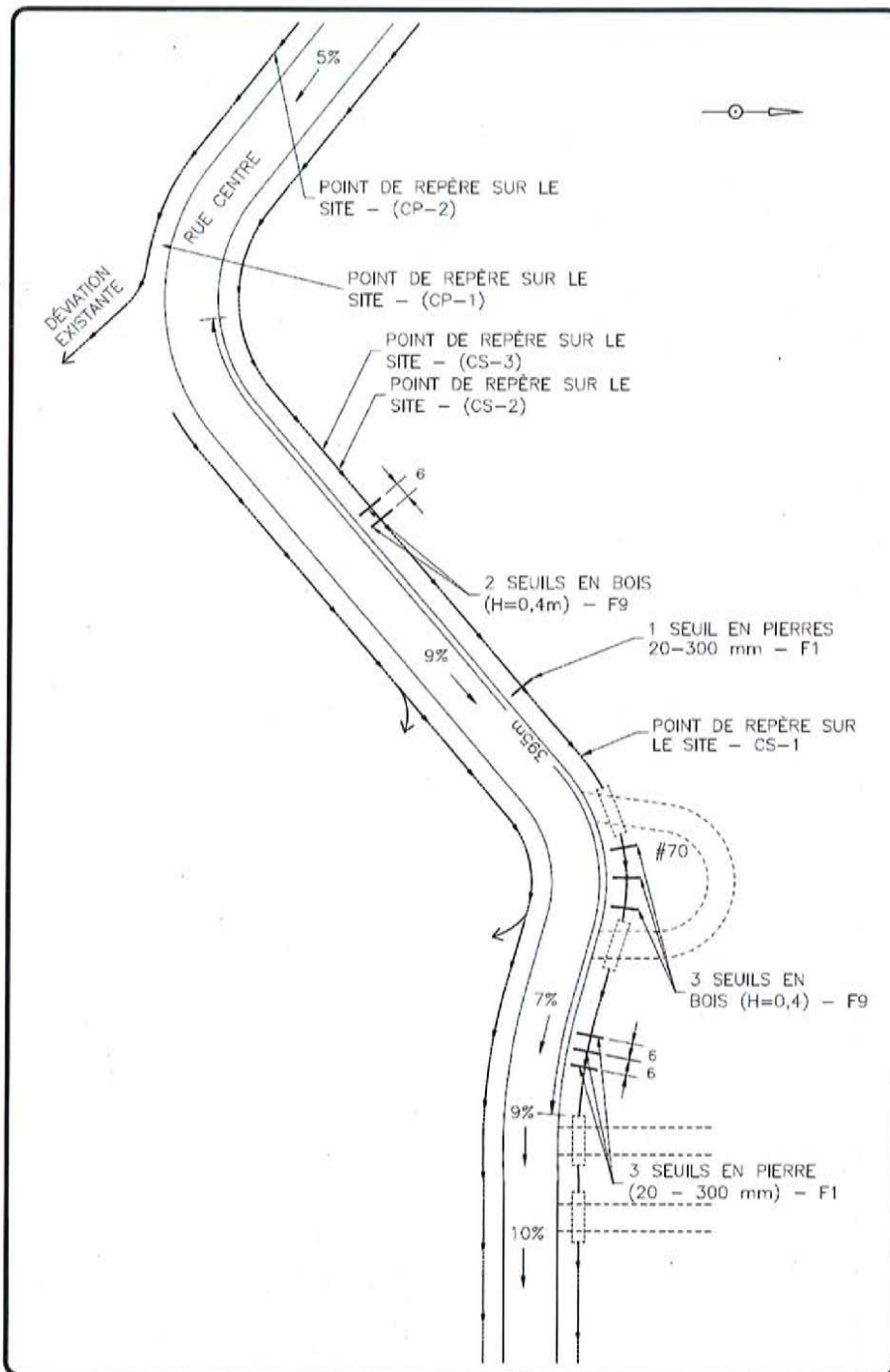
Photo 4 : Rue Centre – Fossé




Photo 5 : Rue Centre – Fossé



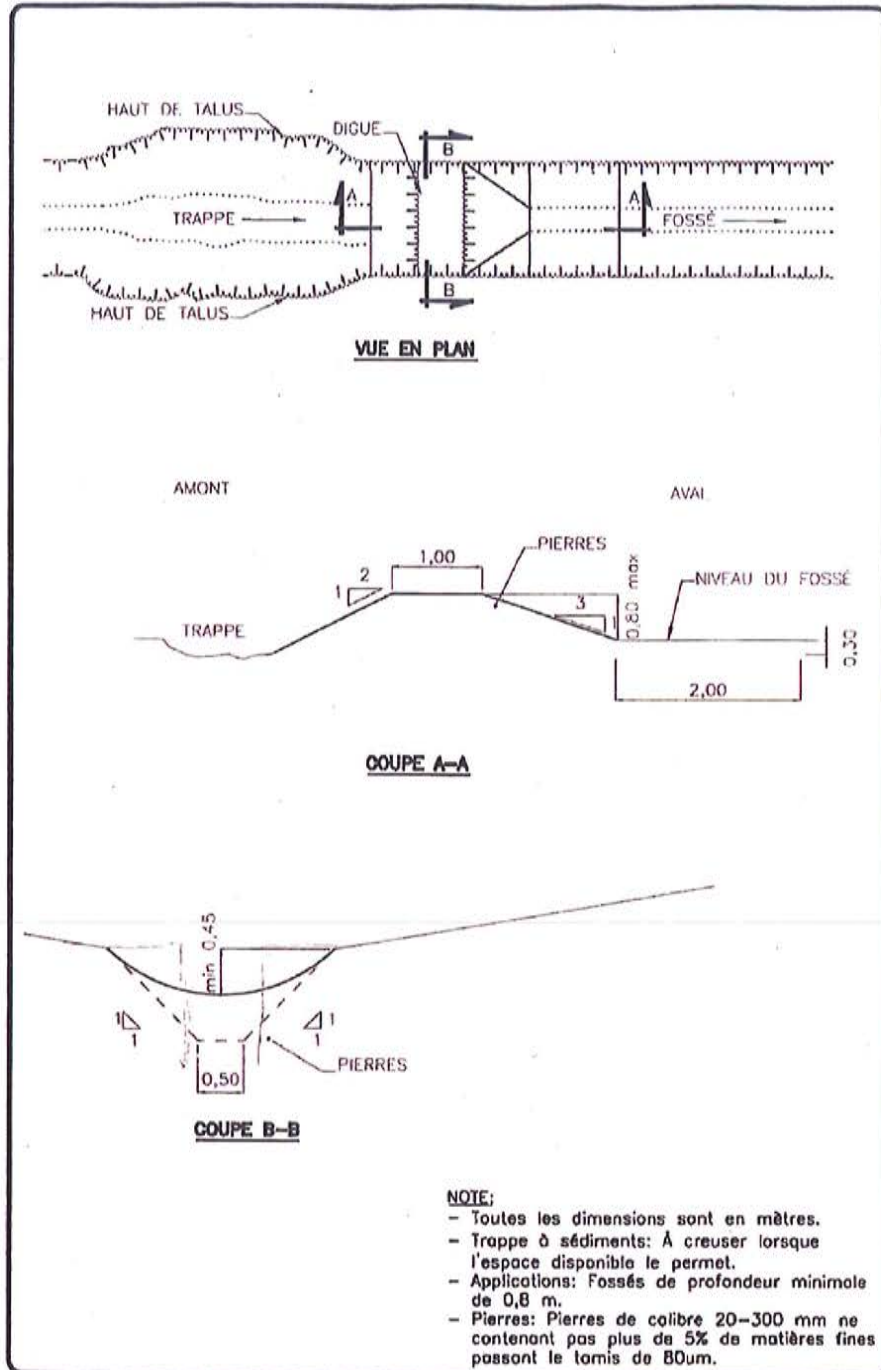
Figure 6 : Plan de localisation




| | | | | |
|---|------------------------|--------------|---|--------------|
|  <p>TEKNIKA-HBA Membre de Travaux Girard</p> | Société : | | Projet : LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON ET INVERNESS | |
| | | | Titre : PLAN DE LOCALISATION RUE CENTRE | |
| | Approuvé par : | Dossier no : | Date : | Plan : |
| | S. GIRARD, Ing. | LBRV-108 | 2008-10-30 | L1 |
| Dessiné par : | Fichier électronique : | Échelle : | Feuille no : | Rédigé par : |
| G.F. CARON, tech. | LBRV-108-C02 | N/A | 1/11 | 0 |

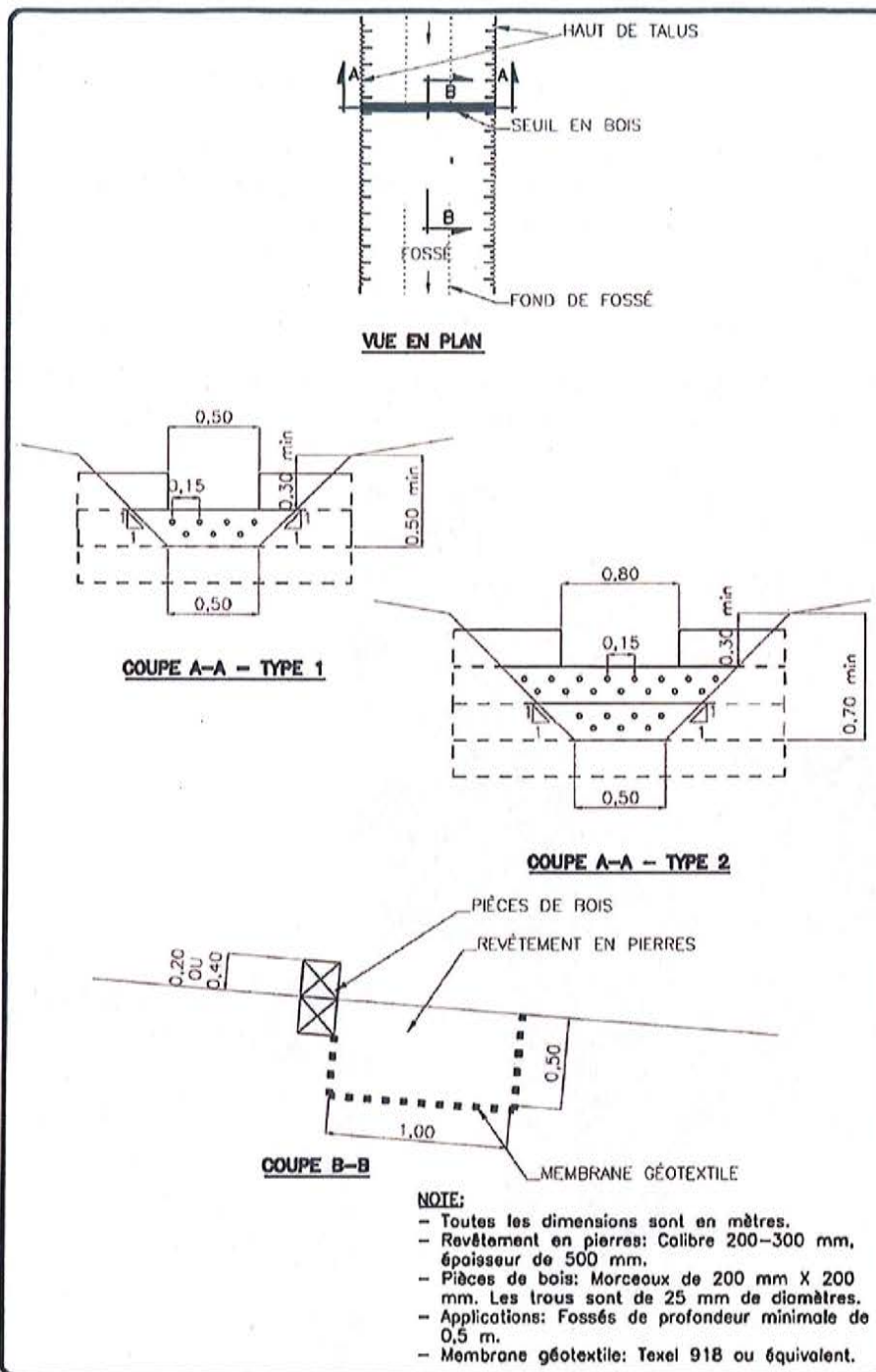
L1


Plan de détail F1 – Seuil en pierres – fossé de faible profondeur



| | | | | |
|---|-----------------------------------|---|---------------------|---------------------------------|
|  | Scieur: | Projet: LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON | | |
| | | Titre: PLAN DE DÉTAIL SEUIL EN PIERRES - FOSSÉ DE FAIBLE PROFONDEUR | | |
| | Approuvé par: S. GIRARD, ing. | Cossier no: LBRV-108 | Date: 2008-10-27 | Plan: F1 |
| | Dessiné par: G.F. CARON, tech. | Fichier électronique: LBRV-108-C01 | Echelle: N/A | Feuille no: Révision: 1/10 0 |

Plan de détail F9 – Seuil en bois – fossé de faible profondeur



| | | | | |
|--|--|--|--|--------------------|
|  <p>TEKNIKA-HBA Membre de l'Ordre OIA</p> | Sceau : | | Projet : LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON | |
| | Titre : PLAN DE DÉTAIL SEUIL EN BOIS - FOSSÉ DE FAIBLE PROFONDEUR | | | |
| | Approuvé par : S. GIRARD, Ing. | Dossier no : LBRV-108 | Date : 2008-10-27 | Plan : F9 |
| | Dessiné par : G.F. CARON, tech. | Fichier électronique : LBRV-108-C01 | Echelle : N/A | Folio no : 9/10 |

5.3.2 Aménagement des seuils dans le sous-bassin Inverness

Dans le cadre du projet pilote, l'ensemble des seuils prévus seront aménagés le long du chemin Tibbits Hill. Sur le chemin Tibbits Hill (aperçu général sur la photo 6), plusieurs types de seuils sont planifiés dans les fossés dans le but de réduire la vitesse de l'écoulement de l'eau. Entre la rue Blackwood et le chemin Price, les seuils seront aménagés du côté gauche du chemin Tibbits Hill; et entre le chemin Price et l'intersection du chemin Tibbits et de la rue St-Jude, les seuils seront distribués de chaque côté du chemin. Au total, 18 seuils seront construits dans les fossés du chemin Tibbits.

Ces ouvrages sont localisés et identifiés sur les plans de localisation L2 et L3. Les précisions techniques sont données sur les plans détails F1, F2, F3, F4 et F7. Les photos 7 et 8 montrent un aperçu des fossés du chemin Tibbits Hill.



Photo 6 : Chemin Tibbits Hill

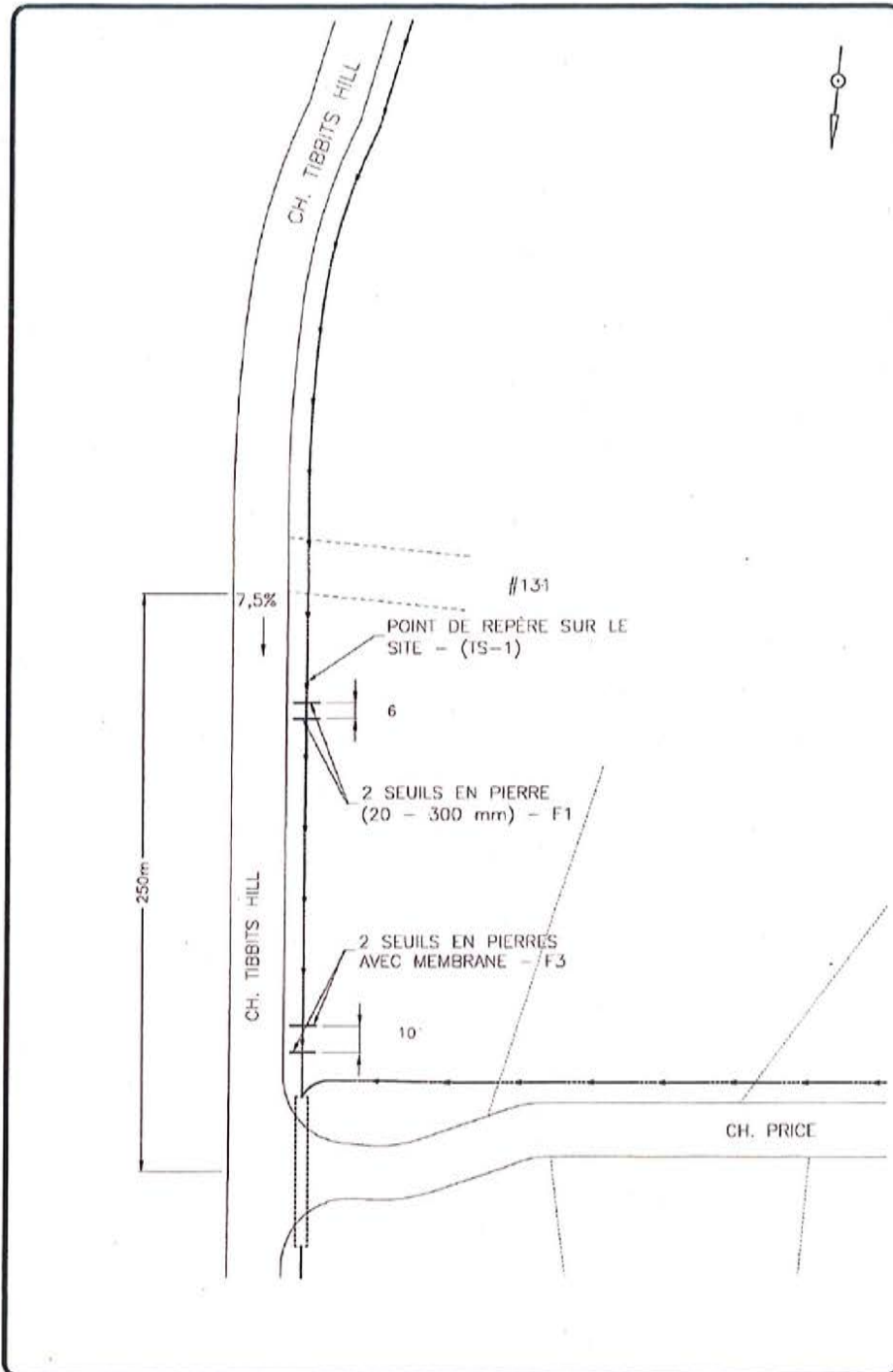


Photo 7 : Chemin Tibbits Hill – Fossé



Photo 8 : Chemin Tibbits Hill – Fossé côté gauche

Figure 7 : Plan de localisation L2- Chemin Tibbits Hill




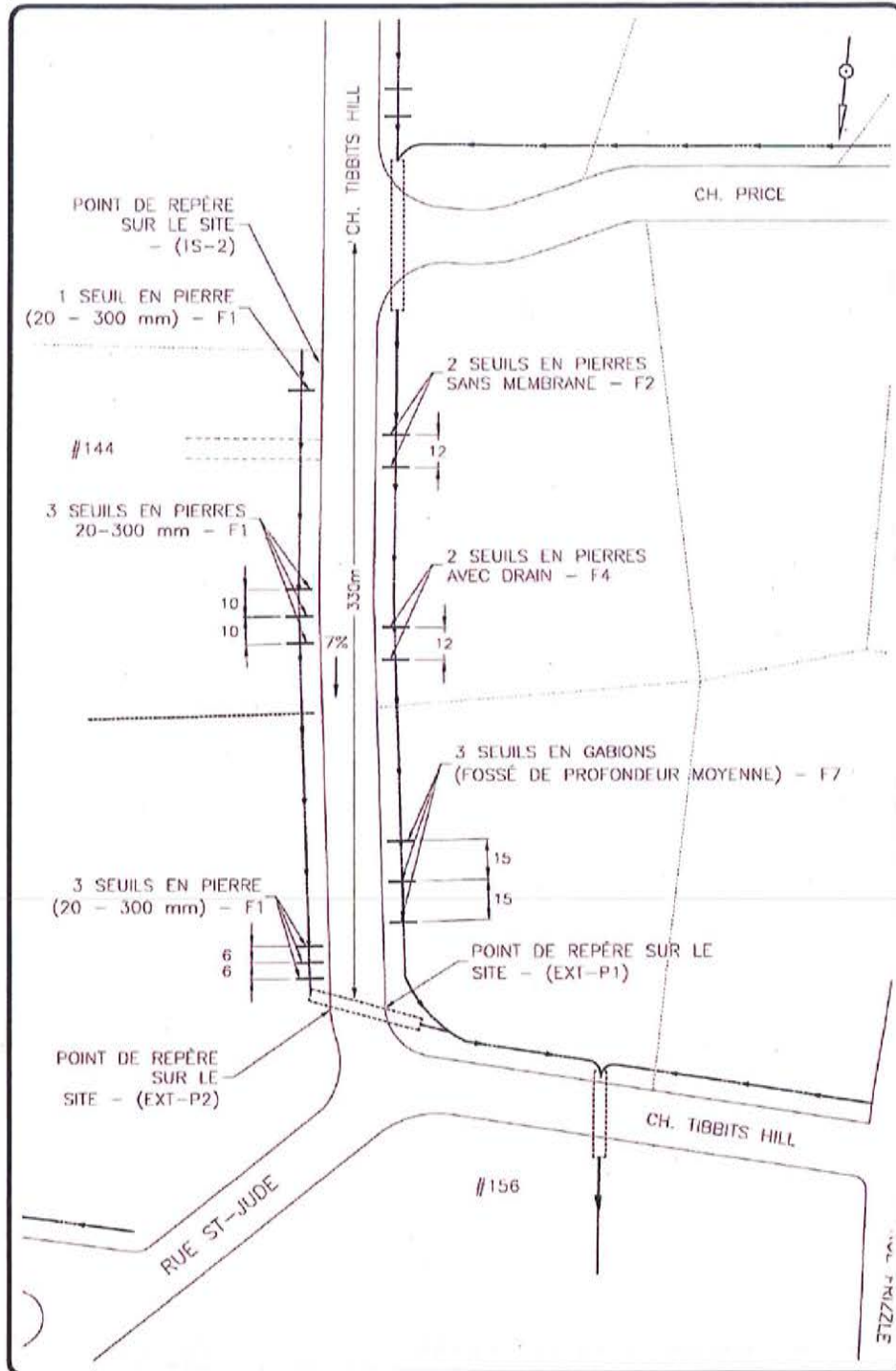

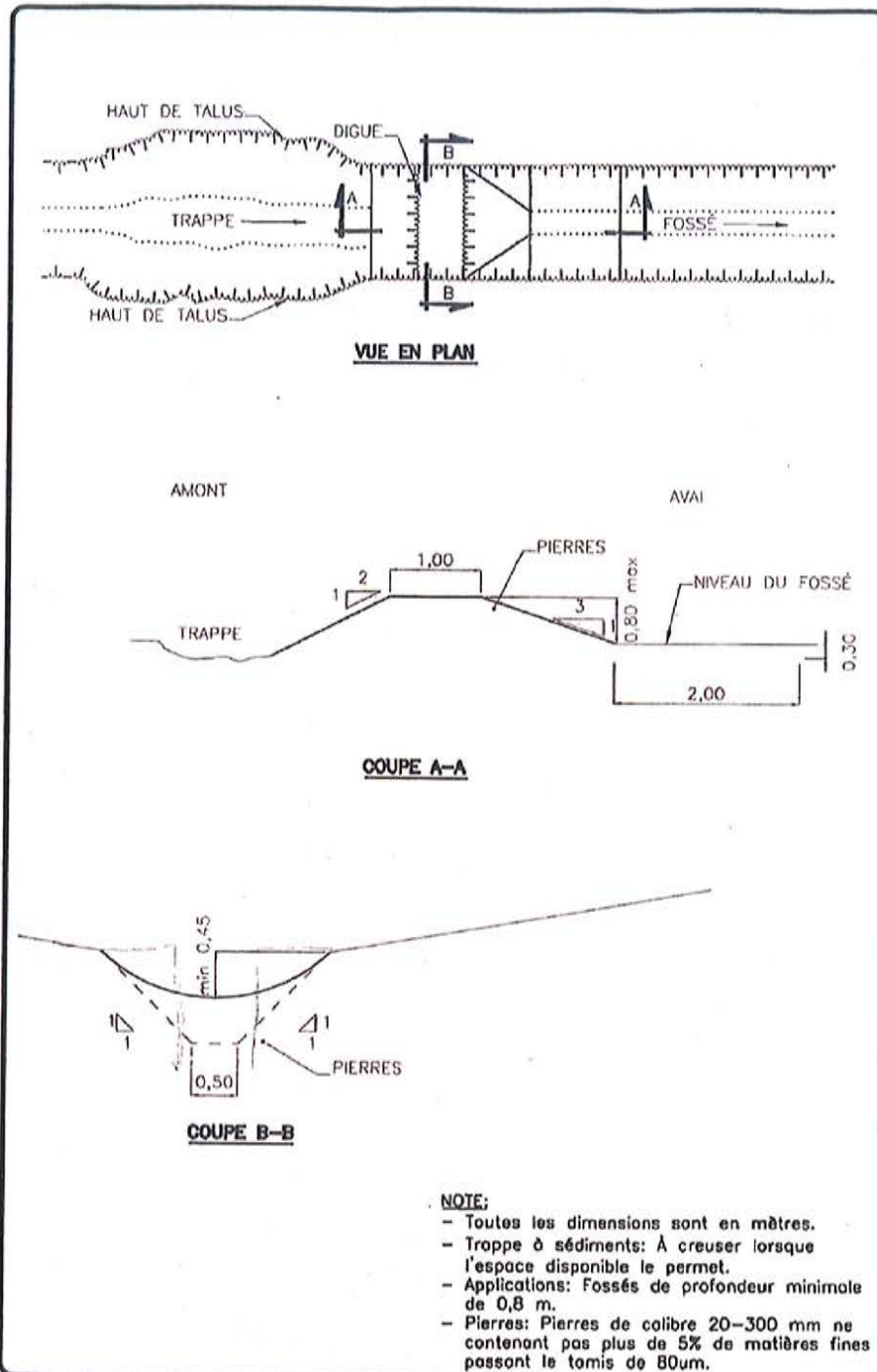
| | | | | | | |
|--|------------------------|--------------|---|------------|--|--|
|  TEKNIKA-HBA <small>Membre du Groupe</small> | Sociaux : | | Projet : LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON ET INVERNESS | | | |
| | | | Titre : PLAN DE LOCALISATION CHEMIN TIBBITS HILLS | | | |
| | Approuvé par : | Dossier no : | Date : | Plan | | |
| | S. GIRARD, ing. | LBRV-108 | 2008-10-30 | L2 | | |
| Dessiné par : | Fichier électronique : | Échelle : | Feuille no : | Révision : | | |
| G.F. CARON, tech. | LBRV-108-C02 | N/A | 3/11 | 0 | | |


Figure 8 : Plan de localisation L3 – Chemin Tibbits Hill



| | | | | | |
|---|---|--|----------------------|----------------------|-----------------|
|  <p>TEKNIKA-HBA Membre de l'Ordre des Ingénieurs du Québec</p> | Projet : LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON ET INVERNESS | | | | |
| | Titre : PLAN DE LOCALISATION CHEMIN TIBBITS HILLS | | | | |
| | Approuvé par : S. GIRARD, ing. | Dossier no : LBRV-108 | Date : 2008-10-30 | Plan : L3 | |
| | Dessiné par : G.F. CARON, tech. | Fichier électronique : LBRV-108-C02 | Échelle : N/A | Feuille no : 4/11 | Révision : 0 |

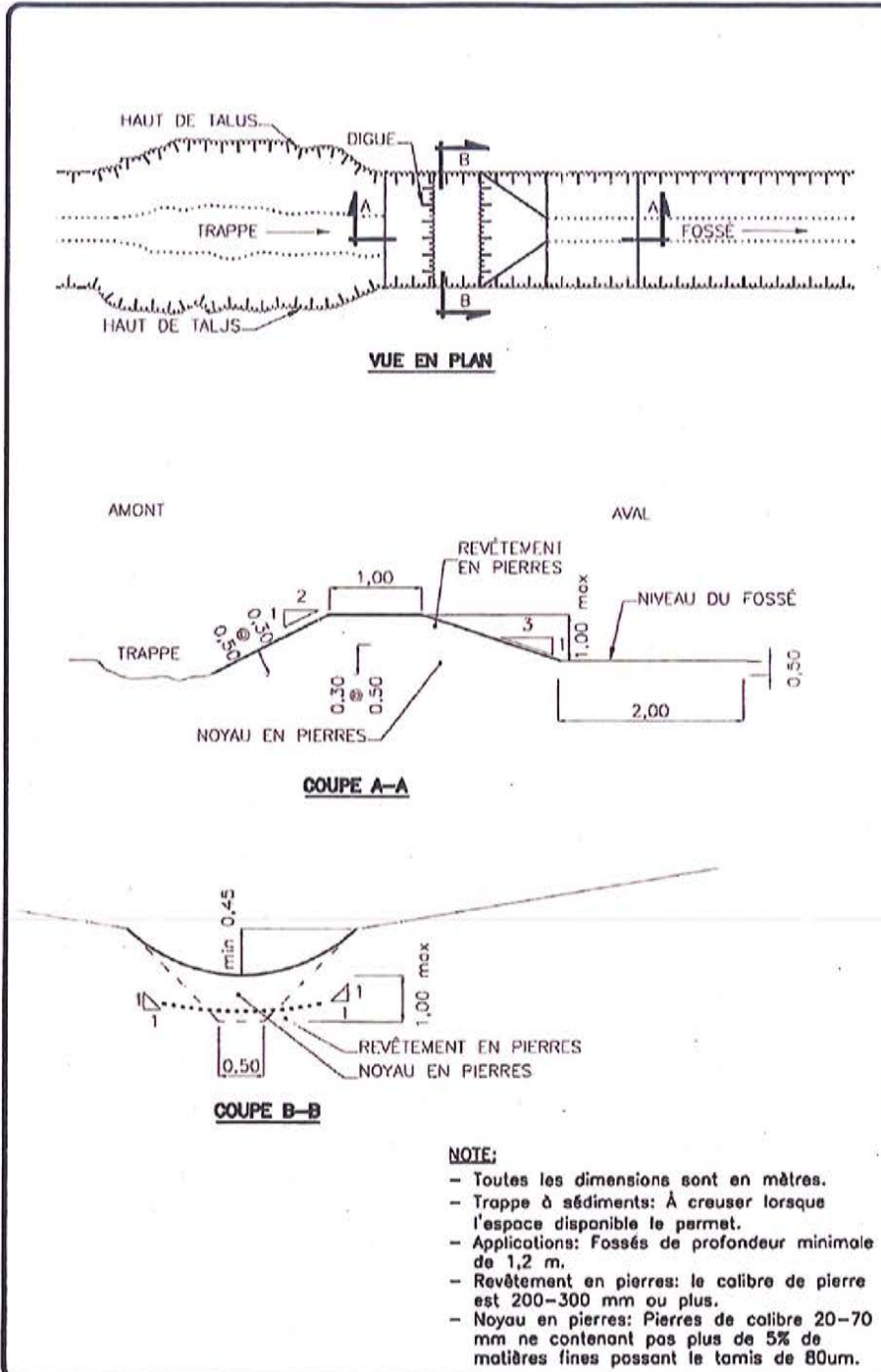
Plan de détail F1 – Seuil en pierres – fossé de faible profondeur



| | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|---------------------|---------------------|----------------|
|  | Scieu: | Projet: LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON | | | |
| | | Titre: PLAN DE DÉTAIL SEUIL EN PIERRES - FOSSE DE FAIBLE PROFONDEUR | | | |
| | Approuvé par: S. GIRARD, Ing. | Dossier no: LBRV-108 | Date: 2008-10-27 | Plan: F1 | |
| | Destiné par: G.F. CARON, tech. | Fichier électronique: LBRV-108-C01 | Echelle: N/A | Feuille no: 1/10 | Révision: 0 |

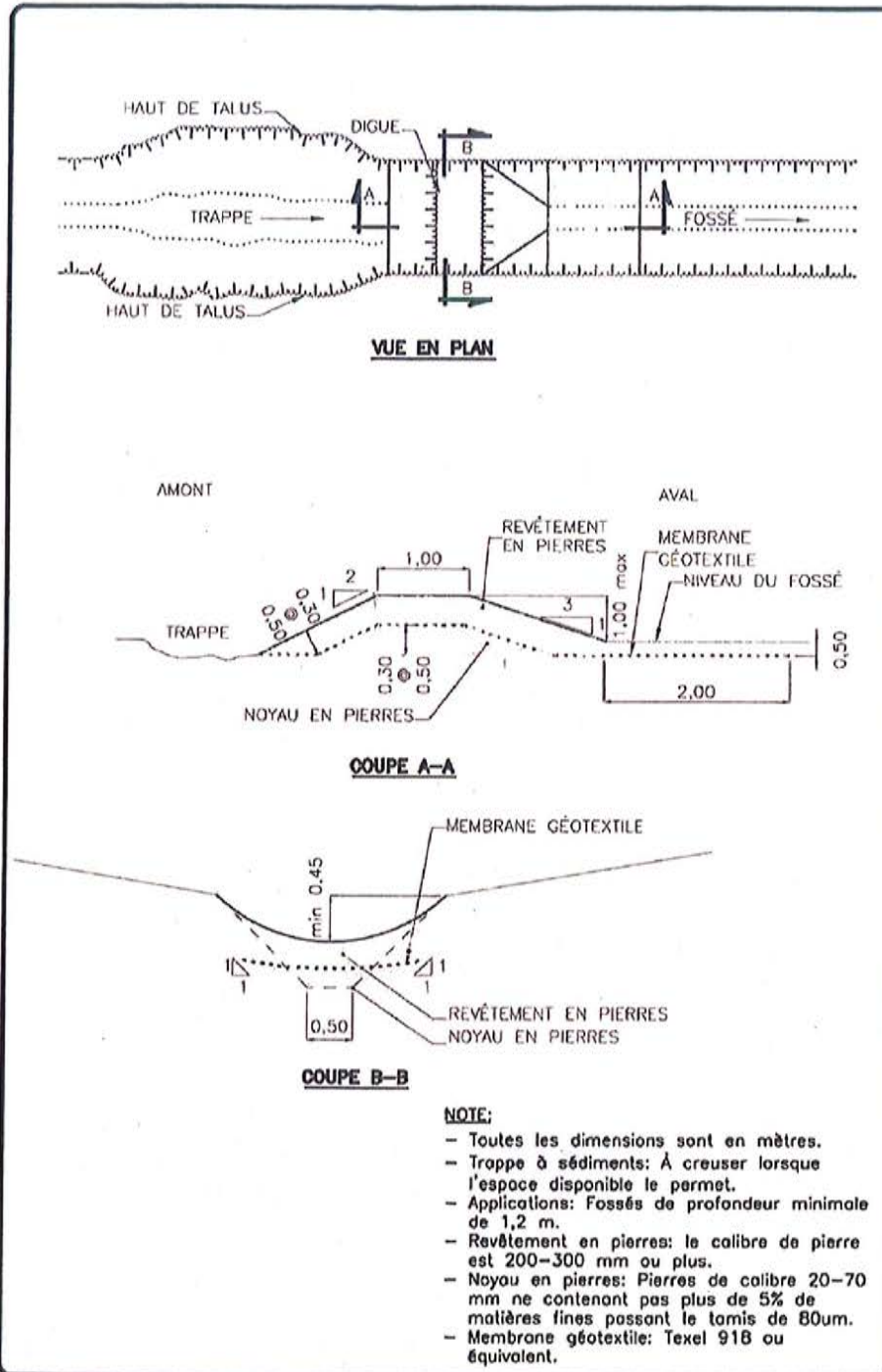
Insérer 1 page

Plan de détail F2 – Seuil en pierres sans membrane – fossé de profondeur moyenne



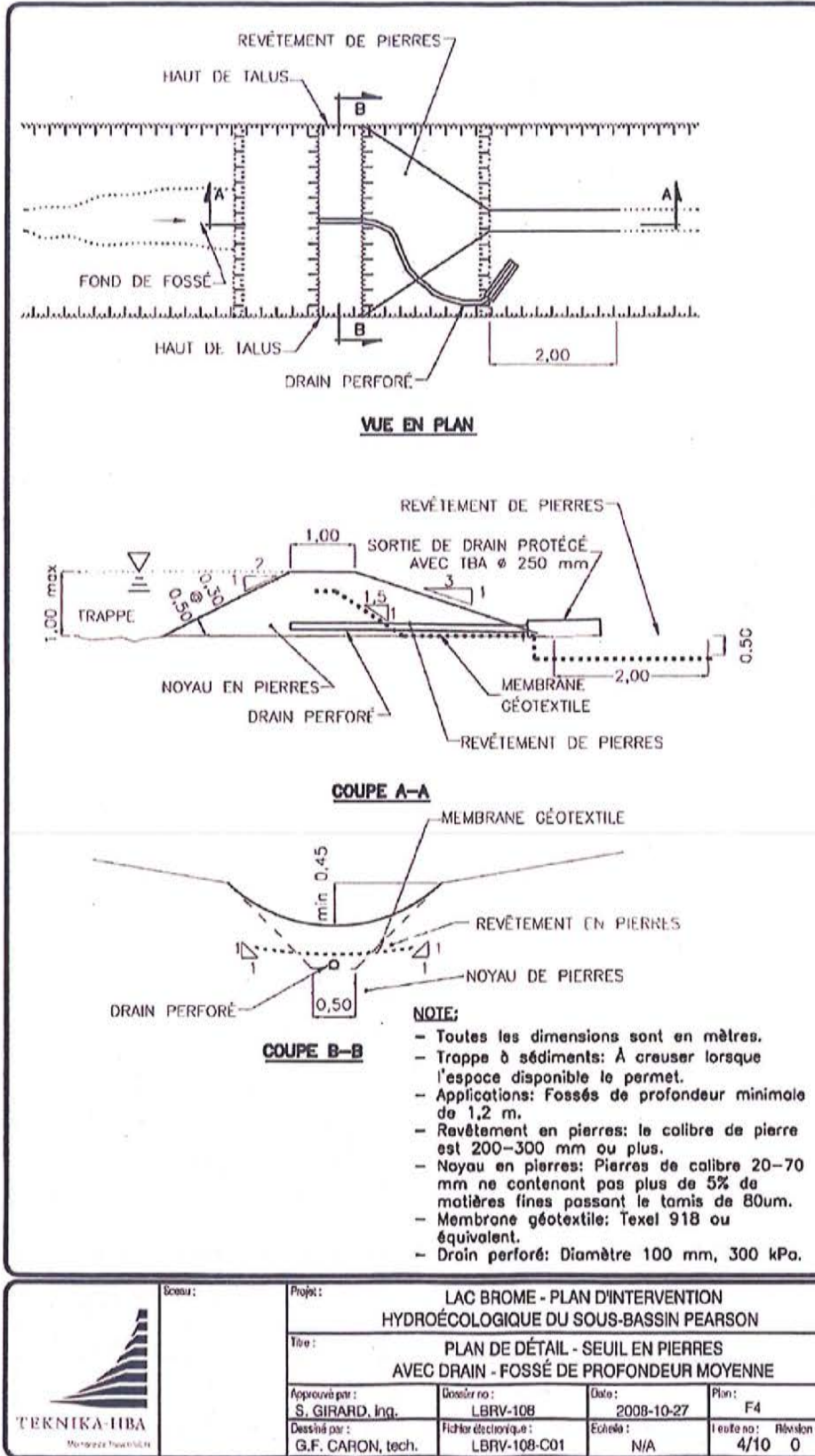
| | | | | | |
|---|----------------------------------|--|---------------------|---------------------|----------------|
| <p>TEKNIKA-HBA Membre de Teac-Clébert</p> | Scopus: | Projet: LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON | | | |
| | | Titre: PLAN DE DÉTAIL - SEUIL EN PIERRE SANS MEMBRANE - FOSSÉ DE PROFONDEUR MOYENNE | | | |
| | Approuvé par: S. GIRARD, Ing. | Dossier no: LBRV-108 | Date: 2008-10-27 | Plan: F2 | |
| | Conçu par: G.F. CARON, tech. | Fichier électronique: LBRV-108-C01 | Echelle: N/A | Feuille no: 2/10 | Révision: 0 |

Plan de détail F3 – Seuil en pierres avec membrane – Fossé de profondeur moyenne

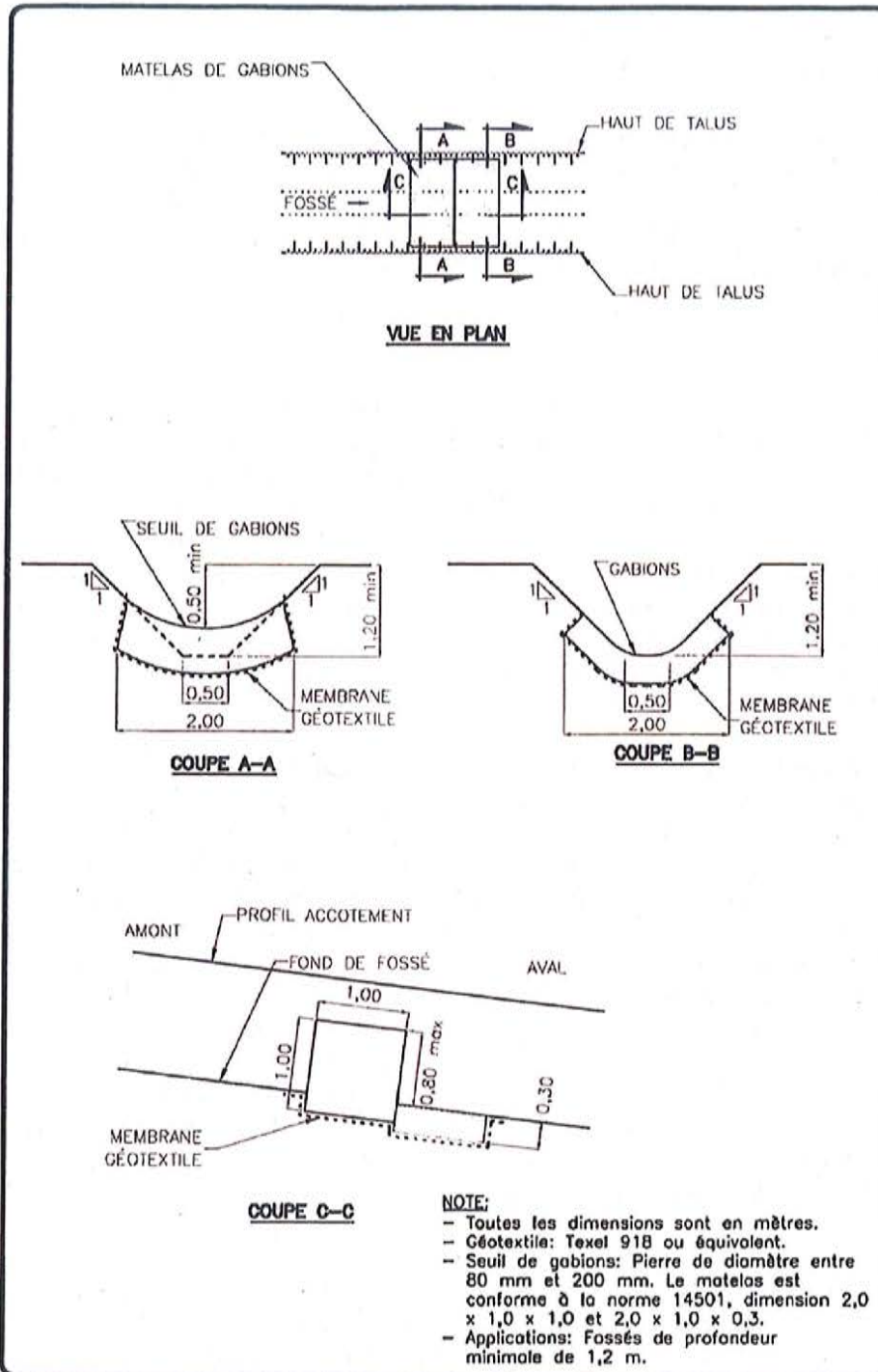



| | | | | | |
|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------------------|--|
| <p>TEKNIKA-HBA Vestibule de l'eau, c'est nous.</p> | Scieur: | Projet: LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON | | | |
| | | Titre: PLAN DE DÉTAIL - SEUIL EN PIERRE AVEC MEMBRANE - FOSSÉ DE PROFONDEUR MOYENNE | | | |
| | Approuvé par: S. GIRARD, Ing. | Dossier no: LBRV-108 | Date: 2008-10-27 | Plan: F3 | |
| | Dessiné par: G.F. CARON, tech. | Fichier électronique: LBRV-108-C01 | Échelle: N/A | Feuille no: Révision: 3/10 0 | |

Plan de détails F4 – Seuil en pierres avec drain – Fossé de profondeur moyenne



Plan de détails F7 – Seuil en gabions – Fossé de profondeur moyenne



| | | | | | |
|--|-----------------------------------|---|---------------------|--------------------|----------------|
|  <p>TEKNIKA-HBA Membre de l'Association</p> | Sciau: | Projet: LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON | | | |
| | | Titre: PLAN DE DÉTAIL SEUIL DE GABIONS - FOSSE DE PROFONDEUR MOYENNE | | | |
| | Approuvé par: S. GIRARD, ing. | Dossier no: LBRV-108 | Date: 2008-10-27 | Plan: F7 | |
| | Dessiné par: G.F. CARON, tech. | Fichier électronique: LBRV-108-C01 | Echelle: N/A | Faible no: 7/10 | Révision: 0 |

5.4 Les ouvrages de captation et de traitement des sédiments

Le sous-bassin Pearson comprend deux sites où seront aménagées des unités de captation. Les sites choisis pour aménager les ouvrages de captation et de traitement sont les sites « McPherson » et « Centre communautaire ». La localisation de ces sites est montrée au plan d'intervention hydroécologique Sous-bassin Pearson joint au présent chapitre. Les sections suivantes décrivent les ouvrages prévus et leur justification.

5.4.1 Le site McPherson

Le site McPherson est localisé sur un terrain privé à l'intersection du chemin Centre et de la rue McPherson³. Le choix de ce site a été fait en raison de la pente du chemin Centre et de la présence d'un petit étang artificiel aménagé il y a plusieurs années par le propriétaire du terrain (photo 9). En effet, l'étang est situé en bas de pente du chemin Centre et recueille toutes les eaux qui sont drainées par les fossés du chemin Centre. Après avoir transité par l'étang, les eaux sont drainées vers le lac Brome via d'autres fossés. Aussi, dans le cadre du projet pilote, les fossés du chemin Centre en amont de ce terrain seront utilisés pour aménager des seuils de contrôle de la vitesse d'écoulement et de rétention des sédiments plus grossiers. Les vues en plan et en coupe des aménagements proposés sont joints sous l'onglet « Plans des ouvrages de captation et de traitement ».

Afin d'améliorer le traitement de l'eau s'écoulant par le petit étang du site McPherson, un bassin de rétention sera aménagé. Celui-ci s'insérera entre le chemin McPherson, le chemin Centre et l'étang artificiel existant. Ce bassin sera donc ajouté en amont de l'étang artificiel. Il permettra d'accumuler les sédiments les plus grossiers qui seront transportés par l'eau. Aussi, il servira de bassin tampon en accumulant un certain volume d'eau lors de crues ou lorsque les débits seront élevés. À l'aide d'un tuyau de diamètre restreint, l'eau accumulée sera restituée lentement vers l'étang artificiel existant. En étalant ainsi le débit dans le temps, le potentiel érosif du courant en aval des aménagements sera diminué. Grâce aux plantes choisies et aux conditions hydrauliques attendues, ce bassin aura plusieurs des qualités d'un marais filtrant.

Finalement, l'étang artificiel existant sera mis à profit puisqu'il complètera le traitement en agissant comme un bassin de sédimentation, offrant ainsi un traitement de « polissage ». Les rives de l'étang, actuellement engazonnées, seront également renaturalisées d'espèces arbustives et herbacées indigènes au milieu.

L'emplacement choisi et le lien qui existe entre l'étang artificiel existant et les fossés du chemin Centre permettront d'évaluer la performance découlant de la combinaison de dispositifs de contrôle des vitesses d'écoulement (seuils) et de rétention et traitement des eaux

³ Il est à noter que tous les travaux réalisés sur des terrains privés font l'objet d'ententes entre les propriétaires et Ville de Lac-Brome.





Photo 9 : Site McPherson, lac artificiel existant

5.4.2 Site du Centre communautaire

Le site du Centre communautaire se trouve sur un terrain municipal. Le terrain récemment réaménagé suite à la construction du centre communautaire est traversé par un fossé qui provient du secteur résidentiel. Le long de son parcours, ce fossé fait confluence avec un fossé qui draine les terres autrefois utilisées par la ferme d'élevage de canards située à proximité (photos 10 et 11).



Photo 10 : Aperçu du fossé principal



Photo 11 : Confluence des fossés

Les travaux proposés (voir plan et coupes joints sous l'onglet « Plans des ouvrages de captation et de traitement) consistent à aménager un bassin de rétention et de sédimentation à la confluence des deux fossés. En fait, il s'agira d'agrandir le fossé principal et l'embouchure du fossé provenant des terres de la ferme de canards pour en faire un bassin de sédimentation. Ensuite, en aval de ce nouveau bassin de sédimentation, le fossé principal sera transformé en



marais artificiel à écoulement vertical. Pour ce faire, le terrain sera excavé selon les dimensions requises pour assurer le traitement de l'eau. Le marais sera planté de plantes aquatiques indigènes au milieu et adéquates pour le traitement du phosphore lié aux sédiments fins. Les talus du marais et du bassin de sédimentation seront stabilisés et végétalisés de plantes indigènes selon les techniques de génie végétal.

Les ouvrages à cet endroit sont justifiés par le fait qu'actuellement, le fossé principal de même que le fossé secondaire contiennent d'importantes zones de sédimentation d'où les sédiments peuvent être remis en suspension au gré des fortes pluies et dirigés, via les fossés, jusqu'au ruisseau Pearson et éventuellement au lac. Aussi, cet endroit est le seul où une problématique de contamination des eaux par le phosphore soluble est soupçonnée en raison de la présence des terres de la ferme d'élevage qui auraient été jadis utilisées pour l'épandage du fumier produit par les canards.

5.5 Impacts des ouvrages sur le milieu

Les ouvrages qui sont prévus sont faits dans le but d'améliorer la situation à savoir la diminution de la quantité des sédiments, auxquels est lié le phosphore, pouvant atteindre le lac. La diminution de la quantité de sédiments aura non seulement un effet bénéfique sur les concentrations de phosphore mesurées dans le lac, mais également sur la réduction de la déposition de sédiments qui a pour effet de favoriser le rehaussement du fond du lac et l'implantation et l'envahissement de l'eau libre par les plantes aquatiques. La réduction des sédiments et des zones de sédimentation améliorera aussi les conditions de vie des espèces piscicoles et la qualité de leur habitat.

Par ailleurs, aucun des ouvrages prévus ne sera aménagé à même un cours d'eau. Ils seront tous aménagés dans des fossés ne correspondant pas à la définition d'un cours d'eau spécifiée dans le document « Identification et délimitation des écosystèmes aquatiques, humides et riverains »⁴ à l'exception de quelques seuils du chemin Tibbits Hill pour lesquels un certificat d'autorisation a été demandé et obtenu. En ce qui a trait à l'habitat du poisson, nous sommes d'avis qu'aucun des fossés touchés par le projet pilote ne constitue un habitat pour le poisson. En effet, la morphologie des fossés notamment en raison de leur pente très forte et l'absence d'eau à plusieurs périodes, ne favorisent pas un milieu propice pour le poisson.

En ce qui a trait aux plantes qui seront utilisées dans l'aménagement des marais et pour stabiliser les talus, elles seront toutes sans exception, des plantes indigènes adaptées aux conditions des ouvrages dans lesquels elles sont utilisées et au milieu environnant dans lequel elles seront implantées afin d'éviter l'introduction de nouvelles espèces ou d'espèces envahissantes.

⁴ <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/delimitation.pdf>



6. PROGRAMME DE SUIVI DES OUVRAGES

Comme mentionné précédemment, le programme de suivi est développé pour trois types d'ouvrages prévus dans le projet pilote, soit les marais filtrants, les bassins de sédimentation et de rétention et les seuils. Les paragraphes qui suivent détaillent le programme établi pour chaque type d'ouvrages.

1) Base du programme de travail

Comme il a été expliqué dans la description des aménagements, ce sont les sédiments qui constituent ultimement la destinée finale du phosphore qui entre dans les marais artificiels. Par la suite, la fixation définitive du phosphore sur les particules de sols s'effectue au gré de la composition géochimique des sols impliqués dans le processus de rétention du phosphore.

Le suivi qui sera appliqué pour les ouvrages aménagés dans le cadre du projet pilote, est de ce fait largement basé sur le suivi de la quantité et de la qualité des sédiments. La qualité de l'eau sera aussi suivie pour certains ouvrages.

Le suivi proposé sera réalisé sur une période de trois années consécutives pour les bassins et les marais et d'une année pour les seuils.

2) Identification des ouvrages touchés par le programme de suivi

Les ouvrages touchés par l'application du programme de suivi sont :

Au site McPherson et au site du Centre communautaire:

- Un bassin de sédimentation et de rétention à chacun des endroits;
- Un marais filtrant au site du Centre communautaire.

Rues Centre, Montagne et Tibbits Hill :

- 9 seuils dans les fossés de la rue Centre;
- 18 seuils dans les fossés de la rue Tibbits Hill.

3) Suivi des bassins de sédimentation et de rétention

Le suivi dans les bassins de sédimentation et de rétention sera effectué dans le but de connaître la nature et la qualité des sédiments qui s'y accumuleront.



Périodes d'échantillonnage :

Le bassin du site McPherson et le bassin du Centre communautaire seront échantillonnés aux périodes suivantes :

- État 0 : une fois l'aménagement complété et la végétation riveraine bien développée. Les aménagements ont été complétés à l'automne 2010. Ainsi, l'état 0 devrait correspondre au début de la période estivale 2011 dès que la végétation présentera une croissance satisfaisante. Par la suite, le suivi sera réalisé aux périodes indiquées ci-dessous.
- An 1 : 2012, an 2 : 2013, 2 et an 3 : 2014. Le suivi sera réalisé une fois l'an, à la fin du mois d'octobre.

Nombre de stations d'échantillonnage :

Pour chaque bassin, une (1) station sera localisée par 100 m² de superficie et une (1) pour la portion de terrain résiduelle. Le nombre de stations sera :

- 3 stations pour le bassin McPherson;
- 2 stations pour le bassin du Centre Communautaire.

Nombre d'échantillons et paramètres analysés :

Pour les bassins de sédimentation et de rétention, chaque station correspond à un échantillon. Chaque échantillon prélevé sera analysé pour les paramètres suivants :

- Granulométrie et sédimentométrie afin de déterminer la nature des sédiments présents dans le bassin au départ (état 0) et des sédiments captés;
- Le phosphore total (Pt), la perte au feu, le fer (Fe) et l'aluminium (Al);
- Les échantillons seront prélevés à l'aide d'un carottier à pression (Pure Sample de ERE Inc, Modèle AM-209-41) et ce, sur une profondeur de 20 cm;
- Les échantillons seront conservés selon les recommandations des laboratoires d'analyses et ils seront analysés selon les méthodes reconnues pour chacun des paramètres à analyser.

4) Suivi des marais filtrants

Comme présenté dans les lignes précédentes, le mécanisme géochimique régit la rétention du phosphore dans les marais artificiels. En conséquence, il a été convenu de concentrer l'essentiel du programme de suivi des performances du marais artificiel sur la charge massique cumulative dans les sédiments du marais.

Les sédiments

Comme il semble que seuls les 20 premiers centimètres de sédiments soient impliqués dans le processus, l'échantillonnage se limitera à ces 20 premiers centimètres. Cependant, comme il



s'agit d'un processus évolutif, il est prévu que les 10 premiers centimètres soient échantillonnés trois fois par année alors que les 10 centimètres suivants feront l'objet d'un échantillonnage une fois l'an.

Les modalités de suivi du marais filtrant au site du Centre communautaire sont données dans les lignes suivantes.

Périodes d'échantillonnage :

Le marais du Centre communautaire sera échantillonné aux périodes suivantes :

- État 0 : une fois l'aménagement complété et la végétation riveraine bien développée. L'aménagement du marais a été complété à l'automne 2010. Ainsi, l'état 0 devrait correspondre au début de la période estivale 2011 dès que la végétation présentera une croissance satisfaisante. Par la suite, le suivi sera réalisé aux périodes indiquées ci-dessous.
- An 1 : 2012, an 2 : 2013 et an 3 : 2014 : une fois en mai, une fois en juillet et une fois en octobre pour les 10 premiers centimètres de chaque échantillon
- An 1 : 2012, an 2 : 2013 et an 3 : 2014 : une fois l'an, à la fin du mois d'octobre pour les 10 derniers centimètres (10 cm-20 cm) pour chaque échantillon.

Nombre de stations d'échantillonnage:

Une (1) station sera localisée par 100 m² de superficie et une (1) pour la portion de terrain résiduelle. Le nombre de stations sera :

- 9 stations pour le marais du Centre communautaire.

Nombre d'échantillons et paramètres analysés :

Pour le marais, le nombre d'échantillons ne correspond pas au nombre de stations d'échantillonnage. Nous spécifions donc, pour chaque paramètre, le nombre d'échantillons. Les échantillons prélevés seront analysés pour les paramètres suivants :

- Granulométrie et sédimentométrie afin de déterminer la nature des sédiments présents au départ (état 0) et les sédiments captés une fois l'an en octobre. Ainsi, 18 échantillons seront prélevés et analysés la première année (9 pour établir l'état 0 et 9 en octobre). Pour les années 2 et 3, 9 échantillons seront prélevés et analysés à chaque année;
- Le phosphore total (Pt), la perte au feu, le fer (Fe) et l'aluminium (Al) pour les échantillons prélevés dans les 10 premiers cm en mai, juillet et octobre. À l'an 1, 9 échantillons seront prélevés et analysés pour établir l'état 0 puis 27 échantillons provenant des 10 premiers cm seront prélevés et analysés;
- Le phosphore total (Pt), la perte au feu, le fer (Fe) et l'aluminium (Al) pour les échantillons prélevés dans la couche 10 à 20 cm en octobre. 9 échantillons seront alors prélevés et échantillonnés;



- Les échantillons seront prélevés à l'aide d'un carottier à pression (Pure Sample de ERE Inc, Modèle AM-209-41). L'échantillon sera gelé pour faciliter la coupe 0-10 cm et 10-20 cm à l'aide d'une corde à piano;
- Les échantillons seront conservés selon les recommandations des laboratoires d'analyses et ils seront analysés selon les méthodes reconnues pour chacun des paramètres à analyser.

L'eau

Le suivi de la performance des marais artificiels via la filière de l'eau consistant à mesurer les concentrations entrantes d'un paramètre par rapport aux concentrations du même paramètre à la sortie du marais artificiel est fastidieux, autant dans le déploiement de l'équipement de mesures que dans l'interprétation des données obtenues (Kroeger *et al.*, 2009).

Les difficultés proviennent de la variabilité temporelle des apports massiques, le phosphore par exemple, et des mécanismes propres au marais naturel qui font en sorte qu'occasionnellement, les charges sortantes sont supérieures aux charges entrantes. En effet, dans certaines conditions particulières, comme par exemple un changement drastique des charges entrantes, il appert qu'un processus de désorption du phosphore contenu dans les sédiments (eaux interstitielles) puisse venir compenser les baisses de concentrations dans les eaux entrantes pour tendre vers un certain équilibre chimique entre les concentrations eau-sédiment. Les mêmes conséquences peuvent aussi être enregistrées lorsque des conditions anoxiques persistantes s'installent dans un marais. Toutefois, il s'agit là de processus limités dans le temps (Kadlec et Wallace, 2009).

En conséquence, nous avons limité le suivi de la qualité des eaux entrantes et sortantes à quelques événements pluviométriques seulement, pour un total de neuf (9) échantillons, soit trois (3) échantillons par année (3 événements), sur trois ans du suivi proposé.

5) Suivi des seuils

Un programme de suivi sera appliqué à tous les types de seuils aménagés dans le cadre du projet pilote. Le programme de suivi vise dans un premier temps à vérifier l'efficacité des ouvrages à capter les sédiments et à retenir du phosphore. En second lieu, ce programme vise à vérifier la conservation de l'intégrité des ouvrages. Finalement, l'impact des ouvrages sur leur environnement sera aussi évalué.

Spécifiquement, le programme de suivi comprend les éléments suivants :

- La mesure de la performance en fonction des objectifs de réduction des apports en sédiments et en éléments nutritifs.

Plus précisément, la mesure de la performance des ouvrages permettra d'évaluer leur efficacité en termes de rétention des sédiments et de réduction des concentrations et des charges en phosphore total.



Pour ce faire, les relevés suivants seront réalisés sur le terrain :

- *Évaluation du volume de sédiments retenus par les seuils*

Cette évaluation sera effectuée par la mesure sur le terrain du volume disponible dans les zones de sédimentation et par le volume occupé par les sédiments après une période déterminée.

Ces zones de sédimentation, aussi appelées « trappes » devront initialement être vidées mécaniquement. Ensuite, afin d'évaluer les volumes disponibles, des réglettes seront installées à l'intérieur et disposées de manière à en retrouver une à chaque coin et au moins une au centre. Dans une fiche préparée à cet effet, le niveau du sol initial lu sur les réglettes ainsi que les dimensions de la zone créée par ces réglettes (largeur et longueur de la trappe) seront compilés.

À chaque mois, les hauteurs de sédiments seront lues sur les réglettes et ajoutées aux fiches de suivi. Ainsi, en ayant une différence de hauteur entre le sol initial et le sol à chaque relevé en plus des dimensions des trappes, il sera possible de déterminer le volume de sédiments retenus.

- *Analyse des sédiments et concentrations en phosphore*

Avant une vidange, des échantillons de sédiments retenus dans les trappes seront prélevés. Les analyses en laboratoire permettront de connaître la granulométrie des sédiments captés ainsi que leur concentration en phosphore. Ces échantillonnages devront être fait 3 fois dans l'année et à des périodes différentes : après la fonte des neiges, au milieu de l'été et à l'automne.

Pour chaque rue, ils devront être faits sur une suite d'au moins 3 seuils consécutifs. Ainsi, il sera possible de voir si les sédiments sont les mêmes ou si le positionnement en série permet de capter des particules de tailles variables.

Finalement, au moins un échantillon devra être prélevé par type de seuil (bois, pierre, gabion) à chaque campagne d'échantillonnage.

Toutes les informations recueillies sur le terrain et les résultats obtenus en laboratoire seront colligés sur des fiches d'observation pour chaque ouvrage. Pour l'ensemble du projet pilote, nous retrouvons 27 seuils de trois types (bois, pierre et gabion) répartis ainsi :



| Type de seuils | Rue Centre | Rue Tibbits Hill |
|--|---------------|---------------------|
| Bois | 5 | |
| Pierre – F1 – Faible profondeur | 4 | 9 |
| Pierre – F2 – Avec noyau sans membrane | | 2 |
| Pierre – F3 – Avec noyau et membrane géotextile | | 2 |
| Pierre – F4 – Avec noyau, membrane géotextile et drain | | 2 |
| Gabion | | 3 |

- L'intégrité des ouvrages

Le suivi de l'intégrité des ouvrages permettra de mesurer l'état général des ouvrages dans le temps. L'intégrité sera vérifiée par rapport à l'aspect initial de l'ouvrage. Plus précisément, les observations porteront entre autres sur le déplacement et la déformation des ouvrages, l'affaissement, le colmatage et la perte de matériaux.

Les observations seront effectuées et colligées comme suit :

- Fiche d'observation :

Une fiche d'observation sera complétée pour chaque type de seuil (bois, pierre et gabion). Cette fiche renfermera entre autres une description de l'état de l'ouvrage, des croquis et des photos. Les observations colligées sur cette fiche seront qualitatives.

- Fréquence des observations : 3 visites par année

- L'impact des ouvrages sur leur environnement.

L'évaluation de l'impact des ouvrages servira à vérifier s'ils occasionnent des répercussions négatives sur leur environnement. Par exemple, il s'agira de vérifier s'il y a présence d'érosion en périphérie de l'ouvrage ou d'inondation sur les terrains avoisinants qui pourraient leur être attribuables.

La vérification sera essentiellement basée sur des observations qualitatives.

- Fiche d'observation :

Une fiche d'observation sera complétée pour chaque ouvrage. Cette fiche renfermera entre autres, une description de l'étendue et de la sévérité des signes d'érosion et/ou de l'inondation, des croquis et des photos.

- Fréquence des observations : 3 visites par année ou plus selon les besoins.



L'entretien des seuils doit être fait aussi souvent que nécessaire. La vidange de ceux-ci assure leur entière efficacité. Avant chaque entretien, les relevés doivent être faits afin de savoir la quantité de sédiments accumulée derrière chaque seuil. Les fréquences de vidange pourront être ajustées au besoin.

En ce qui a trait à l'évaluation de l'efficacité des seuils à retenir les sédiments, le programme de suivi sera appliqué durant un an à partir du printemps 2011. Cette durée sera suffisante afin d'évaluer les volumes retenus par les seuils. Par la suite, et selon les recommandations qui pourront être émises avec les données recueillies la première année, un entretien périodique suffira à assurer l'efficacité des seuils.

Le suivi de l'intégrité des ouvrages et l'évaluation de leur impact sur l'environnement feront aussi partie du programme de suivi d'un an débutant au printemps 2011. Par la suite, un suivi visuel permettra de vérifier si un entretien particulier est nécessaire.

6) Présentation des résultats

Les résultats seront colligés dans des tableaux permettant de bien voir l'évolution de la qualité des sédiments et de l'eau et ainsi vérifier la performance des ouvrages. Un rapport de suivi sera présenté à la fin des trois années de suivi pour les bassins et marais, et à la fin de la première année pour les seuils.



7. RÉFÉRENCES

ADAM, P., et al.,(1997). *La référence aux modèles naturels pour l'aménagement des cours d'eau*. Revue Ingénierie EAT, numéro spécial Rivières et Paysages, 1997. p. 119-122.

BASTIAN, R.K et HAMMER, D.A. (1993). *The use of constructed wetlands for wastewater treatment and recycling*. In: *Constructed Wetlands for Water Quality Improvement*, Moshiri G.A.

BENNDORF, J. & K. PÜTZ. (1987). *Control of eutrophication of lakes and reservoirs by means of predams. I. Mode of operation and calculation of the nutrient elimination capacity*. Wat. Res., 21: 829-838.

BOSTROM, B., ANDERSON, J.M., FLESCHER, S. et JANSSON, M. (1988). *Exchange of phosphorus forms in freshwater systems*. Hydrobiologia, Vol.170.

CRAAQ et IRDA., (2008). *Le transport du phosphore*. Fiche technique #3. p. 41.

FIALA, I., AND P. VASATA. (1982). *Phosphorus reduction in a man-made lake by means of a small reservoir on the inflow*. Arch. Hydrobiol. 94:24-37.

GUARDO, M., FINK, L., FONTAINE, T.D., NEWMAN, S., CHIMNEY, M. BEARZOTTI, R., GOFORTH, G. (1995). *Large-scale constructed wetland for nutrient removal from stormwater runoff: An Everglades restoration project*. Environ. Manage. 19.

JENSEN, J.P., KRISTENSEN, P., JEPPESEN, E. AND SKYTTHE, A. (1992). *Iron phosphorus ratio in surface sediment as an indicator of phosphate release from aerobic sediments in shallow lakes*. Hydrologia, 235-236.

KADLEC, R. H. et WALLACE, S., (2009). *Treatment wetlands*. 2 nd ed. CRC Press.

KROEGER, A.-C., MADRAMOOTOO, C.A., ENRIGHT, P., LAFLAMME, C., FRANCOEUR-LEBLOND, N. et D'AUTEUIL, C. (2009). *Les marais filtrants : une solution pour restaurer les cours d'eau agricoles*. Agrosolutions. Vol. 20, No. 1.

LACASSE, R. ET FANFAN, N. (2008). *Évaluation de l'efficacité de la zone de filtration sous un biofiltre à base de tourbe*. Vecteur Environnement, 2008. P. 48-51.

MICHAUD, A.R., LAUZIER, R et LAVERDIÈRE, M.R. (2002). *Description du système de transfert du phosphore dans le bassin-versant du ruisseau au Castor*. Agrosol. Vol.13, No.2.



MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES PARCS (MDDEP), (2006). *Guide d'analyse des projets d'intervention dans les écosystèmes aquatiques, humides et riverains*. 14 p.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (MTQ), (2008). *Évaluation environnementale et économique de la méthode du tiers inférieur pour l'entretien des fossés routiers*. Pascal Monast Robineau, Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke. 210 p.

MITSCH, W.D. (1992). *Landscape design and the role of created, restored, and natural riparian wetlands in controlling nonpoint source pollution*. Ecological Engineering, 1 (1992), 27-47

PARENT, L-E. et PELLERIN, A. (2004). *Le flux et la dynamique du phosphore dans les sols agricoles Québécois*. Colloque sur le phosphore. Ordre des Agronomes du Québec.

PELLERIN, A., PARENT, L.E., FORTIN, J., TREMBLAY, C., KHIARI, L. ET GIROUX, M. (2006). *Environmental Mehlich III soil phosphorus saturation indices for Quebec acid to near neutral mineral soils varying in texture and genesis*. Canadian Journal of Soil Science. P. 711-723.

RUBIN, R.A. (2007). *Field performance assessment of Premier Tech Ecoflo wastewater treatment system in Virginia*. Preliminary Project Report, 25 p.

SANDERGAARD, M. KRISTENSEN, P. ET JEPPESEN, E. (1993). *Eight years of internal phosphorous profile of lake Sobygaard*. Denmark, Hydrologia. P. 253, 345-356.

SCHEFFER, M. (2004). *Ecology of shallow Lakes. Population and Community Biology Series*, Klumer Academic Publishers, 360 p.

SMITH, V.H. et SCHINDLER, D.W., (2009). *Eutrophication science: where do we go from here ?*. Trends in Ecology and Evolution, Vol.24, No.4.

TEKNIKA HBA (2008). *Contrôle des apports en éléments nutritifs dans les eaux du lac Brome – Plan directeur*. Rapport présenté à Ville de Lac-Brome. 121 p.

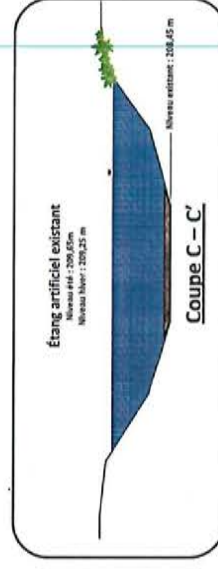
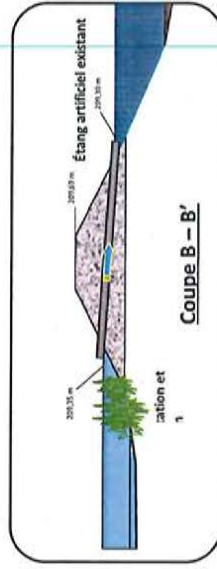
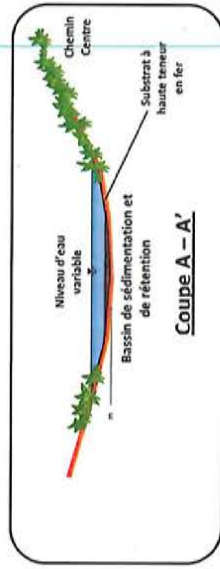
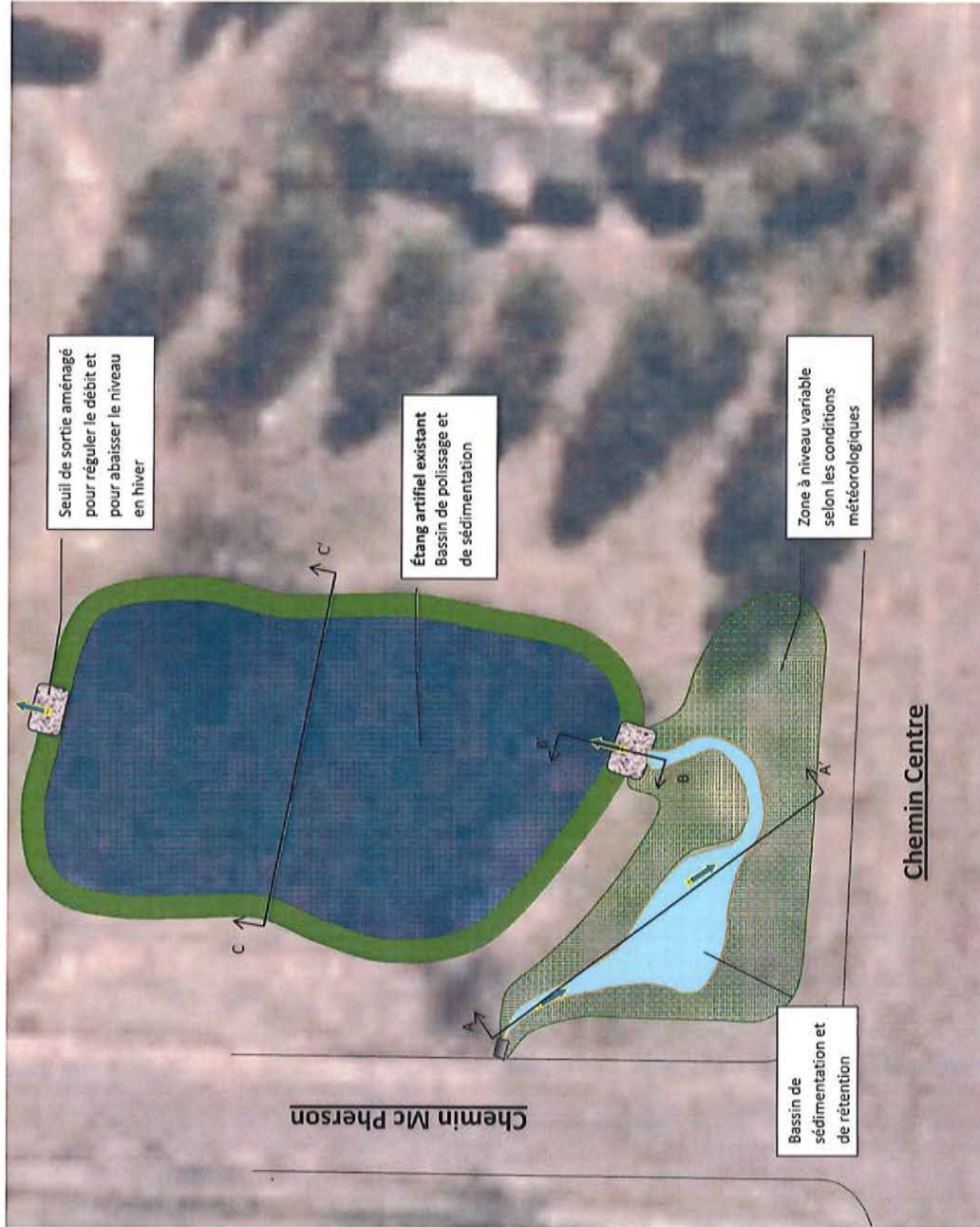
TEKNIKA HBA (2010). *Suivi des tributaires Pearson et Inverness – années 2008 et 2009*. Rapport soumis à Ville de Lac-Brome. 25 p. et annexes.



PLANS DES OUVRAGES DE CAPTATION ET DE TRAITEMENT



Aménagement du site McPherson (étang artificiel existant)



CONCEPT D'AMÉNAGEMENT

Projet de restauration du lac Brome - Projet pilote
Description et programme de travail (2008-2014)

juillet 2010



ANNEXE B:

Rapport de suivi des ouvrages - Année 2011



- **Ville de Lac-Brome**

**Plan de restauration du lac Brome
Projet pilote – Suivi des ouvrages**

Rapport de suivi – année 2011

Projet n° :
LBRV-00014406

Préparé par :
Les Services exp inc.
1441, Boul. René-Lévesque Ouest, Bureau 200
Montréal (Québec) H3G 1T7
Tél. : 514 931-1080
Télec. : 514 935-1645

Date :
Juin 2012

Ville de Lac-Brome

Plan de restauration du lac Brome Projet pilote – Suivi des ouvrages

Rapport de suivi – année 2011

Projet n° :
LBRV-00014406

Préparé par :
Les Services exp inc.
1441, Boul. René-Lévesque Ouest, bureau 200
Montréal (Québec) H3G 1T7
Tél. : 514 931-1080
Télééc. : 514 935-1645
www.exp.com

Date :
Juin 2012



Table des matières

| | Page |
|--|-----------|
| 1. Contexte..... | 1 |
| 2. Description des ouvrages aménagés..... | 3 |
| 2.1 Bassin de sédimentation et marais..... | 3 |
| 2.2 Seuils..... | 3 |
| 3. Suivi des ouvrages - méthodologie..... | 5 |
| 3.1 Bassin/Marais du Centre communautaire..... | 5 |
| 3.1.1 Période et stations d'échantillonnage..... | 5 |
| 3.1.2 Choix des paramètres d'analyse..... | 5 |
| 3.1.3 Méthodes d'échantillonnage et d'analyse en laboratoire..... | 7 |
| 3.2 Seuils..... | 8 |
| 3.2.1 Points d'évaluation..... | 8 |
| 3.2.2 Périodes et stations d'échantillonnage..... | 8 |
| 3.2.3 Méthodes d'échantillonnage et d'analyses en laboratoire..... | 8 |
| 4. Présentation et analyse des résultats..... | 13 |
| 4.1 Marais du Centre communautaire..... | 13 |
| 4.1.1 Granulométrie et sédimentométrie..... | 13 |
| 4.1.2 Qualité des sédiments..... | 14 |
| 4.2 Seuils..... | 17 |
| 4.2.1 Quantité des sédiments..... | 17 |
| 4.2.2 Granulométrie..... | 18 |
| 5. Recommandations..... | 19 |

Liste des annexes

| | |
|----------|---|
| Annexe 1 | Localisation générale du marais du Centre communautaire et des seuils |
| Annexe 2 | Plan et coupes d'aménagement du marais du Centre communautaire |
| Annexe 3 | Détails d'aménagement des seuils |
| Annexe 4 | Modèle des fiches d'inspection des seuils |

Liste des tableaux

| | Page |
|---|------|
| Tableau 1 : Paramètres de caractérisation des sédiments à l'état 0..... | 7 |
| Tableau 2 : Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments du marais du Centre communautaire (état 0)..... | 13 |
| Tableau 3 : Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire (état 0)..... | 13 |
| Tableau 4 : Saturation en phosphore du substrat épandu dans le marais du Centre communautaire..... | 14 |
| Tableau 5 : Qualité des sédiments du marais du Centre communautaire (état 0)..... | 15 |
| Tableau 6 : Qualité des sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire (état 0)..... | 15 |
| Tableau 7 : Quantité de sédiments recueillis dans les seuils (juin 2011)..... | 15 |
| Tableau 8 : Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments - seuils du chemin Centre (état 0)..... | 17 |
| Tableau 9 : Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments - seuils du chemin Tibbits Hill (état 0)..... | 18 |

Liste des figures

| | Page |
|--|------|
| Figure 1 : Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments à l'état 0 dans le bassin et le marais du Centre communautaire..... | 6 |
| Figure 2 : Localisation des seuils sur le chemin Centre..... | 9 |
| Figure 3 : Localisation des seuils sur le chemin Tibbits Hill..... | 10 |
| Figure 4 : Localisation des seuils sur le chemin Tibbits Hill (suite)..... | 11 |



1. Contexte

Le 25 août 2008, madame Line Beauchamp, alors ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), dévoilait une liste restreinte de quatre projets retenus par le gouvernement du Québec à titre de projets pilotes dans le cadre du Plan d'intervention sur les algues bleu-vert. Parmi les projets retenus se trouve celui présenté par Ville de Lac-Brome (VLB) en collaboration avec Teknika HBA¹. Pour le gouvernement du Québec, les projets retenus visent le développement d'un savoir-faire dans un processus de protection et de restauration de nos lacs. Ces projets serviront par la suite de références pour d'autres plans d'eau au Québec et peut-être même, ailleurs dans le monde.

Pour VLB, le présent projet pilote s'inscrit en continuité avec le Plan directeur du lac Brome (PD) qui vise le contrôle des apports en éléments nutritifs dans les eaux du lac. L'implantation du PD du lac Brome, en particulier les interventions prévues, comprend la réalisation d'une série d'essais techniques préalables portant sur des types d'interventions relevant de l'éco-ingénierie : seuils, étang de sédimentation, marais filtrant, etc.

Il est convenu de réaliser le programme de travail du projet pilote en quatre étapes soit : 1) mettre en place, au cours du printemps 2009, la portion du projet pilote associée à la réduction des vitesses d'écoulement, 2) planifier, au printemps 2009, les interventions associées aux différents types d'ouvrages de rétention et de traitement (bassin, marais filtrant, etc.) en vue de les mettre en place dès l'obtention des ententes avec les propriétaires et des autorisations des autorités gouvernementales, 3) concevoir les ouvrages prévus et procéder à leur construction, 4) appliquer un programme de suivi des ouvrages construits.

Pour ce faire, les interventions envisagées comprennent, entre autres, le contrôle de l'érosion et l'aménagement de milieux humides de différents types permettant la rétention et le traitement des eaux chargées en phosphore. Ces aménagements, qui relèvent tous de l'éco-ingénierie, sont peu demandant techniquement et en termes de suivi et d'entretien. Cependant, bien qu'ils soient efficaces au niveau du contrôle des écoulements, leur efficacité quant à la réduction des charges en phosphore n'est pas bien documentée au Québec. Ces ouvrages sont surtout destinés au contrôle des eaux pluviales. De plus, avec un bassin versant couvrant près de 170 km², il serait ardu et coûteux en temps et en argent, de faire les relevés préparatoires, la conception des ouvrages et la réalisation des travaux sur l'ensemble du territoire avant d'avoir vérifié la faisabilité de tels aménagements; d'où l'importance de réaliser des essais techniques.

Ainsi, VLB a fixé les objectifs généraux suivants pour le projet pilote sur la base des connaissances acquises sur les sous-bassins versants Pearson et Inverness et sur l'ensemble du bassin versant du lac Brome, soit :

- Concevoir des ouvrages simples de contrôle des apports d'éléments nutritifs au lac Brome;
- Implanter ces ouvrages et en faire un suivi adéquat : intégrité de l'ouvrage, impacts des ouvrages sur leur environnement, mesure de la performance en fonction du but recherché de réduction des apports, etc.

¹ Depuis le 4 avril 2011, la compagnie Teknika HBA est devenue Les Services exp inc. Dans le présent rapport, la compagnie est identifiée **exp**.

- Faire des recommandations sur les ouvrages qui répondent le mieux aux objectifs et en faire des fiches techniques (conception, sites d'implantation possibles, coûts, entretien) pour être en mesure de réaliser les travaux à même les ressources municipales. Cela a pour but de développer, au sein de son personnel, l'expertise reliée à la construction, pour reproduire les ouvrages à d'autres endroits sur le territoire municipal, de même que l'expertise reliée à l'entretien et au suivi.

2. Description des ouvrages aménagés

2.1 Bassin de sédimentation et marais

À la fin de l'année 2010, VLB a terminé l'aménagement d'un système comprenant un bassin de sédimentation et un marais filtrant. Ce système est identifié comme le marais du Centre communautaire en raison de sa localisation sur des terrains à l'arrière du centre.²

Le système comprend un bassin de sédimentation permettant de recueillir les eaux provenant des fossés drainant les terrains de la ferme de canards ainsi qu'une portion du territoire municipal. Le bassin est aménagé à même un fossé qui traverse les terrains du Centre communautaire. Comme son nom l'indique, ce bassin sert à sédimer les particules grossières en suspension dans l'eau afin de prévenir le colmatage précoce du substrat du marais. Ce bassin permet également de tamponner les coups d'eau pour éviter qu'un débit trop élevé n'entre dans le marais. Ainsi, il a également une fonction de rétention. La superficie du bassin de sédimentation est d'environ 200 m².

La deuxième partie du système comprend le marais filtrant. Ce marais, à écoulement vertical, permet l'infiltration de l'eau au travers un substrat soigneusement choisi selon une perméabilité et une composition permettant l'épuration des eaux y transitant. Pour faciliter l'infiltration de l'eau et assurer l'efficacité du système, une couche drainante est présente sous le substrat. Le marais, d'une superficie de 900 m², permet le traitement des eaux provenant des fossés avant leur rejet dans le ruisseau Pearson et, finalement, dans le lac Brome.

La figure 1 de l'annexe 1 montre l'emplacement des aménagements sur le terrain du Centre communautaire alors que les plans, joints à l'annexe 2, illustrent les détails du système combinant un bassin de sédimentation et un marais filtrant.

2.2 Seuils

D'autres types d'ouvrages, regroupés sous le vocable « seuils », ont été aménagés sur le territoire municipal dans le cadre du projet pilote. Ces ouvrages ont particulièrement été choisis et aménagés dans les fossés de route en raison de la topographie du territoire qui provoque une augmentation excessive des vitesses d'écoulement de l'amont vers l'aval, où il s'ensuit généralement une augmentation de l'érosion et du transport des sédiments vers le lac Brome. Ainsi, 27 seuils, répartis dans deux sous-bassins (Pearson et Inverness), ont été aménagés dans le but de ralentir la vitesse d'écoulement de l'eau et de permettre sa rétention et la décantation des particules de sol dans les fossés à pente raide. Les seuils permettent aussi de filtrer l'eau passant dans le matériau poreux dont sont faits plusieurs seuils. Ce processus permet de retenir les sédiments et de réduire les concentrations et les charges en phosphore qui se déversent dans le lac Brome. Les détails de chaque seuil sont spécifiés aux plans et coupes joints à l'annexe 3 alors que les figures 1 et 2 de l'annexe 1 montrent leur emplacement général sur le territoire municipal.

² Un deuxième aménagement avec bassin de sédimentation est en phase de réalisation au site McPherson à l'intersection du chemin Centre et de la rue McPherson. L'aménagement devrait être complété au début de l'été 2012 de sorte que le bassin pourra être incorporé au suivi de l'année 2012.

Dans le but de mesurer l'efficacité de différentes techniques couplées à des protections aval du fossé, six types de seuils ont été construits. Parmi ceux-ci, deux sont munis d'une membrane géotextile afin d'évaluer la présence ou non de problèmes de colmatage des ouvrages en pierre avec le temps.

Les neuf seuils, situés dans le sous-bassin Pearson, ont été aménagés dans les fossés du chemin Centre, plus précisément dans la portion en pente forte située entre le chemin Tibbits Hill et la rue McPherson. Cinq d'entre eux sont en bois et les quatre autres en pierres (sans membrane géotextile).

Le sous-bassin Inverness contient 18 seuils qui ont été aménagés le long du chemin Tibbits Hill. Entre la rue Blackwood et le chemin Price, les seuils ont été aménagés d'un seul côté du chemin Tibbits Hill; et entre le chemin Price et l'intersection du chemin Tibbits et de la rue St-Jude, les seuils ont été distribués de chaque côté du chemin Tibbits Hill. Une variété de seuils a été aménagée le long du chemin Tibbits, soit des seuils en pierre avec ou sans membrane, des seuils en pierre avec un drain et des seuils en gabion.

3. Suivi des ouvrages - méthodologie

Afin d'évaluer l'efficacité et l'intégrité des ouvrages aménagés dans le but de les reproduire sur l'ensemble du territoire municipal, un programme de suivi de ceux-ci a été développé pour les deux types d'ouvrages aménagés, soit le système bassin/marais et les seuils.

Pour le système bassin/marais, le programme de suivi afin de vérifier la qualité et la quantité de sédiments s'échelonne de l'année 2011 à l'année 2014. L'année 2011 correspond à l'état 0, soit l'état du système dès la fin de son aménagement et la mise en fonction. Les autres années de suivi correspondent à des années entières de fonctionnement du système. Quant au seuil, le suivi est réalisé sur deux années d'abord en 2011 pour établir l'état 0 de chaque seuil et en 2012 après une année complète de fonctionnement.

3.1 Bassin/Marais du Centre communautaire

3.1.1 Période et stations d'échantillonnage

Comme prévu à l'état 0 du programme de suivi, une seule collecte d'échantillons de sédiments devait se faire dans le marais en 2011, et ce, dès que la végétation présenterait une croissance satisfaisante. Cette première collecte a ainsi été réalisée le 26 juillet 2011.

La figure 1 présente la localisation des stations d'échantillonnage du bassin de sédimentation et du marais du Centre communautaire. Le nombre de stations a été choisi en fonction de la superficie des ouvrages, soit une station par 100 m² et une station supplémentaire pour la portion de terrain résiduelle d'une superficie inférieure à 100 m². Ainsi, deux stations ont été échantillonnées dans le bassin et neuf stations ont été échantillonnées dans le marais filtrant.

3.1.2 Choix des paramètres d'analyse

Les différents paramètres retenus pour caractériser les sédiments sont décrits au tableau 1.

Figure 1 : Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments à l'état 0 dans le bassin et le marais du Centre communautaire



Tableau 1 : Paramètres de caractérisation des sédiments à l'état 0

| Paramètres | Description |
|----------------------------------|---|
| Granulométrie et sédimentométrie | <p>L'analyse granulométrique et sédimentométrique des sédiments permet de connaître leur nature en donnant les proportions de sable, de silt ou d'argile dont ils sont composés. Il a été convenu de procéder à une analyse sédimentométrique, en complément à la granulométrie, afin de préciser le contenu en silt et en argile des sédiments, puisque ce sont à ces grosseurs de particules qu'est généralement relié le phosphore. Ces analyses permettent de déterminer la nature des sédiments au départ (état 0), afin d'obtenir une base de comparaison pour les années suivantes.</p> <p>Également, l'analyse granulométrique et sédimentométrique des sédiments permet de les comparer au substrat épandu dans le fond du marais afin de vérifier s'il y a accumulation ou non de sédiments, et ce, sur quelle épaisseur afin d'en évaluer le volume.</p> |
| Phosphore total | <p>Le phosphore total contenu dans les sédiments provient de particules de sol qui se sont érodées dans le bassin versant le long des fossés ou des terres agricoles. Il provient également de la déposition de la matière en suspension dans l'eau. L'analyse du phosphore total dans les sédiments permet de suivre l'évolution des concentrations entre l'état 0 et les années suivantes. Comme le substrat doit fixer le phosphore qui entre dans le marais filtrant, celui-ci devrait s'enrichir en phosphore au fil des ans. Le suivi permettra de valider cette hypothèse.</p> |
| Fer et aluminium total | <p>Les concentrations en fer et en aluminium dans les sédiments contribuent à la fixation du phosphore. Ainsi, plus il y a de fer par rapport au phosphore dans les sédiments, plus les sédiments retiendront le phosphore. L'aluminium joue également un rôle dans la séquestration du phosphore dans les sédiments. Deux ratios ont été retenus pour évaluer la capacité des sédiments à retenir le phosphore, soit le ratio du fer sur le phosphore et le ratio du phosphore sur l'aluminium.</p> |
| Matière organique | <p>La matière organique est composée d'organismes vivants, de résidus de végétaux et d'animaux et de produits en décomposition. Elle ne représente, en général, que quelques pour cent (0,5 % à 10 %) de la masse des sédiments. Le pourcentage de la matière organique présent dans les sédiments est un indice de sa richesse. Les sédiments de l'état 0 devraient être moins concentrés en matière organique que ceux analysés dans les années suivantes. Le suivi permettra de valider cette hypothèse.</p> |

3.1.3 Méthodes d'échantillonnage et d'analyse en laboratoire

Le programme de suivi prévoyait un échantillonnage du substrat et des sédiments de l'état 0 sur une profondeur de 10 cm avec un carottier (Multi-stage Sediment Sludge Sampler Kit) dans le bassin et dans le marais. Toutefois, la compaction du substrat du marais était telle que le carottier n'a pu être introduit à plus de 2 ou 3 centimètres de profondeur. Ainsi, une autre méthode de prélèvement a dû être employée. Les trous dans le fond du marais ont été creusés à la main avec une petite pelle. Un échantillon



représentatif des couches de sol, sur une profondeur moyenne de 10 cm, a ainsi pu être prélevé. Cet échantillon a été recueilli dans un contenant et homogénéisé. Chaque contenant a été conservé au frais avant d'être acheminé, dans les 24 heures suivant l'échantillonnage, au laboratoire accrédité Biolab de Joliette pour effectuer les analyses portant sur le phosphore total, l'aluminium total, le fer total et la matière organique. L'épaisseur des couches du substrat et des sédiments constituant l'échantillon récolté a été notée à chaque station.

Chez Biolab, l'analyse du phosphore total a été réalisée par colorimétrie (limite de détection de 0,03 mg/l). L'aluminium et le fer total ont été analysés par spectrométrie (limite de détection est de 9 mg/kg en base sèche pour l'aluminium et de 70 mg/kg en base sèche pour le fer). Enfin, la matière organique a été analysée par perte au feu.

Les sédiments prélevés pour l'analyse granulométrique et sédimentométrique, ont été conservés dans un sac identifié et ont été livrés au Laboratoire 2000 dans les 24 heures suivant l'échantillonnage.

3.2 Seuils

3.2.1 Points d'évaluation

Le programme de suivi des seuils se divise en trois parties, soit la vérification de l'efficacité des ouvrages à capter les sédiments et à retenir du phosphore, la vérification de l'intégrité des ouvrages et l'évaluation de l'impact des ouvrages sur leur environnement. À chaque inspection, trois fiches renfermant une l'identification d'informations à colliger, devaient être remplies. Un modèle des fiches est joint à l'annexe 4.

3.2.2 Périodes et stations d'échantillonnage

Pour l'ensemble des 27 seuils aménagés en bordure du chemin Centre et du chemin Tibbits Hill, l'évaluation du volume de sédiments retenus devait se faire chaque mois. L'analyse des sédiments, c'est-à-dire l'analyse granulométrique et l'analyse de leur concentration en phosphore, devait être effectuée trois fois dans l'année, soit après la fonte des neiges, au milieu de l'été et à l'automne. Le suivi de l'intégrité des ouvrages devait se faire à une fréquence de trois visites par année. Finalement, l'observation de l'impact des ouvrages sur leur environnement devait s'effectuer trois fois par année ou plus selon les besoins.

La figure 2 présente les localisations des seuils sur la rue Centre, tandis que les figures 3 et 4 présentent les localisations des seuils sur le chemin Tibbits Hill.

3.2.3 Méthodes d'échantillonnage et d'analyses en laboratoire

Un échantillon composite (matériau prélevé à différents endroits dans la trappe à sédiments) à des fins d'analyses granulométriques a été récolté dans les trappes à sédiments et envoyé au Laboratoire 2000 dans les 24 heures suivant le prélèvement. La méthode d'essai utilisée est la LC 21-040.

Un échantillon composite a également été prélevé dans les trappes à sédiments à des fins d'analyses en laboratoire de la concentration en phosphore total des sédiments. Chaque échantillon a été recueilli dans un contenant et conservé au frais. Malheureusement, des problèmes techniques n'ont pas permis l'envoi



des échantillons dans les délais requis pour l'analyse en laboratoire de sorte qu'aucune analyse portant sur le phosphore total n'a pu être effectuée.

Figure 2 : Localisation des seuils sur le chemin Centre

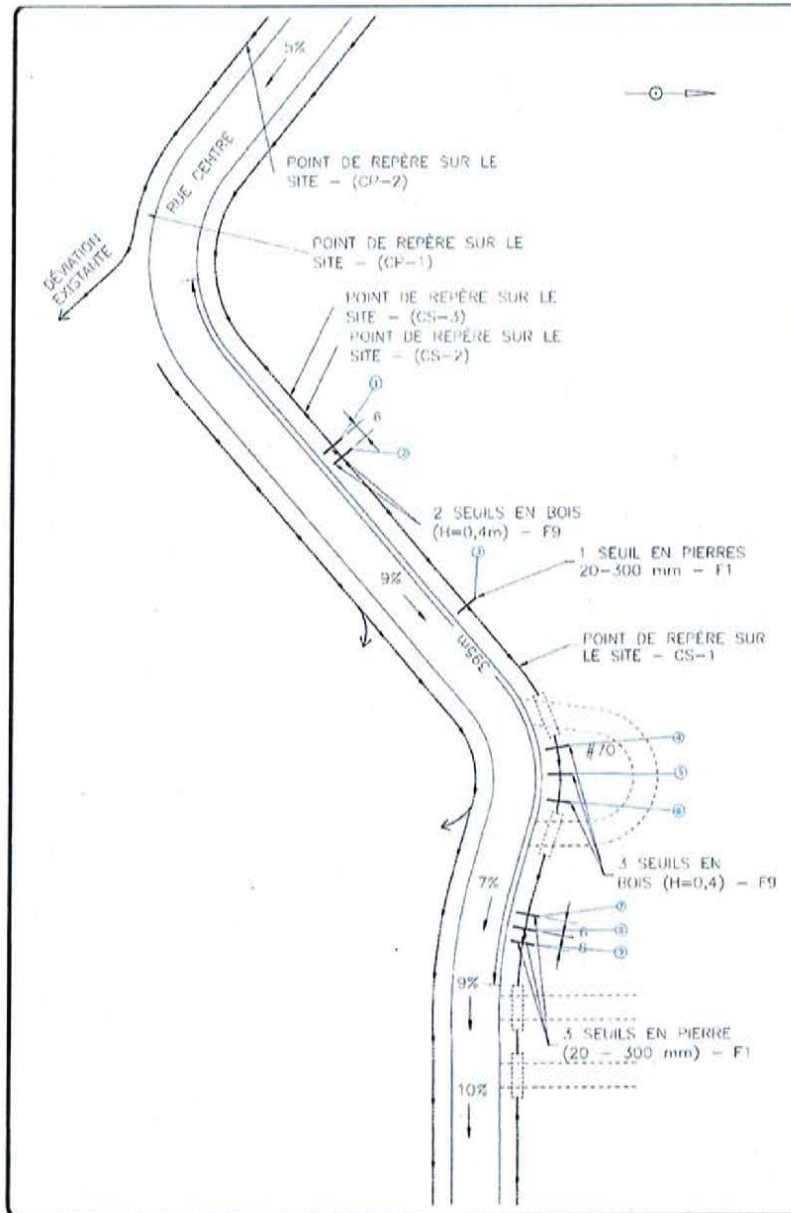


Figure 3 : Localisation des seuils sur le chemin Tibbits Hill

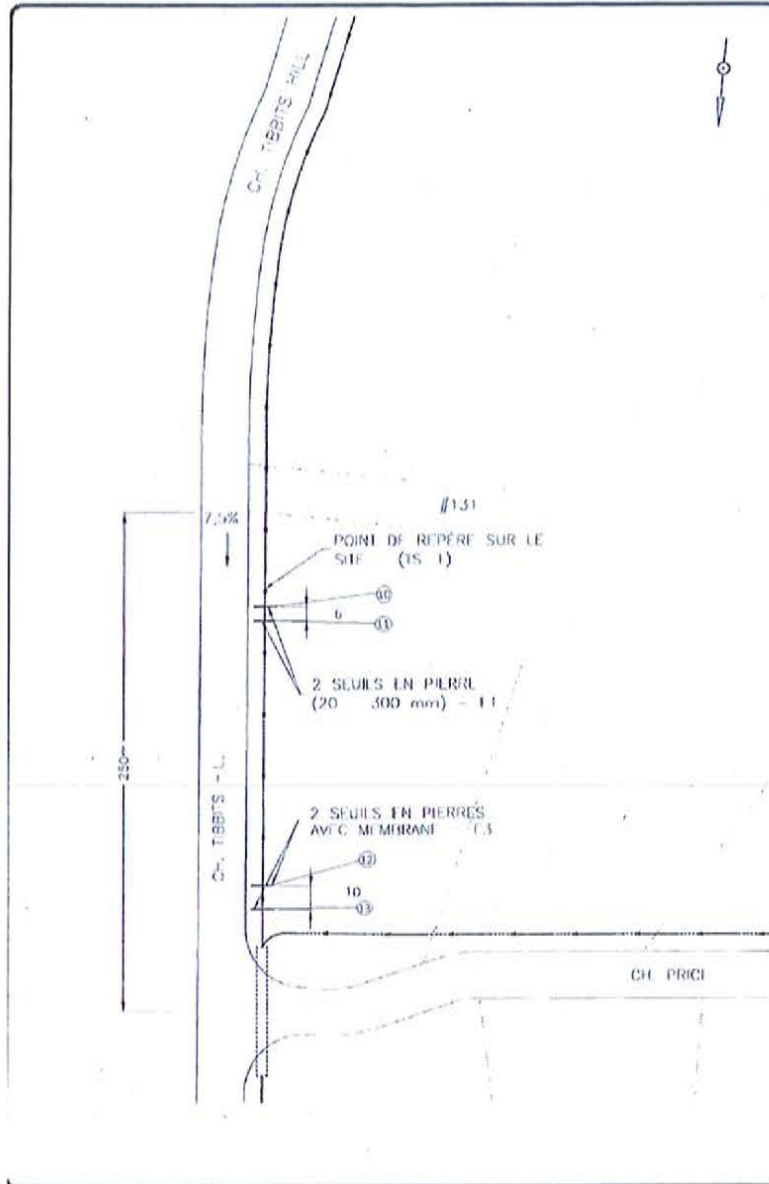
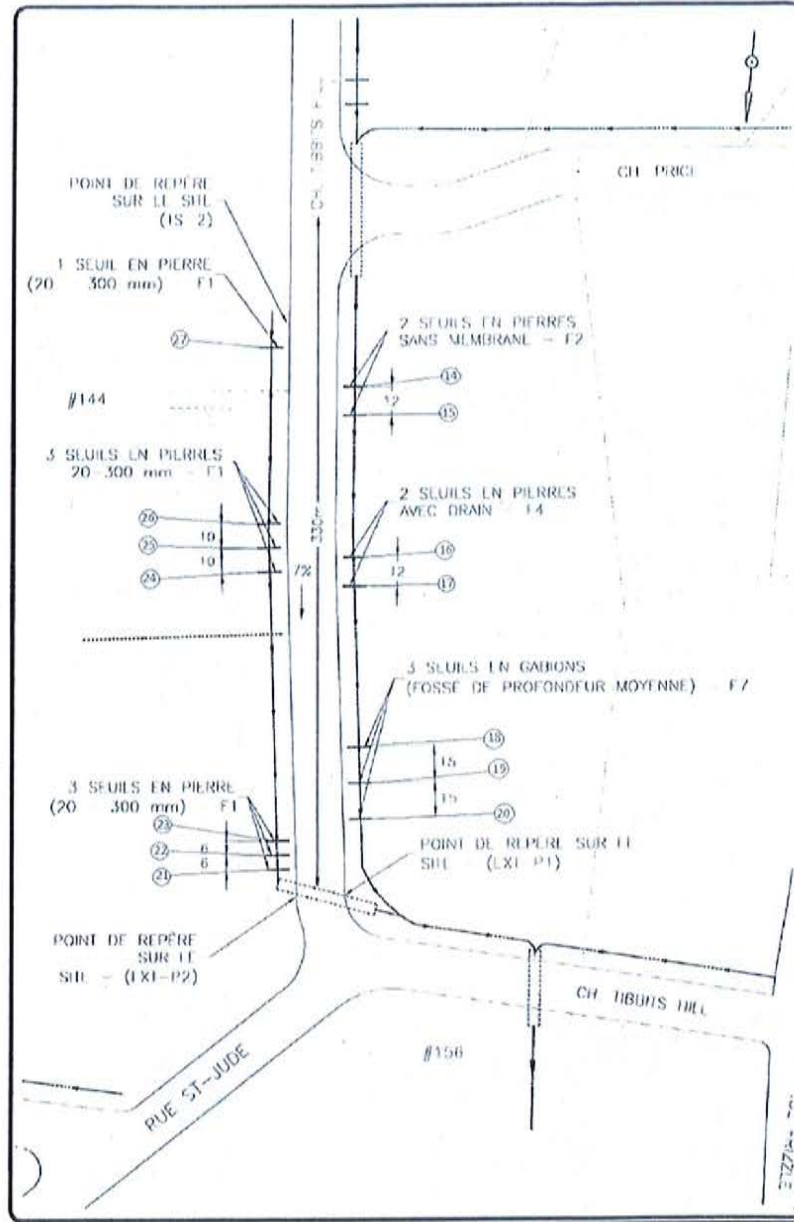


Figure 4 : Localisation des seuils sur le chemin Tibbits Hill (suite)



4. Présentation et analyse des résultats

4.1 Marais du Centre communautaire

4.1.1 Granulométrie et sédimentométrie

Une analyse granulométrique et sédimentométrique des sédiments à l'état 0 a été effectuée à partir des échantillons collectés au marais du Centre communautaire, ainsi que dans son bassin de sédimentation. Les résultats sont présentés aux tableaux 2 et 3.

Tableau 2 : Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments du marais du Centre communautaire (état 0)

| Stations marais | Épaisseur des sédiments (Sédiments/Substrat) | Composition granulométrique | | | |
|-----------------|--|-----------------------------|----------|-----------|-------------|
| | | Argile (%) | Silt (%) | Sable (%) | Gravier (%) |
| 1 | Trace/ 10 cm | 1 | 12 | 48 | 39 |
| 2 | Aucun/10 cm | 0 | 1 | 42 | 57 |
| 3 | 1 cm / 9 cm | 0 | 5 | 35 | 60 |
| 4 | Aucun/10 cm | 0 | 1 | 34 | 65 |
| 5 | Aucun/10 cm | 0 | 4 | 53 | 43 |
| 6 | 1 cm/9 cm | 0 | 4 | 39 | 57 |
| 7 | Trace/10 cm | 0 | 3 | 49 | 48 |
| 8 | Aucun/10 cm | 0 | 1 | 44 | 55 |
| 9 | >10 cm/aucun | 0 | 71 | 15 | 1 |

Tableau 3 : Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire (état 0)

| Stations bassin | Épaisseur des sédiments (Sédiments/Substrat) | Composition granulométrique | | | |
|-----------------|--|-----------------------------|----------|-----------|-------------|
| | | Argile (%) | Silt (%) | Sable (%) | Gravier (%) |
| 1 | Aucun/substrat | 0 | 7 | 93 | 0 |
| 2 | Aucun/substrat | 0 | 8 | 81 | 11 |

Selon les tableaux 2 et 3, on constate que les sédiments du marais et de son bassin de sédimentation sont principalement constitués d'un mélange de gravier et de sable, avec un peu de silt. On retrouve de l'argile à l'état de trace seulement à la station 1. La station 9 du marais montre une granulométrie différente des autres stations. On y retrouve majoritairement du silt (71 %) mélangé avec 15 % de sable et 1 % de gravier. D'après les granulométries obtenues, on constate que pour la majorité des stations, le matériau échantillonné correspondait au substrat épandu dans le fond du marais, soit environ 61 % de gravier, de 34 % de sable et de 6 % de silt et d'argile, à l'exception d'une seule station où il y a eu accumulation de sédiments fins (station 9).

4.1.2 Qualité des sédiments

Le matériau utilisé pour la construction du marais du Centre communautaire a été soigneusement sélectionné pour sa capacité à retenir le phosphore. En effet, en fonction de sa composition chimique, en particulier selon sa teneur en aluminium, un substrat peut absorber et fixer plus ou moins de phosphore. Un substrat faiblement saturé en phosphore pourra facilement créer de nouvelles liaisons chimiques, permettant ainsi sa rétention dans le marais. Il y a toutefois une limite à la quantité de phosphore fixé par un substrat et lorsque celui-ci devient saturé en phosphore, il peut alors libérer le phosphore dans l'eau. Le rapport du phosphore sur l'aluminium, extrait selon la méthode Mehlich 3, permet ainsi de déterminer la saturation d'un substrat en phosphore.

L'analyse de saturation en phosphore du substrat utilisé pour la construction du marais montre que celui-ci est très peu saturé en phosphore (0,41 % de saturation). Cette saturation est similaire à un sol naturel n'ayant jamais été fertilisé. Le tableau 4 présente la moyenne des concentrations en phosphore et en aluminium retrouvées dans le substrat initial du marais, ainsi que la saturation qui en résulte.

Tableau 4 : Saturation en phosphore du substrat épandu dans le marais du Centre communautaire

| Concentration en phosphore total (ppm) | Concentration en aluminium total (ppm) | Saturation en phosphore (%) |
|--|--|-----------------------------|
| 10 | 2 415 | 0,41 |

Cette valeur de saturation en phosphore obtenue dans le substrat montre que celui-ci est d'une faible fertilité. Par conséquent, le risque de perte de phosphore par relargage est également faible. Il est possible de conclure que le substrat étendu au fond du marais, lors de sa construction, comportait une composition chimique permettant la rétention du phosphore.

Le tableau 5 présente les concentrations des différents éléments retrouvés dans le substrat et les sédiments du marais, alors que le tableau 6 montre les concentrations retrouvées au bassin de sédimentation.

Tableau 5 : Qualité des sédiments du marais du Centre communautaire (état 0)

| Stations Marais | Qualité des sédiments du marais du Centre communautaire | | | | | |
|-----------------|---|--|--|------------------------------------|--------------|------------------|
| | Contenu en matière organique (%) | Concentration en phosphore total (mg/kg) | Concentration en aluminium total (mg/kg) | Concentration en fer total (mg/kg) | Ratio Fe : P | Ratio P : Al (%) |
| 1 | 1,0 | 403 | 7300 | 22000 | 55 | 5,5 |
| 2 | 0,0 | 505 | 5400 | 16000 | 32 | 9,4 |
| 3 | 1,0 | 563 | 12000 | 31000 | 55 | 4,6 |
| 4 | 1,0 | 573 | 5400 | 16000 | 28 | 10,6 |
| 5 | 1,0 | 720 | 5600 | 15000 | 21 | 12,9 |
| 6 | 0,0 | 471 | 9200 | 25000 | 53 | 5,1 |
| 7 | 1,2 | 614 | 5500 | 16000 | 26 | 11,1 |
| 8 | 1,0 | 500 | 6700 | 17000 | 34 | 7,5 |
| 9 | 10,0 | 1540 | 26000 | 59000 | 38 | 5,9 |

Les chiffres en vert indiquent que les sédiments ne sont pas susceptibles de libérer du phosphore puisque le ratio Fe : P est égal ou supérieur à 15.

Les chiffres en rouge indiquent que les sédiments sont susceptibles de libérer du phosphore puisque le ratio Fe : P est inférieur à 15.

Tableau 6 : Qualité des sédiments du bassin de sédimentation du Centre communautaire (état 0)

| Stations Bassin | Qualité des sédiments dans le bassin du Centre communautaire | | | | | |
|-----------------|--|--|--|------------------------------------|--------------|------------------|
| | Contenu en matière organique (%) | Concentration en phosphore total (mg/kg) | Concentration en aluminium total (mg/kg) | Concentration en fer total (mg/kg) | Ratio Fe : P | Ratio P : Al (%) |
| 1 | 1,0 | 883 | 4200 | 11000 | 12 | 21,0 |
| 2 | 0,0 | 789 | 4000 | 12000 | 15 | 19,7 |

Les chiffres en vert indiquent que les sédiments ne sont pas susceptibles de libérer du phosphore puisque le ratio Fe : P est égal ou supérieur à 15.

Les chiffres en rouge indiquent que les sédiments sont susceptibles de libérer du phosphore puisque le ratio Fe : P est inférieur à 15.

D'après les résultats, les concentrations en phosphore total dans le marais à l'état 0 sont, en moyenne, inférieures aux concentrations retrouvées dans le bassin de sédimentation. Il est possible que les

sédiments du bassin soient plus concentrés en phosphore, étant donné que le bassin est la première composante du système, il reçoit l'eau chargée en matières nutritives notamment du fait qu'une partie des eaux provient du drainage des terres de la ferme d'élevage de canards autrefois utilisées pour l'épandage du fumier. On suppose qu'il y aurait déjà dans le bassin, une première incorporation du phosphore dans les sédiments, causant un enrichissement de ces derniers en phosphore total. Parmi toutes les stations, ce sont les sédiments analysés à la station 9 du marais qui sont les plus concentrés en phosphore total (1540 mg/kg). Ces aussi à cet endroit que l'on retrouve la plus grande épaisseur de sédiments fins, soit >10 cm. L'échantillon a donc été entièrement prélevé dans les sédiments fins alors que pour toutes les autres stations, les sédiments étaient présents qu'en mince couche ou absents.

Le contenu des échantillons en matière organique est très faible, autant dans le marais que dans le bassin de sédimentation, à l'exception encore une fois, de la station 9 où il y a eu l'accumulation de matière organique. Le secteur où a été prélevé l'échantillon 9 est probablement suffisamment à l'écart pour ne pas être influencé par une circulation des eaux dans le marais facilitant ainsi la déposition des sédiments fins à cet endroit. Cette rétention et cette accumulation de sédiments montrent que l'action épuratrice a débuté.

Les concentrations de fer total sont en moyenne de 24 111 mg/kg dans le marais, alors que dans le bassin de sédimentation, elles sont de 11 500 mg/kg. Pour leur part, les concentrations en aluminium total sont en moyenne de 9 233 mg/kg dans le marais et de 4 100 mg/kg dans le bassin de sédimentation.

Selon le ratio du fer total sur le phosphore total présenté au tableau 5, les sédiments du marais ne sont pas susceptibles de relarguer le phosphore. Ainsi, les concentrations en fer total par rapport aux concentrations de phosphore total permettent la fixation du phosphore sur les particules de fer, faisant ainsi diminuer le risque de relargage du phosphore dans l'eau. De plus, une mesure *in situ* de la concentration en l'oxygène dissous dans l'eau du marais (6,10 mg/l) indique que celle-ci est suffisamment oxygénée pour éviter le relargage du phosphore par les sédiments.

Selon le tableau 6, il en va autrement pour les sédiments du bassin. Le substrat et les sédiments du bassin ne sont pas, en moyenne, suffisamment concentrés en fer total pour fixer le phosphore. Toutefois, il est important de préciser que lorsque le ratio du fer sur le phosphore est inférieur à 15, le relargage du phosphore se fera seulement en conditions anoxiques (lorsqu'il manque d'oxygène dans l'eau). Or, lors de la collecte d'échantillons de sédiments, une mesure de l'oxygène dissous dans l'eau du bassin a montré que celle-ci était suffisamment oxygénée à la surface des sédiments (5,83 mg/l d'oxygène dissous) pour prévenir le relargage du phosphore des sédiments.

En somme, les résultats du suivi du marais du Centre communautaire montrent que le marais et son bassin de sédimentation ont commencé à retenir le phosphore dans le substrat et les sédiments. Cette accumulation semble être plus importante dans le bassin. La matière organique a également commencé à s'accumuler sur l'ensemble du marais, mais particulièrement à la station 9 où le faible courant d'eau facilite la déposition de particules fines.

Par ailleurs, l'analyse du substrat initial a consisté à mesurer le taux de saturation en phosphore du substrat à partir des résultats d'analyses du phosphore et de l'aluminium effectuées selon la méthode d'extraction Mehlich 3. Malheureusement, les analyses effectuées sur le substrat et les sédiments à l'état 0 ne peuvent être comparées aux analyses effectuées sur le substrat initial, étant donné que les méthodes d'analyse en laboratoire sont différentes. La méthode d'extraction Mehlich 3 permet de mesurer les concentrations en phosphore ou en aluminium bio-disponibles, alors que la méthode par

colorimétrie et par spectrométrie mesure les concentrations totales. Ces dernières sont ainsi beaucoup plus élevées.

4.2 Seuils

4.2.1 Quantité des sédiments

Lors du suivi effectué le 7 juin 2011, des mesures de dimension de la trappe à sédiments et de l'épaisseur de ceux-ci ont été prises à l'aide de réglottes. Avec ces mesures, le volume de sédiments retenus à l'aval de chaque seuil a pu être estimé. Le volume de sédiments estimé est présenté au tableau 7.

Tableau 7 : Quantité de sédiments prélevés dans les seuils (juin 2011)

| Identification du seuil | | | | Quantité de sédiments prélevés dans les seuils (juin 2011) |
|-------------------------|--------------|--------------|-----------|--|
| Rue | No. du seuil | Position | Type | Volume estimé (m ³) |
| Centre | 1 | Amont | Bois | 0,21 |
| Centre | 2 | | Bois | 0,88 |
| Centre | 3 | | Pierre-F1 | 1,38 |
| Centre | 4 | | Bois | 0,45 |
| Centre | 5 | | Bois | 1,01 |
| Centre | 6 | | Bois | 1,18 |
| Centre | 7 | | Pierre-F1 | Absence de sédiments |
| Centre | 8 | ↓ | Pierre-F1 | 0,14 |
| Centre | 9 | Aval | Pierre-F1 | Absence de sédiments |
| Tibbits Hill | 10 | Amont | Pierre-F1 | Absence de sédiments. |
| Tibbits Hill | 11 | | Pierre-F1 | Absence de sédiments |
| Tibbits Hill | 12 | | Pierre-F3 | 0,68 |
| Tibbits Hill | 13 | | Pierre-F3 | Absence de sédiments |
| Tibbits Hill | 14 | | Pierre-F2 | 0,95 |
| Tibbits Hill | 15 | | Pierre-F2 | 1,39 |
| Tibbits Hill | 16 | | Pierre-F4 | 0,86 |
| Tibbits Hill | 17 | | Pierre-F4 | 1,02 |
| Tibbits Hill | 18 | | Gabion | 3,3 |
| Tibbits Hill | 19 | ↓ | Gabion | 2,3 |
| Tibbits Hill | 20 | Aval | Gabion | Aucune mesure |
| Tibbits Hill | 21 | Aval | Pierre-F1 | 1,11 |
| Tibbits Hill | 22 | ↑ | Pierre-F1 | 0,99 |
| Tibbits Hill | 23 | | Pierre-F1 | 1,05 |
| Tibbits Hill | 24 | | Pierre-F1 | 0,22 |
| Tibbits Hill | 25 | | Pierre-F1 | 1,55 |
| Tibbits Hill | 26 | | Pierre-F1 | 1,30 |
| Tibbits Hill | 27 | Amont | Pierre-F1 | 0,19 |

L'analyse primaire des volumes estimés ne démontre aucune tendance réelle quant à l'efficacité des successions de seuils par rapport à la présence d'un seuil unique ou à la performance des différents types de seuils. Toutefois, il est intéressant de noter que les deux seuils de gabion, lesquels sont à l'aval d'une série de 8 seuils, sont ceux qui ont récolté la plus grande quantité de sédiments. Au total, quelque 22 m³ de sédiments ont été ramassés en juin 2011. Considérant que les trappes à sédiments des seuils avaient été vidangées à l'automne précédent, tout juste avant l'hiver, on suppose donc qu'il s'agit des matériaux accumulés lors de la période de fonte de la neige.

4.2.2 Granulométrie

Selon le tableau 8, on constate que le seuil 3 constitué de pierres disposées à une faible profondeur, est celui qui retient le plus le sable grossier et moyen. Il y a une augmentation de la quantité de particules fines retenue entre les stations 4 et 5, dont le seuil est constitué de bois. Aussi, la proportion de silt et sable fin constituant les sédiments augmente de l'amont vers l'aval sur l'ensemble du chemin Centre. D'ailleurs, on dénote une tendance de l'augmentation des particules fines de l'amont vers l'aval.

Tableau 8 : Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments - seuils du chemin Centre (état 0)

| Numéro de seuil | Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments - seuils du chemin Centre (état 0) | | | | | |
|-----------------|---|----------|---------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | Argile (%) | Silt (%) | Sable fin (%) | Sable grossier et moyen (%) | Gravier fin (%) | Gravier grossier et fin (%) |
| 1 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 2 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 3 | 0 | 13 | 24 | 47 | 16 | 0 |
| 4 | 0 | 9,5 | 7,5 | 38 | 0 | 45 |
| 5 | 0 | 28 | 22 | 38 | 12 | 0 |
| 6 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 7 | Absence de sédiments | | | | | |
| 8 | 0 | 33 | 21 | 24 | 22 | 0 |
| 9 | Absence de sédiments | | | | | |

On retrouve au tableau 9 les informations obtenues lors de l'échantillonnage des seuils du chemin Tibbits Hill. Il est difficile d'analyser la performance des seuils aménagés en bordure de ce chemin puisque les données recueillies sont insuffisantes pour dégager des tendances. On remarque toutefois que les seuils de type gabion (seuils 18 et 19) retiennent mieux le sable grossier et moyen alors que le seuil 17, qui est formé de pierre avec noyaux, membrane géotextile et drain, retient nettement plus de silt que les deux autres.

Tableau 9 : Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments - seuils du chemin Tibbits Hill (état 0)

| Numéro de seuil | Analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie des sédiments - seuils du chemin Tibbits Hill (état 0) | | | | | |
|-----------------|---|----------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------|
| | Argile (%) | Silt (%) | Sable grossier et moyen (%) | Sable fin (%) | Gravier grossier et fin (%) | Gravier fin (%) |
| 10 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 11 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 12 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 13 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 14 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 15 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 16 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 17 | 0 | 70 | 2 | 28 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 2 | 51 | 22 | 0 | 25 |
| 19 | 0 | 8,5 | 63 | 16,5 | 0 | 12 |
| 20 | Aucun relevé | | | | | |
| 21 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 22 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 23 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 24 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 25 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 26 | Analyse non réalisée | | | | | |
| 27 | Analyse non réalisée | | | | | |

Au courant de l'année 2011, une seule fiche a été compilée pour l'ensemble des seuils, soit celle portant sur le volume des sédiments retenus. Les autres fiches portant sur l'intégrité et l'impact des ouvrages respectivement n'ont pas été complétées. Aussi, certains paramètres n'ont soit pas été analysés, ou bien ils ne l'ont pas été à la fréquence qui était prévue, et ce, dû à certains problèmes techniques. Ainsi pour l'ensemble des seuils, les données recueillies concernent le volume total estimé de sédiments dans chaque seuil et la granulométrie pour un ensemble de sept seuils. Aucune donnée n'est disponible en ce qui concerne la concentration en phosphore total et la concentration en matière organique.

5. Recommandations

Étant donné le manque d'assiduité des campagnes d'échantillonnage, et par conséquent le nombre important de données manquantes, plusieurs recommandations sont émises afin d'arriver à des conclusions valables au terme du projet. Également, il aurait lieu de considérer l'année 2012 comme l'année témoin (état 0) et de décaler la deuxième année de suivi en 2013. Les recommandations à l'égard du suivi des seuils sont les suivantes :

- Vider tous les seuils le même jour.
- Poser des réglettes permanentes, visibles, et résistantes à la pelle (5 réglettes positionnées en forme de croix) à chaque seuil.
- Prise de photo des réglettes une fois installées.
- Mesurer, à l'aide des réglettes, la quantité de sédiments accumulée à l'amont de chaque seuil et ce, sur une base mensuelle juste et juste avant la vidange des trappes. Vider mensuellement les fosses et compiler les quantités afin d'obtenir un total sur une base annuelle. Tenir un registre de ces informations.
- L'échantillonnage pour la granulométrie et l'analyse du phosphore total doit être effectué comme suit :
 - Trois fois par année (après la fonte des neiges, au milieu de l'été et à l'automne) pour chaque rue sur une suite d'au moins trois seuils consécutifs;
 - Pour chaque campagne d'échantillonnage, au moins un échantillon devra être prélevé par type de seuil (bois, gabion, pierre);
 - Une des trois campagnes d'échantillonnage devra être complète, c'est-à-dire que tous les seuils devront être échantillonnés.
- Le suivi de l'intégrité des ouvrages devra être fait comme suit :
 - Compléter les fiches à ce sujet;
 - Trois fois par année;
 - Assurer une certaine constance dans la manière de procéder, idéalement le suivi devrait être effectué par la même personne;
 - Prendre cinq photos pour chaque seuil (vue de l'amont, de l'aval, de chaque côté, et de la trappe à sédiments).
- Le suivi de l'impact des ouvrages sur l'environnement :
 - Compléter les fiches;
 - Trois fois par année;
 - Prendre des photos lorsqu'il y a présence d'érosion et de terrains inondés.

Pour le suivi du marais :

- Il serait pertinent d'effectuer également des analyses en phosphore et en aluminium selon la méthode Mehlich afin de pouvoir comparer les données du substrat et les données sur les sédiments recueillies.
- De même, les sédiments prélevés ne doivent pas être mélangés avec le substrat du marais pour les échantillons à analyser. Les analyses ne doivent porter que sur les sédiments ou sur le substrat.

**Annexe 1 –
Localisation générale du marais du Centre communautaire et
des seuils**

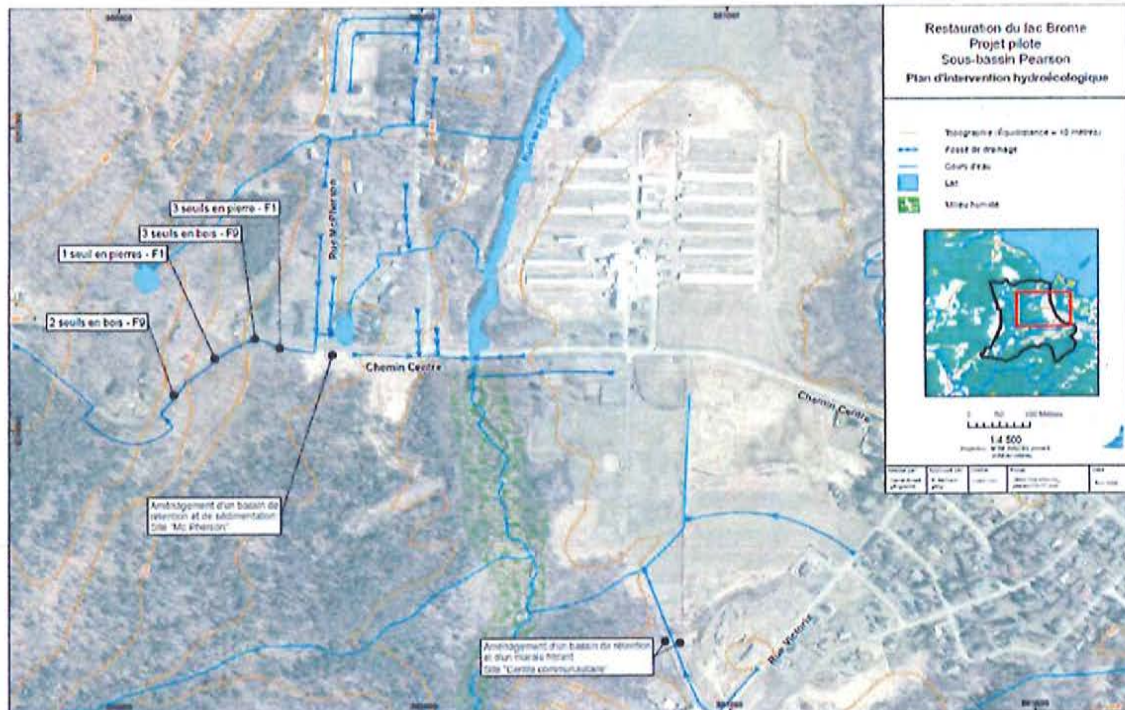


Figure 1 Localisation générale des aménagements prévus dans le sous-bassin Pearson (chemin Centre, site du Centre communautaire et site McPherson)

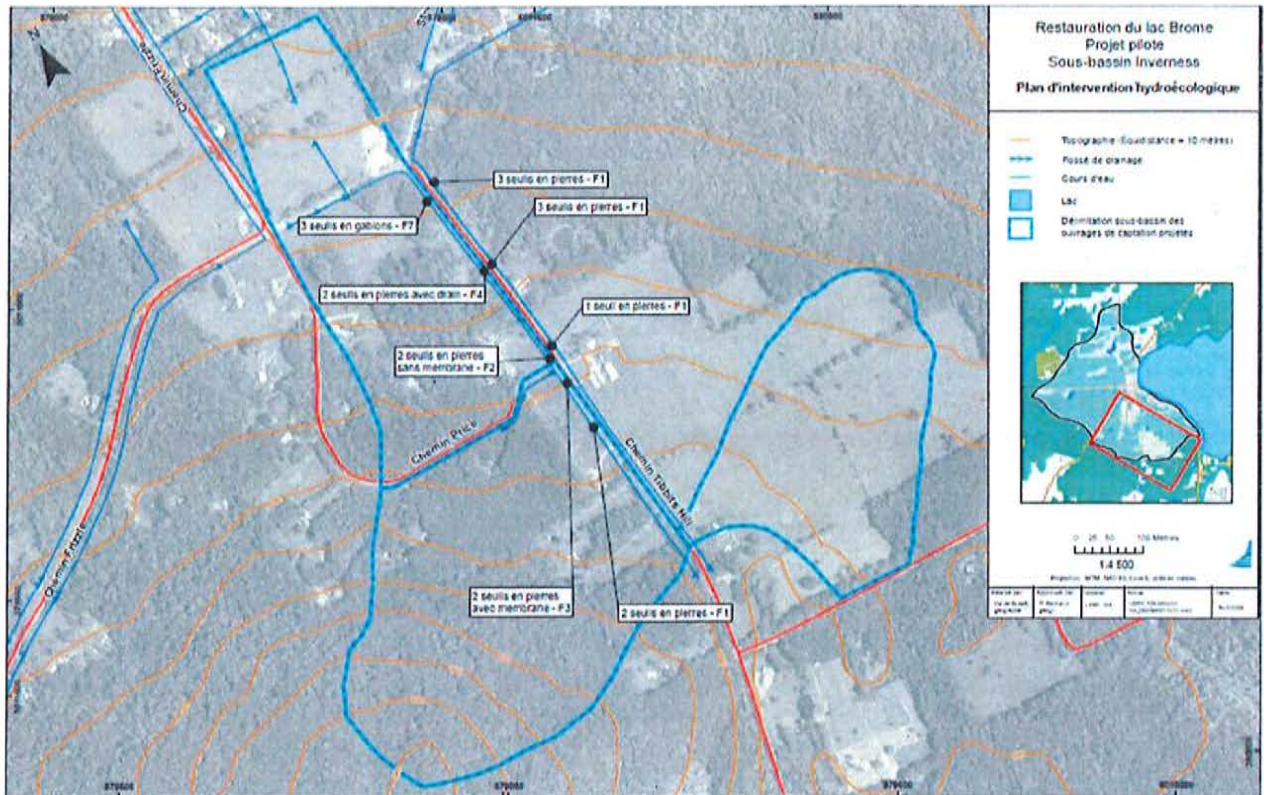
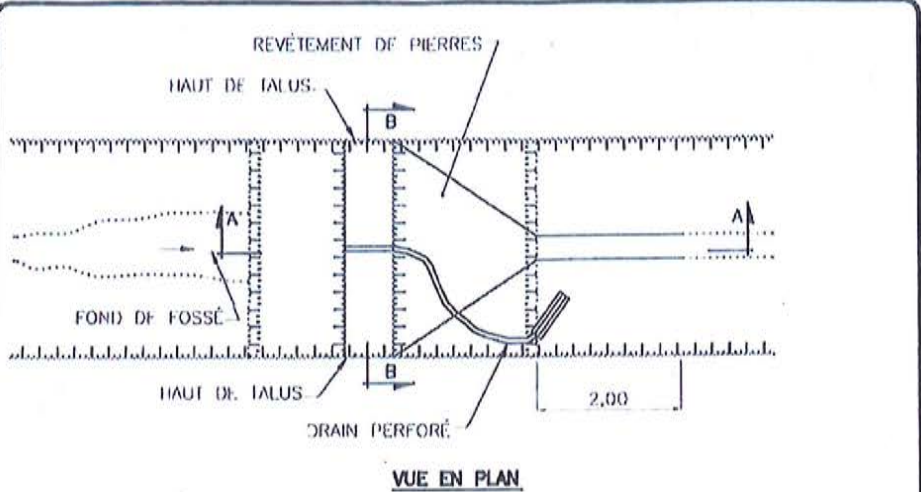


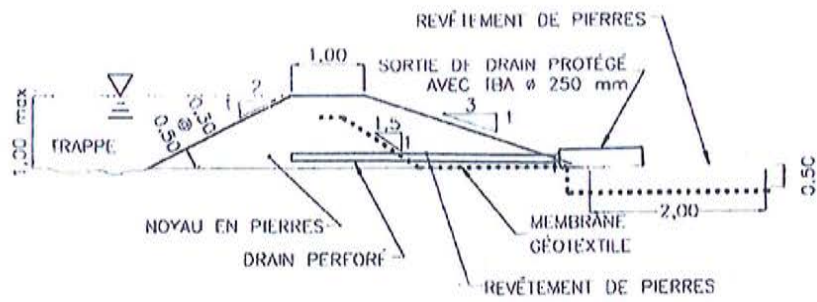
Figure 2 Localisation générale des aménagements prévus dans le sous-bassin Inverness en bordure du chemin Tibbits Hill

**Annexe 2 –
Plan et coupes d'aménagement du marais du Centre communautaire**

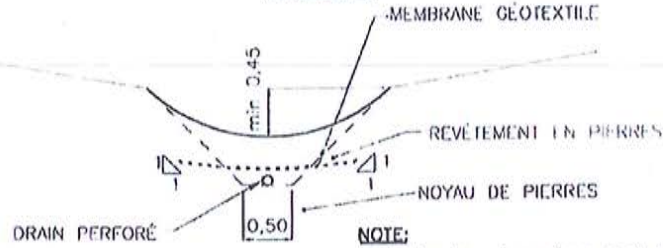
**Annexe 3 –
Détails d'aménagement des seuils**



VUE EN PLAN




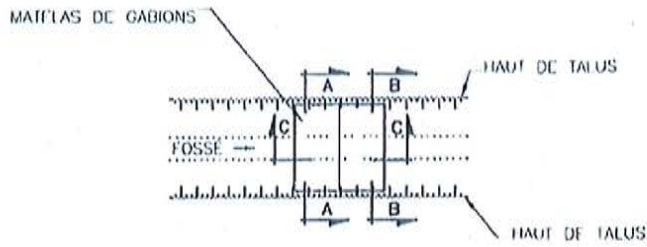
COUPE A-A



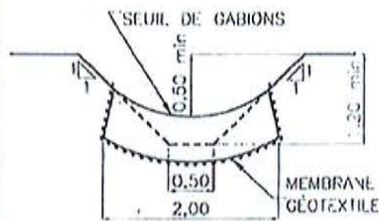
COUPE B-B

- NOTE:**
- Toutes les dimensions sont en mètres.
 - Troppe à sédiments: À creuser lorsque l'espace disponible le permet.
 - Applications: Fossés de profondeur minimale de 1,2 m.
 - Revêtement en pierres: le calibre de pierre est 200-300 mm ou plus.
 - Noyau en pierres: Pierres de calibre 20-70 mm ne contenant pas plus de 5% de matières fines passant le tamis de 80µm.
 - Membrane géotextile: Texel 918 ou équivalent.
 - Drain perforé: Diamètre 100 mm, 300 kPa.

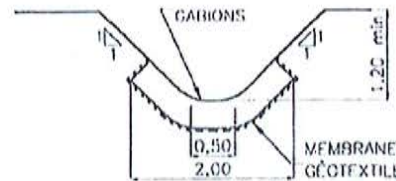
| | | | | | |
|---|---|----------------------------------|---------------------------|---------------------|-------------|
|  | Dessiné par: G.F. CARON, tech. | Approuvé par: S. GIRARD, ing. | Dossier no.: LBRV-108 | Date: 2008-10-27 | Plan: F4 |
| | Projet: LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON | | | | |
| | Titre: PLAN DE DÉTAIL - SEUIL EN PIERRES AVEC DRAIN - FOSSÉ DE PROFONDEUR MOYENNE | | | | |
| | Fichier technique: LBRV-108-C01 | Échelle: N/A | Auteur: Révisé: 4/10 0 | | |



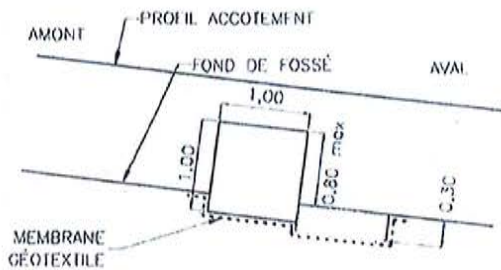
VUE EN PLAN



COUPE A-A




COUPE B-B

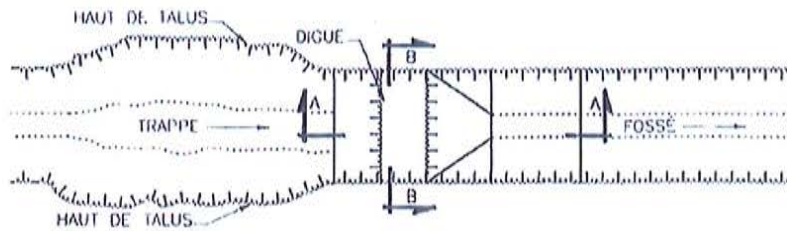


COUPE C-C

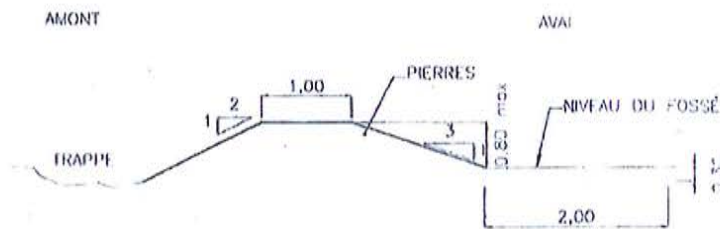
NOTE:

- Toutes les dimensions sont en mètres.
- Géotextile: Texel 918 ou équivalent.
- Seuil de gabions: Pierre de diamètre entre 80 mm et 200 mm. Le matelas est conforme à la norme 14501, dimension 2,0 x 1,0 x 1,0 et 2,0 x 1,0 x 0,3.
- Applications: Fossés de profondeur minimale de 1,2 m.

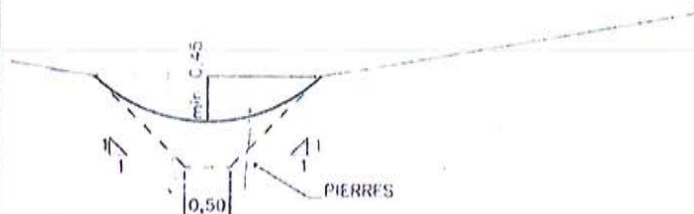
| | | | | | |
|---|-----------------------------------|--|---------------------|-------------------------------|--|
|  <p>TEKNIKA TIBA</p> | Scale: | Project: LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON | | | |
| | Title: | PLAN DE DÉTAIL SEUIL DE GABIONS - FOSSE DE PROFONDEUR MOYENNE | | | |
| | Approuvé par: S. GIRARD, ing. | Dossier no: LBRV-10B | Date: 2008-10-27 | Plan: F7 | |
| | Dessiné par: G.F. CARON, tech. | Fichier Géométrique: LBRV-10B-C01 | Échelle: N/A | Inscrit no: Révisé: 7/10 0 | |



VUE EN PLAN




COUPE A-A

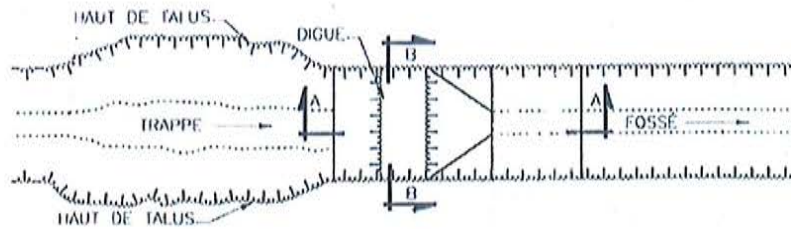


COUPE B-B

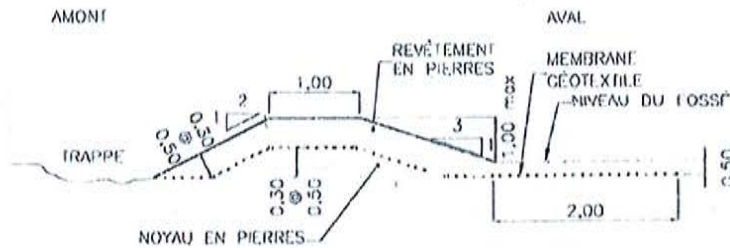
NOTE:

- Toutes les dimensions sont en mètres.
- Troppe à sédiments: À creuser lorsque l'espace disponible le permet.
- Applications: Fossés de profondeur minimale de 0,8 m.
- Pierres: Pierres de calibre 20-300 mm ne contenant pas plus de 5% de matières fines passant le tamis de 80µm.

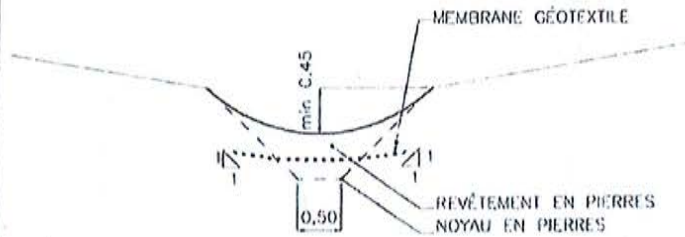
| | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|---------------------|--------------|-----------|
|  | Scieur: | Projet: LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON | | | |
| | | Ing: PLAN DE DÉTAIL SEUIL EN PIERRES - FOSSÉ DE FAIBLE PROFONDEUR | | | |
| | Approuvé par: S. GIRARD, Ing. | Dossier no: LBRV-100 | Date: 2008-10-27 | Fon: F1 | |
| | Dessiné par: G.F. CARON, tech. | Fichier électronique: LBRV-108-C01 | Échelle: N/A | Fusion: 1/10 | Revisé: 0 |



VUE EN PLAN




COUPE A-A

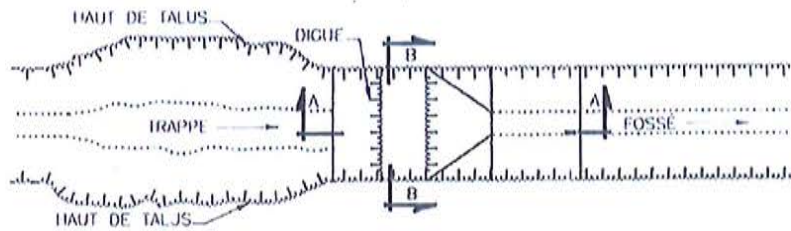


COUPE B-B

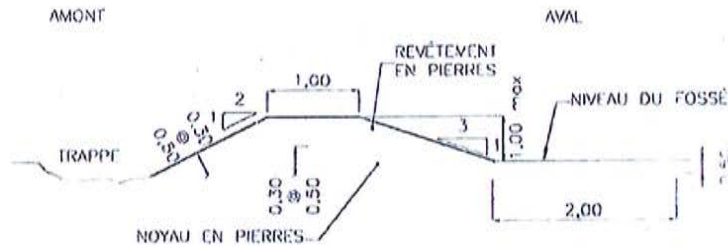
NOTE:

- Toutes les dimensions sont en mètres.
- Troppe à sédiments: À creuser lorsque l'espace disponible le permet.
- Applications: Fossés de profondeur minimale de 1,2 m.
- Revêtement en pierres: le calibre de pierre est 200-300 mm ou plus.
- Noyau en pierres: Pierres de calibre 20-70 mm ne contenant pas plus de 5% de matières fines passant le tamis de 80µm.
- Membrane géotextile: Texel 918 ou équivalent.

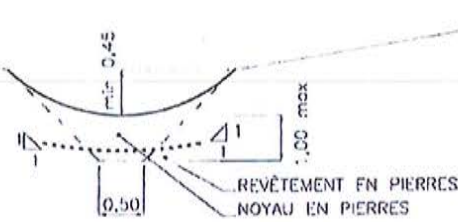
| | | | | |
|---|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------------------|
|  | Scale: | Project: LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON | | |
| | | Title: PLAN DE DÉTAIL - SEUIL EN PIERRE AVEC MEMBRANE - FOSSÉ DE PROFONDEUR MOYENNE | | |
| | Approuvé par: S. GIERARD, Ing. | Dossier no: LBRV-108 | Date: 2008-10-27 | Plan: F3 |
| | Dessiné par: G.F. CARON, tech. | Fichier électronique: LBRV-108-C01 | Echelle: N/A | Feuille no: Révision: 3/10 0 |



VUE EN PLAN



COUPE A-A



COUPE B-B

NOTE:

- Toutes les dimensions sont en mètres.
- Troppe à sédiments: À creuser lorsque l'espace disponible le permet.
- Applications: Fossés de profondeur minimale de 1,2 m.
- Revêtement en pierres: le calibre de pierre est 200-300 mm ou plus.
- Noyau en pierres: Pierres de calibre 20-70 mm ne contenant pas plus de 5% de matières fines passant le tamis de 80µm.



Sous:

Projet:

LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION
HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON

Titre:

PLAN DE DÉTAIL - SEUIL EN PIERRE
SANS MEMBRANE - FOSSE DE PROFONDEUR MOYENNE

Approuvé par:

S. GIRARD, ing.

Dossier no.:

LBRV-108

Date:

2008-10-27

Plan:

F2

Dessiné par:

G.F. CARON, tech.

Fichier électronique:

LBRV-108-C01

Échelle:

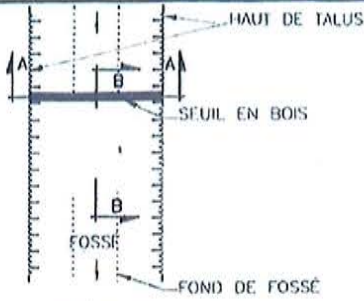
N/A

Feuille no.:

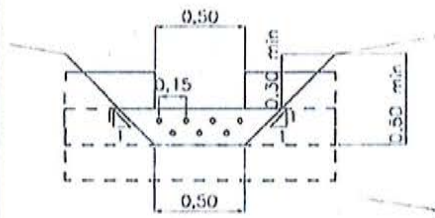
2/10

Révision:

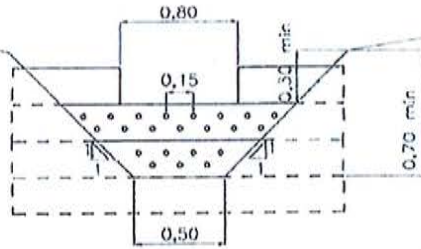
0



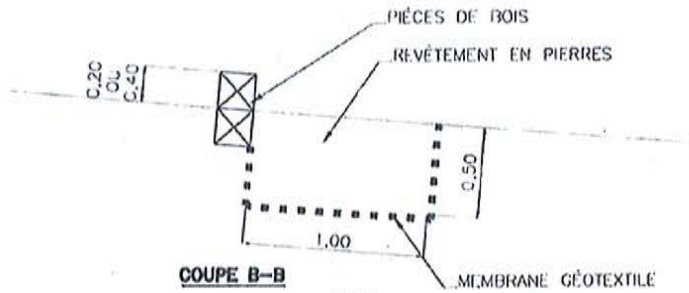
VUE EN PLAN



COUPE A-A -- TYPE 1



COUPE A-A -- TYPE 2



COUPE B-B

NOTE:

- Toutes les dimensions sont en mètres.
- Revêtement en pierres: Calibre 200-300 mm, épaisseur de 500 mm.
- Pièces de bois: Morceaux de 200 mm X 200 mm. Les trous sont de 25 mm de diamètres.
- Applications: Fossés de profondeur minimale de 0,5 m.
- Membrane géotextile: Texel 918 ou équivalent.



Devis:

Projet:

LAC BROME - PLAN D'INTERVENTION
HYDROÉCOLOGIQUE DU SOUS-BASSIN PEARSON

Fiche:

PLAN DE DÉTAIL
SEUIL EN BOIS - FOSSE DE FAIBLE PROFONDEUR

Approuvé par:

S. GIRARD, ing.

Dossier no.:

LBRV-10B

Date:

2008-10-27

Plan:

F9

Dessiné par:

G.F. CAHON, tech.

Fichier électronique:

LBRV-10B-C01

Échelle:

N/A

Foires no.:

9/10

Révision:

0

**Annexe 4 –
Modèle des fiches d'inspection des seuils**

IMPACT DES OUVRAGES

Date du relevé: _____

Identification du seuil

Localisation*: _____

| | | | |
|--|---------------|----------------|---------------------------|
| | _____ | _____ | _____ |
| | nom de la rue | position (GPS) | localisation séquentielle |

Type:

| | |
|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Gabion | <input type="checkbox"/> Pierre - F1 - Faible profondeur |
| <input type="checkbox"/> Bois | <input type="checkbox"/> Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane |
| | <input type="checkbox"/> Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile |
| | <input type="checkbox"/> Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain |

Impact de l'ouvrage

| | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Érosion du fossé en aval | <input type="checkbox"/> Inondation sur les terrains adjacents |
| <input type="checkbox"/> Érosion du fossé en amont | <input type="checkbox"/> Autre Précisez : _____ |
| <input type="checkbox"/> Emportement du chemin | |

Description de l'étendue et de la sévérité des signes d'érosion et/ou d'inondation

*** Photos du seuil / Croquis** (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



INTÉGRITÉ DES OUVRAGES

Date du relevé: _____

Identification du seuil

Localisation*: _____

nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type:

| | |
|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Gabion | <input type="checkbox"/> Pierre - F1 - Faible profondeur |
| <input type="checkbox"/> Bois | <input type="checkbox"/> Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane |
| | <input type="checkbox"/> Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile |
| | <input type="checkbox"/> Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain |

État de l'ouvrage

| | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Déplacement de l'ouvrage | <input type="checkbox"/> Affaissement de l'ouvrage |
| <input type="checkbox"/> Déformation de l'ouvrage | <input type="checkbox"/> Colmatage |
| <input type="checkbox"/> Perte de matériaux | <input type="checkbox"/> Autre Précisez : _____ |

Description de l'état de l'ouvrage :

*** Photos du seuil / Croquis** (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)





ANNEXE C:

Certificats d'analyses et résultats des campagnes d'échantillonnage

Année 2011



Certificats d'analyses et fiches d'inspection des seuils



30, rue Dufferin
 Granby (QC) J2G 4W6
 Téléphone: 450-378-3322
 www.exp.com

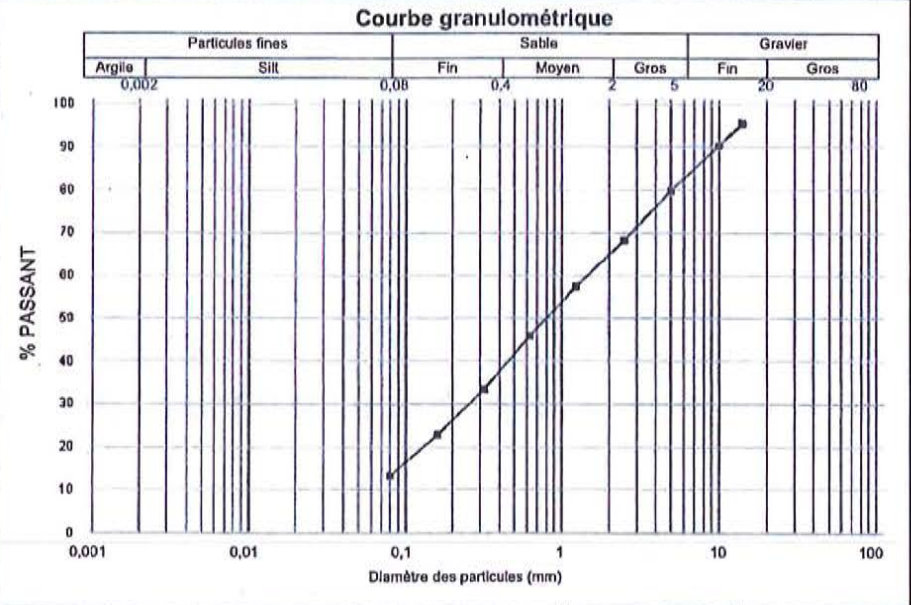
Certifié ISO 9001:2008

**ESSAIS SUR SOLS, GRANULATS
 ET AUTRES MATÉRIAUX**

La nouvelle identité de Les Laboratoires Shermet

| | |
|---|---------------------------------|
| Client : VILLE DE LAC BROME | Dossier n° : LBRV-204558-005412 |
| Projet : Essais et analyses - Lac-Brome | Échantillon n° : GR-0038 |
| | Réf. client : |
| Matériau : | Utilisation : |
| Provenance : | Prélevé le : 2011-07-06 par exp |
| Endroit prélevé : Rue Centre VLB seuil #3 | Reçu le : 2012-01-24 |

| Analyse granulométrique LC 21-040 | | |
|-----------------------------------|---------------------|-----------|
| Tamis (mm) | Tamisat | |
| | % passant cumulatif | Exigences |
| 14 | 95 | |
| 10 | 90 | |
| 5 | 80 | |
| 2,5 | 68 | |
| 1,25 | 58 | |
| 0,630 | 46 | |
| 0,315 | 33 | |
| 0,160 | 23 | |
| 0,080 | 13.3 | |



| Essai Proctor | Autres essais | Résultats | Exigences |
|---|---------------|-----------|-----------|
| Méthode d'essai : Masse vol. max. : Humidité optimale : | | | |

Remarques :

Vérifié par :
 Patrick Thibodeau
 Technicien Chef de laboratoire

Approuvé par :
 Elias Kassab
 Directeur principal - Montérégie

Date : 2012-01-26



30, rue Dufferin
 Granby (QC) J2G 4W6
 Téléphone: 450-378-3322
 www.exp.com

Certifié ISO 9001:2008

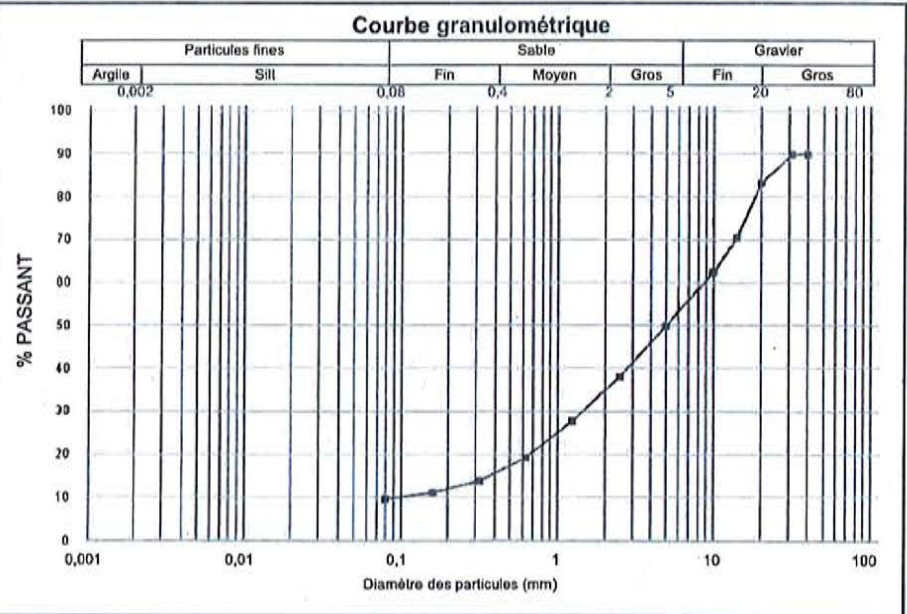
ESSAIS SUR SOLS, GRANULATS ET AUTRES MATÉRIAUX

La nouvelle identité de Les Laboratoires Shermont

| | |
|---|---------------------------------|
| Client : VILLE DE LAC BROME | Dossier n° : LBRV-204558-005412 |
| Projet : Essais et analyses - Lac-Brome | Échantillon n° : GR-0035 |
| | Réf. client : |

| | |
|---|---------------------------------|
| Matériau : | Utilisation : |
| Provenance : | Prélevé le : 2011-07-06 par exp |
| Endroit prélevé : Rue Centre VLB seuil #4 | Reçu le : 2012-01-24 |

| Analyse granulométrique LC 21-040 | | |
|-----------------------------------|---------------------|-----------|
| Tamis (mm) | Tamisat | |
| | % passant cumulatif | Exigences |
| 40 | 90 | |
| 31,5 | 90 | |
| 20 | 83 | |
| 14 | 70 | |
| 10 | 62 | |
| 5 | 50 | |
| 2,5 | 38 | |
| 1,25 | 28 | |
| 0,630 | 19 | |
| 0,315 | 14 | |
| 0,160 | 11 | |
| 0,080 | 9,5 | |



| Essai Proctor | Autres essais | Résultats | Exigences |
|---|---------------|-----------|-----------|
| Méthode d'essai : Masse vol. max. : Humidité optimale : | | | |

Remarques :

Vérifié par :
 Patrick Thibodeau
 Technicien Chef de laboratoire

Approuvé par :
 Elias Kassab
 Directeur principal - Montérégie

Date : 2012-01-26



30, rue Dufferin
 Granby (QC) J2G 4W6
 Téléphone: 450-378-3322
 www.exp.com

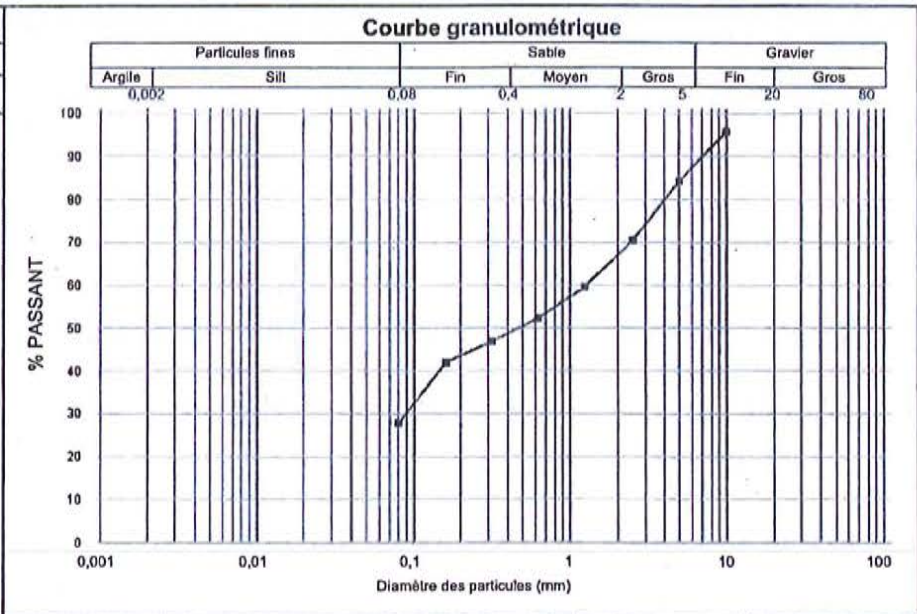
Certifié ISO 9001:2008

**ESSAIS SUR SOLS, GRANULATS
 ET AUTRES MATÉRIAUX**

La nouvelle identité de Les Laboratoires Shermont

| | |
|---|---------------------------------|
| Client : VILLE DE LAC BROME | Dossier n° : LBRV-204558-005412 |
| Projet : Essais et analyses - Lac-Brome | Échantillon n° : GR-0036 |
| | Réf. client : |
| Matériau : | Utilisation : |
| Provenance : | Prélevé le : 2011-07-06 par exp |
| Endroit prélevé : Rue Centre VLB seuil #5 | Reçu le : 2012-01-25 |

| Analyse granulométrique LC 21-040 | | |
|-----------------------------------|---------------------|-----------|
| Tamis (mm) | Tamisat | |
| | % passant cumulatif | Exigences |
| 10 | 96 | |
| 5 | 84 | |
| 2,5 | 71 | |
| 1,25 | 60 | |
| 0,630 | 52 | |
| 0,315 | 47 | |
| 0,160 | 42 | |
| 0,080 | 27.8 | |



| Essai Proctor | Autres essais | Résultats | Exigences |
|---|---------------|-----------|-----------|
| Méthode d'essai : Masse vol. max. : Humidité optimale : | | | |

Remarques :

Vérifié par :
 Patrick Thibodeau
 Technicien Chef de laboratoire

Approuvé par :
 Elias Kassab
 Directeur principal - Montérégie

Date : 2012-01-26



30, rue Dufferin
 Granby (QC) J2G 4W6
 Téléphone: 450-378-3322
 www.exp.com

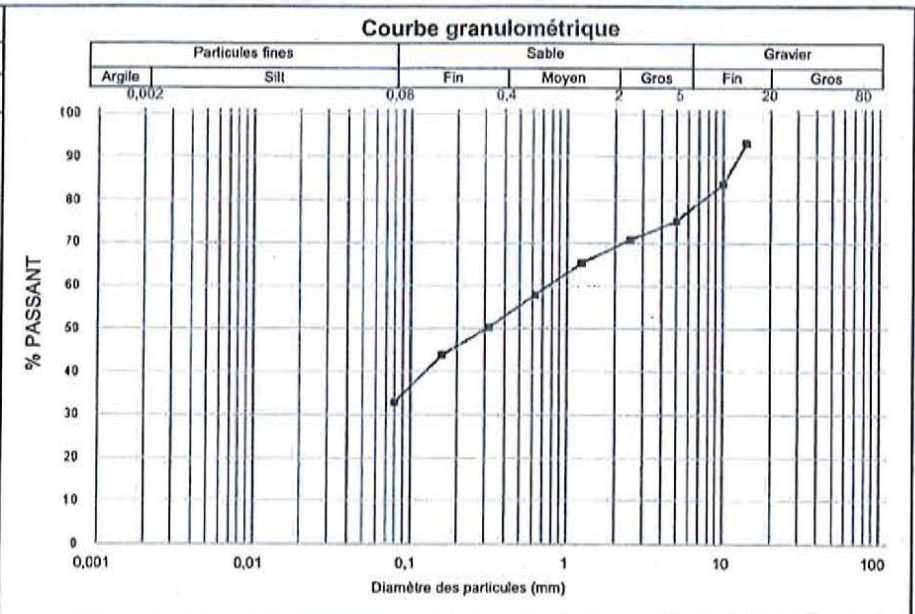
Certifié ISO 9001:2008

**ESSAIS SUR SOLS, GRANULATS
 ET AUTRES MATÉRIAUX**

La nouvelle identité de Les Laboratoires Sherbondy

| | |
|---|---------------------------------|
| Client : VILLE DE LAC BROME | Dossier n° : LBRV-204558-005412 |
| Projet : Essais et analyses - Lac-Brome | Échantillon n° : GR-0040 |
| | Réf. client : |
| Matériau : | Utilisation : |
| Provenance : | Prélevé le : N/D |
| Endroit prélevé : Rue Centre VLB roche seuil #8 | Reçu le : |

| Analyse granulométrique LC 21-040 | | |
|-----------------------------------|---------------------|-----------|
| Tamis (mm) | Tamisat | |
| | % passant cumulatif | Exigences |
| 14 | 93 | |
| 10 | 84 | |
| 5 | 75 | |
| 2,5 | 71 | |
| 1,25 | 65 | |
| 0,630 | 58 | |
| 0,315 | 50 | |
| 0,160 | 44 | |
| 0,080 | 32.8 | |



| Essai Proctor | Autres essais | Résultats | Exigences |
|---|---------------|-----------|-----------|
| Méthode d'essai : Masse vol. max. : Humidité optimale : | | | |

Remarques :

Vérifié par :
 Patrick Thibodeau
 Technicien Chef de laboratoire

Approuvé par :
 Elias Kassab
 Directeur principal - Montérégie

Date : 2012-01-26



30, rue Dufferin
 Granby (QC) J2G 4W6
 Téléphone: 450-378-3322
 www.exp.com

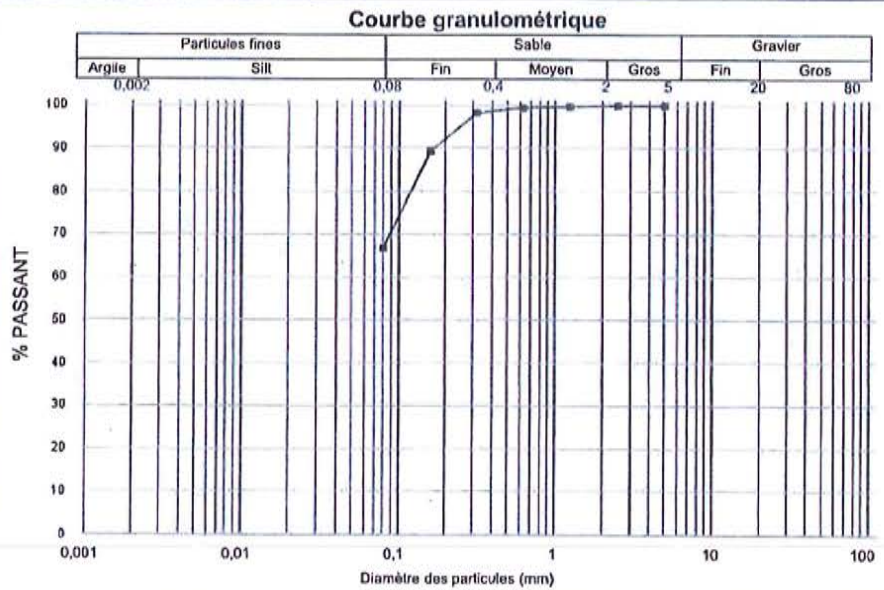
Certifié ISO 9001:2008

**ESSAIS SUR SOLS, GRANULATS
 ET AUTRES MATÉRIAUX**

La nouvelle identité de Les Laboratoires Sheremont

| | |
|---|---------------------------------|
| Client : VILLE DE LAC BROME | Dossier n° : LBRV-204558-005412 |
| Projet : Essais et analyses - Lac-Brome | Échantillon n° : GR-0041 |
| | Réf. client : |
| Matériau : | Utilisation : |
| Provenance : | Prélevé le : 2011-07-06 par exp |
| Endroit prélevé : Tibbits Hill VLB #17 | Reçu le : 2012-01-24 |

| Analyse granulométrique LC 21-040 | | |
|-----------------------------------|---------------------|-----------|
| Tamis (mm) | Tamisat | |
| | % passant cumulatif | Exigences |
| 5 | 100 | |
| 2,5 | 100 | |
| 1,25 | 100 | |
| 0,630 | 99 | |
| 0,315 | 98 | |
| 0,160 | 89 | |
| 0,080 | 66.8 | |



| Essai Proctor | Autres essais | Résultats | Exigences |
|---|---------------|-----------|-----------|
| Méthode d'essai : Masse vol. max. : Humidité optimale : | | | |

Remarques :

Vérifié par :
 Patrick Thibodeau
 Technicien Chef de laboratoire

Approuvé par :
 Elias Kassab
 Directeur principal - Montérégie

Date : 2012-01-26



30, rue Dufferin
 Granby (QC) J2G 4W6
 Téléphone: 450-378-3322
 www.exp.com

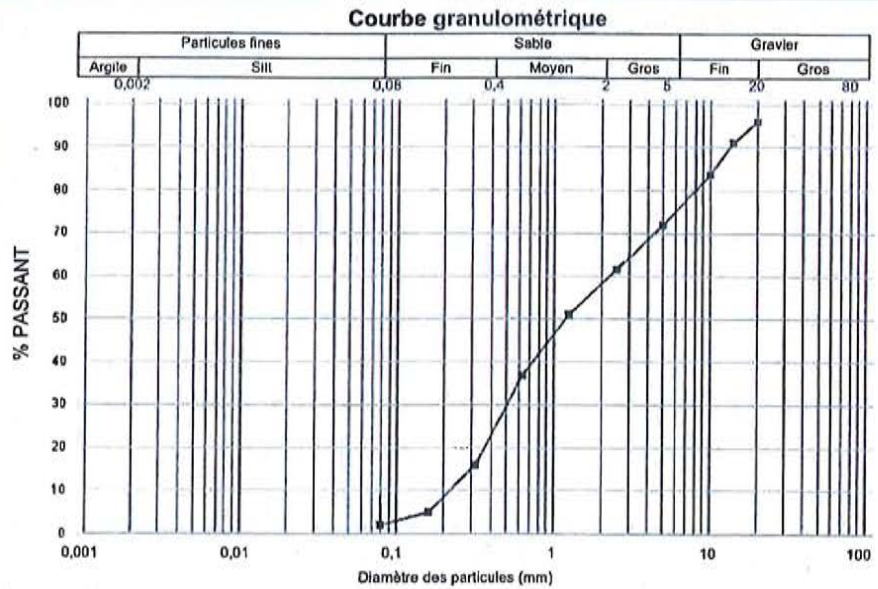
Certifié ISO 9001:2008

**ESSAIS SUR SOLS, GRANULATS
 ET AUTRES MATÉRIAUX**

La nouvelle identité de Les Laboratoires Shermont

| | |
|---|---------------------------------|
| Client : VILLE DE LAC BROME | Dossier n° : LBRV-204558-005412 |
| Projet : Essais et analyses - Lac-Brome | Échantillon n° : GR-0039 |
| | Réf. client : |
| Matériau : | Utilisation : |
| Provenance : | Prélevé le : 2011-07-07 par exp |
| Endroit prélevé : Tibbits VLB seuil #18 | Reçu le : 2012-01-24 |

| Analyse granulométrique LC 21-040 | | |
|-----------------------------------|------------------|-----------|
| Tamis (mm) | Tamisat | |
| | % passant cumulé | Exigences |
| 20 | 96 | |
| 14 | 91 | |
| 10 | 84 | |
| 5 | 72 | |
| 2,5 | 62 | |
| 1,25 | 51 | |
| 0,630 | 37 | |
| 0,315 | 16 | |
| 0,160 | 5 | |
| 0,080 | 1,9 | |



| Essai Proctor | Autres essais | Résultats | Exigences |
|---|---------------|-----------|-----------|
| Méthode d'essai : Masse vol. max. : Humidité optimale : | | | |

Remarques :

Vérifié par :
 Patrick Thibodeau
 Technicien Chef de laboratoire

Approuvé par :
 Elias Kassab
 Directeur principal - Montérégie

Date : 2012-01-26



30, rue Dufferin
 Granby (QC) J2G 4W6
 Téléphone: 450-378-3322
 www.exp.com

Certifié ISO 9001:2008

**ESSAIS SUR SOLS, GRANULATS
 ET AUTRES MATÉRIAUX**

La nouvelle identité de Les Laboratoires Shermont

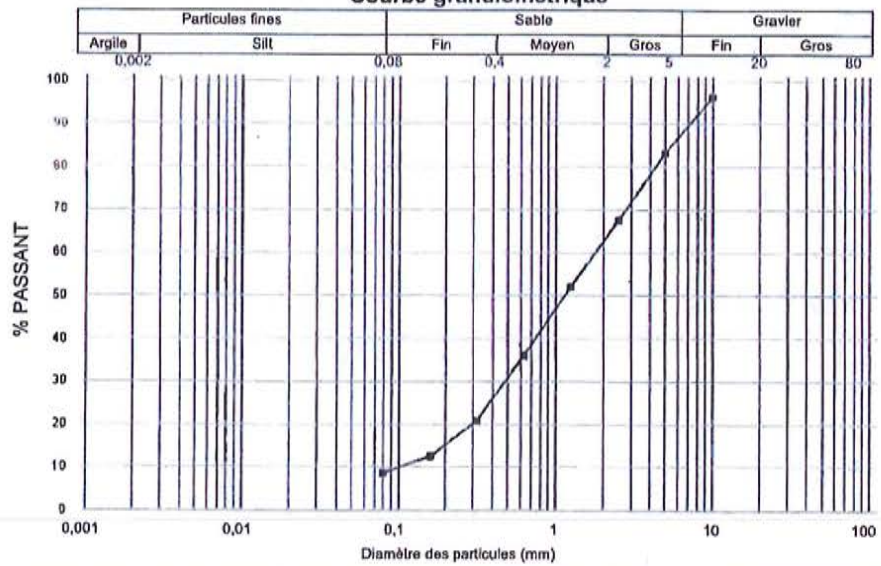
Client : VILLE DE LAC BROME Dossier n° : LBRV-204558-005412
 Projet : Essais et analyses - Lac-Brome Échantillon n° : GR-0037
 Réf. client :

Matériau : Utilisation :
 Provenance : Prélevé le : 2011-07-07 par exp
 Endroit prélevé : Tibbits Hill VLB seuil #19 Reçu le : 2012-01-24

Analyse granulométrique LC 21-040

| Tamis (mm) | Tamisat | |
|------------|--------------------|-----------|
| | %passant cumulatif | Exigences |
| 10 | 96 | |
| 5 | 83 | |
| 2,5 | 68 | |
| 1,25 | 52 | |
| 0,630 | 36 | |
| 0,315 | 21 | |
| 0,160 | 12 | |
| 0,080 | 8.5 | |

Courbe granulométrique



Essai Proctor

Méthode d'essai :
 Masse vol. max. :
 Humidité optimale :

Autres essais

Résultats

Exigences

Remarques :

Vérifié par :
 Patrick Thibodeau
 Technicien Chef de laboratoire

Approuvé par :
 Elias Kassab
 Directeur principal - Montérégie

Date : 2012-01-26

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Centre W 072° 32' 28.11" 1
nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle
N 045° 13' 18.54"

- Type:
- Gabion
 - Bois
 - Pierre - F1 - Faible profondeur
 - Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 - Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 - Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 3.6
Largeur moyenne (m): 1.5

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

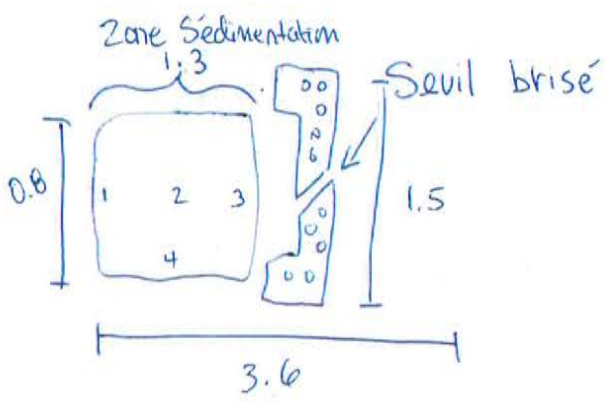
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 1.30
Largeur moyenne (m) 0.80
Élévation (m): réglette 1: .20 réglette 3: .19
réglette 2: .22 réglette 4: .18

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

- Analyses (paramètres):
- Granulométrie # de l'échantillon: _____
 - Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 - Phosphore total # de l'échantillon: _____
 - Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

Photo 365 à 367

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Centre W 072° 32' 27.54" 2
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gablon Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 4.2
 Largeur moyenne (m): 1.9

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

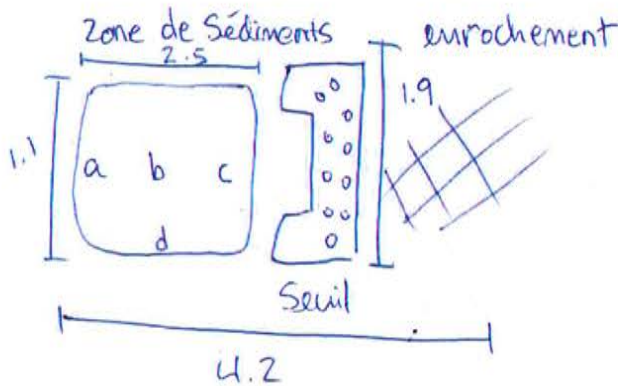
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 2.50
 Largeur moyenne (m) 1.10
 Élévation (m): réglette 1: .14 réglette 3: .25
 réglette 2: .6 réglette 4: .30

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14405-A0 / LBRV 108

Photo 361 ≈ 364

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Centre W 072° 32' 13.46" 3
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 7
 Largeur moyenne (m): 1.6

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m): _____

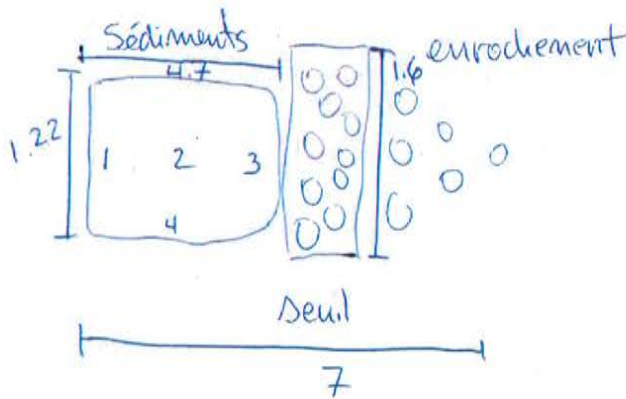
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 4.70
 Largeur moyenne (m) 1.22
 Élévation (m): réglette 1: .11 réglette 3: .32
 réglette 2: .33 réglette 4: .20

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: } Centre # 3
 Sédimentométrie # de l'échantillon: } _____
 Phosphore total # de l'échantillon: } _____
 Matière organique # de l'échantillon: } _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

note 368 à 372

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Centre W 072° 32' 26.53" 4
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 5
 Largeur moyenne (m): 1.35

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

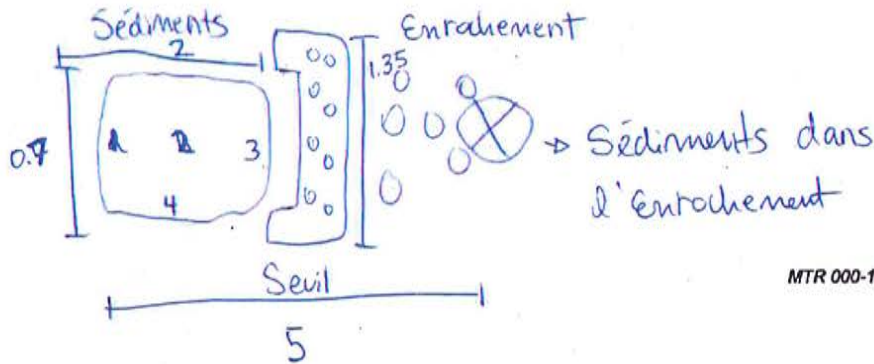
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 2
 Largeur moyenne (m) 0,70
 Élévation (m): réglette 1: .7 réglette 3: .16
 réglette 2: .19 réglette 4: .22

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: Centre #4
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

Photo 373 à 375

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Centre N 45° 13' 20.5" 5
nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle
W 072° 32' 25.5"

- Type:
- Gabion
 - Bois
 - Pierre - F1 - Faible profondeur
 - Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 - Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 - Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 5.3
Largeur moyenne (m): 1.5

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

Relevé de la zone de sédimentation

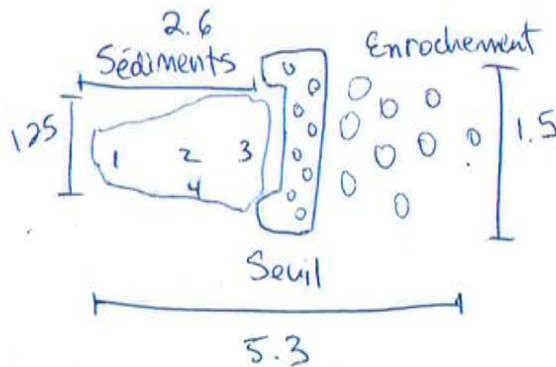
Dimensions: Longueur moyenne (m) 2.6
Largeur moyenne (m) 1.25
Élévation (m): réglette 1: .17 réglette 3: .44
réglette 2: .36 réglette 4: .25

- Prélèvement d'un échantillon de sédiments:
- Oui
 - Non

Analyses (paramètres):

- Granulométrie # de l'échantillon: Centre #5
- Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
- Phosphore total # de l'échantillon: _____
- Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

Photo 376 ~ 384

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Centre nom de la rue N 45° 13' 21.5" position (GPS) 7 localisation séquentielle
W 072° 32' 22.6"

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur *Petit seuil de forme circulaire*
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 1.6
 Largeur moyenne (m): 1.2

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

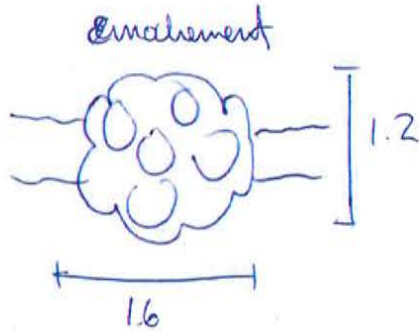
Relevé de la zone de sédimentation *absence de sédiments*

Dimensions: Longueur moyenne (m)
 Largeur moyenne (m)
 Élévation (m): réglette 1: réglette 3:
 réglette 2: réglette 4:

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui:
 Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

Photo 385 à 387

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Centre N 45° 13' 21.6" 4
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur Petit seuil de forme circulaire
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 1.80
 Largeur moyenne (m): 1.60

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

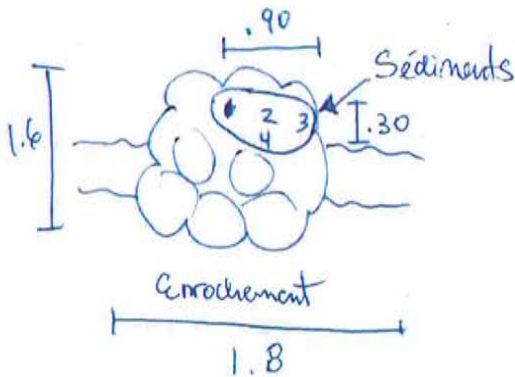
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 0.90
 Largeur moyenne (m) 0.30
 Élévation (m): réglette 1: .9 réglette 3: .9
 réglette 2: .12 réglette 4: .11

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: Centre # 8
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

PHOTO 356 à 360 et 388 à 390

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: _____

Identification du seuil

Localisation*: Centre nom de la rue N 48° 13' 21.5" position (GPS) 7 localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur Petit seuil de
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane forme circulaire
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 1.80
 Largeur moyenne (m): 1.60

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m): _____

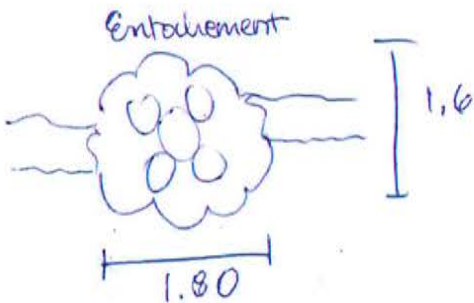
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: absence de sédiments
 Longueur moyenne (m) _____
 Largeur moyenne (m) _____
 Élévation (m): réglette 1: _____ réglette 3: _____
 réglette 2: _____ réglette 4: _____

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui
 Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

photo 353 à 355 et 391 à 393

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: _____

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill W. 072° 33' 00.02" 10
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

N. 045° 14' 02.47"

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 4.87
 Largeur moyenne (m): 1.70

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m): _____

Relevé de la zone de sédimentation ≠ Sédiments → Feuilles mortes

Dimensions: Longueur moyenne (m) _____
 Largeur moyenne (m) _____

Élévation (m) : règlette 1: _____ règlette 3: _____
 règlette 2: _____ règlette 4: _____

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui
 Non

Analyses (paramètres):

Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)

PHOTO 346 à 349

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Tilobits Hill W 072° 33' 59.71" 11
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 5 m
 Largeur moyenne (m): 1.8

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) ≠ Sédiments
 Largeur moyenne (m)
 Élévation (m): réglette 1: / réglette 3: /
 réglette 2: / réglette 4: /

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)

PHOTO 350 à 352

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill W - 072° 33' 00.34" 13
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 80
 Largeur moyenne (m): 1.85

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) ≠ Sédiments
 Largeur moyenne (m)
 Élévation (m): réglette 1: / réglette 3: /
 réglette 2: / réglette 4: /

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)

PHOTO RIMG0330 à 341

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: tibbits Hill N 45° 14' 08.8" W 072° 33' 00.6" 14
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 0.7
 Largeur moyenne (m): 2

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

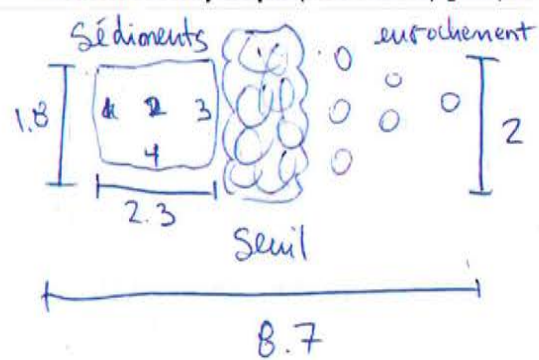
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 2.3
 Largeur moyenne (m) 1.8
 Élévation (m): réglette 1: .30 réglette 3: .17
 réglette 2: .23 réglette 4:

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRY 108

PHOTO 3412 à 3415

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Mill N 45° 14' 16.3" W 072° 33' 01.2" 22
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 2.8
 Largeur moyenne (m): 2.3

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

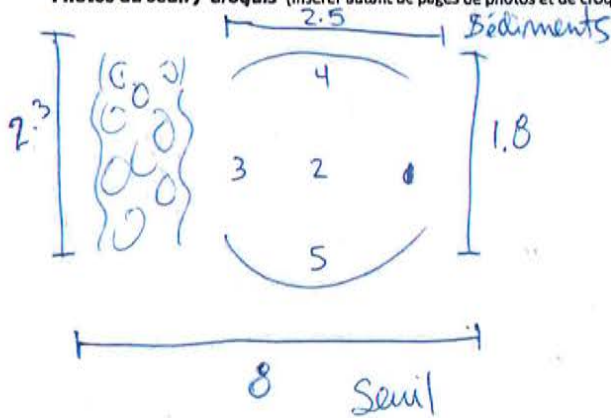
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 2.5
 Largeur moyenne (m) 1.8
 Élévation (m): réglette 1: .19 réglette 3: .24
 réglette 2: .28 réglette 4: .15
 s: .23

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

Photo RIMG0305 → 309

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill N 45°14'13.2" 24
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle
W 072°33'00.8"

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 9.4
 Largeur moyenne (m): 1.78

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

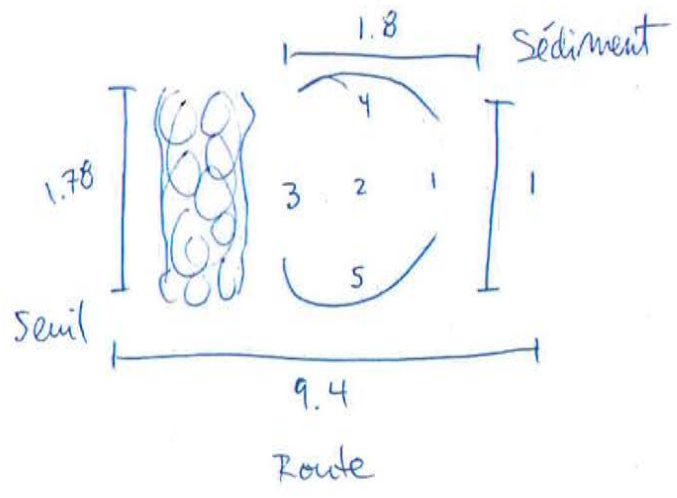
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 1.8
 Largeur moyenne (m) 1
 Élévation (m): réglette 1: .14 réglette 3: .10
 réglette 2: .12 réglette 4: .11
 S: .13

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

Photo 316 à 320

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 31 mai 2011

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill N 45° 14' 12.8" 25
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 10
 Largeur moyenne (m): 1.75

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

Relevé de la zone de sédimentation

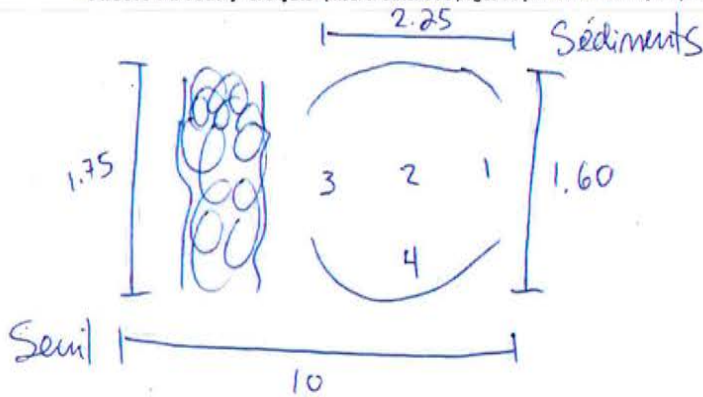
Dimensions: Longueur moyenne (m) 2.25
 Largeur moyenne (m) 1.60

Élévation (m): réglette 1: .37 réglette 3: .44
 réglette 2: .46 réglette 4: .43

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

Photo 321 à 324

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Jun 2011

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Mill N 45° 14' 12.3" 26
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 10
 Largeur moyenne (m): 1.2

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

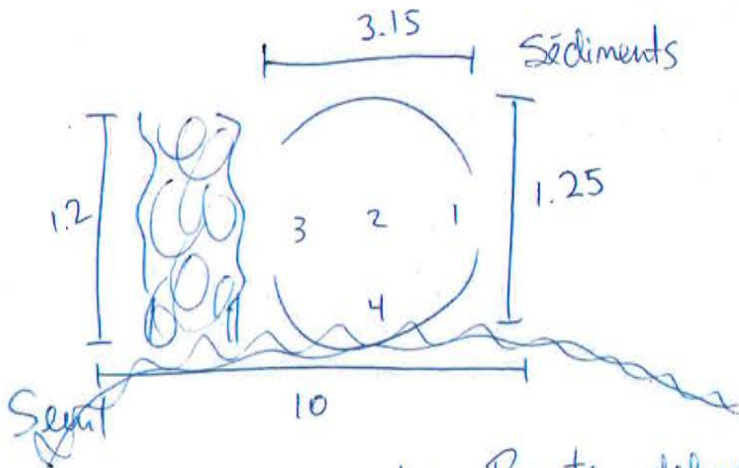
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 3.15
 Largeur moyenne (m) 1.25
 Élévation (m): réglette 1: .35 réglette 3: .22
 réglette 2: .34 réglette 4: .41

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

Photo 325 à 332

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Mill W 072° 33' 00.34"
nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle 27

- Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 8.5
 Largeur moyenne (m): 1.40

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

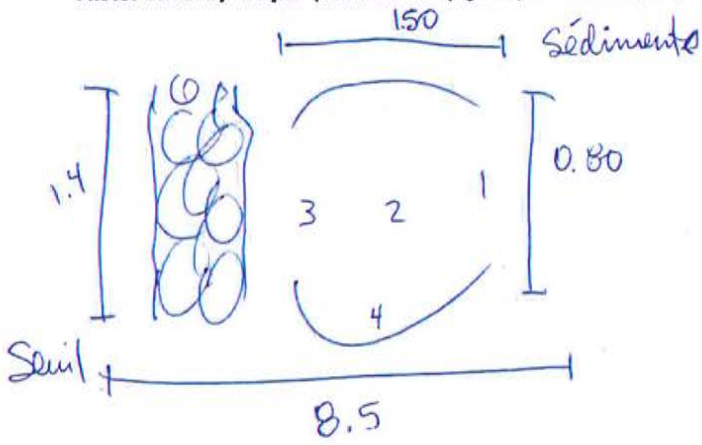
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 1.50
 Largeur moyenne (m) 0.8
 Élévation (m): réglette 1: .19 réglette 3: .13
 réglette 2: .11 réglette 4: .22

- Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

- Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

Photo 333 à 337

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill N 45° 14' 12.3" 21
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 8.3
 Largeur moyenne (m): 1.95

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

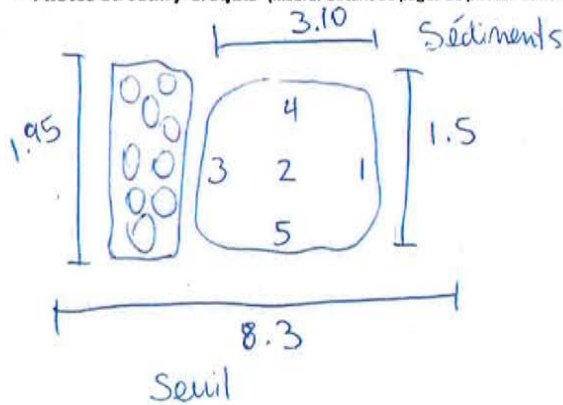
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 3.10
 Largeur moyenne (m) 1.5
 Élévation (m): réglette 1: .22 réglette 3: .24
 réglette 2: .36 réglette 4: .18
 S: .22

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill N 45° 14' 11.8" W 072° 33' 01.3" 17
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 8.7
 Largeur moyenne (m): 2.15

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

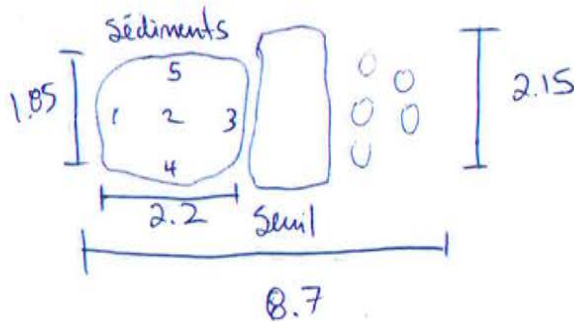
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 2.2
 Largeur moyenne (m) 1.85
 Élévation (m): réglette 1: .16 réglette 3: .26
 réglette 2: .33 réglette 4: .22
± 5: .27

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: Tibbits Hill #17
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé:

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill W. 072° 33' 00.59"
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle 12

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 7.9
 Largeur moyenne (m): 2.

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 2.7
 Largeur moyenne (m) 1.1

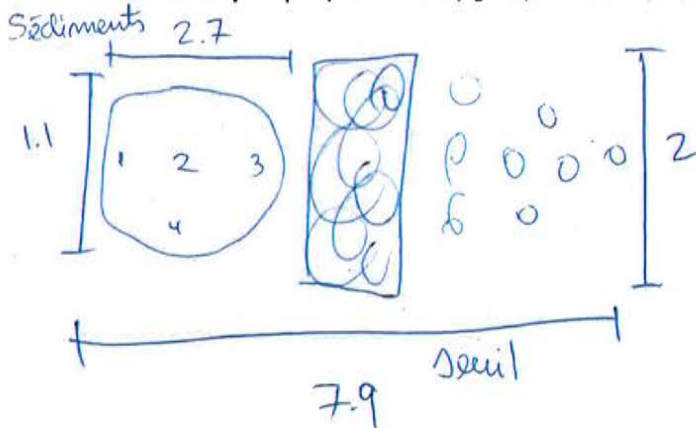
Élévation (m): règlette 1: .17 règlette 3: .30
 règlette 2: .29 règlette 4: .15

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui
 Non

Analyses (paramètres):

| | | |
|--|---------------------|-------|
| <input type="checkbox"/> Granulométrie | # de l'échantillon: | _____ |
| <input type="checkbox"/> Sédimentométrie | # de l'échantillon: | _____ |
| <input type="checkbox"/> Phosphore total | # de l'échantillon: | _____ |
| <input type="checkbox"/> Matière organique | # de l'échantillon: | _____ |

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Centre N 45° 13' 20.7" 6
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 6.7
 Largeur moyenne (m): 1.4

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

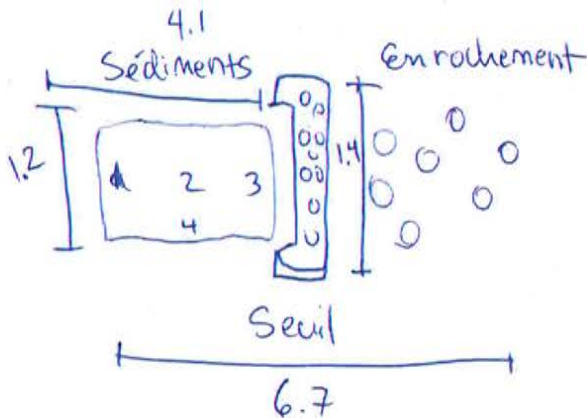
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 4.1
 Largeur moyenne (m) 1.2
 Élévation (m): réglette 1: .19 réglette 3: .22
 réglette 2: .30 réglette 4: .23

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill N 45° 14' 17.2"
nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle 19
W 072° 33' 02.0"

Type: Gabion Prof moy Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 7.15
Largeur moyenne (m): 2.85

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

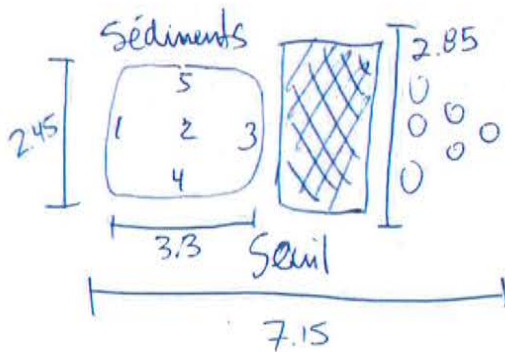
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 3.3
Largeur moyenne (m) 2.45
Élévation (m): réglette 1: .30 réglette 3: .32
réglette 2: .32 réglette 4: .37
#5 .15

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: Tibbits Hill #19
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: 7 Juin 2011

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill N 45° 14' 16.8" 18
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion (Prof moy) Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): 5.2
 Largeur moyenne (m): 2.65

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

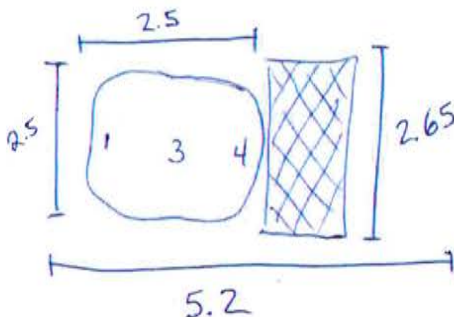
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) 2.5
 Largeur moyenne (m) 2.5
 Élévation (m): réglette 1: .48 réglette 3: .75
 réglette 2: .36 réglette 4: .36

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: Tibbits Hill #18
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: _____

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill 14 6
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): _____
 Largeur moyenne (m): _____

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m): _____

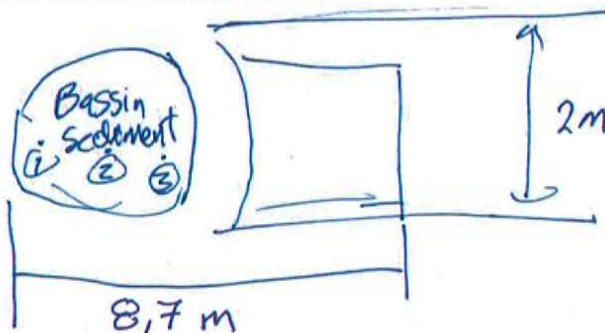
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) _____
 Largeur moyenne (m) _____
 Élévation (m): réglette 1: _____ réglette 3: _____
 réglette 2: _____ réglette 4: _____

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

sédiment
 2,3 m Long
 1,8 m Large
 ① 30 cm sédiment ③ 17 cm
 ② 23 cm

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: _____

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill / position (GPS) _____ / localisation séquentielle 16
nom de la rue / 12

Type: Gablon Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): _____
Largeur moyenne (m): _____

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m): _____

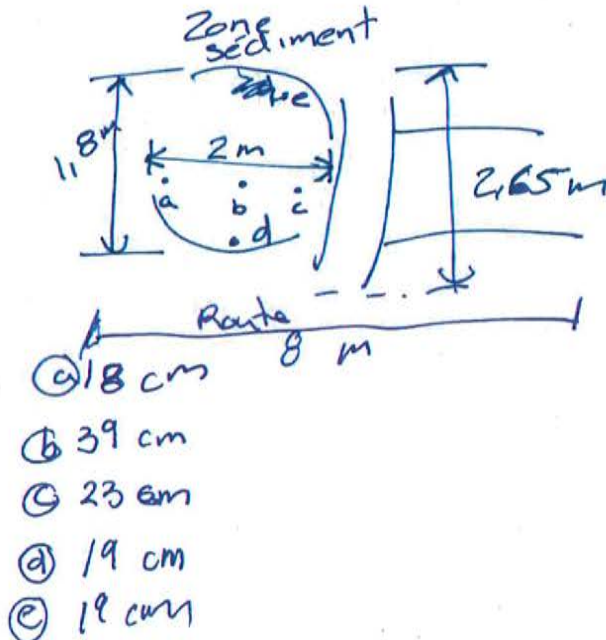
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) _____
Largeur moyenne (m) _____
Élévation (m): réglette 1: _____ réglette 3: _____
réglette 2: _____ réglette 4: _____

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé:

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill position (GPS) 13 localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): _____
 Largeur moyenne (m): _____

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m):

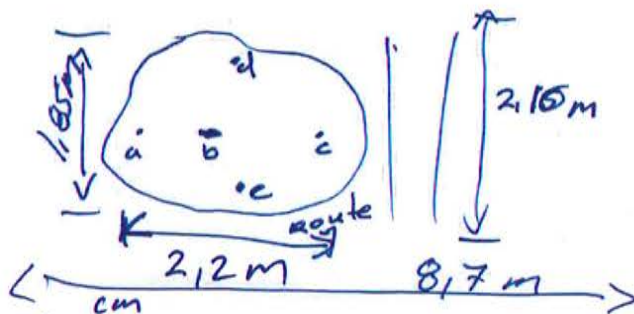
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m)
 Largeur moyenne (m)
 Élévation (m): réglette 1: _____ réglette 3: _____
 réglette 2: _____ réglette 4: _____

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



MTR 000-14406-A0 / LBRV 108

- Ⓐ 16
- Ⓑ 33
- Ⓒ 26
- Ⓓ 22
- Ⓔ 27
- Sédime +

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: _____

Identification du seuil

Localisation*: Labbits Hill nom de la rue _____ position (GPS) 18 localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): _____
 Largeur moyenne (m): _____

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m): _____

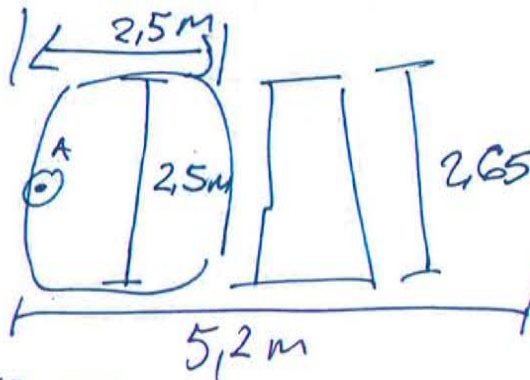
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) _____
 Largeur moyenne (m) _____
 Élévation (m) : réglette 1: _____ réglette 3: _____
 réglette 2: _____ réglette 4: _____

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui
 Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



- Ⓐ 48 cm
- Ⓑ
- Ⓒ 75 cm
- Ⓓ 36

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: _____

Identification du seuil

Localisation*: Tiboits Hill _____ 23
 nom de la rue position (GPS) localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): _____
 Largeur moyenne (m): _____

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m): _____

Relevé de la zone de sédimentation

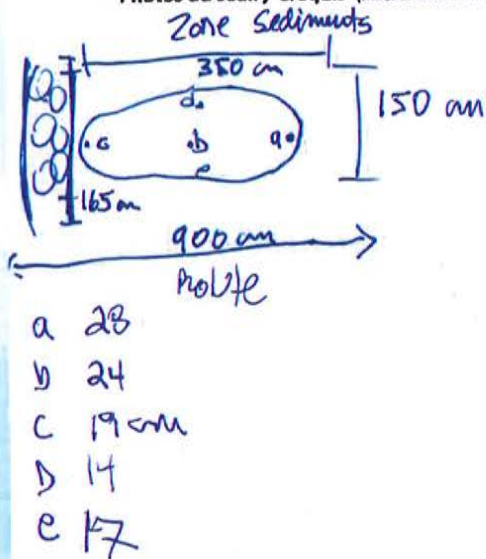
Dimensions: Longueur moyenne (m) _____
 Largeur moyenne (m) _____
 Élévation (m) : règlette 1: _____ règlette 3: _____
 règlette 2: _____ règlette 4: _____

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui
 Non

Analyses (paramètres):

| | |
|--|---------------------------|
| <input type="checkbox"/> Granulométrie | # de l'échantillon: _____ |
| <input type="checkbox"/> Sédimentométrie | # de l'échantillon: _____ |
| <input type="checkbox"/> Phosphore total | # de l'échantillon: _____ |
| <input type="checkbox"/> Matière organique | # de l'échantillon: _____ |

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: _____

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Mill / 24
 nom de la rue / position (GPS) / localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): _____
 Largeur moyenne (m): _____

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m): _____

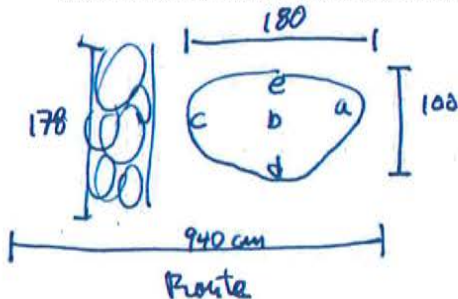
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) _____
 Largeur moyenne (m) _____
 Élévation (m) : réglette 1: _____ réglette 3: _____
 réglette 2: _____ réglette 4: _____

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



- a 14
- b 12
- c 10
- d 11
- e 13

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: _____

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill / 25
nom de la rue / position (GPS) / localisation séquentielle

- Type:
- Gabion
 - Bois
 - Pierre - F1 - Faible profondeur
 - Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 - Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 - Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): _____
Largeur moyenne (m): _____

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m): _____

Relevé de la zone de sédimentation

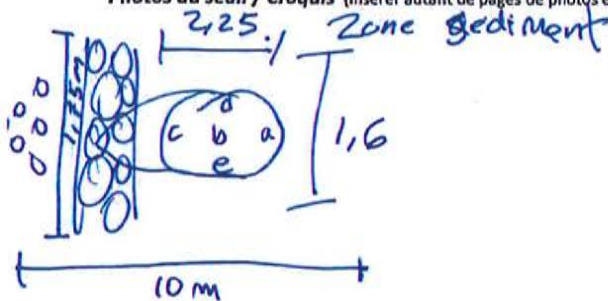
Dimensions: Longueur moyenne (m)
Largeur moyenne (m)
Élévation (m): réglette 1: _____ réglette 3: _____
réglette 2: _____ réglette 4: _____

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):

- Granulométrie # de l'échantillon: _____
- Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
- Phosphore total # de l'échantillon: _____
- Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



- a 37
- b 46
- c 44
- d
- e 43

VOLUME DES SÉDIMENTS RETENUS

Date du relevé: _____

Identification du seuil

Localisation*: Tibbits Hill / 26
 nom de la rue / position (GPS) / localisation séquentielle

Type: Gabion Pierre - F1 - Faible profondeur
 Bois Pierre - F2 - Avec noyau sans membrane
 Pierre - F3 - Avec noyau et membrane géotextile
 Pierre - F4 - Avec noyau, membrane géotextile et drain

Dimension à l'état 0: Longueur moyenne (m): _____
 Largeur moyenne (m): _____

Élévation initiale du sol (fond du fossé) (m): _____

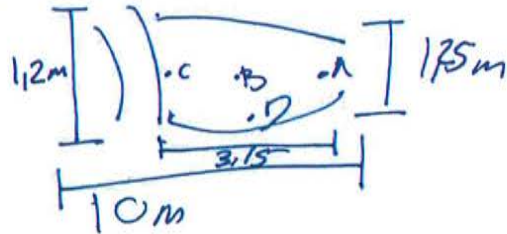
Relevé de la zone de sédimentation

Dimensions: Longueur moyenne (m) _____
 Largeur moyenne (m) _____
 Élévation (m) : réglette 1: _____ réglette 3: _____
 réglette 2: _____ réglette 4: _____

Prélèvement d'un échantillon de sédiments: Oui Non

Analyses (paramètres):
 Granulométrie # de l'échantillon: _____
 Sédimentométrie # de l'échantillon: _____
 Phosphore total # de l'échantillon: _____
 Matière organique # de l'échantillon: _____

* Photos du seuil / Croquis (insérer autant de pages de photos et de croquis que nécessaire)



A 35
 B 34
 C 22
 D 41



ANNEXE D:

Certificats d'analyses et résultats des campagnes d'échantillonnage

Année 2012



LABORATOIRE GÉOSOL
100, rue Fisher 2ième étage
Mont St-Hilaire, (Québec) J3G 4S6
Tél.: (450) 464-2522 Téléc.: (450) 464-2506

DATE 11 juillet 2012
Reçue: 5 juillet 2012
Analysée: 10 juillet 2012

PAGE 1 de 2

RAPPORT D'ANALYSE DE SOL

AGENT

Laboratoire Géosol
100, rue Fisher 2e étage
Mont St-Hilaire, Qc
J3G 4S6

CLIENT

Ville de Lac-Brome
a/s Isabelle Valois
122 chemin Lakeside
Lac-Brome, Qc
J0E 1V0

| Champ du client | MCC 1 | MCC 3 | MCC 4 | MCC 6 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Numéro de laboratoire | 61821 | 61822 | 61823 | 61824 |
| pH eau | 6,9 | 7,0 | 7,0 | 6,9 |
| pH tampon | 7,1 | 7,2 | 7,2 | 7,2 |
| Matière organique % | 2,4 | 1,6 | 2,7 | 1,6 |
| Phosphore ppm | 8 | 16 | 10 | 11 |
| Potassium ppm | 36 | 32 | 32 | 33 |
| Magnésium ppm | 42 | 38 | 28 | 38 |
| Calcium ppm | 800 | 700 | 500 | 700 |
| Aluminium ppm | 1940 | 1780 | 1930 | 1880 |
| Fer ppm | 408 | 493 | 359 | 447 |
| | | | | |
| | | | | |
| Ratio P/Al *100 % | 0,4 | 0,9 | 0,5 | 0,6 |
| | | | | |
| C.E.C. méq/100g | 8,0 | 6,6 | 5,5 | 6,6 |

Méthode d'extraction: Matière organique (Walkley-Black par oxydation). Phosphore, Potassium, Magnésium, Calcium (Mehlich 3). pH eau (rapport 1:1), pH tampon (S.M.P.).
Le laboratoire Géosol est accrédité ISO/CEI 17025 par le Centre d'expertise en analyse environnementale


Pierre Lamoureux, Chimiste



LABORATOIRE GÉOSOL
100, rue Fisher 2ième étage
Mont St-Hilaire, (Québec) J3G 4S6
Tél.: (450) 464-2522 Téléc.: (450) 464-2506

DATE 11 juillet 2012
Reçue: 5 juillet 2012
Analysée: 10 juillet 2012

PAGE 2 de 2

RAPPORT D'ANALYSE DE SOL

AGENT


Laboratoire Géosol
100, rue Fisher 2e étage
Mont St-Hilaire, Qc
J3G 4S6

CLIENT

Ville de Lac-Brome
a/s Isabelle Valois
122 chemin Lakeside
Lac-Brome, Qc
J0E 1V0

| Champ du client | MCC 8 | MCC 9 | BASSIN 1 | |
|-----------------------|-------|-------|----------|--|
| Numéro de laboratoire | 61825 | 61826 | 61827 | |
| pH eau | 6,7 | 6,8 | 6,4 | |
| pH tampon | 6,9 | 7,0 | 6,6 | |
| Matière organique % | 5,0 | 4,1 | 0,5 | |
| Phosphore ppm | 5 | 4 | 48 | |
| Potassium ppm | 36 | 42 | 24 | |
| Magnésium ppm | 41 | 40 | 45 | |
| Calcium ppm | 800 | 800 | 400 | |
| Aluminium ppm | 2020 | 2030 | 1040 | |
| Fer ppm | 444 | 414 | 330 | |
| | | | | |
| | | | | |
| Ratio P/Al *100 % | 0,2 | 0,2 | 4,6 | |
| | | | | |
| C.E.C. méq/100g | 9,8 | 8,9 | 10,5 | |

Méthode d'extraction: Matière organique (Walkley-Black par oxydation). Phosphore, Potassium, Magnésium, Calcium (Mehlich 3). pH eau (rapport 1:1), pH tampon (S.M.P.).
Le laboratoire Géosol est accrédité ISO/CEI 17025 par le Centre d'expertise en analyse environnementale


Pierre Lamoureux, Chimiste

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Municipalité de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1193833**
Date du rapport: 2012-07-19
Client: A50120177
Site: Municipalité de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: NA

Données sur le prélèvement

| | | | | | |
|----------------------|----------------|--------------------------|------------|-------------------------|----|
| Échantillon: | 2085057 | Nature de l'échantillon: | Sédiment | Chlore résiduel libre : | NA |
| No. Certificat pré : | 38505 | Matrice: | Sédiment | Chlore résiduel total : | NA |
| Votre référence: | MCC-8 | État à la réception: | Conforme | | |
| Lieu prélevé : | Voir référence | Date de prélèvement: | 2012-06-28 | | |
| Prélevé par: | Lyne Chartier | Date de réception: | 2012-07-05 | | |

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACEPT--03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2012-07-06 |
| | Résultat | | | <100 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | CC113 | | | 2012-07-10 |
| | Résultat % matière organique | | | 5.6 | % m.o. | |
| | Résultat % humidité | | | 37 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 62.7 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 627350 | mg/kg | |
| DBEALIC01 | Aluminium par ICP-AES | Oui | DB212 | | | 2012-07-09 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 14000 | mg/kg m.s. | |
| DBEFEIC01 | Fer par ICP-AES | Non | DB212 | | | 2012-07-09 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 44000 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon :

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences ■ = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Municipalité de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1193833**
Date du rapport: 2012-07-19
Client: A50120177
Site: Municipalité de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: NA

Données sur le prélèvement

| | | | | | |
|----------------------|----------------|--------------------------|------------|-------------------------|----|
| Échantillon: | 2085060 | Nature de l'échantillon: | Sédiment | Chlore résiduel libre : | NA |
| No. Certificat pré : | 38505 | Matrice: | Sédiment | Chlore résiduel total : | NA |
| Votre référence: | Bassin 1 | État à la réception: | Conforme | | |
| Lieu prélevé : | Voir référence | Date de prélèvement: | 2012-06-28 | | |
| Prélevé par: | Lyne Chartier | Date de réception: | 2012-07-05 | | |

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACEPT--03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2012-07-06 |
| | Résultat | | | <100 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | CC113 | | | 2012-07-10 |
| | Résultat % matière organique | | | 0.5 | % m.o. | |
| | Résultat % humidité | | | 19 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 81.1 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 811400 | mg/kg | |
| DBEALIC01 | Aluminium par ICP-AES | Oui | DB212 | | | 2012-07-09 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 3600 | mg/kg m.s. | |
| DBEFEIC01 | Fer par ICP-AES | Non | DB212 | | | 2012-07-09 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 11000 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon :

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

Approuvé par : Marie-Noëlle Bernatchez
Marie-Noëlle Bernatchez, M.Sc., Chimiste
Superviseur



* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences ■ = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



ANNEXE E:

Certificats d'analyses et résultats des campagnes d'échantillonnage

Année 2013

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Ville de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, chemin Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1290585**
Date du rapport: 2013-10-17
Client: A50120177
Site: Ville de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: Bassin sédimentation

Données sur le prélèvement

| | | | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|------------|-------------------------|----|
| Échantillon: | 2317430 | Nature de l'échantillon: | Sédiment | Chlore résiduel libre : | NA |
| No. Certificat pré : | 38505 | Matrice: | Sédiment | Chlore résiduel total : | NA |
| Votre référence: | #1 -Bassin sédimentation | État à la réception: | Conforme | | |
| Lieu prélevé : | Voir référence | Date de prélèvement: | 2013-09-19 | | |
| Prélevé par: | L.E. | Date de réception: | 2013-09-26 | | |

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACCEPT-03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2013-10-07 |
| | Résultat | | | 763 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | C113 | | | 2013-09-27 |
| | Résultat % humidité | | | 51 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 49 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 493150 | mg/kg | |
| | Résultat % matière organique | | | 0 | % m.o. | |
| FBEALIC01 | Aluminium extractible - Sols par ICP-MS | Oui | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 5760 | mg/kg m.s. | |
| FBEFEIC01 | Fer extractible - Sols par ICP-MS | Non | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 16600 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon : Commentaire du laboratoire:
Échantillon non-homogène contenant beaucoup de cailloux, du sable et de la végétation.

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Lucy Edwards
CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT Interférences [] = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine, F - Lévis (secteur St-Romuald)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2013-08-02

Page 4 de 8

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Ville de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, chemin Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1290585**
Date du rapport: 2013-10-17
Client: A50120177
Site: Ville de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: Bassin sédimentation

Données sur le prélèvement

Échantillon: 2317431
No. Certificat pré: 38505
Votre référence: #2- sols
Lieu prélevé: Voir Référence
Prélevé par: L.E.

Nature de l'échantillon: Sédiment
Matrice: Sédiment
État à la réception: Conforme
Date de prélèvement: 2013-09-19
Date de réception: 2013-09-26
Chlore résiduel libre: NA
Chlore résiduel total: NA

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACEPT-03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2013-10-07 |
| | Résultat | | | <100 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | C113 | | | 2013-09-27 |
| | Résultat % humidité | | | 18 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 82 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 819360 | mg/kg | |
| | Résultat % matière organique | | | 1 | % m.o. | |
| FBEALIC01 | Aluminium extractible - Sols par ICP-MS | Oui | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 4590 | mg/kg m.s. | |
| FBEFEIC01 | Fer extractible - Sols par ICP-MS | Non | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 18400 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon : Commentaire du laboratoire:
Échantillon non-homogène contenant beaucoup de cailloux.

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Lucy Edwards
CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences ■ = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine, F - Lévis (secteur St-Romuald)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Ville de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, chemin Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1289369**
Date du rapport: 2013-10-15
Client: A50120177
Site: Ville de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: Marais filtrant

Données sur le prélèvement

| | | | | | |
|----------------------|---------------------|--------------------------|------------|-------------------------|----|
| Échantillon: | 2317432 | Nature de l'échantillon: | Sédiment | Chlore résiduel libre : | NA |
| No. Certificat pré : | 38505 | Matrice: | Sédiment | Chlore résiduel total : | NA |
| Votre référence: | #1- Marais filtrant | État à la réception: | Conforme | | |
| Lieu prélevé : | Voir référence | Date de prélèvement: | 2013-09-19 | | |
| Prélevé par: | L.E. | Date de réception: | 2013-09-26 | | |

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACEPT-03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2013-10-01 |
| | Résultat | | | 1280 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | C113 | | | 2013-09-27 |
| | Résultat % humidité | | | 44 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 56 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 558400 | mg/kg | |
| | Résultat % matière organique | | | 0 | % m.o. | |
| FBEALIC01 | Aluminium extractible - Sols par ICP-MS | Oui | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 26000 | mg/kg m.s. | |
| FBEFEIC01 | Fer extractible - Sols par ICP-MS | Non | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 62000 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon : Commentaire du laboratoire:
Échantillon non-homogène contenant beaucoup de sable.

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Lucy Edwards
CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences ■ = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquières, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine, F - Lévis (secteur St-Romuald)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Ville de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, chemin Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1290585**
Date du rapport: 2013-10-17
Client: A50120177
Site: Ville de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: Marais filtrant

Données sur le prélèvement

| | | | | | |
|----------------------|----------------------|--------------------------|------------|-------------------------|----|
| Échantillon: | 2317433 | Nature de l'échantillon: | Sédiment | Chlore résiduel libre : | NA |
| No. Certificat pré : | 38505 | Matrice: | Sédiment | Chlore résiduel total : | NA |
| Votre référence: | #2 - Marais filtrant | État à la réception: | Conforme | | |
| Lieu prélevé : | Voir Référence | Date de prélèvement: | 2013-09-19 | | |
| Prélevé par: | L.E. | Date de réception: | 2013-09-26 | | |

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACCEPT-03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2013-10-07 |
| | Résultat | | | <100 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | C113 | | | 2013-09-27 |
| | Résultat % humidité | | | 25 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 75 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 747520 | mg/kg | |
| | Résultat % matière organique | | | 1.4 | % m.o. | |
| FBEALIC01 | Aluminium extractible - Sols par ICP-MS | Oui | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 17200 | mg/kg m.s. | |
| FBEFEIC01 | Fer extractible - Sols par ICP-MS | Non | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 44800 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon : Commentaire du laboratoire:
Échantillon non-homogène contenant beaucoup de cailloux, sable et végétation.

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Lucy Edwards
CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine, F - Lévis (secteur St-Romuald)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Ville de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, chemin Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1290585**
Date du rapport: 2013-10-17
Client: A50120177
Site: Ville de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: Marais filtrant

Données sur le prélèvement

Échantillon: 2317434
No. Certificat pré: 38505
Votre référence: #3- Marais filtrant
Lieu prélevé: Voir Référence
Prélevé par: L.E.

Nature de l'échantillon: Sédiment
Matrice: Sédiment
État à la réception: Conforme
Date de prélèvement: 2013-09-19
Date de réception: 2013-09-26
Chlore résiduel libre: NA
Chlore résiduel total: NA

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACCEPT-03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2013-10-07 |
| | Résultat | | | <100 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | C113 | | | 2013-09-27 |
| | Résultat % humidité | | | 57 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 43 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 425640 | mg/kg | |
| | Résultat % matière organique | | | 0 | % m.o. | |
| FBEALIC01 | Aluminium extractible - Sols par ICP-MS | Oui | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 12100 | mg/kg m.s. | |
| FBFEIC01 | Fer extractible - Sols par ICP-MS | Non | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 33600 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon : Commentaire du laboratoire:
Échantillon non-homogène contenant du sable et végétation.

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Lucy Edwards
CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine, F - Lévis (secteur St-Romuald)

A moins d'une demande expresse du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Ville de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, chemin Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1289369**
Date du rapport: 2013-10-15
Client: A50120177
Site: Ville de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: Marais filtrant

Données sur le prélèvement

| | | | | | |
|----------------------|----------------------|--------------------------|------------|-------------------------|----|
| Échantillon: | 2317435 | Nature de l'échantillon: | Sédiment | Chlore résiduel libre : | NA |
| No. Certificat pré : | 38505 | Matrice: | Sédiment | Chlore résiduel total : | NA |
| Votre référence: | #4 - Marais filtrant | État à la réception: | Conforme | | |
| Lieu prélevé : | Voir Référence | Date de prélèvement: | 2013-09-19 | | |
| Prélevé par: | L.E. | Date de réception: | 2013-09-26 | | |


Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACEPT-03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2013-10-01 |
| | Résultat | | | 928 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | C113 | | | 2013-09-27 |
| | Résultat % humidité | | | 62 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 38 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 377890 | mg/kg | |
| | Résultat % matière organique | | | 2.7 | % m.o. | |
| FBEALIC01 | Aluminium extractible - Sols par ICP-MS | Oui | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 23100 | mg/kg m.s. | |
| FBEFEIC01 | Fer extractible - Sols par ICP-MS | Non | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 54200 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon : Commentaire du laboratoire:
Échantillon non-homogène contenant du sable et végétation.

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Lucy Edwards
CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

Approuvé par :


Julie St-Amour, B.Sc., chimiste
membre OCQ 2011-163



* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées: A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine, F - Lévis (secteur St-Remald)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Ville de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, chemin Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1290585**
Date du rapport: 2013-10-17
Client: A50120177
Site: Ville de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: Marais filtrant

Données sur le prélèvement

| | | | | | |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|------------|-------------------------|----|
| Échantillon: | 2317436 | Nature de l'échantillon: | Sédiment | Chlore résiduel libre : | NA |
| No. Certificat prêt : | 38505 | Matrice: | Sédiment | Chlore résiduel total : | NA |
| Votre référence: | #5 - Marais filtrant | État à la réception: | Conforme | | |
| Lieu prélevé : | Voir référence | Date de prélèvement: | 2013-09-19 | | |
| Prélevé par: | L.E. | Date de réception: | 2013-09-26 | | |

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACEPT-03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2013-10-07 |
| | Résultat | | | 491 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | C113 | | | 2013-09-27 |
| | Résultat % humidité | | | 43 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 57 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 571440 | mg/kg | |
| | Résultat % matière organique | | | 0 | % m.o. | |
| FBEALIC01 | Aluminium extractible - Sols par ICP-MS | Oui | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 12300 | mg/kg m.s. | |
| FBEFEIC01 | Fer extractible - Sols par ICP-MS | Non | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 37600 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon : Commentaire du laboratoire:
Échantillon non-homogène contenant du sable et végétation.

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Lucy Edwards
CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

Approuvé par: Marie-Noëlle Bernatchez
Marie-Noëlle Bernatchez, M.Sc., Chimiste
Superviseur



* Accr. : Accréditation du MDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences [] = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine, F - Lévis (secteur St-Romuald)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Ville de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, chemin Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1289369**
Date du rapport: 2013-10-15
Client: A50120177
Site: Ville de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: NA

Données sur le prélèvement

| | | | | | |
|----------------------|----------------|--------------------------|------------|-------------------------|----|
| Échantillon: | 2314316 | Nature de l'échantillon: | Sédiment | Chlore résiduel libre : | NA |
| No. Certificat pré : | 38505 | Matrice: | Sédiment | Chlore résiduel total : | NA |
| Votre référence: | #6 | État à la réception: | Conforme | | |
| Lieu prélevé : | Voir Référence | Date de prélèvement: | 2013-09-19 | | |
| Prélevé par: | Lucy Edwards | Date de réception: | 2013-09-26 | | |

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACEPT-03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2013-10-01 |
| | Résultat | | | 421 | mgP /kg m.s. | |
| AGETRANS05 | Transport (Sédiments) | | | <> | --- | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | C113 | | | 2013-09-27 |
| | Résultat % humidité | | | 17 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 83 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 832600 | mg/kg | |
| | Résultat % matière organique | | | 0 | % m.o. | |
| FBEALIC01 | Aluminium extractible - Sols par ICP-MS | Oui | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 12400 | mg/kg m.s. | |
| FBEFEIC01 | Fer extractible - Sols par ICP-MS | Non | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 34800 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon : Commentaire du laboratoire:
Échantillon non-homogène contenant beaucoup de cailloux et de végétation.

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Lucy Edwards
CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences ■ = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine, F - Lévis (secteur St-Romuald)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, même en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Ville de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, chemin Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1290585**
Date du rapport: 2013-10-17
Client: A50120177
Site: Ville de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 2314317
No. Certificat pré: 38505
Votre référence: #7
Lieu prélevé: Voir Référence
Prélevé par: Lucy Edwards

Nature de l'échantillon: Sédiment
Matrice: Sédiment
État à la réception: Conforme
Date de prélèvement: 2013-09-19
Date de réception: 2013-09-26
Chlore résiduel libre: NA
Chlore résiduel total: NA

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACEPT-03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2013-10-07 |
| | Résultat | | | <100 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | C113 | | | 2013-09-27 |
| | Résultat % humidité | | | 73 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 27 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 270530 | mg/kg | |
| | Résultat % matière organique | | | 2.1 | % m.o. | |
| FBEALIC01 | Aluminium extractible - Sols par ICP-MS | Oui | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 8910 | mg/kg m.s. | |
| FBEFEIC01 | Fer extractible - Sols par ICP-MS | Non | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 23300 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon : Commentaire du laboratoire:
Échantillon non-homogène contenant beaucoup de cailloux et de végétation.

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Lucy Edwards
CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences [] = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine, F - Lévis (secteur St-Romuald)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Ville de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, chemin Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1290585**
Date du rapport: 2013-10-17
Client: A50120177
Site: Ville de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: NA

Données sur le prélèvement

| | | | | | |
|----------------------|----------------|--------------------------|------------|-------------------------|----|
| Echantillon: | 2314318 | Nature de l'échantillon: | Sédiment | Chlore résiduel libre : | NA |
| No. Certificat pré : | 38505 | Matrice: | Sédiment | Chlore résiduel total : | NA |
| Votre référence: | #8 | État à la réception: | Conforme | | |
| Lieu prélevé : | Voir Référence | Date de prélèvement: | 2013-09-19 | | |
| Prélevé par: | Lucy Edwards | Date de réception: | 2013-09-26 | | |

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACEPT-03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2013-10-07 |
| | Résultat | | | 573 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | C113 | | | 2013-09-27 |
| | Résultat % humidité | | | 18 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 82 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 815400 | mg/kg | |
| | Résultat % matière organique | | | 1 | % m.o. | |
| FBEALIC01 | Aluminium extractible - Sols par ICP-MS | Oui | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 11900 | mg/kg m.s. | |
| FBEFEIC01 | Fer extractible - Sols par ICP-MS | Non | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 31100 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon : Commentaire du laboratoire:
Échantillon non-homogène contenant beaucoup de cailloux.

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Lucy Edwards
CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences ■ = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine, F - Lévis (secteur St-Romuald)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Ville de Lac-Brome
Mme Isabelle Valois
122, chemin Lakeside, C.P. 60
Lac-Brome, Québec
J0E 1V0
Tél.: (450) 243-6111
Fax: (450) 243-5300

Certificat: **1290585**
Date du rapport: 2013-10-17
Client: A50120177
Site: Ville de Lac Brome
Projet: A50120177-5
Nom du Projet: Sédiment
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 2314319
No. Certificat pré: 38505
Votre référence: #9
Lieu prélevé: Voir Référence
Prélevé par: Lucy Edwards

Nature de l'échantillon: Sédiment
Matrice: Sédiment
État à la réception: Conforme
Date de prélèvement: 2013-09-19
Date de réception: 2013-09-26
Chlore résiduel libre: NA
Chlore résiduel total: NA

Résultats obtenus

| Paramètres | Description | Accr. (*) | Méthodes | Résultats | Unités | Date d'analyse * |
|------------|---|-----------|----------|-----------|--------------|------------------|
| ACCEPT-03 | Phosphores totaux (boue solides mgP /kg m.s.) | Oui | C222 | | | 2013-10-07 |
| | Résultat | | | <100 | mgP /kg m.s. | |
| CDEFEU-01 | Matière organique (Perte au feu) | Non | C113 | | | 2013-09-27 |
| | Résultat % humidité | | | 16 | % | |
| | Résultat % matière sèche | | | 84 | % | |
| | Résultat matières solides totales | | | 836220 | mg/kg | |
| | Résultat % matière organique | | | 1 | % m.o. | |
| FBEALIC01 | Aluminium extractible - Sols par ICP-MS | Oui | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat aluminium (Al) extractible Sols | | | 12100 | mg/kg m.s. | |
| FBEFEIC01 | Fer extractible - Sols par ICP-MS | Non | B201 | | | 2013-09-30 |
| | Résultat fer (Fe) extractible Sols | | | 35300 | mg/kg m.s. | |

Commentaires de l'échantillon : Commentaire du laboratoire:
Échantillon non-homogène contenant beaucoup de cailloux.

Commentaires du CAO : CC : Municipalité du Lac Brome a/s Lucy Edwards
CC : Municipalité du Lac Brome a/s Mme Lyne Chartier

* Accr. : Accréditation du MDDEP ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences [] = Hors normes
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine, F - Lévis (secteur St-Romuald)

A moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

**RÉSULTATS DES PRÉLÈVEMENTS D'ÉCHANTILLONS
POUR LA VILLE DE LAC-BROME**



14 février 2014

1 - MISE EN CONTEXTE

Au printemps 2013, la Ville de Lac-Brome a procédé à une réévaluation de l'entente avec le Ministère du Développement durable, de la Faune et des Parcs pour "la mise en place d'un projet d'expérimentation de diverses mesures de restauration du lac Brome". Cette entente voulait modifier celle proposée dans la version de décembre 2010 du document intitulé Restauration du lac Brome - projet pilote - Description et programme de travail (2008-2014).

Dans le cadre de cette nouvelle entente, la Ville de Lac-Brome a mandaté l'organisme Renaissance Lac Brome pour réaliser un programme de prises d'échantillons d'eau afin d'en évaluer la qualité l'entrée et à la sortie du marais filtrant situé à l'arrière du centre communautaire de la ville. Ces prélèvements ont été réalisés par les bénévoles de RLB selon la planification des sorties prévues dans le cadre de son programme de suivi de la qualité de l'eau. (SQE-2013)

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire certifié du MDDEFP, soit le Centre d'Expertise en Analyses Environnementales du Québec (CEAEQ).

Tel que stipulé dans le mandat donné à RLB, seuls les résultats des analyses d'eau, et non leurs interprétations, sont présentés dans le présent rapport.

2 - LOCALISATION DES POINTS DE PRÉLÈVEMENTS

Le Centre communautaire de la Ville de Lac-Brome est situé au sud du lac Brome et à l'ouest du village de Knowlton. Pour sa part, le bassin de sédimentation est à l'arrière du bâtiment, à une distance d'environ 120 mètres. (figure 1)

Coordonnées géographiques du bassin: N45.2187°, W725301°.



Figure 1 Emplacement du bassin de sédimentation

Les deux points de prélèvements sont identifiés comme CC-1 et CC-2.

Le point CC-1 est situé à la sortie du bassin de sédimentation, après l'entrée de deux fossés agricoles dans ce petit bassin. (figures 2 et 3)



Figure 2 – Bassin de sédimentation et marais filtrant (Photo Google)



Figure 3 - Point de prélèvement CC-1 (Photo Pierre Fortier)

Les prélèvements au point CC-2 ont été réalisés à la sortie du marais filtrant, dans le fossé d'évacuation. Voir à cet effet la figure 4, photographie prise le 18 juillet 2013.



Figure 4 - Point de prélèvement CC-2 (Photo Pierre Fortier)

3 - RÉSULTATS

Les tableaux suivants fournissent les résultats des différentes analyses de laboratoire, ainsi que les mesures réalisées in situ. Les résultats obtenus identifiés par un astérisque indiquent qu'il n'y avait pas assez d'eau pour prendre des échantillons ou des mesures.

3.1 - Phosphore total et matières en suspension

| DATE (2013) | Pt (mg/l) | | MES (mg/l) | |
|----------------|-----------|-------|------------|------|
| | CC-1 | CC-2 | CC-1 | CC-2 |
| 7 mai | 0,007 | * | 2 | * |
| 4 juin | 0,008 | 0,015 | 2 | 2 |
| 17 juillet | 0,013 | * | 5 | * |
| 13 août | 0,007 | * | 2 | * |
| 11 septembre | 0,020 | 0,043 | 6 | 7 |
| 16 octobre | 0,008 | 0,008 | 2 | 2 |
| 17 novembre | 0,007 | 0,004 | 1 | 1 |

3.2 - Azote ammoniacal et total, nitrites - nitrates

| DATE (2013) | N ammoniacal (mg/l) | | N total (mg/l) | | Nitrites-Nitrates(mg/l) | |
|----------------|---------------------|------|----------------|------|-------------------------|-------|
| | CC-1 | CC-2 | CC-1 | CC-2 | CC-1 | CC-2 |
| 7 mai | 0,03 | * | 0,31 | * | 0,02 | * |
| 4 juin | 0,03 | 0,02 | 0,42 | 0,52 | 0,06 | 0,02 |
| 17 juillet | 0,07 | * | 0,23 | * | 0,03 | * |
| 13 août | 0,04 | * | 0,48 | * | <0,02 | * |
| 11 septembre | 0,09 | 0,12 | 0,57 | 0,69 | 0,02 | 0,13 |
| 16 octobre | 0,05 | 0,03 | 0,28 | 0,29 | 0,03 | <0,02 |
| 17 novembre | 0,22 | 0,04 | 0,73 | 0,85 | 0,40 | 0,61 |

3.3 - Température, Oxygène dissous, conductance et pH.

| DATE (2013) | Temp. (°C) | | O dissous (mg/l) | | C (µS/cm) | | pH | |
|---------------------|------------|------|------------------|------|-----------|------|------|------|
| | CC-1 | CC-2 | CC-1 | CC-2 | CC-1 | CC-2 | CC-1 | CC-2 |
| <i>7 mai</i> | 16,0 | * | 6,7 | * | 348 | * | 7,2 | * |
| <i>4 juin</i> | 13,7 | 16,8 | 4,6 | 5,4 | 695 | 355 | 7,1 | 7,3 |
| <i>17 juillet</i> | 27,6 | * | 3,1 | * | 363 | * | 7,2 | * |
| <i>13 août</i> | 20,3 | * | 4,1 | * | 277 | * | 7,3 | * |
| <i>11 septembre</i> | 18,5 | 22,0 | 7,9 | 6,4 | 148 | 144 | 7,6 | 7,5 |
| <i>16 octobre</i> | 13,9 | 13,5 | 6,8 | 7,6 | 190 | 211 | 7,5 | 7,3 |
| <i>17 novembre</i> | 7,1 | 5,6 | 7,4 | 10,5 | 229 | 199 | 6,5 | 6,7 |

Note: C est la conductivité, exprimé en Siemens(S) par unité de longueur.

ANNEXE -1

Méthodes d'analyses

Les échantillons sont prélevés aux points CC-1 et CC-2 dans des contenants fournis par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Les échantillons sont retournés la journée même au laboratoire, dans une glacière.

| Substance analysée | Méthode | Limite de détection |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| Azote ammoniacal | Ma. 303 – N 1.0 | 0,02 |
| Azote total | Ma. 303 – N tot 1.0 | 0,02 |
| Nitrites - Nitrates | Ma. 303 – NO3 1.0 | 0,02 |
| Phosphore total | Ma. 303 – P 5.2 | 0,002 |
| MES | Ma. 104 – S.S. 2.0 | 1 |

