

Document réalisé pour la Ville de Victoriaville



Victoriaville

Portrait final de l'environnement du réservoir Beaudet et de son bassin versant



Manon Couture

Organisme de concertation pour l'eau des
bassins versants de la rivière Nicolet

01/02/2013



Portrait final de l'environnement du réservoir Beaudet et de son bassin versant

*Mandat 2A
Réalisé pour la ville de Victoriaville*



Dans le cadre du Plan de restauration du réservoir Beaudet et de l'amont de son bassin versant

Février 2013

Remerciements

Merci à tous les collaborateurs et collaboratrices qui ont permis la réalisation de cette étude.

Rédaction

Manon Couture, COPERNIC

Comité de lecture et analyse des données

Karine Dauphin, COPERNIC

Kellina Higgins

François Houle, Ville de Victoriaville

Alain Durocher, MCR Procédés et technologies

Carline Ghazal, Ville de Victoriaville

Jacinthe Leblanc, Direction régionale du Centre-du-Québec, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

Crédits photographiques

Manon Couture

Caroll McDuff

Ngoc Nguyen

Steve Hamel

Ville de Victoriaville

©2013, [Ville de Victoriaville]. Tous droits réservés.

Cette étude de faisabilité a été réalisée avec le concours du Fonds municipal vert, un Fonds financé par le gouvernement du Canada et géré par la Fédération canadienne des municipalités. Malgré ce soutien, les points de vue exprimés sont ceux des auteurs et n'engagent nullement la responsabilité de la Fédération canadienne des municipalités ni celle du gouvernement du Canada.

Références

Couture, M, 2013, Portrait final de l'environnement du réservoir Beaudet et de son bassin versant, COPERNIC – Organisme de concertation pour l'eau des bassins versants de la rivière Nicolet, Saint-Albert, 94pages et7annexes.

Contenu

Table des figures.....	iv
Table des tableaux.....	v
Table des annexes	vi
1. Contexte de réalisation	1
2. Description des caractéristiques physiques du territoire et du milieu humain	2
2.1. Superficie totale et superficie des différents sous-bassins	3
2.2. Limites physiographiques et administratives.....	5
2.3. Organisation territoriale.....	6
2.4. Géomorphologie et topographie.....	6
2.4.1. Topographie	6
2.4.2. Processus géomorphologiques.....	9
2.5. Géologie, pédologie et dépôts meubles.....	9
2.6. Climat et changements climatiques	10
2.7. Hydrographie et hydrologie	13
2.7.1. Rivières	13
2.7.2. Réservoir Beudet	27
2.7.3. Zones de contraintes naturelles	30
2.7.4. Eau souterraine et hydrogéologie	37
2.7.5. Qualité de l'eau	40
3. Description du milieu biologique	53
3.1. Écosystèmes aquatiques	53
3.1.1. Faune	54
3.1.2. Flore.....	58
3.2. Écosystèmes terrestres	60
3.2.1. Faune	60
3.2.2. Flore.....	60
3.3. Milieux humides et riverains	62
4. Description des activités humaines et des utilisations du territoire.....	64
4.1. Secteur résidentiel.....	65
4.2. Secteur commercial.....	65
4.3. Secteur industriel	65
4.3.1. Industrie forestière.....	67
4.3.2. Industrie minière	69

4.3.3.	Hydroélectricité	69
4.3.4.	Parc éolien	69
4.4.	Secteur agricole	69
4.5.	Secteur récréotouristique	72
5.	Description des acteurs, des usagers et des usages de l'eau	74
5.1.	Usages actuels	74
5.1.1.	Contact indirect avec l'eau	74
5.1.2.	Usages de prélèvements	74
5.1.3.	Retenues d'eau.....	78
5.1.4.	Rejets	80
5.2.	Description du milieu humain et de ses acteurs	81
5.2.1.	Démographie.....	81
5.2.2.	Densité de la population	81
5.3.	Description des représentations sociales et des préoccupations de la population quant à l'eau et au territoire	82
5.3.1.	Grandes préoccupations	82
5.3.2.	Sentiment d'appartenance.....	82
5.4.	Description des acteurs de l'eau présents sur le territoire	82
5.4.1.	Secteur économique.....	82
5.4.2.	Secteur communautaire.....	83
5.4.3.	Secteur gouvernemental	84
5.4.4.	Secteur municipal	86
5.4.5.	Secteur des entreprises de services-conseils	86
6.	Glossaire	89
7.	Bibliographie.....	90
8.	Annexes	95



Réservoir Beaudet

Table des figures

Figure 1: Amont du bassin versant de la rivière Bulstrode dans le bassin versant de la rivière Nicolet.....	2
Figure 2: Sous bassins versants de l'amont de la rivière Bulstrode	4
Figure 3: Limites administratives de l'amont du bassin versant de la rivière Bulstrode.....	5
Figure 4: Tenure publique à proximité du réservoir Beudet.....	6
Figure 5: Régions physiographiques et limite maximale de la mer de Champlain	8
Figure 6: Proportion des dépôts de surface du segment de l'amont du bassin versant de la rivière Bulstrode	10
Figure 7: Moyenne des températures mensuelles enregistrées entre 1971 et 2000 à la station météorologique d'Arthabaska.....	11
Figure 8: Variation des précipitations totales moyennes par année aux stations d'Arthabaska et de Saint-Ferdinand	11
Figure 9: Valeurs mensuelles moyennes et coefficient mensuel de débit.....	13
Figure 10: Variation du débit moyen quotidien par année de la rivière Bulstrode à la station 030106.....	14
Figure 11: Variation du débit minimum quotidien par année de la rivière Bulstrode à la station 030106	15
Figure 12: Variation du débit maximum quotidien par année de la rivière Bulstrode à la station 030106	15
Figure 13: Bassin versant de la rivière L'Abbé.....	18
Figure 14: Bassin versant du ruisseau Perreault	19
Figure 15: Bassin versant du ruisseau Plante	20
Figure 16: Bassin versant du ruisseau Thibodeau-Desharnais.....	21
Figure 17: Bassin versant du ruisseau Gobeil.....	22
Figure 18: Bassin versant du ruisseau Michaud	24
Figure 19: Bassin versant du T-22	25
Figure 20: Bassin versant de la rivière du Huit.....	26
Figure 21: Évolution de l'état de la rivière Bulstrode et du réservoir Beudet entre 1965 et 2010.....	28
Figure 22: Bathymétrie du réservoir Beudet.....	29
Figure 23: Détermination des différents segments de la rivière Bulstrode	30
Figure 24: Site en érosion au 46 ^e kilomètre du segment amont de la rivière Bulstrode	31
Figure 25: Exemples de la composition des rives et des bancs du segment central de la rivière Bulstrode	32
Figure 26: Exemple d'affleurements rocheux dans la rivière Bulstrode	32
Figure 27: Évolution d'un méandre par la comparaison du lit de la Bulstrode de 2010 sur une photographie aérienne de 1966.....	33
Figure 28: Vue actuelle du méandre actif entre les kilomètres 11,5 et 15 de la rivière Bulstrode représenté à la figure 27	33
Figure 29: Exemple d'érosion typique d'un méandre : érosion dans la section opposée à la courbe (en rouge) et sédimentation à l'intérieure de la courbe (en bleu).....	33
Figure 30: Zone de décrochement semi-végétalisée	34
Figure 31: Érosion d'un enrochement.....	34
Figure 32: Effet de déstabilisation des glaces qui accentue l'érosion des berges	34
Figure 33: Exemple de types de berges en rive gauche dans le segment aval de la rivière	35
Figure 34: Zone ponctuelle de glissement du ruisseau Gobeil.....	35

Figure 35: Traverse à gué de la rivière Bulstrode en milieu agricole	36
Figure 36: Résultat de l'érosion des ornières du chemin d'accès au passage à gué en milieu forestier	36
Figure 37: Conception d'un ponceau sans stabilisation végétale ou enrochement	36
Figure 38: Puits d'échantillonnage du dépôt à neige de la rue Saguenay, Victoriaville.....	38
Figure 39 : Types de problématiques rencontrées aux sorties du système d'eau pluviale déversant dans le réservoir Beaudet en 1983.....	42
Figure 40: Concentrations des nitrates/nitrites prélevées dans le réservoir Beaudet entre 2001 et 2010	44
Figure 41: Nombre d'unités de coliformes fécaux mesurées dans le réservoir Beaudet entre 2001 et 2011	46
Figure 42:Tendances des taux de coliformes fécaux échantillonnés dans le réservoir Beaudet entre 2001 et 2010.....	47
Figure 43: Données hivernales des unités de coliformes fécaux du réservoir Beaudet	48
Figure 44: Concentrations en phosphore du réservoir Beaudet entre 2005 et 2010.....	49
Figure 45: Turbidité moyenne enregistrée au réservoir Beaudet entre 2001 et 2010	51
Figure 46 : Localisation des marécages et herbiers en 1979 dans le réservoir Beaudet	58
Figure 47: Milieux humides du réservoir Beaudet et de l'amont du bassin versant.....	63
Figure 48: Milieux humides du réservoir Beaudet	64
Figure 49 : Localisation des parcs industriels de Victoriaville	65
Figure 50: Localisation des zones sensibles à l'érosion en milieu forestier	68
Figure 51: Occupation des sols de l'amont du bassin versant de la rivière Bulstrode.....	70
Figure 52: Type d'industries agricoles dans le bassin versant de la rivière Bulstrode en 1983 et 2007	71
Figure 53: Types de cultures en 2011 et 2012	72
Figure 54: Débits journaliers de l'usine Hamel entre 2001 et 2011.....	75
Figure 55: Sources d'approvisionnement de l'amont du bassin versant de la rivière Bulstrode.....	77
Figure 56: Retenues d'eau sur la rivière Bulstrode	79

Table des tableaux

Tableau 1: Superficie des principaux sous bassins versants en amont du réservoir Beaudet.....	3
Tableau 2: Superficies municipales et des MRC dans le bassin versant	5
Tableau 3: Nombre de jours de pluie	12
Tableau 4: Cotes de crues évaluées en aval du réservoir Beaudet.....	13
Tableau 5: Débits enregistrés à différents points de la rivière Bulstrode et caractéristiques générales ...	14
Tableau 6: Caractéristiques des tributaires de la rivière Bulstrode sur une longueur de 250 mètres	17
Tableau 7: Caractéristiques physiques du cours d'eau	18
Tableau 8: Caractéristiques physiques du ruisseau Perreault	19
Tableau 9: Caractéristiques physiques du ruisseau Thibodeau-Desharnais	20
Tableau 10: Caractéristiques du lit du ruisseau Parent.....	21
Tableau 11: Caractéristiques physiques du ruisseau Gobeil.....	23
Tableau 12: Caractéristiques du lit du ruisseau Michaud	24
Tableau 13: Caractéristiques du lit du T- 22.....	25

Tableau 14: Caractéristiques du lit de la rivière du Huit	26
Tableau 15 : Comparatif des caractéristiques morphométriques du réservoir Beaudet et de son bassin entre 1979 et 1994	27
Tableau 16: Taux de chlorures enregistrés (mg/L) aux puits d'échantillonnage du dépôt à neige de la rue Saguenay, Victoriaville	39
Tableau 17 : Variables physico-chimiques des tributaires et à l'embouchure de la rivière Bulstrode (Hamel, 2012)	41
Tableau 18: Caractéristiques de la rivière sur treize kilomètres	53
Tableau 19: Familles et genres de phytoplancton et zooplancton récoltés en juin et juillet 1979 dans le réservoir Beaudet	55
Tableau 20:Caractérisation des habitats piscicoles (faciès) de la rivière Bulstrode sur treize kilomètres .	56
Tableau 21: Faune ichthyenne récoltée dans la rivière Bulstrode en 1987	57
Tableau 22: Nombre d'espèces, d'individus et les espèces les plus fréquemment capturées pour chaque tributaire étudié à l'été 2012	57
Tableau 23: Taille des milieux humides et superficie totale du bassin versant	62
Tableau 24: Secteurs résidentiels du bassin versant.....	65
Tableau 25: Caractéristiques des pars industriels de Victoriaville	66
Tableau 26: Parc industriel de Princeville	67
Tableau 27: Regroupement des travaux sylvicoles selon l'impact d'érosion.....	67
Tableau 28: Particularités du territoire susceptible à l'érosion	68
Tableau 29: Infrastructures et habitudes d'épandage agricole des producteurs évalués en 1983	71
Tableau 30: Caractéristiques des parcours canotables de la rivière Bulstrode et du ruisseau Gobeil (FQCK, 2005).....	72
Tableau 31: Descriptif des sentiers qui composent le Sentier des Trotteurs à Sainte-Hélène-de-Chester	73
Tableau 32: Débits moyens du réservoir et de l'usine de pompage	75
Tableau 33: Retenues d'eau de la rivière Bulstrode.....	78
Tableau 34: Application du règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées par les municipalités.....	80
Tableau 35 : Données de population du bassin versant	81

Table des annexes

Annexe 1: Évolution de deux segments de la rivière Bulstrode entre 1966 et 2010	95
Annexe 2: Concentration en nitrate des puits individuels échantillonnés dans le bassin versant de la rivière Nicolet	97
Annexe 3: Analyse de tendance des concentrations de phosphore entre 2001 et 2010	98
Annexe 4: Résultats de l'échantillonnage des macroinvertébrés en amont et an aval du réservoir Beaudet	99
Annexe 5:Ensemencement de la rivière Bulstrode et du réservoir Beaudet 1964 et 2010.....	100
Annexe 6: Carte géologique et localisation des puits gaziers et pétroliers (BAPE 2011).....	101
Annexe 7: Site d'implantation des éoliennes du parc éolien des Érables.....	102

1. Contexte de réalisation

Ce portrait final fait suite au portrait préliminaire paru en juin 2012 qui recueillait les informations disponibles sur le bassin versant du réservoir Beaudet, soit la partie amont de la rivière Bulstrode. Tout comme ce dernier, le portrait final s'inscrit dans une démarche d'évaluation de la faisabilité de la restauration du réservoir Beaudet et de son bassin versant comme source d'alimentation en eau potable. Première étape de cette démarche, le portrait est une description des caractéristiques du bassin versant qui peuvent avoir un intérêt pour la gestion de l'eau. Il situe le bassin versant dans son environnement physique, économique et social. Son objectif est d'acquérir une meilleure connaissance du territoire. Une bonne connaissance du bassin versant facilitera l'identification des causes, des problématiques relevées dans le diagnostic, étape subséquente de la démarche, et permettra de les cibler géographiquement. Elle permettra, en outre, de poser un diagnostic juste.

Le portrait préliminaire comportait quelques lacunes qui ont été comblées par la réalisation de mandats spécifiques pour recueillir davantage de données. Parmi les données supplémentaires qui étaient nécessaires à une meilleure compréhension du bassin versant, notons les informations sur l'érosion et la dynamique sédimentaire de la rivière Bulstrode (Duhamel et Bariteau 2012a, 2012b), les données sur la population piscicole des tributaires de la rivière Bulstrode (Hamel 2012), le potentiel d'érosion de la zone forestière du bassin versant (Nguyen, 2012) ainsi que les sources urbaines de contamination du réservoir Beaudet (Couture 2012). Ces données intégrées à celles déjà existantes permettent de mieux connaître le bassin versant et les sources véritables des problématiques de sédimentation et de diminution de la qualité de l'eau du réservoir Beaudet observées depuis sa création en 1977.

Le mandat de COPERNIC était donc de rassembler et d'intégrer les nouvelles informations afin de mettre en place un meilleur diagnostic sur le bassin versant de la rivière Bulstrode.

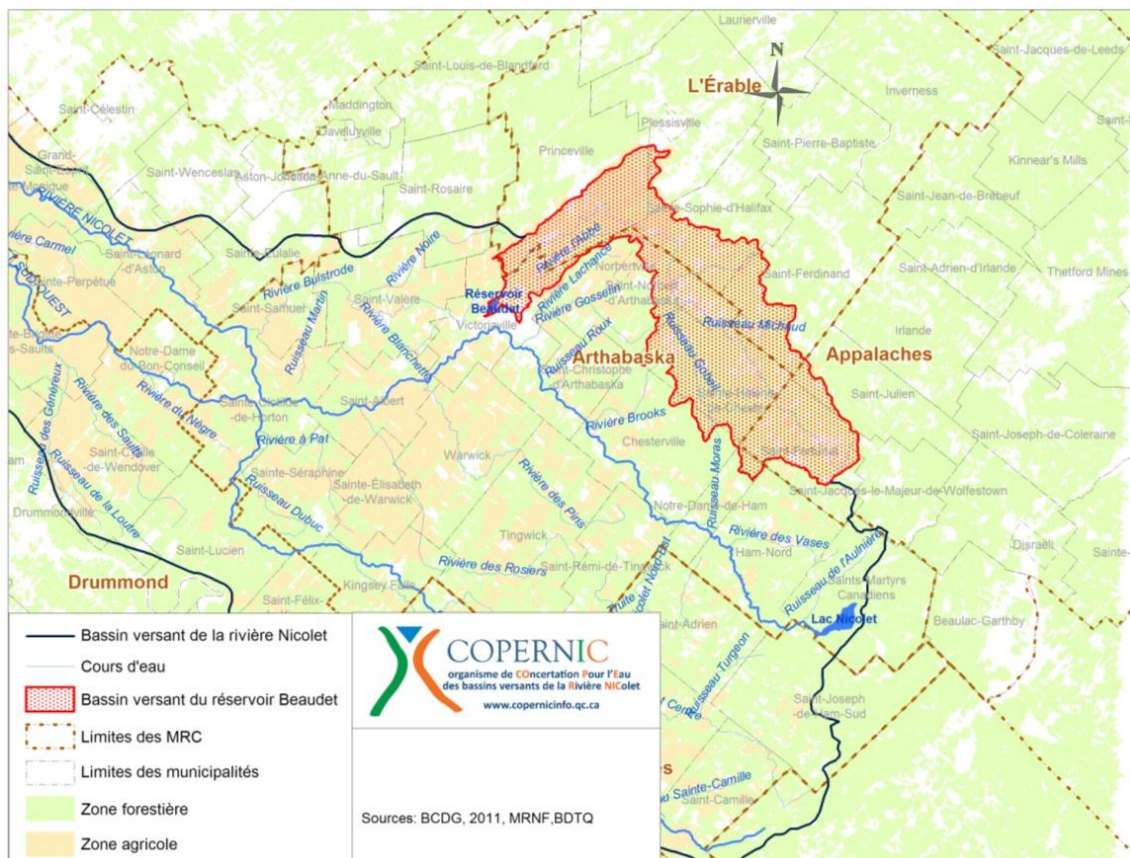


Point de vue sur la vallée de la rivière Bulstrode

2. Description des caractéristiques physiques du territoire et du milieu humain

La rivière Bulstrode est l'un des principaux affluents de la rivière Nicolet, elle-même affluent du fleuve Saint-Laurent. Elle prend sa source dans le relief pré-Appalachien de Saint-Fortunat. D'une longueur totale de 90 km, cette rivière coule d'abord en direction du nord et bifurque à hauteur de Princeville en direction ouest. Elle alimente le réservoir Beaudet et poursuit vers la rivière Nicolet, qu'elle rencontre à Saint-Samuel. La zone à l'étude dans ce document est le bassin versant du réservoir Beaudet, représenté par la partie amont de la rivière Bulstrode (Figure 1).

Figure 1: Amont du bassin versant de la rivière Bulstrode dans le bassin versant de la rivière Nicolet



2.1. Superficie totale et superficie des différents sous-bassins

Tableau 1: Superficie des principaux sous bassins versants en amont du réservoir Beaudet

Nom du cours d'eau	Superficie (km ²)
Rivière l'Abbé	26,7
Ruisseau Parent	5,5
Ruisseau Thibodeau-Desharnais	13,2
Ruisseau des Aulnes	9,3
Ruisseau Perreault	7,11
T-22	24,8
Ruisseau Gobeil	45,4
Ruisseau Michaud	19,9
Rivière du Huit	27,6

Le bassin versant du réservoir Beaudet étudié dans ce portrait représente la partie amont de celui de la rivière Bulstrode (580km²), et possède une superficie de 337 km².

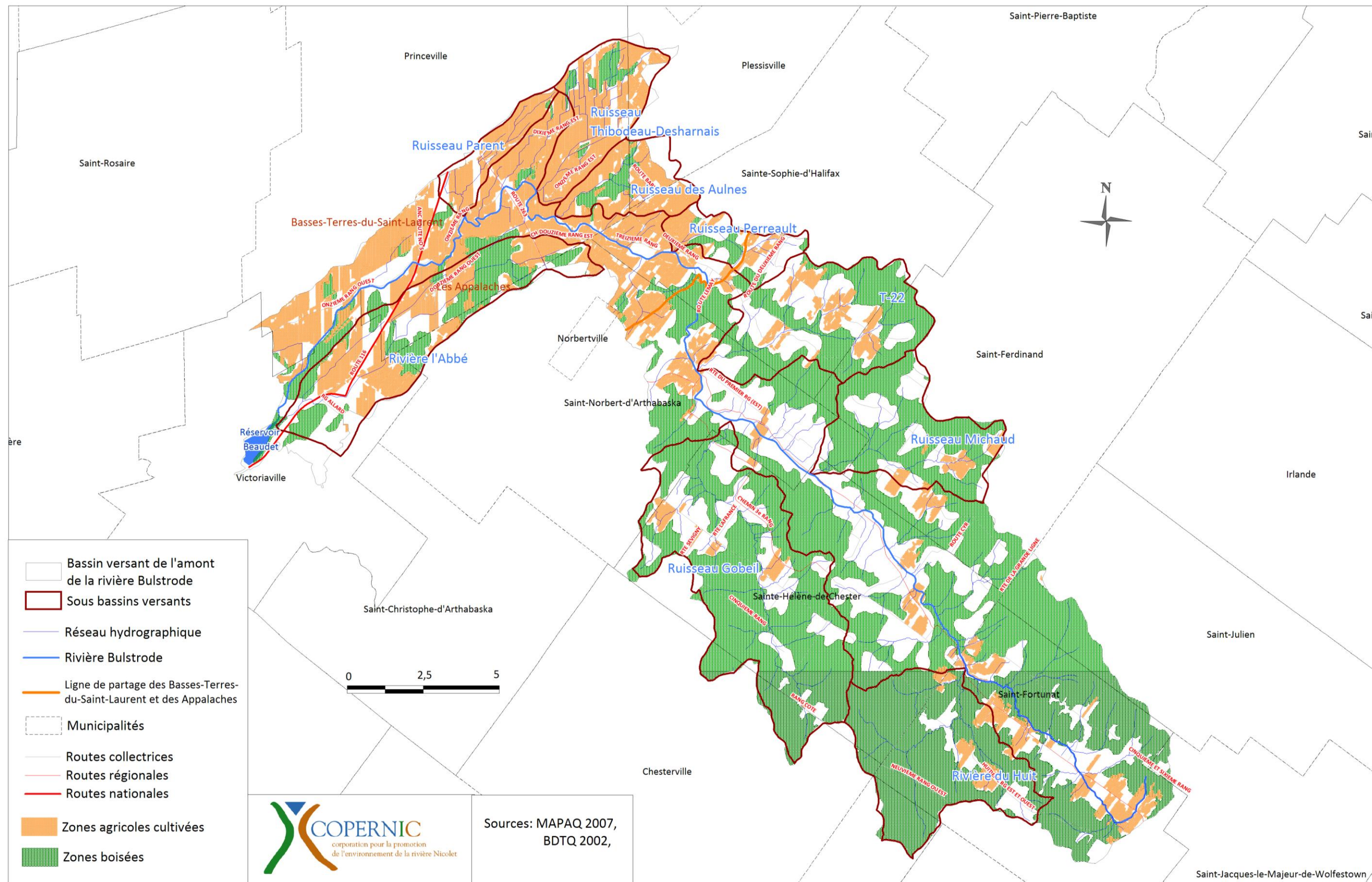
Cette portion de bassin versant de la rivière Bulstrode comprend un réseau hydrographique de plus de 415 km de **cours d'eau permanents¹** et **intermittents**. Les sous bassins versants de neuf tributaires d'importance pour la rivière Bulstrode sont décrits dans le tableau 1 et apparaissent dans la figure 2.



Rivière Bulstrode à proximité de sa source

¹ Les termes expliqués dans le glossaire apparaissent en bleu dans le texte.

Figure 2: Sous bassins versants de l'amont de la rivière Bulstrode



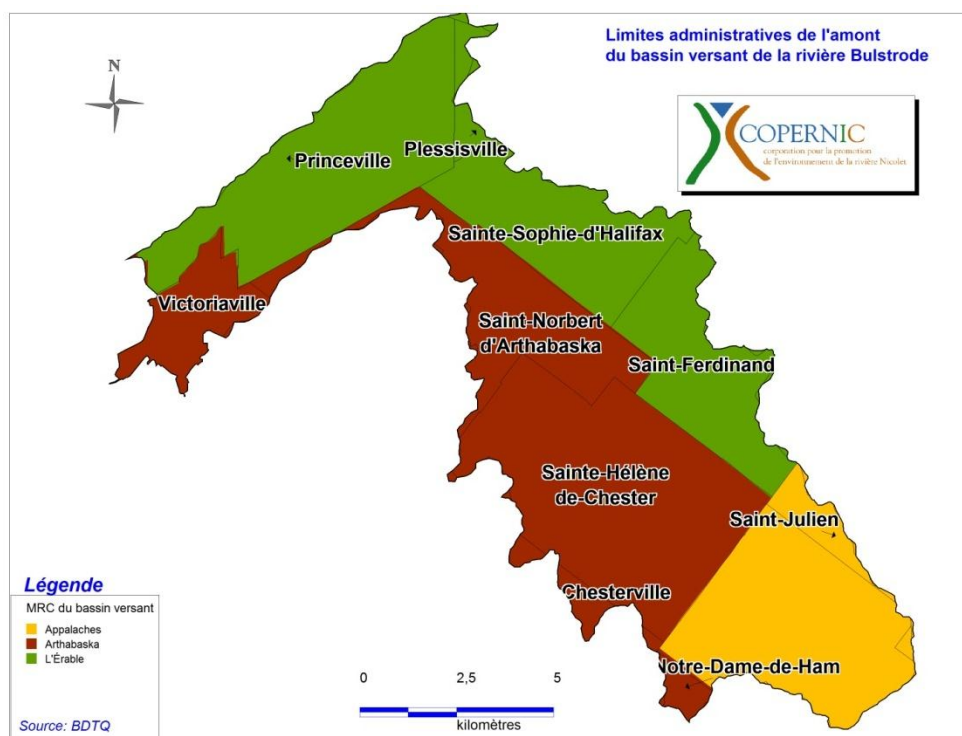
2.2. Limites physiographiques et administratives

Le bassin versant traverse le territoire de trois MRC et de onze municipalités ou villes (Tableau 2) (Figure 3).

Tableau 2: Superficies municipales et des MRC dans le bassin versant

Municipalités	Superficies comprises	Pourcentage	MRC
Ste-Hélène-de-Chester	78.73 km ²	23.3 %	MRC d'Arthabaska 41 %
Chesterville	4.74 km ²	1.4 %	
Notre-Dame-de-Ham	3.23 km ²	1 %	
St-Norbert-Arthabaska	37.53 km ²	11 %	
Victoriaville	16.92 km ²	5 %	
Plessisville	5.67 km ²	1.7 %	MRC de l'Érable 41 %
Princeville	59.81 km ²	17.7 %	
Ste-Sophie d'Halifax	37.22 km ²	11 %	
St-Ferdinand	34.17 km ²	10 %	MRC des Appalaches 18 %
St-Julien	6.61 km ²	2 %	
St-Fortunat	53.86 km ²	15.9 %	
Total	338 km²	100 %	

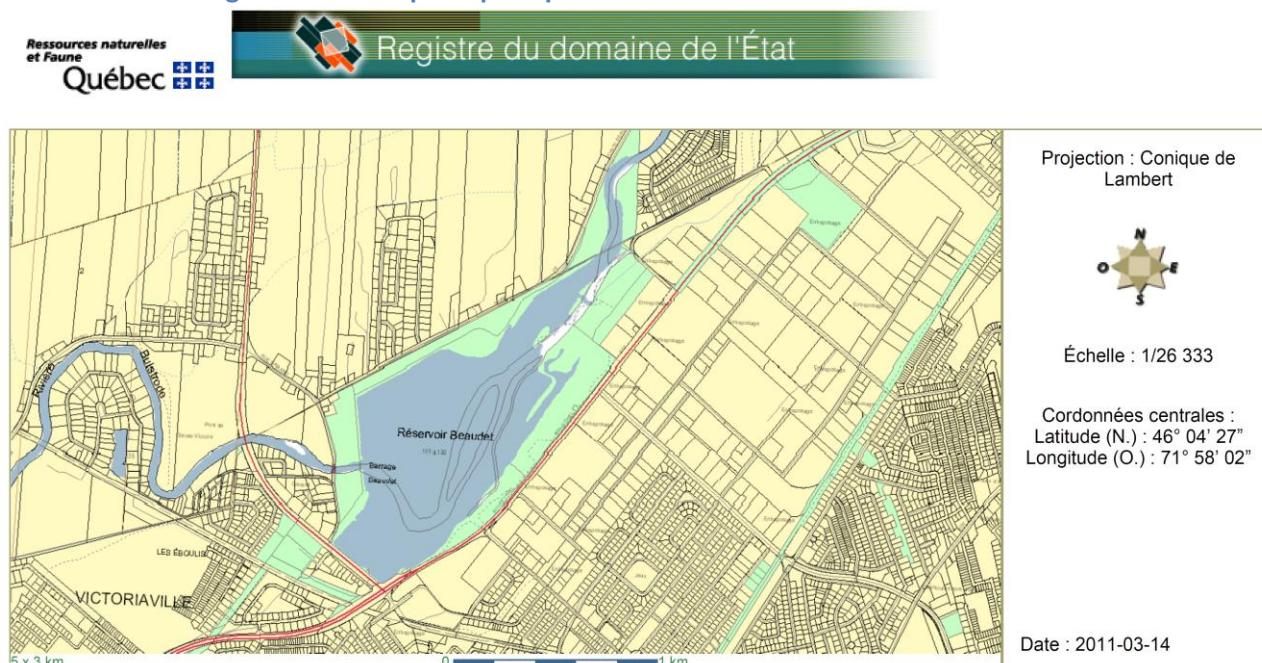
Figure 3: Limites administratives de l'amont du bassin versant de la rivière Bulstrode



2.3. Organisation territoriale

La tenure des terres environnant la rivière Bulstrode est majoritairement privée, à l'exception des lots d'infrastructures publiques telles que les routes et les ponts. Le lit de la rivière est également de propriété privée puisque la grande majorité des lots ont été concédés avant 1884 (CGRBF, 1988 et Ouellet, Comm. Pers, 2011). Seul le territoire du réservoir Beaudet et sa périphérie appartiennent à l'État (représenté en vert à la figure 4).

Figure 4: Tenure publique à proximité du réservoir Beaudet



2.4. Géomorphologie et topographie

2.4.1. Topographie

La figure 5 permet de visualiser le relief du bassin versant et de la rivière Bulstrode. Il est possible de distinguer deux reliefs différents. La région de faible pente c'est-à-dire de plaines correspond à la province géologique des Basses-terres du Saint-Laurent tandis que la région plus montagneuse correspond au piémont du plateau appalachien. Le barrage de Sainte-Sophie se trouve à la jonction de ces deux régions.

Dans les Basses-terres du Saint-Laurent, le relief est relativement plat avec de légères ondulations. Dans cette portion, le lit de la rivière Bulstrode présente un relief similaire et un gradient de pente très faible de 0,5 %. Le lit en aval du barrage de Sainte-Sophie se compose surtout de sable et de roc en alternance. Ces matériaux laissent place à du sable et des silts marins vers l'aval. En général, les tributaires sont, pour la plupart, peu encaissés en raison de la proximité du roc et leur lit est sableux. Plusieurs cours d'eau ont été subis des travaux de redressement (Duhamel et Bariteau, 2012a).



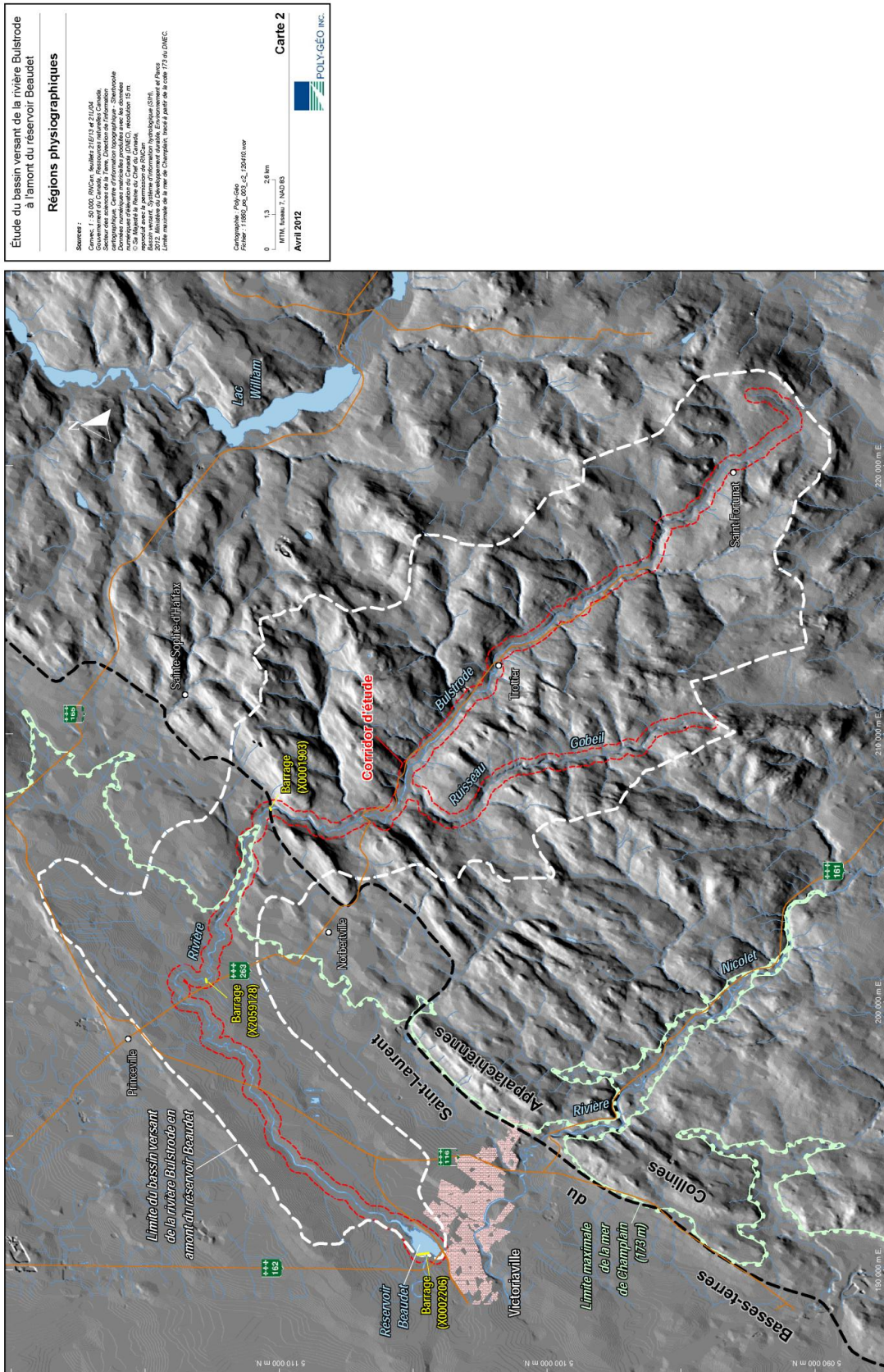
Exemple de cours d'eau redressé. La rivière L'Abbé a subi des travaux comme le démontre son profil rectiligne.

De la source de la rivière Bulstrode à la limite du plateau appalachien, visible à la figure 5, le relief est plus accidenté et compte des collines dont l'altitude varie entre 400 et 550 mètres. Ce massif de hautes collines est entaillé par deux vallées d'origine glaciaire : la vallée de la rivière Bulstrode et la vallée du ruisseau Gobeil, un affluent important de l'amont de la Bulstrode. Les collines sont recouvertes d'un till mince qui s'épaissit dans les vallées. La vallée de la rivière Bulstrode est assez évasée et ses versants présentent des gradients de pente d'environ 10 %. La rivière y a formé une plaine alluviale de 100 à 200 m de large composée de sable, de gravier et de matériaux grossiers. La rivière coule directement sur le roc ou les matériaux grossiers. Dans cette portion de la rivière, la pente du lit ne dépasse que rarement les 1 à 2 %. En amont du barrage de Sainte-Sophie, le lit de la rivière comporte quelques affleurements rocheux (roc), mais est principalement composé de sables et de graviers. Les berges de ce segment sont composées de tills et de sables et de graviers d'origine fluvioglaciales (Rompré et coll, 1984). Les tributaires appalachiens de la Bulstrode sont courts et encaissés. Selon les secteurs, les berges peuvent atteindre une hauteur allant jusqu'à 50 mètres. Leur lit est constitué de matériaux grossiers avec quelques affleurements rocheux (Vézina et coll, 1995) (Duhamel et Bariteau, 2012a).



Berges du ruisseau Gobeil

Figure 5: Régions physiographiques et limite maximale de la mer de Champlain



2.4.2. Processus géomorphologiques

La géomorphologie est la science qui étudie les paysages, cherche à en comprendre l'histoire et l'évolution et à prévoir les changements futurs. Elle vise la description et l'explication des formes du relief terrestre.

Les dépôts meubles du bassin versant de la rivière Bulstrode ont été mis en place lors de la dernière glaciation jusqu'à nos jours. Lors du dernier épisode glaciaire, il y a environ 12 000 ans, le glacier recouvrait entièrement le territoire et a laissé une couche continue de till sur le roc. Lors de la dernière déglaciation, le glacier s'est retiré vers le nord. Lors de son retrait, il a marqué une pause au nord-ouest des collines appalachiennes créant des lacs proglaciaires dans les vallées nouvellement déglacées. Durant cette étape, les eaux de fonte du glacier y déposèrent des sables et graviers recouverts de sédiments fins (sable fin, silt et argile) créés par l'activité sédimentaire de ces lacs, recouvrant les dépôts glaciaires. La présence de dépôts glacio-lacustres dans le bassin versant du ruisseau Gobeil confirme la présence de ces lacs sur le territoire (Duhamel, 2012).

La période de déglaciation a permis aux mers postglaciaires de se mettre en place. Dans les Basses-terres du Saint-Laurent, il s'agit de la mer de Champlain. Lors de son extension maximale, elle aurait recouvert la région de Victoriaville à une altitude de 173m. La zone maximale sud atteinte par la mer dans la zone d'étude se situe à un kilomètre en aval du barrage de Sainte-Sophie (Figure 5).

Il y a 10 000 ans, après le retrait de la mer de Champlain, la mer a laissé des dépôts de nature sableuse et sablo-silteuse. Des cours d'eau se sont alors formés et encaissés dans les matériaux meubles jusqu'à rejoindre, par endroits, des affleurements rocheux et le till. Les matériaux meubles (sable et gravier) ont été transportés et déposés le long du parcours de la Bulstrode formant le fond de sa vallée (Duhamel. et Bariteau, 2012a).

Aujourd'hui, le bassin versant poursuit sa transformation. Les processus géomorphologiques qui ont façonnés le relief actuel se perpétuent. Les processus d'érosion et de sédimentation actuels en témoignent puisqu'ils font évoluer les reliefs du bassin versant et les cours d'eau qui le draine.

La rivière Bulstrode présente des zones d'érosion importante. L'essentiel des zones actives d'érosion se concentre le long de la rivière Bulstrode entre les repères du 10^e kilomètre et du 27^e kilomètre² (Duhamel. et Bariteau, 2012a). Les zones d'érosion sont identifiées dans la section 2.7.3 Zones de contrainte.

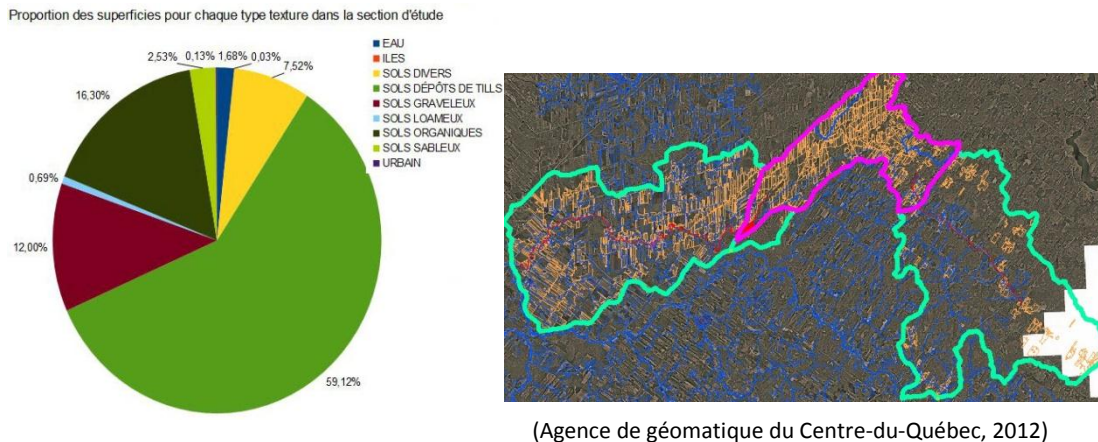
2.5. Géologie, pédologie et dépôts meubles

Le socle rocheux du bassin versant de la rivière Bulstrode appartient à la province géologique des Appalaches. Des formations méta-sédimentaires d'âge cambro-ordovicien la recourent. Le substrat rocheux des groupes d'Oak Hill et de Caldwell ainsi que les schistes de Bennett se composent de schistes,

² Les repères sont visibles à la figure 2 et le décompte commence au réservoir Beaudet.

de phyllades et d'ardoises et comportent aussi des grès, conglomérats et dolomies (figure 6) (Duhamel et Bariteau, 2012a).

Figure 6: Proportion des dépôts de surface du segment de l'amont du bassin versant de la rivière Bulstrode



Une caractérisation a permis de dresser le portrait des dépôts de surface dans la portion appartenant aux Basses-terres du St-Laurent (Figure 6). Les dépôts de tills sont les plus abondants, suivis des dépôts sableux, des sols organiques et des dépôts graveleux.

Les sédiments sont, en général, issus de substrats de texture fine, composant une matrice dont la perméabilité varie entre modérée et très perméable. Le drainage des sols y est donc bon à modérément bon. La nature calcaire des sols influence grandement le pH de la rivière Bulstrode qui oscille entre neutre à très légèrement alcalin (Rompré et coll., 1984).

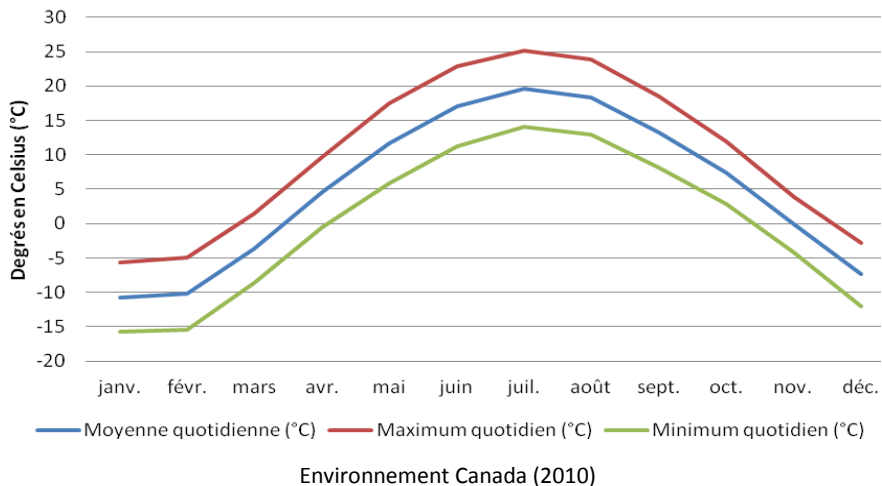
2.6. Climat et changements climatiques

Le climat de Victoriaville correspond à un climat tempéré à caractère continental tempéré (Vézina et coll. 1995; Rompré et coll. 1984). Selon Robitaille et Saucier (1998), la saison de croissance de la végétation est longue.

Précipitation et température

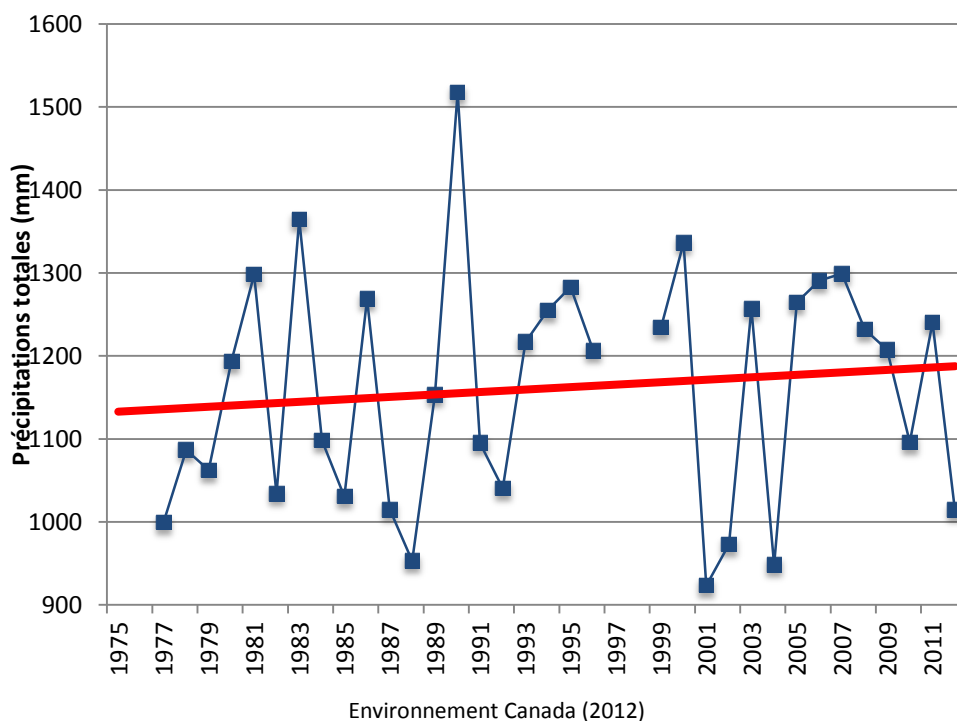
La température de l'air influence de façon importante la température de l'eau des lacs et des rivières, surtout durant la période estivale (Vézina et coll. 1995). La température moyenne annuelle est de 5,11 °C. La température moyenne maximale est en juillet et s'élève à 25 °C tandis que la température moyenne minimale est de -16 °C (figure 7).

Figure 7: Moyenne des températures mensuelles enregistrées entre 1971 et 2000 à la station météorologique d'Arthabaska



Les précipitations totales moyennes par année sont de 1159,4 mm, dont 886,8 mm de pluie et 272 mm de neige. C'est entre juillet et août que les précipitations moyennes sont les plus abondantes. L'évaluation des données sur une période de 37 ans démontre une tendance à la hausse des précipitations de 2 % (Couture et Mongrain, 2013) (figure 8).

Figure 8: Variation des précipitations totales moyennes par année aux stations d'Arthabaska et de Saint-Ferdinand



Selon les données d'Environnement Canada de 2010, ce sont les petites précipitations de 0,2 mm à 5 mm qui sont les plus fréquentes (Tableau 3).

Tableau 3: Nombre de jours de pluie selon l'importance des averses

Précipitations	Jours avec pluie (mm)
>0,2 à 0,5mm	118,8
>5 à 10 mm	57,9
>10 à 25mm	29,8
>25mm	5,5

Source : Environnement Canada (2010)

Vents

Les vents influencent la courantométrie des masses d'eau et leur métabolisme par la pénétration de la chaleur, de la stratification, de l'oxygène ainsi que la demande biologique en oxygène (DBO₅) (Vézina et coll, 1995). Les vents dominants sont ouest/sud-ouest (Desharnais, 2011), soit perpendiculaires à la vallée de la rivière.

2.7. Hydrographie et hydrologie

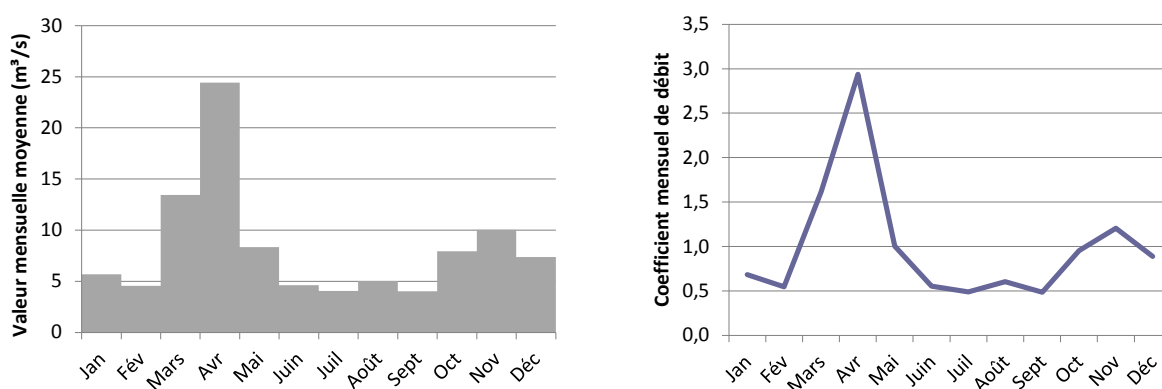
2.7.1. Rivières

Bulstrode

Deux hypothèses expliquent l'origine du nom de la rivière Bulstrode. Nommée selon le canton qu'elle traverse, la première hypothèse veut qu'elle doive son nom au chevalier Richard Bulstrode (1610-1711), ambassadeur d'Angleterre au XVII^e siècle sous les règnes de Charles 1^{er}, Charles II et James II. La seconde rapporte l'existence d'un parc « Bulstrode Park » dans le Buckinghamshire en Angleterre, mais le lien entre ce lieu et la rivière est nébuleux (Roy, 1906).

L'étude des valeurs de débits moyens mensuels permet de catégoriser le régime hydrologique de la rivière Bulstrode.

Figure 9: Valeurs mensuelles moyennes et coefficient mensuel de débit



La [classification de Pardé](#) permet d'identifier que le régime hydrologique de la rivière Bulstrode est mixte (figure 9). Un régime mixte correspond à deux maxima et deux minima des coefficients mensuels au cours de l'année hydrologique, qui dépendent de la fonte des neiges et des précipitations automnales (Musy, 2005). Plus précisément, le régime nivo-pluvial s'observe par :

- Deux maxima nets, un maximum atteint par des crues importantes en mars-avril et l'autre en automne (vers novembre) plus modéré;
- Deux minimums caractérisés par des étiages sévères en hiver (janvier-février) et en été (juillet-août).

Les cotes de crues ont été déterminées pour deux tronçons dans la partie aval de la rivière Bulstrode, situés entre le barrage Beudet et la municipalité de Saint-Valère (Tableau 4) (Poirier 2004).

Tableau 4: Cotes de crues évaluées en aval du réservoir Beudet

Tronçon 1		Tronçon 2	
2 ans	117,9 m³/s	2 ans	112,9 m³/s
20 ans	381,4 m³/s	20 ans	365,3 m³/s
100	531,7 m³/s	100	509,3 m³/s

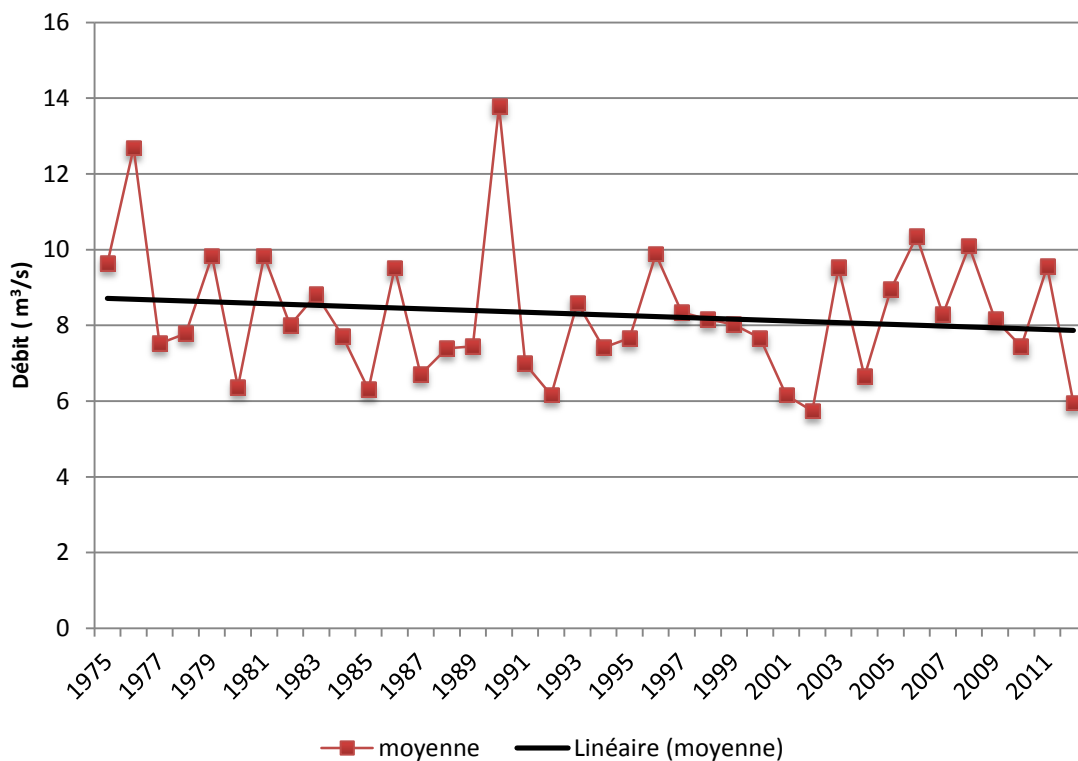
Letableau 5rapporte les différentes caractéristiques de la rivière Bulstrode le long de son parcours (HBA Environnement 2004).

Tableau 5: Débits enregistrés à différents points de la rivière Bulstrode et caractéristiques générales

	Débit moyen annuel (m ³ /s)	Superficie du bassin versant (km ²)	Distance de l'embouchure (km)
Embouchure	15,5	575	--
Victoriaville	9,2	342	36,0
Pont couvert	6,2	232	57,5
Trottier	2,9	106	70,5
Saint-Fortunat	0,45	17	82,5
Source	--	--	85,0

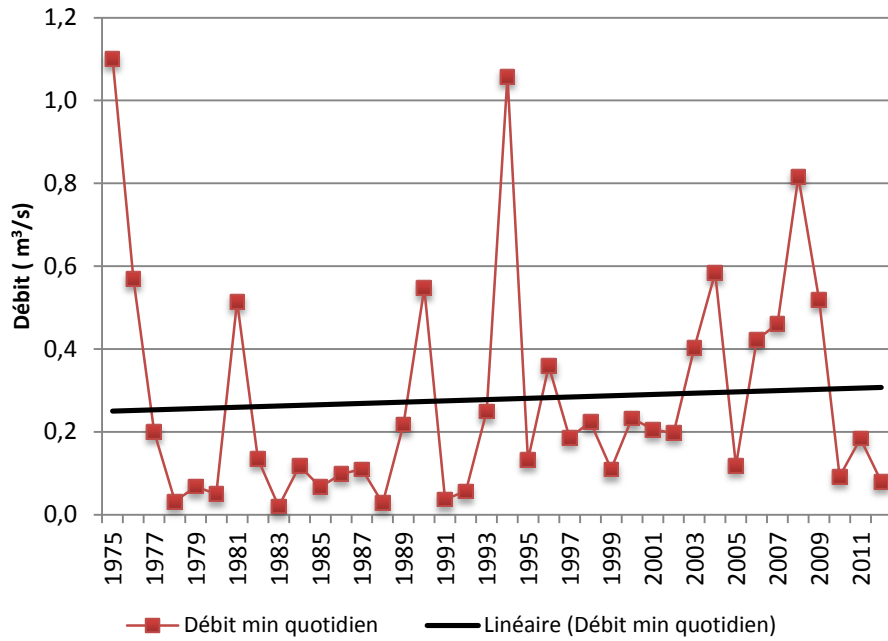
Selon une analyse des données échelonnées sur 37 ans, le débit quotidien moyen de la rivière Bulstrode est de 8,3 m³/s en aval du réservoir Beudet. Une tendance à la baisse de 10 % est enregistrée pour la même période (figure 10) (Couture et Mongrain, 2013).

Figure 10: Variation du débit moyen quotidien par année de la rivière Bulstrode à la station 030106



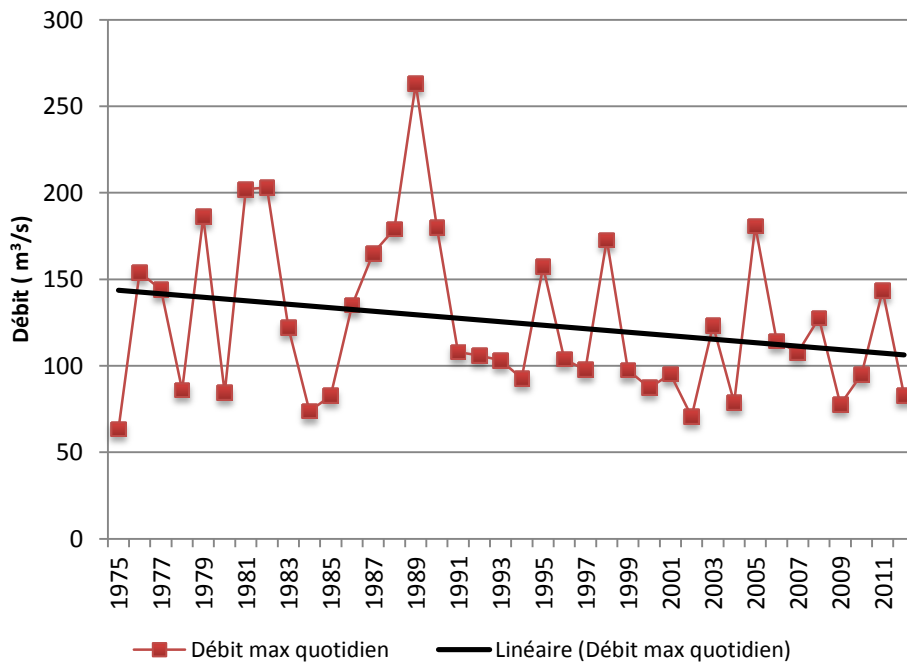
Au contraire des débits moyens, la figure 11 montre que sur la période de 37 ans observée, les débits minimaux moyens subissent une légère hausse (figure 11). La valeur minimale moyenne est de 0,28 m³/s. La valeur historique la plus faible a été atteinte en 1983 à 0,02 m³/s.

Figure 11: Variation du débit minimum quotidien par année de la rivière Bulstrode à la station 030106



Sur la même période que les débits moyens minimaux, l'analyse des débits moyens maximaux démontre une tendance à la baisse (figure 12). La valeur maximale moyenne est de 125 m³/s. La valeur historique la plus élevée a été atteinte en 1989 à 263 m³/s. Son débit moyen en période de crue est de 65m³/s et en période d'étiage de 1,0m³/s (HBA, 2004).

Figure 12: Variation du débit maximum quotidien par année de la rivière Bulstrode à la station 030106



Les tributaires

Zone appalachienne

Situés en rive gauche, le ruisseau Gobeil et la rivière du Huit sont les affluents les plus importants de l'amont du bassin versant. Sur la rive opposée, deux autres affluents pour lesquels il n'existe pas de nom sont d'importance similaire. L'embouchure des tributaires de la rivière Bulstrode dans cette région est souvent encaissée de 20 à 40 m de profondeur dans le till ou dans les dépôts de sable et graviers et leur lit rejoint fréquemment le roc. Les zones d'érosion des rives de ces cours d'eau se situent près des embouchures; la majorité des rives sont relativement stables.



Rivière du Huit



Ruisseau Gobeil

Basses-terres du Saint-Laurent

Les principaux tributaires de la rivière Bulstrode sont les ruisseaux Perreault, des Aulnes, Thibodeau-Desharnais, Parent et la rivière L'Abbé. Le lit de ces ruisseaux a pour la plupart été redressé à des fins agricoles au cours des années 1960 ou 1970 et lors de périodes subséquentes pour retirer les sédiments et faciliter le drainage. Les rives ont moins de deux à trois mètres de haut et sont composées de sédiments sableux à sablo-silteux. Les rives à l'embouchure des tributaires sont stables à l'exception de celles du ruisseau Perreault.



Ruisseau Parent



Ruisseau Perreault

Une étude réalisée à la fin de l'été 2012 a permis de répertorier les espèces qui fréquentent la rivière Bulstrode et ses tributaires. À cette fin, un segment de 200 mètres était inventorié pour chaque tributaire de l'embouchure à l'amont, ainsi qu'un segment de 50 mètres dans la rivière Bulstrode, de la confluence des deux cours d'eau vers l'amont. Les résultats du tableau 6 sont les données d'inventaire recueillies à l'occasion de cette caractérisation (Tableau 6) (Hamel, 2012).

Tableau 6: Caractéristiques des tributaires de la rivière Bulstrode sur une longueur de 250 mètres

<i>Caractéristiques</i>	<i>Rivière L'Abbé</i>	<i>Ruisseau Perreault</i>	<i>Ruisseau Thibodeau-Desharnais</i>	<i>Ruisseau Parent</i>	<i>Ruisseau Gobeil</i>	<i>Ruisseau Michaud</i>	<i>T-22</i>	<i>Rivière du Huit</i>
Superficie de bassin versant (km²)	26,7		5,45	5,45			26,7	27,7
Profondeur moyenne (m)	0,34	0,15	0,11	0,18	0 ³	0,13	0,97	0,4
Profondeur maximale (m)	0,81	0,2	0,24	0,36	0	0,41	0,21	0,75
Largeur humide moyenne (m)	7,74	0,27	1,06	0,49	0	6,98	5	9,34
Largeur humide maximale (m)	6,64	3,16	1,32	0,64	0	11,20	5	13,83
Largeur totale moyenne (m)	6,75	1	1,55	1,34	2,38	10,52	6,23	14,25
Couvert végétal (ombrage) (%)	70	15	10	50	0	60	80	45
Faciès d'écoulement	Plat courant	Plat courant	Plat et multitude de petites fosses	Plat courant	nul	Rapide	Plats courants et fosses	Rapide
Présence d'abris	faible	Faible, herbacée	Faible, herbacée	Herbacée, Forte par endroits	Bon potentiel, souche et végétation	Fort	Blocs et végétation, forte	Forte
Longueur totale du cours d'eau principal (km)	13,5	5,2	5	6,1	15,2	8,17	9	8,32

Informations issues de Hamel, 2012

³ Les données ont été prises à l'été en 2012 à l'embouchure du ruisseau Gobeil. Le ruisseau était exceptionnellement à sec en raison d'un été particulièrement sec.

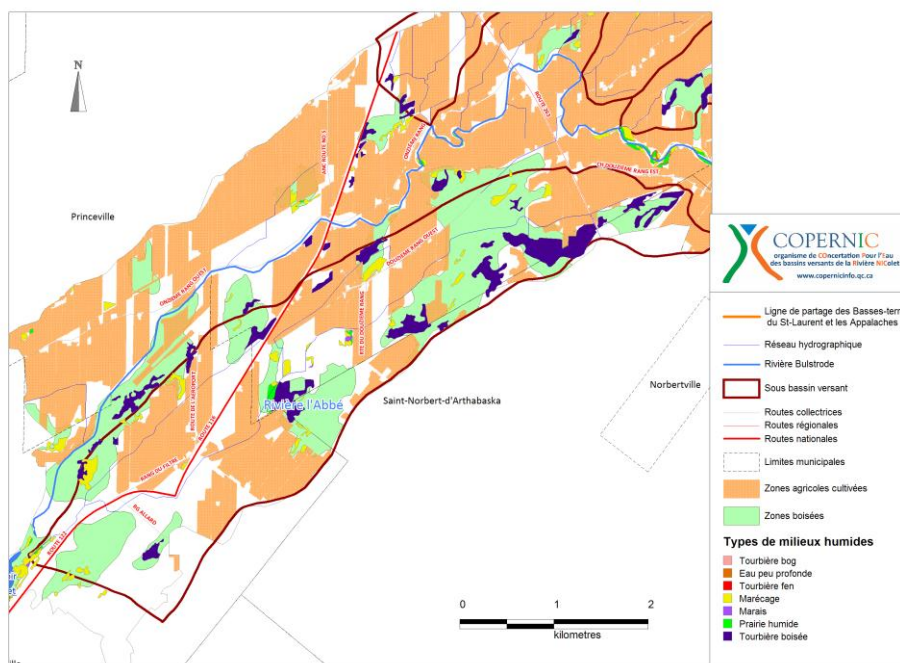


Figure 13: Bassin versant de la rivière L'Abbé

La rivière L'Abbé

Le segment étudié de 250 m près de l'embouchure de ce tributaire, qui draine des territoires urbain et agricole, comporte une bande riveraine arbustive très dense, composée d'aulnes (figure 13). Près des berges, les aulnes offrent beaucoup d'abris pour la faune piscicole. En raison de son substrat vaseux qui lui donne des caractéristiques **palustres**, ce ruisseau est un bon habitat pour la reproduction du crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*) (tableau 7). Une forte majorité de crapets-soleils capturés étaient au stade juvénile de leur croissance. Cette espèce pond dans les eaux calmes des marais et dépose ses œufs près de la végétation riveraine. Les ménés à nageoires rouges (*Luxilus cornutus*) et les meuniers noirs (*Catostomus commersonii*) utilisent ce cours d'eau pour l'habitat et l'alimentation. Les meuniers noirs se trouvaient surtout dans les fosses (Hamel, 2012).

Tableau 7: Caractéristiques physiques du cours d'eau

Lit du cours d'eau	Dépôts organiques et limoneux de 60cm d'épaisseur sur le segment de 250m
Profil du cours d'eau	Profil rectiligne Bande riveraine arbustive

Le ruisseau Perreault

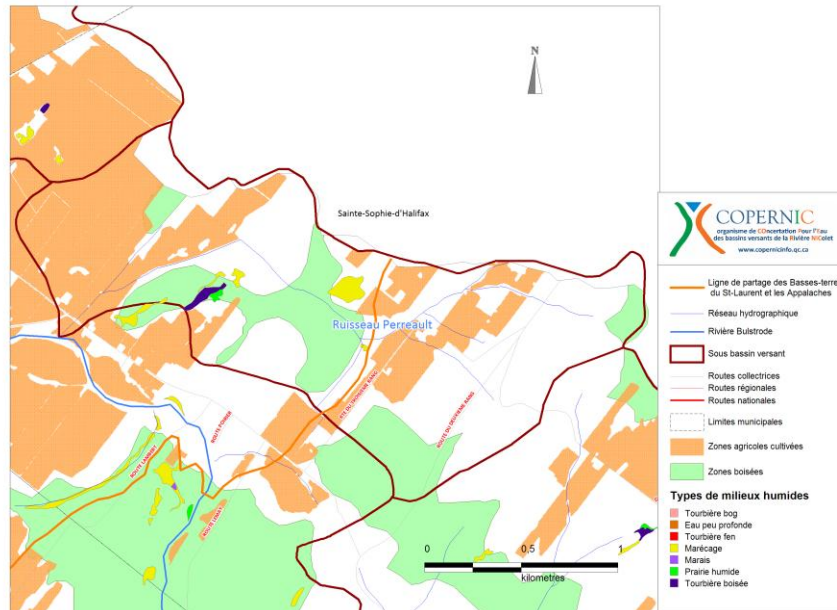


Figure 14: Bassin versant du ruisseau Perreault

Ruisseau de faible profondeur avec des fosses d'environ 40 centimètres de profond, sa bande riveraine est intermittente dans le segment caractérisé de 250 m (figure 14). La culture du maïs atteint le haut du talus par endroits. Une grande fosse de deux mètres de profond et de quatre mètres de large fournit aux spécimens adultes un abri en période d'étiage (Hamel, 2012).

Tableau 8: Caractéristiques physiques du ruisseau Perreault

Lit du cours d'eau	Fond rocheux avec fosses envasées. Blocs fortement recouverts d'algues.
Profil du cours d'eau	Profil rectiligne parsemé de fosses de 45 cm de profondeur et une fosse de 2 m de profond et 6m de largeur. Pas de bande riveraine, culture de maïs jusqu'à la limite du ruisseau.

Le lit est constitué de blocs avec de très faibles accumulations de sédiments (tableau 8). Une forte croissance algale a été observée. La présence d'espèces se reproduisant dans le gravier indique que le ruisseau offre un habitat pour la reproduction. Le naseux des rapides (*Rhinichthys cataractae*) affectionne particulièrement les cours d'eau propres à courant rapide, ce qui laisse croire que les conditions printanières possèdent ces caractéristiques (Hamel 2012).

Le ruisseau Thibodeau-Desharnais

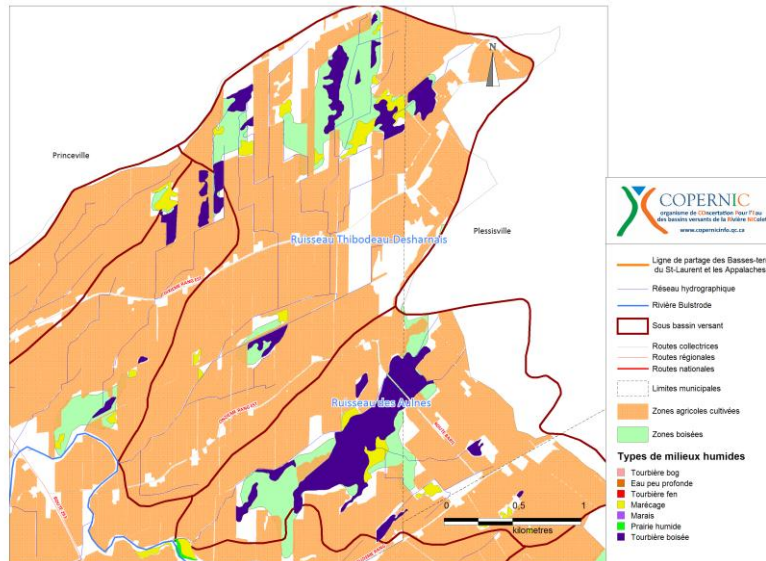


Figure 15: Bassin versant du ruisseau Thibodeau-Desharnais

Le profil du ruisseau Thibodeau-Desharnais est rectiligne et est dépourvu de bande riveraine (figure 15). La culture de type annuelle se fait jusqu'au sommet du talus. Le lit est vaseux, riche en limon et en matière organique (tableau 9). Les conditions du ruisseau Thibodeau-Desharnais ne permettent pas la reproduction des espèces trouvées telles que le mulot à cornes (*Semotilus atromaculatus*), le méné bec-de-lièvre (*Exoglossum maxillingua*) et le méné à nageoires rouges, mais permet leur alimentation et leur fournit des abris (Hamel, 2012).

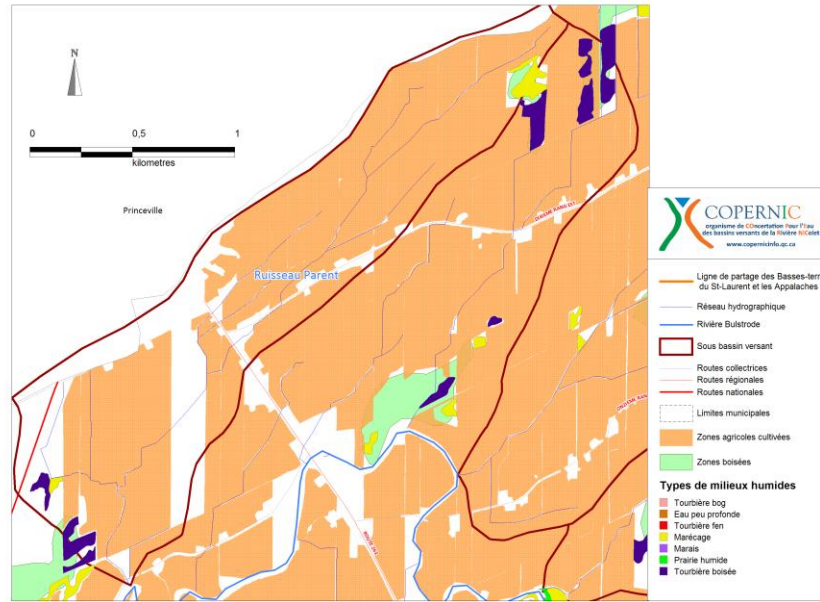
Tableau 9: Caractéristiques physiques du ruisseau Thibodeau-Desharnais

Lit du cours d'eau	Fond vaseux. Accumulations de sédiments organiques et de limon.
Profil du cours d'eau	Cours rectiligne agricole intermittent. Pas de bande riveraine arbustive.



Exemple démontrant le lit vaseux du ruisseau Thibodeau-Desharnais

Le ruisseau Parent



Le lit du ruisseau Parent est surtout constitué de sédiments fins et d'un peu de blocs, galets et de rochemère (tableau 10). La bande riveraine est principalement herbacée et les cultures sont très près du cours d'eau, voir à l'intérieur de la bande riveraine (figure 16). Les nombreuses fosses permettent les conditions nécessaires au maintien de la vie de l'omble de fontaine et de la truite brune. La pêche a révélé la présence d'adultes et l'absence de juvéniles (Hamel, 2012). Il est possible d'envisager que le cours d'eau permet l'alimentation et l'abri, mais pas la reproduction.

Vers l'embouchure



Vers l'amont



Tableau 10: Caractéristiques du lit du ruisseau Parent

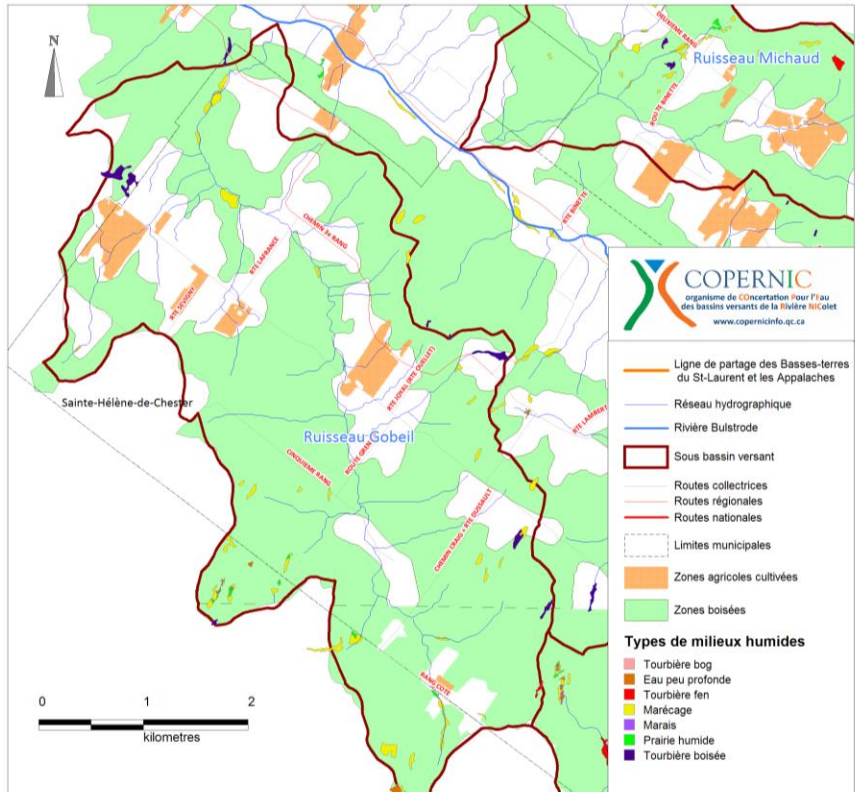
Lit du cours d'eau	Fond recouvert de sédiments, sable et limon, jusqu'à 60 m d'épaisseur. Roc affleurant et 5 % de gravier et galet. Pas de seuil et quelques fosses de 30 à 36 cm de profond.
Profil du cours d'eau	Cours agricole sans bande riveraine végétalisée. Culture de maïs dans la bande riveraine.

Figure 17: Bassin versant du ruisseau Gobeil

Le ruisseau Gobeil

Le tracé du ruisseau Gobeil est sinueux selon un axe approximatif sud-nord.

Le dénivelé est d'un total de 260 mètres, soit une pente moyenne de 1,5 % dans les douze premiers kilomètres en aval suivie d'une pente de 3 à 6 % en amont. Le lit du ruisseau est composé de roc et de matériaux très grossiers issus de l'érosion du till, des sables et du gravier (tableau 11). L'écoulement du ruisseau est rapide. Une chute d'environ 5 mètres de hauteur se trouve à 7,8 m de l'embouchure.



La vallée au fond de laquelle coule le ruisseau Gobeil est relativement étroite, encaissée de 150 mètres. Les pentes des versants de la vallée varient entre 7 et 15 % et se composent d'un till épais. Des lambeaux de terrasse, haute de 10 à 30 mètres, sont observables dans le fond de la vallée à l'embouchure et entre le 6^e et 10^e kilomètre de son parcours. Les terrasses sont formées de sable et graviers. Le lit est constitué de blocs et par endroits de dépôts de sable et de matières organiques.

Vers l'amont



Substrat du lit mineur



Les berges, composées de till et localement de sable et gravier, ont souvent plus de dix mètres de hauteur. Les berges sont surtout formées de matériaux grossiers résistants à l'érosion. La bande riveraine est forestière et arbustive (figure 17). Selon une étude menée par Poly-Géo, moins de 5 % des rives seraient affectées par l'érosion (Duhamel et Bariteau, 2012a).

En rive droite entre les 5^e et 7^e kilomètres, le till est recouvert de sédiments silto-sableux sur au moins une dizaine de mètres d'épaisseur. Ces sédiments proviennent d'accumulation dans d'anciens petits lacs glaciaires formés temporairement lors du retrait progressif du glacier. Des glissements dépassant les dix mètres de hauteur affectent les versants de till recouverts de sédiments silto-sableux (Duhamel et Bariteau, 2012a).



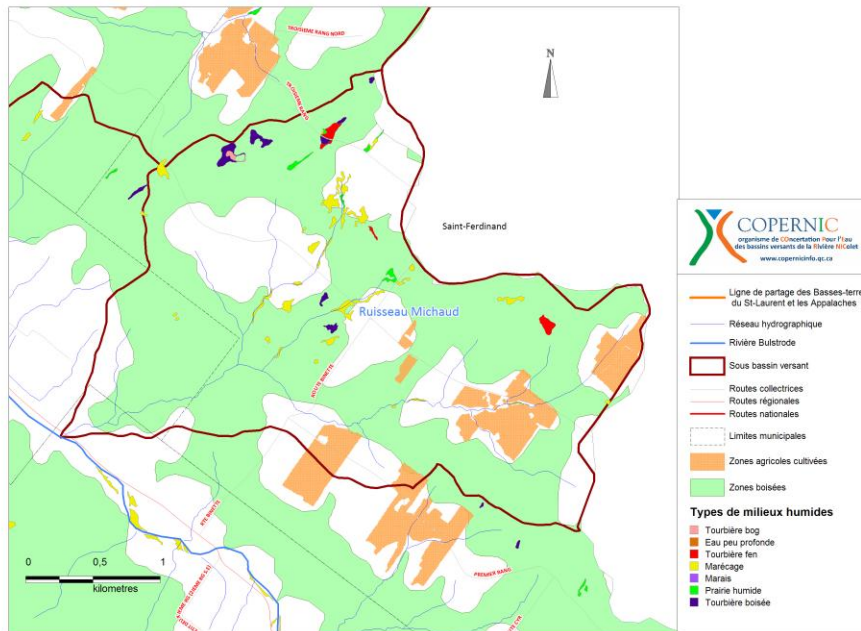
Érosion majeure qui permet d'observer d'anciens dépôts glacio-lacustres

Tableau 11: Caractéristiques physiques du ruisseau Gobeil

Lit du cours d'eau	Dépôts de sédiments. Présence de zones de gravier.
Profil du cours d'eau	Ruisseau complètement à sec en septembre. Dénivelé important.

Le ruisseau Michaud

Figure 18: Bassin versant du ruisseau Michaud



L'eau claire et froide du ruisseau Michaud et son lit de galets, de blocs et de gravier favorisent la truite brune (*Salmo trutta*) et l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) (tableau 12). La bande riveraine est surtout arborescente et étroite en amont et herbacée en aval (figure 18). Douze espèces de poissons ont été dénombrées (Hamel 2012).

Embouchure



Vers l'amont

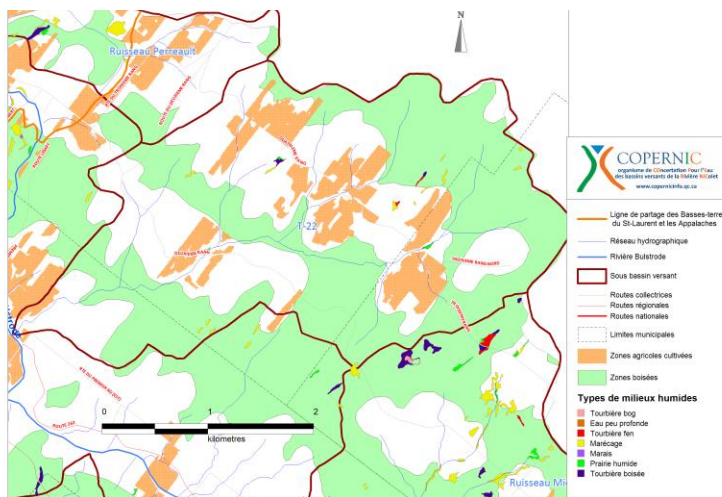


Tableau 12: Caractéristiques du lit du ruisseau Michaud

Lit du cours d'eau	Fond graveleux. Galet et blocs couverts d'algues.
Profil du cours d'eau	Ruisseau de montagne avec bande riveraine boisée étroite

Le T-22

Figure 19: Bassin versant du T-22



Communément connu sous le nom de T-22, ce cours d'eau sans nom est un ruisseau de montagne typique avec ses seuils, ses rapides et ses plats courants (figure 19). Le lit est composé de blocs, de galets et de gravier (tableau 13). C'est le cours le plus peuplé en poissons selon l'échantillonnage réalisé en septembre 2012 (Tableau 6) (Hamel 2012).

Embouchure



Vers l'amont



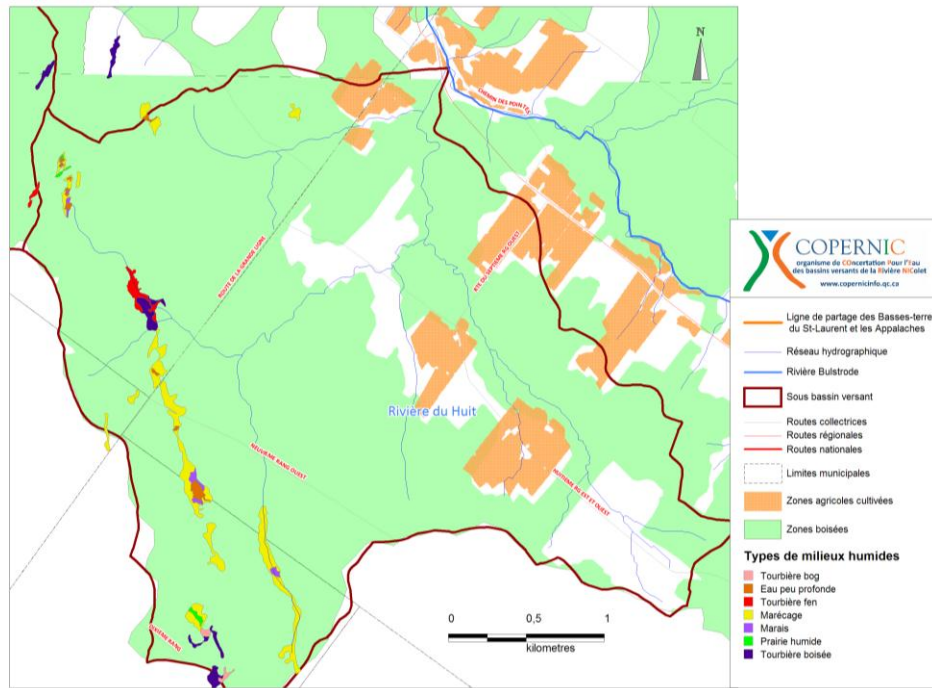
La présence de truites brunes (*Salmo trutta*) et d'ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) indique que les conditions du cours d'eau favorisent les espèces d'eau claire pauvre en sédiments.

Tableau 13: Caractéristiques du lit du T- 22

Lit du cours d'eau	Blocs de 35 cm et galets recouverts d'algues
Profil du cours d'eau	Rapides avec plat courant. Plusieurs seuils sans fosse. Bande riveraine forestière, végétation dense

La rivière du Huit

Figure 20: Bassin versant de la rivière du Huit



Important par son débit, la rivière du Huit est un cours d’eau rapide comprenant beaucoup de blocs, de galets et de gravier (figure 20 et tableau 14). Les forts débits ne permettent pas l’accumulation de sédiment. Il ne possède pas de fosse et de zone tranquille, caractéristiques qui s’expliquent par l’importante pente du cours d’eau. Il sert de site de reproduction pour le naseux des rapides (*Rhinichthys cataractae*).

Embouchure



Vers l’amont



Tableau 14: Caractéristiques du lit de la rivière du Huit

Lit du cours d’eau	Blocs, galets et gravier
Profil du cours d’eau	Ruisseau de montagne, Rapide continue avec nombreux blocs (abris)

2.7.2. Réservoir Beaudet

Le réservoir a été créé en 1977 afin d'assurer l'approvisionnement en eau potable des citoyens de la ville de Victoriaville (HBA Environnement, 2003). D'une superficie de 94,6 ha, il s'étire sur 1,1 km et est retenu par le barrage Beaudet. Le réservoir possède une pente inférieure à 1 % orientée est-ouest. Sa profondeur moyenne est de 2,45 m. La capacité actuelle utile du réservoir de $1,215 \times 10^6 \text{ m}^3$ évaluée en 1994 (HBA Environnement, 2003). Le tableau 15 et la figure 21 permettent de constater l'évolution du réservoir Beaudet depuis sa création jusqu'à aujourd'hui.

La profondeur bathymétrique du réservoir varie entre 0,7 et 1,5 m (David et Bergeron, 2004). L'emplacement d'origine du lit de la rivière enregistre une profondeur allant jusqu'à 4,5 m de profondeur (figure 22). Une étude démontre la présence de dépôts silto-sableux sur une épaisseur de 1,5 à 5,5 m au-dessus du socle rocheux et schisteux dans le secteur nord-est du réservoir. Cette étude rapporte que les sédiments sont très fins (silt, argile) et se composent d'une très faible teneur en matière organique et en métaux (HBA Environnement 2004).

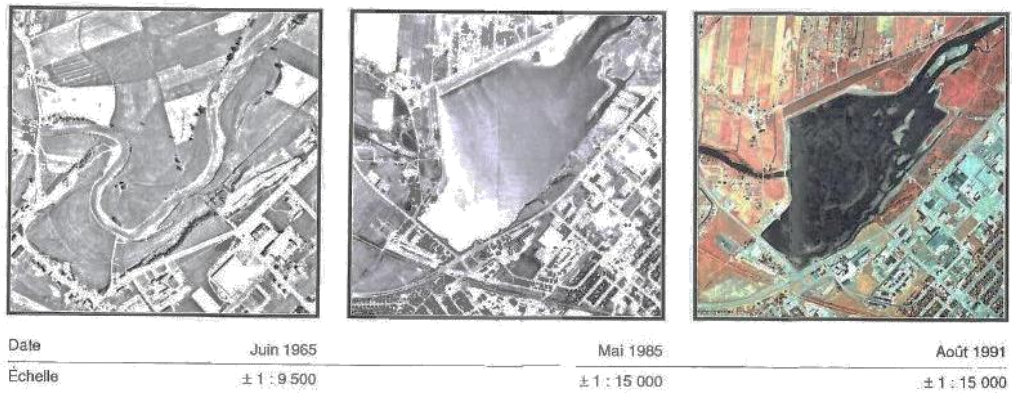
Les concentrations en métaux atteignent le seuil d'effet mineur pour la faune benthique, ce qui n'entraîne pas d'effet chronique potentiel pour les organismes benthiques, la qualité de l'eau et les usages liés à l'eau (HBA Environnement, 2004). Une comparaison de la bathymétrie du réservoir permet de constater une diminution de la profondeur entre 1979 et 1994, surtout perceptible à l'extrémité ouest du réservoir Beaudet (tableau 15) (Vézina et coll, 1995). Les courants principaux dans le réservoir Beaudet suivent l'ancien chenal de la rivière et ils y sont plus forts qu'en périphérie.

Tableau 15 : Comparatif des caractéristiques morphométriques du réservoir Beaudet et de son bassin entre 1979 et 1994

	1979	1994
Superficie du réservoir	0,69 km ²	0,69 km ²
Volume du réservoir	$1,70 \times 10^6 \text{ m}^3$	$1,215 \times 10^6 \text{ m}^3$
Profondeur maximale du réservoir	6,50 m	5,60 m
Profondeur moyenne du réservoir	2,45 m	1,76 m
Niveau du déversoir	--	128,78 m
Niveau minimum journalier depuis 1976	--	126,67 m (13 décembre 1977)
Niveau maximum journalier depuis 1976	--	130,33 m (25 mars 1979)
Superficie du bassin versant	326 km ²	338 km ²
Débit de la rivière Bulstrode à l'étiage	1,0 m ³ /s	1,0 m ³ /s
Débit de la rivière Bulstrode en crue	63-70 m ³ /s	65 m ³ /s

Sources : Desrochers et coll, 1979, et Roche, 1994

Figure 21: Évolution de l'état de la rivière Bulstrode et du réservoir Beaudet entre 1965 et 2010



(HBA Environnement 2003)

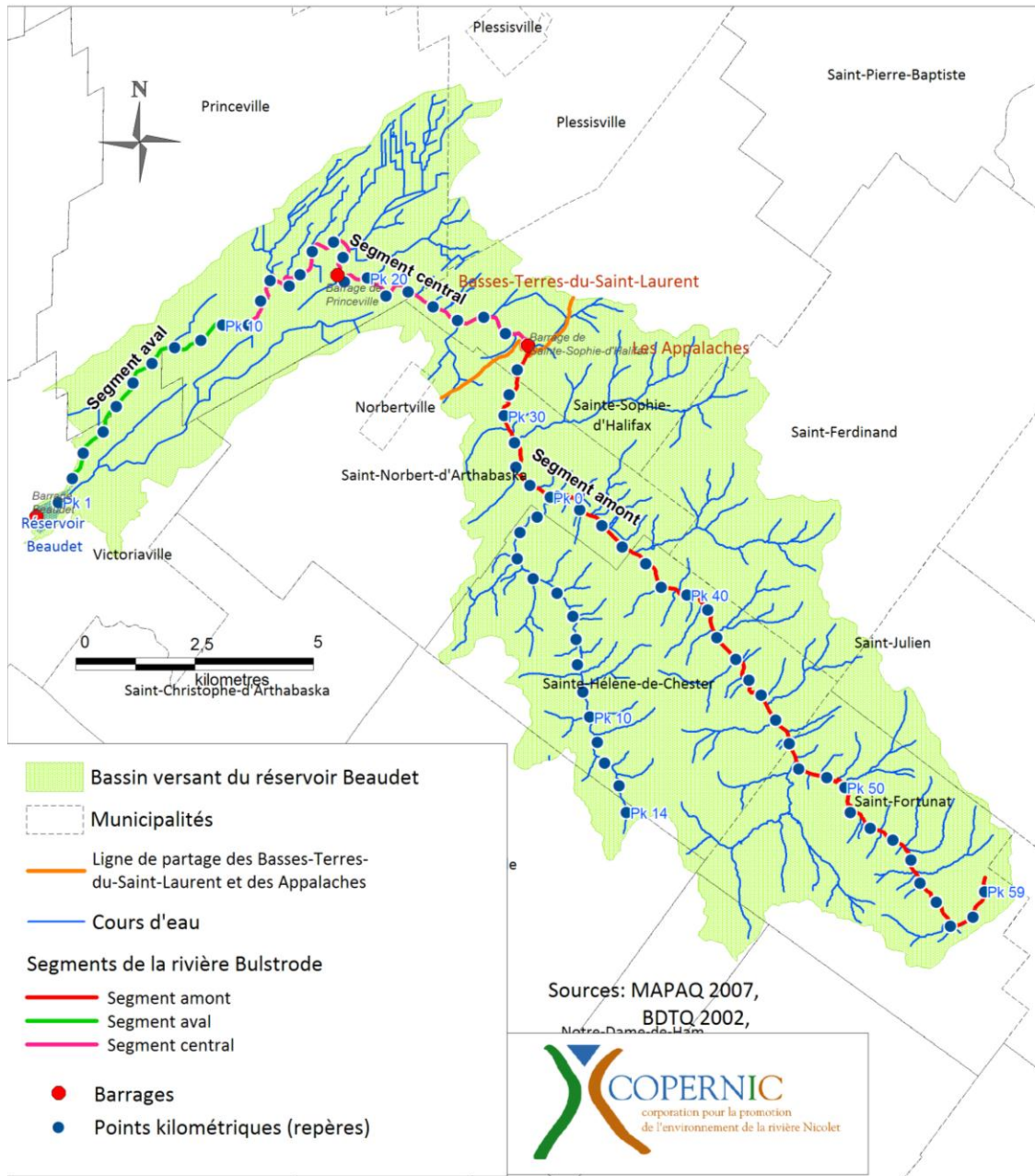


Date	Printemps 2010
Échelle	± 1 : 12 500

2.7.3. Zones de contraintes naturelles

L'examen par photo-interprétation des berges de la rivière Bulstrode et du ruisseau Gobeil entre 1966 et 2010 démontre que 13 % des rives de la rivière Bulstrode et 5 % de celles du ruisseau Gobeil présentent des signes d'érosion. Alors que 5 % des rives du segment entre le barrage de Sainte-Sophie et la source sont affectées par l'érosion, les rives les plus dégradées de la Bulstrode se trouvent vers l'aval, entre le barrage de Sainte-Sophie et la route 116 ou les repères du 10^e kilomètre au 27^e kilomètre (figure 23) (Duhamel & Bariteau, 2012a). L'érosion des berges et des sols est dans la majorité des cas naturelle.

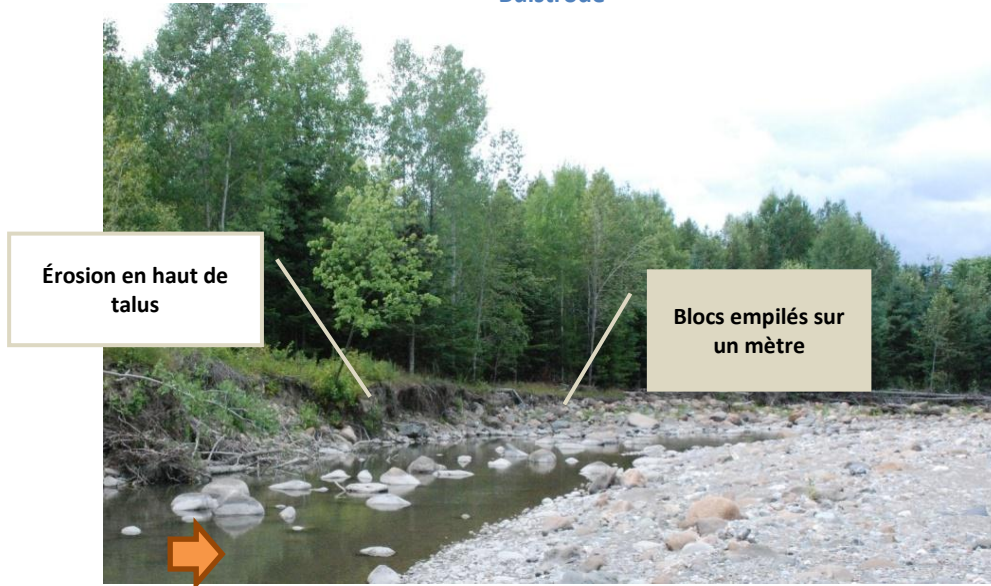
Figure 23: Détermination des différents segments de la rivière Bulstrode



Segment amont de la rivière Bulstrode

La figure 24 montre que dans le secteur amont, l'érosion surviendrait en période de crue et lors d'embâcles printaniers. L'érosion apparaît lorsque les niveaux de l'eau atteignent la couche de sol composée de matériaux sablo-graveleux au-dessus de la portion de la berge constituée de matériaux grossiers.

Figure 24: Site en érosion au 46^e kilomètre du segment amont de la rivière Bulstrode



La figure 24 permet de visualiser le pavage imposant de blocs et de cailloux du site. La portion supérieure de la rive est érodée. Cette disposition témoigne que les rives ne sont soumises aux forces du débit qu'en période de hautes eaux. La présence de blocs dont la dimension peut atteindre 1,3 m de diamètre indique que les glaces jouent un rôle important dans ce secteur. Ces blocs s'empilent sur plus d'un mètre de haut dû à la poussée des glaces sur la rive gauche (Duhamel & Bariteau, 2012b).



Les effets des glaces sont visibles également sur la végétation riveraine.

Segment central de la rivière Bulstrode

La composition des berges de ce segment, soit du silt et du sable, est plus susceptible à l'érosion, ce qui entraîne une forte érosion dans le méandres (figure 25). La hauteur des talus varie entre deux et trois mètres. Les terrains qui bordent la rivière sont composés de silt sableux avec des traces d'argile et de gravier. Le lit de la rivière est composé de sable et gravier. On peut observer des affleurements rocheux dans le lit de la rivière à certains endroits (figure 26). Les bancs d'accumulation et les hauts-fonds sont formés de cailloux et de graviers ou de graviers et sables (Duhamel & Bariteau, 2012b).

Figure 25: Exemples de la composition des rives et des bancs du segment central de la rivière Bulstrode



Figure 26: Exemple d'affleurements rocheux dans la rivière Bulstrode



Figure 27: Évolution d'un méandre par la comparaison du lit de la Bulstrode de 2010 sur une photographie aérienne de 1966



Deux secteurs à méandres sont particulièrement touchés par le phénomène d'érosion. Ces segments se situent entre les 11,5^e et 15^e kilomètres et entre le 18^e et 21,5^e kilomètres. La comparaison de photographies aériennes de 1966 et de 2010 permet de constater le dynamisme important du cours d'eau durant cet intervalle (figure 27) (Annexe 1). Caractéristique des cours d'eau à méandres, l'érosion des berges de la Bulstrode se concentre dans les rives concaves des méandres et le recul des berges est évalué à 1 à 1,5 m/an (figure 29). Un segment en tête d'épingle près de l'embouchure du ruisseau Parent aurait aminci de 60 mètres entre 1966 et 2010 (Figure 28). Le méandre accuse donc un rayon de courbure plus petit.

Figure 28: Vue actuelle du méandre actif entre les kilomètres 11,5 et 15 de la rivière Bulstrode représenté à la figure 27

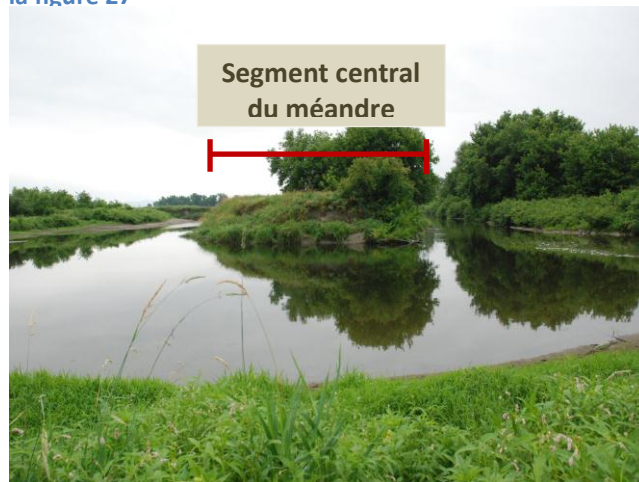


Figure 29: Exemple d'érosion typique d'un méandre : érosion dans la section opposée à la courbe (en rouge) et sédimentation à l'intérieure de la courbe (en bleu)



Dans les deux secteurs d'érosion active, les talus de deux à trois mètres de hauteur sont soit complètement dénudés, soit partiellement recouverts par les portions de végétation éboulées (figure 30). Des matériaux de protection tels que des blocs et cailloux avec parfois du géotextile, ont été mis en place sur les berges pour tenter de freiner l'érosion. Les talus ainsi obtenus sont très abrupts. Certains enrochements ont tenu à travers les années, alors que d'autres se sont écroulés et l'érosion a repris (figure 31). La partie la plus grossière du matériel érodé forme des hauts-fonds graveleux et caillouteux en amont du barrage de Princeville alors que les hauts-fonds en aval sont sableux. La composition du lit de la rivière change peu dans le reste de son parcours.

Figure 30: Zone de décrochement semi-végétalisée



Figure 31: Érosion d'un enrochement



Certains travaux de stabilisation à la base de certains segments de rives concaves dans le secteur du barrage de Princeville semblent avoir contribué à la diminution de l'érosion des rives (Duhamel & Bariteau, 2012b).

Figure 32: Effet de déstabilisation des glaces qui accentue l'érosion des berges



L'effet du gel et du dégel accentue l'érosion des talus souvent causée par le passage des glaces au printemps (figure 32).

Segment aval de la rivière Bulstrode

Les berges de la rivière Bulstrode qui longent le quartier résidentiel le plus près du réservoir Beaudet atteignent trois à quatre mètres de hauteur. L'érosion y est faible et lorsque présente n'apparaît que dans la partie supérieure du talus. Le matériel résistant à la base des berges explique que le talus ne soit sollicité que lors de fortes crues (figure 33). La sédimentation est également très faible dans ce segment.

Figure 33: Exemple de types de berges en rive gauche dans le segment aval de la rivière



Ruisseau Gobeil

Bien que peu affectés par l'érosion, des secteurs ponctuels d'éboulement et de glissement ont été répertoriés. La majorité des rives actives du ruisseau Gobeil s'érode par éboulement. Par contre, quelques glissements de terrain de type rotationnel se sont produits ponctuellement (figure 34). Trois sites sont observables sous la forme d'un amphithéâtre au sommet et un couloir plus étroit à la base (Bariteau, 2012). De ces trois sites, un seul semble actif, car les sédiments fins qui composent les matériaux éboulés n'ont pas été évacués par le ruisseau. L'érosion superficielle y est toujours active et le ruisseau reçoit alors les sédiments silto-argileux (Duhamel & Bariteau, 2012 b).

Figure 34: Zone ponctuelle de glissement du ruisseau Gobeil



Vue aérienne de l'érosion



Vue du haut du talus de l'érosion

Bien que la majorité des zones d'érosion répertoriées lors des études de Duhamel et Bariteau en 2012 soit d'origine naturelle, des érosions d'origine anthropique sont aussi visibles bien que moindres en importance. Les passages à gué, les ornières et les ponceaux mal conçus sont des exemples d'érosion causés par les activités humaines (figures 35, 36 et 37).

Figure 35: Traverse à gué de la rivière Bulstrode en milieu agricole



Figure 36: Résultat de l'érosion des ornières du chemin d'accès au passage à gué en milieu forestier



Figure 37: Conception d'un ponceau sans stabilisation végétale ou enrochement



Le réservoir Beaudet

Le matériel solide, transporté par la rivière, soit par charriage, saltation ou suspension, sédimente dans le réservoir Beaudet en raison d'une diminution importante du courant. Ainsi, les sédiments s'accumulent de part et d'autre du chenal à l'embouchure de la rivière Bulstrode dans le réservoir Beaudet. Les accumulations les plus importantes se trouvent à l'entrée en bordure de la rive ouest ainsi que sur la rive sud du réservoir (Vézina et coll. 1995). Le transport des matières en suspension de la rivière vers le réservoir équivaldrait à un taux estimé de 8900 m³/an (HBA environnement, 2004).

2.7.4. Eau souterraine et hydrogéologie

Les données relatives aux eaux souterraines sont incomplètes. Les recherches d'une source alternative d'eau potable par la ville de Victoriaville indiquent une insuffisance de cette ressource pour l'alimentation d'une population de 40 800 habitants sur son territoire (HBA Environnement, 2003).

En 2004, une caractérisation à l'échelle du bassin versant de la rivière Nicolet réalisée à l'aide d'échantillons provenant de puits individuels a permis d'évaluer la présence de nitrates dans l'eau de certains puits (Gélinas et coll., 2004)(Annexe 2). En effet, la circulation de l'eau souterraine dépend des facteurs suivants :

- La perméabilité du sol;
- La porosité;
- Le gradient hydraulique.

Selon l'étude, le volume pompé dans un puits individuel est très petit et n'influence que très peu l'écoulement naturel de l'eau souterraine. La source de contamination d'un puits individuel est donc souvent à proximité en raison du faible rayon d'influence de l'écoulement de l'eau souterraine. En 2002, année des prélèvements, il n'a donc pas été possible de constater une contamination importante et généralisée des nappes phréatiques tant pour les nitrates que pour les bactéries. De façon générale, les ions nitrates sont présents dans les puits individuels échantillonnés dans la partie aval de la rivière Bulstrode, soit entre l'embouchure et la municipalité de Saint-Norbert-d'Arthabaska (Annexe 2). Néanmoins, aucun échantillon ne contenait des concentrations en nitrates au-dessus de la norme précisée dans le *Règlement sur la qualité de l'eau potable*, soit 10 mg/l. L'étude constate qu'une relation existe entre les zones d'activités agricoles intenses et les concentrations en nitrates dans l'eau souterraine. Une attention particulière doit donc être portée à cette tendance afin d'assurer un maintien de la bonne qualité des eaux souterraines (Gélinas et coll. 2004).

Des données provenant de l'échantillonnage des puits sur le site du dépôt à neige situé dans le parc industriel P. A. Poirier (Figure 38) révèlent une contamination aux chlorures de la nappe phréatique. Ces ions proviennent en majeure partie des sels de déglacage. Le tableau 16 indique des dépassements très fréquents du seuil établi pour le site de 1000 mg/L dans les puits échantillonnés (Gagnon et Saint-Pierre 2012). Le Guide d'aménagement des lieux d'élimination de neige du MDDEFP rapporte que les concentrations critiques pour l'eau potable sont de 250 mg/L et pour la vie aquatique à long terme de 230 mg/L. Les critères canadiens quant à eux sont établis à 120 mg/L pour la vie aquatique en eau douce.

Les valeurs très supérieures aux normes ont amené une recherche des contaminations (Tableau 16). L'analyse du site révèle que le puisard servant de sortie de débordement est directement connecté au réseau pluvial qui se déverse dans le réservoir Beaudet. Les débordements dus en grande majorité à la fonte printanière de la neige occasionnent donc un stress salin non seulement pour la nappe phréatique, mais également pour le réservoir Beaudet (Couture, 2013). De plus, la faible diminution des concentrations en chlorure démontre que les efforts d'imperméabilisation du site en 2002, 2006 et 2011 n'assurent pas l'étanchéité parfaite du site.

Figure 38: Puits d'échantillonnage du dépôt à neige de la rue Saguenay, Victoriaville



Puisard du réseau pluvial du dépôt à neige

Tableau 16: Taux de chlorures enregistrés (mg/L) aux puits d'échantillonnage du dépôt à neige de la rue Saguenay, Victoriaville⁴

Date		Puits F-201	Puits F-203
2003	16-avr	1200	1800
	30-avr	1800	2300
	21-mai	1800	2600
	19-août	1800	1800
	16-sept	2000	2300
	31-mars	2700	1800
2004	14-avr	3000	2100
	13-mai	3600	3500
	15-sept	2300	3600
	30-mars	3300	2800
2005	13-avr	320	2100
	27-avr	3900	2200
	07-nov	3090	2970
	05-avr	4000	3500
2006	20-avr	3200	2900
	10-mai	3500	3000
	05-juil	3400	7200
	04-avr	2900	5900
2007	18-avr	2900	4900
	02-mai	2700	4600
	08-août	3000	4100
	09-avr	2700	5600
2008	23-avr	1800	6000
	05-mai	1900	7100
	16-juil	1500	5500
	20-avr	2000	3000
2009	04-mai	2100	4000
	13-juil	1800	3300
	07-avr	1700	1500
	21-avr	2600	4000
2010	11-mai	2300	3600
	19-juil	2200	3400
	2500	4000	
	28-mars	1600	3400
2011	11-avr	1400	3200
	26-avr	1600	3500
	28-juil	1600	2600
	28-juil	1600	2600

Date	Puits F-201	Puits F-203	Puits F-202	Puits F-206
2012 21-mars	730	2800	--	140
04-mars	870	2600	1600	89
18-avr	930	3500	1400	100
07-mars	1100	2800	1600	90

Gagnon et Saint-Pierre, 2012

⁴ Les valeurs qui dépassent la norme établie à 1000 (mg/L) pour le site sont surlignées en rose dans le tableau.

2.7.5. Qualité de l'eau

L'information sur la qualité des eaux de surface de la rivière Bulstrode est fragmentaire, mais permet tout de même les constats suivants :

Le pH de la rivière est stable

En raison de la nature des sols du bassin versant, la teneur alcaline des eaux de la rivière Bulstrode contribue à stabiliser le pH de l'eau. Le potentiel acidifiant de certaines pluies acides ou du choc acide dû à la fonte des neiges est contré par l'alcalinité de l'eau qui joue un rôle de tampon (Paris et Denault, 1989). La faune aquatique est ainsi à l'abri de variations de pH, étant intolérante à des pH acides en raison de l'augmentation des concentrations des métaux lourds en condition acide (Sigg, Stumm et Behra, 1994). Les données de pH recueillies au réservoir Beudet entre 2000 et 2010 ainsi que celles prises à l'été 2012 confirment la stabilité du pH de la rivière, car la moyenne sur dix ans révèle un pH de 7,48 et une médiane quasi similaire de 7,46⁵.

La qualité de l'eau de la rivière et de ses tributaires

Seules les données de qualité de l'eau rattachées au réservoir Beudet ont été compilées sur une échelle de temps significative. Il est donc impossible d'établir un portrait adéquat de la qualité de l'eau de l'amont du bassin versant de la Bulstrode et des tributaires.

Toutefois, une étude menée en 1983 dénote déjà des problèmes de qualité d'eau entre le réservoir Beudet et la municipalité de Sainte-Sophie-d'Halifax (Blanchette et coll. 1983). Selon les résultats obtenus, les tributaires en zone agricole contribuaient beaucoup à l'apport de coliformes totaux et fécaux. Une diminution de leurs concentrations dans la rivière Bulstrode a toutefois été identifiée en raison de l'effet de dilution due à une quantité d'eau plus importante. Néanmoins, on remarque l'augmentation des concentrations depuis l'amont de la rivière vers l'aval. En 1983, les limites acceptables étaient largement dépassées. Les périodes de fortes pluies ont été identifiées comme étant particulièrement polluantes pour le cours d'eau (Blanchette et coll. 1983).

Un rapport préliminaire de 1985 fait état d'un commentaire de la part du ministère de l'Environnement :

« Le déversement des eaux usées de Saint-Fortunat, à la tête de la rivière cause une détérioration locale. Les apports des tributaires agricoles et forestiers occasionnent d'autres détériorations locales qui se manifestent par une augmentation de la turbidité et un enrichissement du cours d'eau principal. Cependant, la dilution fait en sorte que la qualité de l'eau de la rivière Bulstrode demeure relativement bonne de la source jusqu'au réservoir artificiel Bulstrode, à Victoriaville. »

Une étude menée en 1989 sur le potentiel de faune piscicole du bassin indique des températures estivales trop élevées pour les salmonidés. Le réchauffement estival serait dû à l'absence de végétation arbustive et arborescente sur les rives du réseau hydrographique.

⁵ Les données qui permettent l'analyse sont issues de l'échantillonnage de l'eau brute du réservoir Beudet à la station de prélèvement d'eau potable de la ville de Victoriaville.

Des données ponctuelles prises durant l'été 2012 lors de l'échantillonnage piscicole démontrent que la température de l'eau est plus faible dans les tributaires que dans la rivière Bulstrode (Hamel, 2012) (Tableau 17). Ceci implique qu'au début de septembre, il se produit un réchauffement de l'eau surtout dans l'affluent principal.

Tableau 17 : Variables physico-chimiques des tributaires et à l'embouchure de la rivière Bulstrode (Hamel, 2012)

Tributaires de la Bulstrode	Oxygène dissous (mg/L)		Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)		Dureté (mg/L)		Turbidité (UNT)		Nitrates (mg/L)		Phosphore total (mg/L)		Vitesse du courant (m/s)	Date
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	
Rivière L'Abbé	7.8	6.5	19	21.1	7.4	7.6	938	290	112	300	2.43	5.54	0	0.4	0.07	0.05	0.064	1sept 2012
Ruisseau Thibodeau-Desharnais	3.7	5.9	21.4	23.8	7.1	7.5	466	200	320	94	39.2	3.85	0	0	0.07	0.06	0	2 sept 2012
Ruisseau Parent	6.2	4.8	19.8	22.5	7.1	7.1	1019	221	240	100	1.52	2.03	0.2	0	0.03	0.05	0.108	1sept 2012
Ruisseau Perreault	5.4	5.5	20.1	23.1	7.5	7.5	321	169	196	72	651	0.76	0.5	0	0.27	0.05	0.027	1sept 2012
T-22	9.8	8.4	18	18	8.3	8.3	147	177	72	100	0.54	0.642	0	0	0.05	0.06	0.18	2 sept 2012
Ruisseau Gobeil	n-d	8.2	n-d	18.1	nd	7.8	n-d	122	n-d	90	n-d	0.391	n-d	0	n-d	0.13	0	2 sept 2012
Ruisseau Michaud	9.7	8.5	16.8	17.7	8	7.6	164	139	68	82	0.445	0.597	0	0	0.06	0.06	0.16	1sept 2012
Rivière du Huit	9.5	9.1	10	10.1	7.6	7.4	125	120	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d	1.1	12 mai 2012

A : Mesures du tributaire

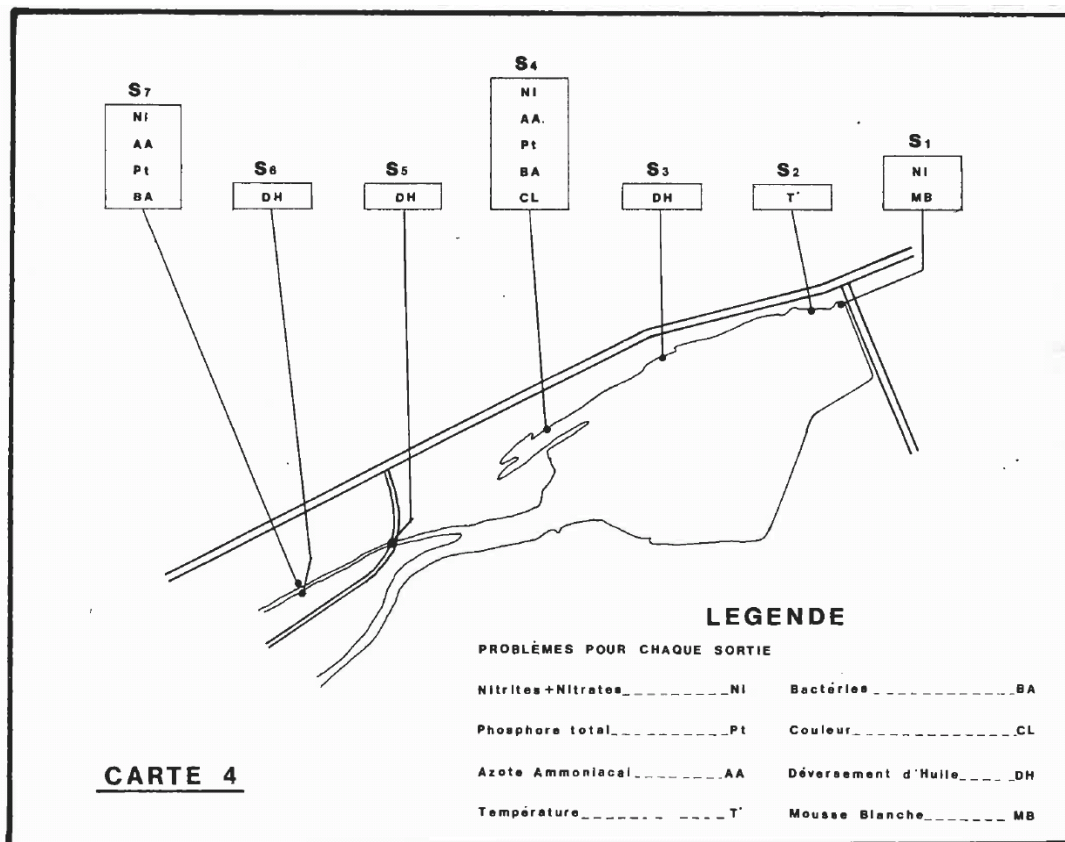
B : Mesures de la rivière Bulstrode à l'embouchure du tributaire

Bien que ces valeurs n'offrent pas un suivi temporel de la qualité de l'eau, il est possible de remarquer que la turbidité est majeure dans les ruisseaux Thibodeau-Desharnais et Perreault en comparaison de la rivière Bulstrode et des autres tributaires.

Le réservoir Beaudet, eau de qualité très variable

Des études menées durant les années 80, mandatées en réponse à des difficultés de traitement de l'eau identifient, dès cette époque, la mauvaise qualité de l'eau brute du réservoir Beaudet. La figure 39, issue d'une étude menée par Blanchette et coll. (1983), indique les problèmes de qualité physico-chimiques répertoriés aux sorties des systèmes de drainage pluvial. Le but de cette étude était d'identifier les sources polluantes qui pouvaient affecter la qualité de l'eau du bassin.

Figure 39 : Types de problématiques rencontrées aux sorties du système d'eau pluviale déversant dans le réservoir Beaudet en 1983



Les problématiques ont été déterminées lorsque les données de qualité de l'eau brute excédaient les normes de l'époque (1983) ou lorsque des substances telles que des hydrocarbures étaient identifiées. Une température élevée était aussi répertoriée comme nuisible au traitement de l'eau (Blanchette et coll. 1983).

Cette même étude identifie en plus des apports en éléments nutritifs et de bactéries d'origine agricole dans la rivière Bulstrode et dans ses affluents, des contaminants, tels que des produits de nettoyage, des détergents et des produits anticorrosifs et pétroliers, qui sont également déversés dans le réseau d'eau pluviale et qui contribuent également à la dégradation de la qualité de l'eau du réservoir.

De plus, les caractéristiques physiques du réservoir représentent un facteur aggravant majeur qui défavorise une possible amélioration de l'eau de la rivière et des systèmes d'eau pluviale. En effet, une faible profondeur et de hautes températures estivales couplées aux apports importants d'éléments nutritifs entraînent la prolifération des algues et micro-organismes et accélèrent le processus d'eutrophisation du réservoir.

Finalement, Vézina et coll. (1995) statuent que la qualité de l'eau du réservoir est fortement influencée par la rivière Bulstrode, dont la zone immédiate est majoritairement à vocation agricole. D'autres sources de contamination potentielles existent, telles que le réseau pluvial du secteur industriel périphérique qui est connecté directement au réseau hydrographique (Gagnon, 2011), le drainage routier ainsi que le drainage agricole.

Les données hebdomadaires récentes, prises au réservoir Beudet entre 2001 et 2010 par la ville de Victoriaville, permettent d'évaluer sommairement l'évolution de la qualité de l'eau, mais permettent surtout d'établir un portrait précis de la concentration de certains éléments nutritifs tels que les nitrates, les coliformes fécaux et le phosphore ainsi que les matières en suspension.

Les nitrites et nitrates (NO_2^- , NO_3^-)

La concentration maximale acceptable définie pour l'eau potable a été établie à 10 mg/L (MDDEFP, 2011). Les ions présents naturellement dans l'eau, les nitrates sont très solubles dans l'eau. Lorsque les concentrations surpassent les besoins de la végétation, les ions migrent facilement dans la nappe phréatique. Les sources anthropiques de nitrates sont multiples : les installations septiques déficientes, les fertilisants synthétiques et de fumiers et la décomposition de la matière végétale.

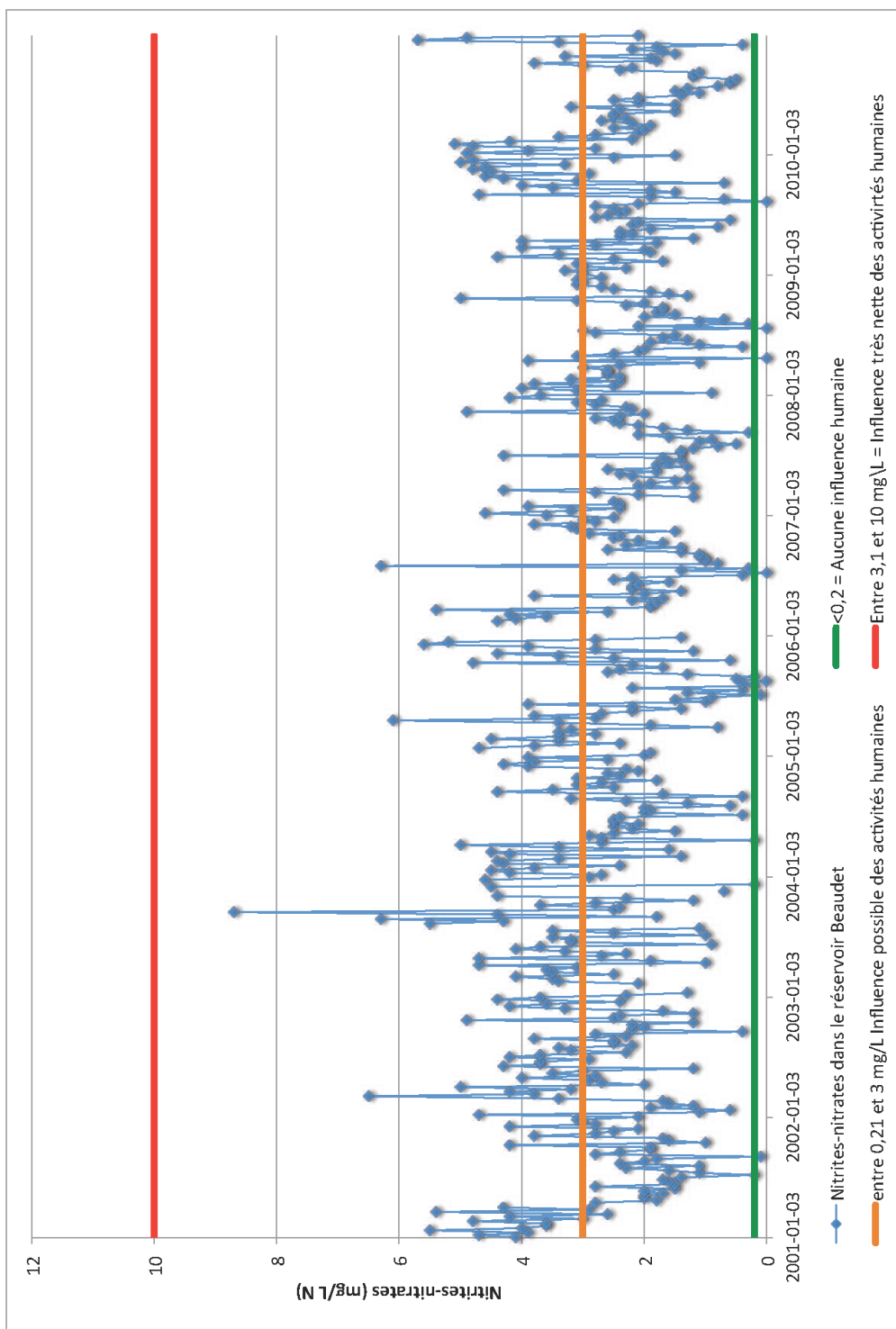
Quatre catégories de concentrations en nitrates sont utilisées pour établir le degré d'influence des activités humaines sur la qualité de l'eau brute (barème de Proulx) :

Degré d'influence	Concentrations en nitrates
Aucune influence humaine	< 0,2mg/L
Influence possible des activités humaines	Entre 0,21 et 3,0mg/L
Influence très nette des activités humaines, mais sans impact apparent sur la santé	Entre 3,1 et 10 mg/L
Influence majeure des activités humaines et effets possibles sur la santé	> 10mg/L

Sources : Proulx, 2006

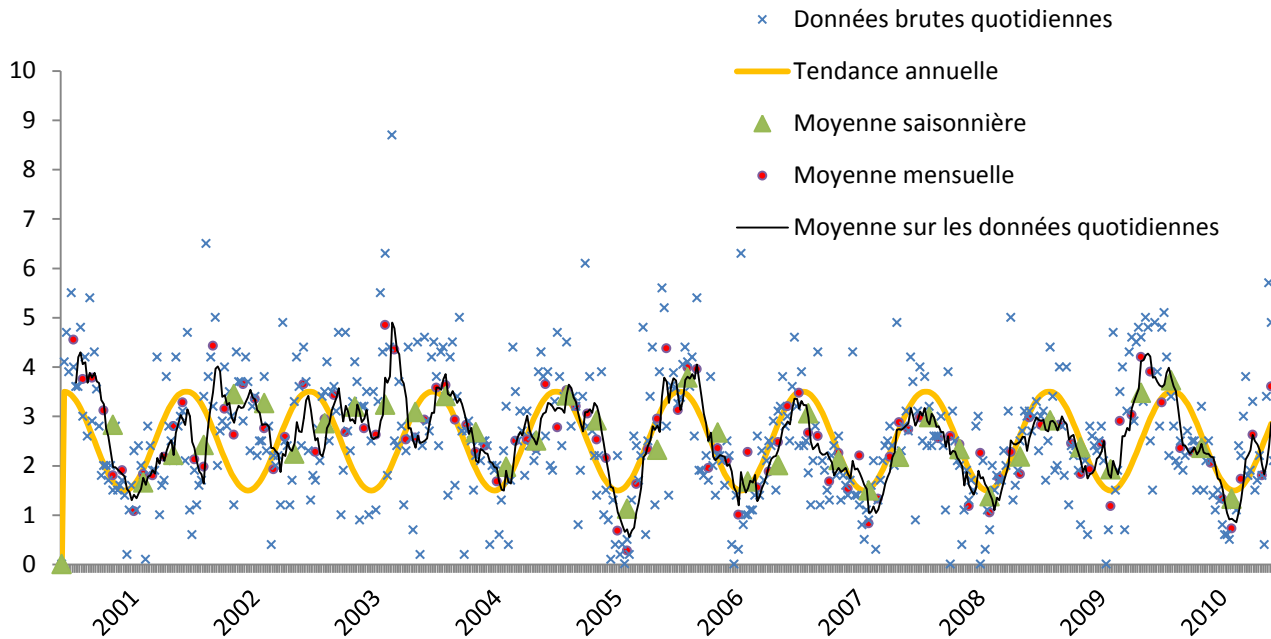
La figure 40a) répertorie les concentrations en ions nitrates-nitrites échantillonnés dans le réservoir Beudet et démontre une influence certaine des activités humaines sur la qualité de l'eau selon le barème de Proulx. La tendance indique une diminution importante des concentrations durant l'été estival. L'été hivernal présente de fortes concentrations en comparaison à l'été estival. L'évaluation de la moyenne saisonnière permet de constater la relation cyclique annuelle des concentrations du nitrate sur la période entre 2001 et 2010 (figure 40b). Les faibles concentrations de nitrites et nitrates à l'été estival est en partie attribuable aux faibles précipitations et à l'utilisation des ions nitrates par la végétation aquatique.

Figure 40: Concentrations des nitrates/nitrites prélevées dans le réservoir Beaudet entre 2001 et 2010



a) Données brutes quotidiennes des concentrations de nitrates

b) Tendence des concentrations de nitrates



Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont des organismes indicateurs de présence de bactéries pathogènes. Leur densité est proportionnelle à la pollution due aux matières fécales (Proulx, 2006). La présence d'une seule unité de coliforme dans l'eau potable entraîne un avis immédiat d'ébullition. Deux seuils pour l'eau à l'état brut sont établis selon les usages. La norme de 200 UFC/100mL (nombre de colonies par 100 mL) s'applique aux activités de contact primaire comme la baignade et la planche à voile, tandis que la norme de 1000 UFC/100mL concerne les activités de contact secondaire telles que la pêche et le canotage.

La figure 41 démontre la présence de concentrations ponctuelles supérieures aux deux seuils, mais la grande majorité se situe sous la limite maximale permise pour les activités de contact secondaire (1000 UFC/100 ml). Des concentrations supérieures à 2000 UFC/100mL sont détectables d'août à novembre pour toutes les séries de données sur la période de dix ans observée.

L'analyse des tendances de la figure 41 démontre une tendance à la hausse durant la période estivale et une tendance nulle durant l'hiver. Cette tendance est significative et démontre le caractère cyclique des concentrations en coliformes fécaux retrouvées dans le réservoir (figure 42). Il est fort probable que la faible dilution offerte par l'étiage estival est responsable du maximum constant observé en août. Les très fortes concentrations en coliformes fécaux correspondent aux périodes de l'épandage agricole et de l'érosion due aux fortes précipitations automnales. On dénote des dépassements de la norme de 1000 unités pour 31 mois sur 10 ans, soit en moyenne trois mois par année. Des contaminations ponctuelles d'origine fécale ou encore de fortes précipitations créant un lessivage peuvent être la cause de ces dépassements ponctuels.

Figure 41: Nombre d'unités de coliformes fécaux mesurées dans le réservoir Beaudet entre 2001 et 2011

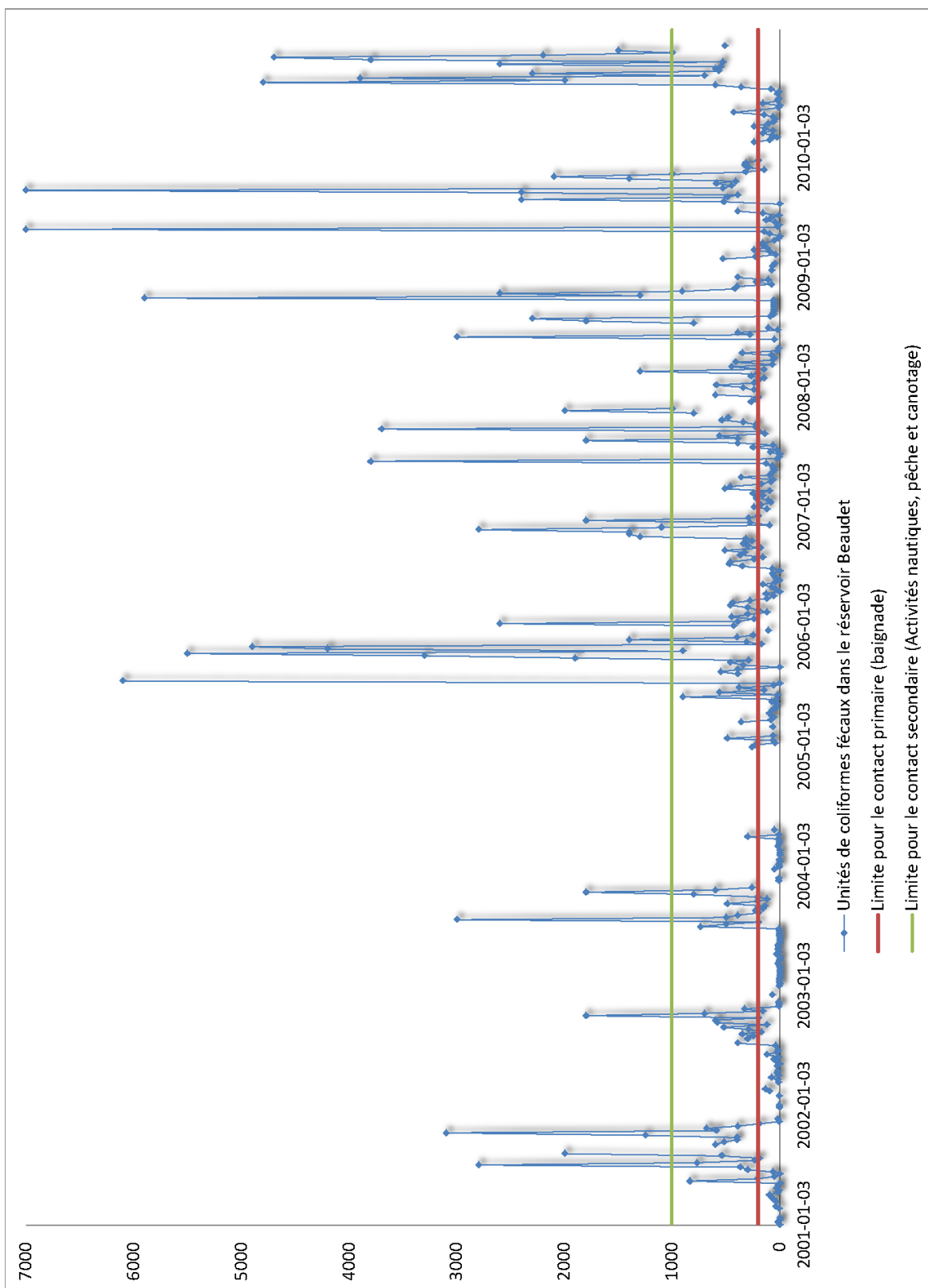
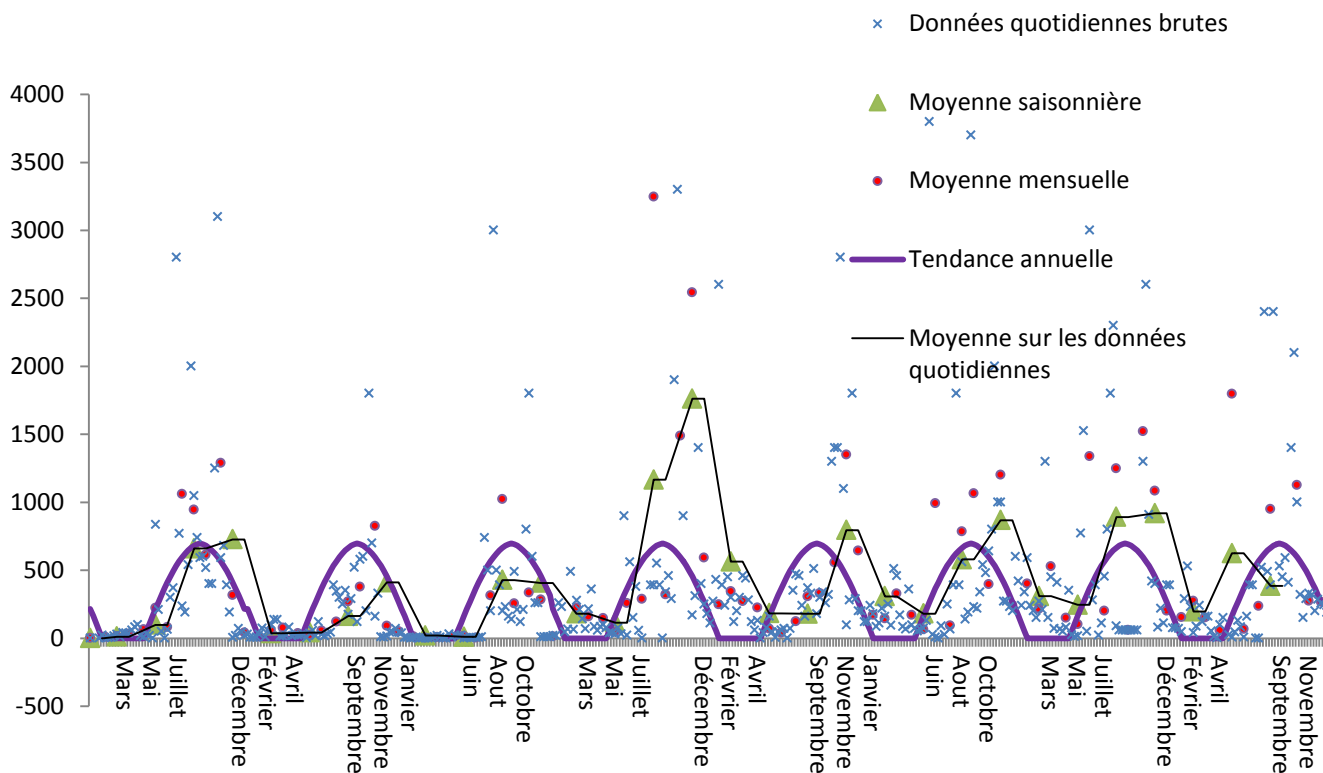


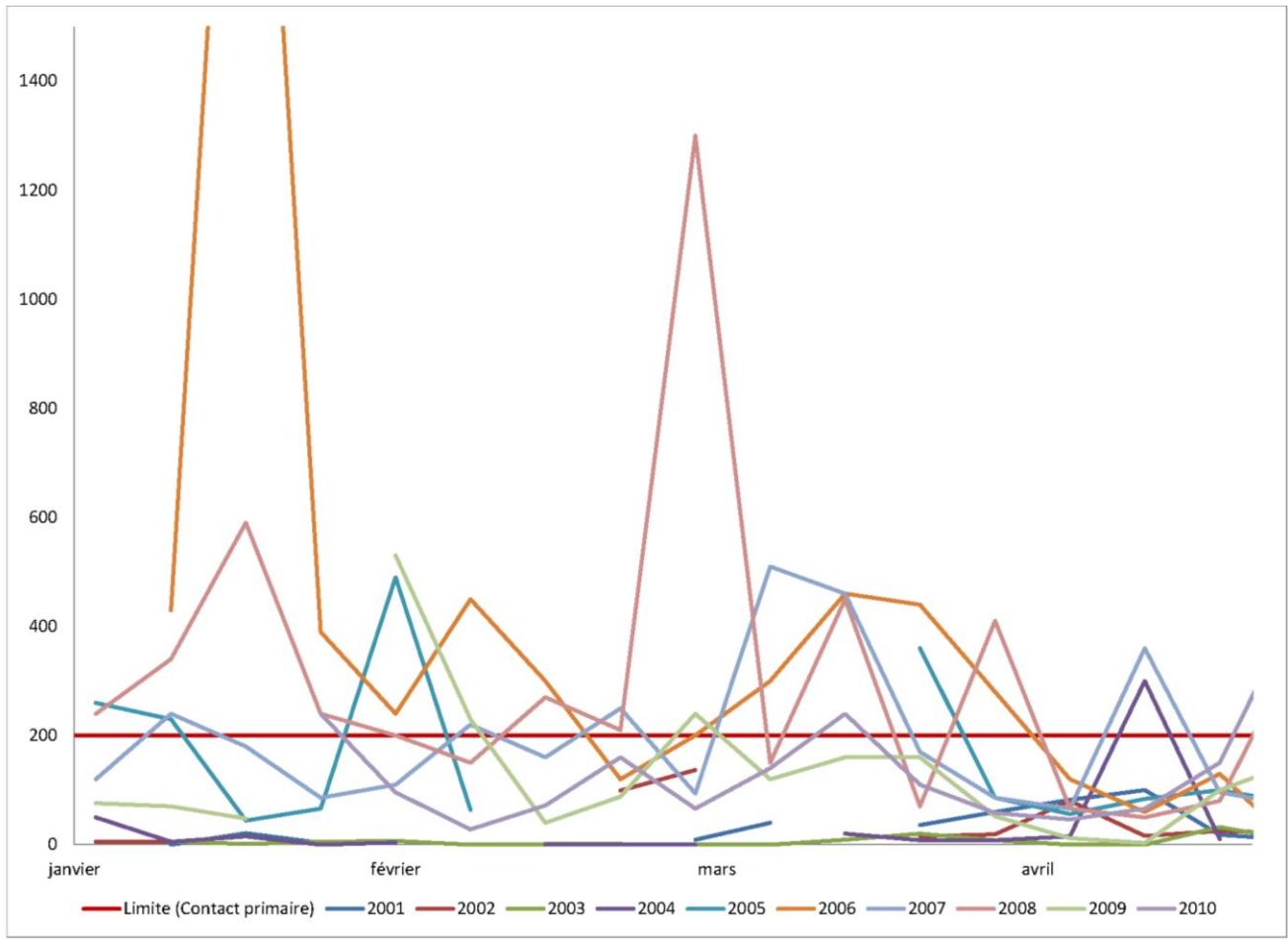
Figure 42: Tendances des taux de coliformes fécaux échantillonnés dans le réservoir Beaudet entre 2001 et 2010



Outre ces maximas, la période hivernale a été isolée dans la figure 43 afin de démontrer que le réservoir Beaudet subit une contamination diffuse et constante dans le temps aux coliformes fécaux auxquels s'additionnent les autres sources de contamination plus ponctuelles.

Les dépassements fréquents en hiver alors que le réservoir est sous un couvert de glace démontrent des sources de contamination constantes. Les fosses septiques non conformes au pourtour du réservoir et de la rivière Bulstrode sont fortement susceptibles d'être la cause de cette contamination d'origine fécale.

Figure 43: Données hivernales des unités de coliformes fécaux du réservoir Beudet



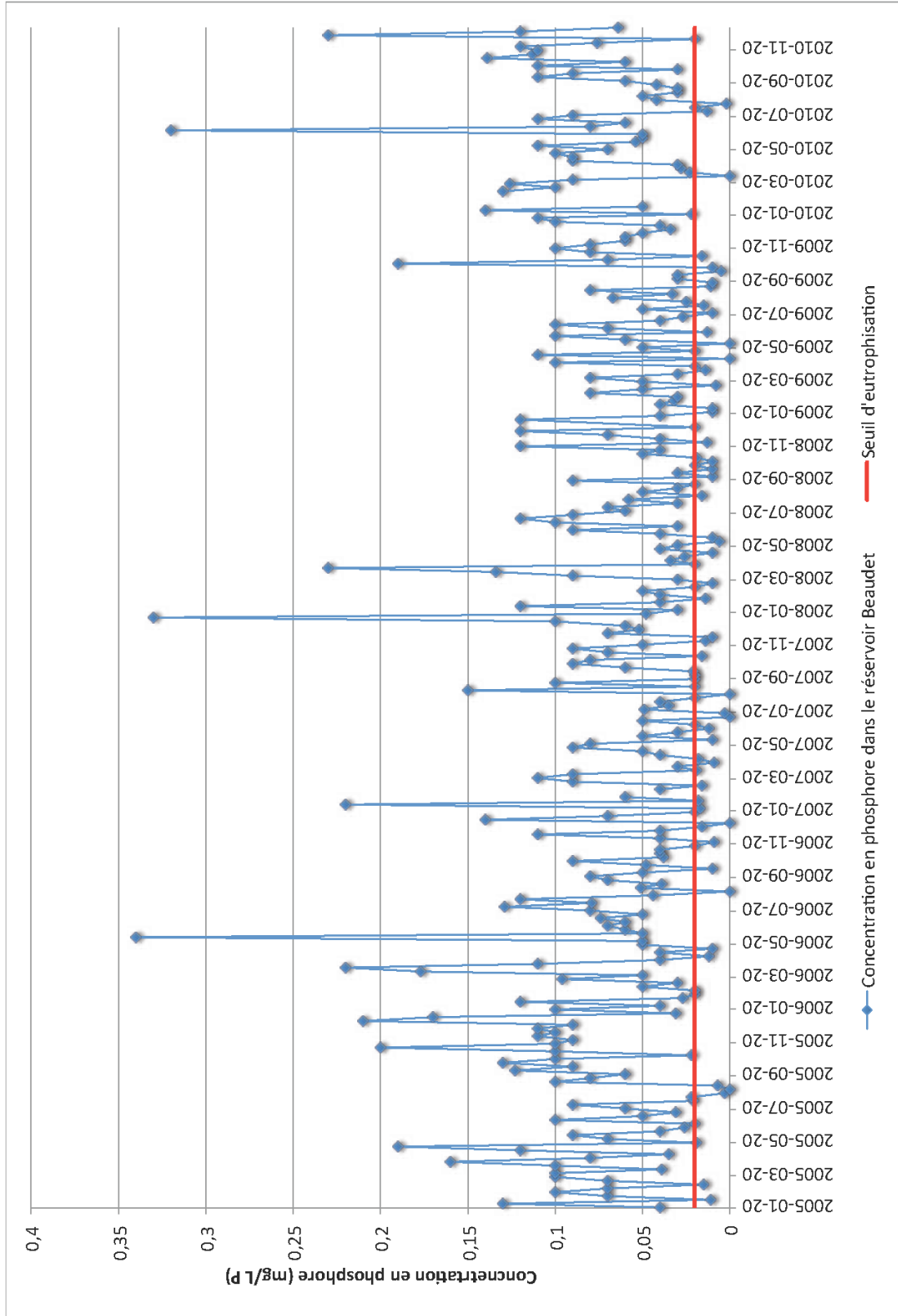
Le phosphore

Le phosphore est présent à l'état naturel en faible quantité et est l'élément nutritif nécessaire à la croissance des végétaux qui est le facteur limitant à la production végétale. Le phosphore est présent dans les engrais, les rejets d'eaux usées domestiques et industrielles ainsi que les eaux de ruissellement provenant des zones résidentielles et urbaines.

Cet élément n'a pas d'impact direct sur la santé humaine. Il contribue à la dégradation des eaux en favorisant la prolifération d'algues et de cyanobactéries, potentiellement toxiques selon la période de croissance et l'espèce (CCME, 2011).

Les concentrations en phosphate sont mesurées depuis 2005 de façon systématique. Le seuil d'eutrophisation a été établi à 0,02 mg/L de phosphore total (MDDEFP). Ce seuil est la concentration en phosphore au-delà de laquelle il y a une prolifération excessive des algues et des plantes aquatiques dans un lac (MDDEFP, 2011). La figure 44 montre que depuis les cinq dernières années, les concentrations en phosphore dépassent très fréquemment le seuil de 0,02mg/L. Elle permet aussi d'identifier des événements liés à des rejets ponctuels. Par contre, aucune tendance ne permet de décrire le patron des concentrations de phosphore (Annexe 3).

Figure 44: Concentrations en phosphore du réservoir Beaudet entre 2005 et 2010



Les matières en suspension et la turbidité

Les matières en suspension dans l'eau sont étroitement liées à l'érosion des sols dénudés ainsi que du lit et des berges des cours d'eau. Leur concentration démontre l'importance de l'érosion dans les bassins hydrographiques. C'est aussi un indicateur de la présence d'éléments nutritifs, de métaux et d'éventuels produits chimiques qui se lient aux matières en suspension et sont transportés avec celles-ci. Les particules fines se lieront davantage aux éléments chimiques et prendront plus de temps pour se déposer dans les zones de faible courant de la rivière en raison de leur faible masse. Elles parcourent plus de distances dans le réseau hydrographique que les particules grossières. La charge en matières en suspension est proportionnelle au débit; elle augmente conjointement avec l'accroissement du débit. Cette relation s'explique par le fait que les particules sont remises en suspension lorsque le débit est important et elles se déposent lorsqu'il diminue (GEMS/EAU, 2002).

Il est évalué qu'une concentration supérieure à 1000 mg/L peut avoir une grande incidence sur la vie aquatique en limitant la pénétration des rayons solaires dans l'eau. Un taux de matières en suspension élevé indique une sédimentation accrue dans les réservoirs, limitant ainsi la durée de vie utile des organismes.

Au contraire des paramètres précédents, le seuil fixé pour les concentrations en matières en suspension correspond à leur augmentation. Le critère de qualité pour protéger la vie aquatique correspond à une augmentation moyenne maximale de 5 mg/L des matières en suspension par rapport à la concentration naturelle par temps sec. En période de crue, le critère de qualité correspond à :

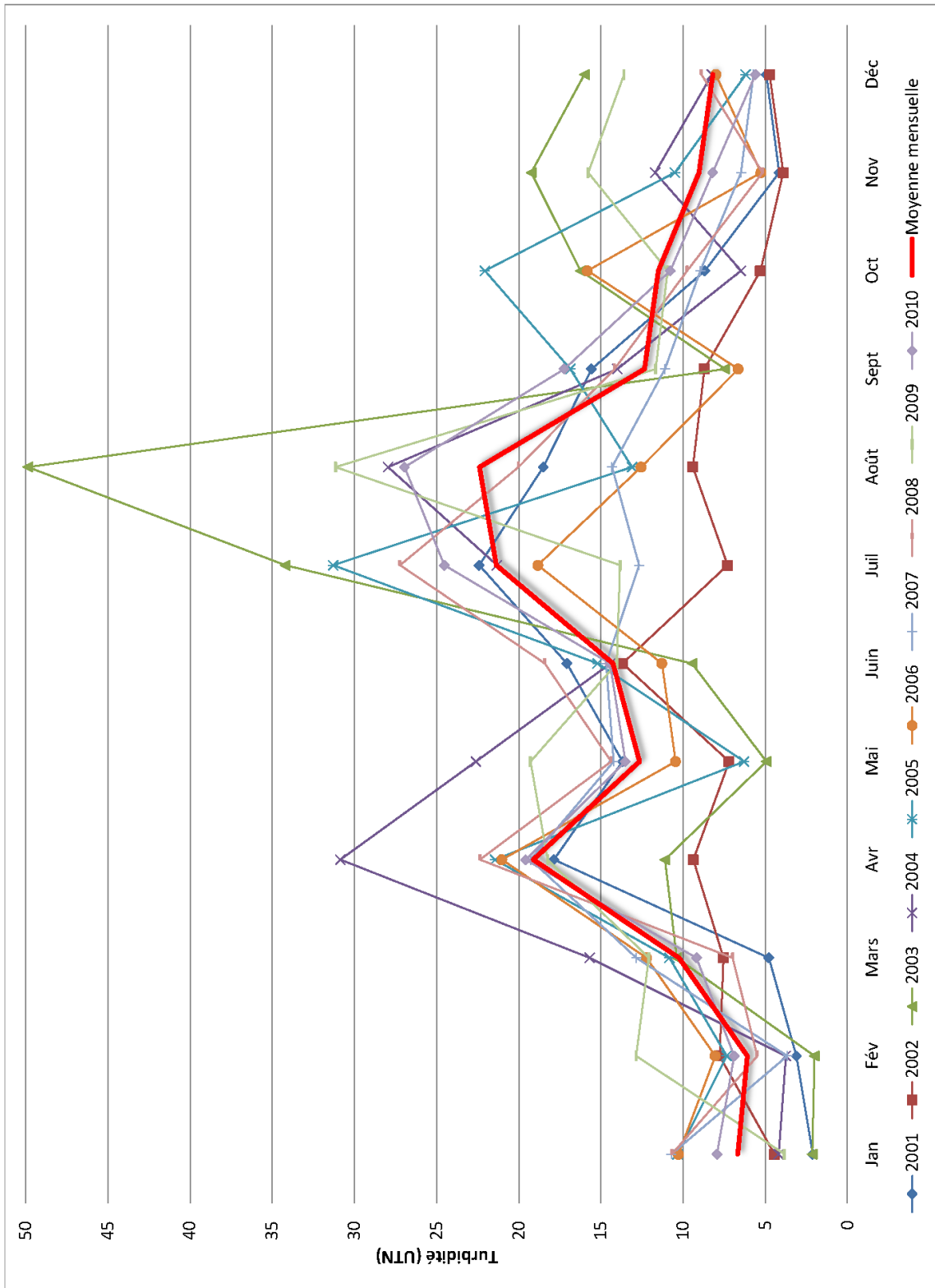
- une augmentation maximale en tout temps de 25 mg/L par rapport à la concentration naturelle lorsque celle-ci se situe entre 25 et 250 mg/L;
- une augmentation de 10 % par rapport à la concentration naturelle lorsque celle-ci est supérieure à 250 mg/L mesurée à un temps donné.

MDDEFP (2011)

Tout comme les matières en suspension, c'est l'augmentation ou la diminution de la turbidité qui détermine les critères de qualité de l'eau de surface. Le critère de qualité pour une eau naturellement de faible turbidité comme la rivière Bulstrode (<50 UTN) correspond à une augmentation maximale de 5 UTN de la turbidité naturelle (MDDEFP, 2011).

Bien que la turbidité naturelle ne soit pas connue pour la rivière Bulstrode et que les données de turbidité ne sont pas supportées par des données de matières en suspension, la figure 45 permet d'établir la turbidité mensuelle moyenne pour la période comprise entre 2001 et 2010. La turbidité annuelle moyenne pour cette même période est de 12,86 UTN. Les valeurs maximales de la moyenne mensuelle sont enregistrées au début du printemps et durant l'été. Ces périodes correspondent à la fonte des neiges et à la période d'étiage.

Figure 45: Turbidité moyenne enregistrée au réservoir Beaudet entre 2001 et 2010



Indice de qualité biologique

L'indice de la qualité biologique évalue l'altération de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques. L'évaluation s'effectue par la caractérisation et l'analyse des organismes vivants dans les cours d'eau. L'indice biologique global normalisé (IBGN) est l'un des indices qui permet de déterminer la qualité biologique des cours d'eau. Il consiste à évaluer les peuplements des macroinvertébrés benthiques, soit les organismes qui dépendent du substrat.

Les travaux d'échantillonnage de macroinvertébrés ont été menés par le Cégep de Victoriaville, afin de déterminer l'indice biologique en amont et en aval du réservoir Beaudet durant l'étiage estival.

Le site en amont du réservoir qui se situe à Princeville possède un indice biologique supérieur soit de 86 qualifié d'optimal (>85) comparé à l'indice sous-optimal de 77,6 obtenu en aval du réservoir Beaudet (entre 70 et 85). La dégradation de l'habitat de l'amont à aval du réservoir est constatée. Dans les deux sites, les familles échantillonnées sont majoritairement moyennement ou très tolérantes à la pollution (Annexe 4).

3. Description du milieu biologique

3.1. Écosystèmes aquatiques

Une étude de caractérisation de la rivière Bulstrode a permis d'établir les types de faciès et les caractéristiques de la rivière Bulstrode dans le segment de 13 kilomètres situé entre Sainte-Sophie-de-Halifax et Trottier (tableau 18) (Paris et Denault, 1989).

Tableau 18: Caractéristiques de la rivière sur treize kilomètres

Paramètres	Données		Analyse
Largeur	14,04 m		
Profondeur	28,76 cm		
Température	21,88 °C		
Substrat			Le substrat est diversifié puisqu'il est composé de tous les types de substrats
Argile	0 %		
Limon	0,70 %		
Sable	8,52 %		
Gravier	12,73 %		
Cailloux	22,66 %		
Blocaille	33,12 %		
Blocs	15,02 %		
Roche-mère	6,33 %		
Matière organique	0 %		
État des berges			
Instable	0 %		
Modérément stable	4,67 %		
Stable	95,33 %		
Abris			La valeur optimale des abris est de 30 % pour les juvéniles et de 17 % pour les adultes
Blocs	10,45 %		
Arbres	0,86 %		
Végétation aquatique	0,10 %		
Autres	0,10 %		
Végétation terrestre	Rive droite	Rive gauche	Trop grande proportion d'espèces d'herbacées.
Herbacée	39,72 %	35,01 %	
Arbustive	18,38 %	18,95 %	
Décidus	11,90 %	13,97 %	
Conifères	0,14 %	0 %	
Mélangés	3,72 %	8,09 %	
Dénudé	25,05 %	22,84 %	
Couverture végétale			
Dense	0 %		
Partiellement ouvert	2,52 %		
Ouvert	97,48 %		
Fosses	5,18 %		
Frayères	1,91 %		
Ratio fosse : rapide	21 :79		Le ratio fosse : rapide doit tendre vers le 50 :50.

3.1.1. Faune

Réservoir

Une étude de caractérisation réalisée en 1979 pour le réservoir Beudet indique les températures estivales élevées. Les températures enregistrées supérieures à 20 °C nuisent directement au développement des salmonidés dans le réservoir. L'échantillonnage piscicole réalisé dans le cadre de cette même étude a permis de répertorier en ordre d'abondance des espèces de ménés, le raseux-de-terre (*Etheostoma nigrum*), la ouitouche (*Semotilus corporalis*), le meunier noir (*Catostomus commersoni*), le crapet de roche (*Ambloplites rupestris*) et la barbotte brune (*Ictalurus nebulosus*) (Desrochers et coll., 1979). À l'exception de spécimens adultes de meuniers noirs, de barbottes et de quelques ouitouches, les techniciens ont remarqué un grand nombre de jeunes poissons. Les poissons échantillonnés sont tous des carnivores primaires ou consommateurs secondaires à l'exception des spécimens adultes de ouitouche. La rareté de carnivores secondaires indique que le milieu ne permet pas le dernier maillon de la chaîne alimentaire. Les auteurs de l'étude recommandent l'ensemencement de dorés et de brochets au détriment des truites, puisque ce sont des espèces tolérantes à des hausses de température de l'eau et ce sont des carnivores secondaires (Desrochers et coll., 1979). Aucune étude récente ne permet d'évaluer la faune du réservoir Bulstrode.

Faune aviaire

La faune aviaire est très présente au printemps et à l'automne. La bernache du Canada et l'oie des neiges sont les espèces migratrices les plus abondantes dans le réservoir. De nombreux canards fréquentent le réservoir durant les mêmes périodes. Ce site, reconnu comme site ornithologique, permet l'observation d'environ 200 espèces d'oiseaux lors des périodes de migration (HBA Environnement, 2004).

La migration automnale est la plus importante. Selon les données recueillies à l'étang Burbank en 2010 et 2011, étang de la région également occupé par les oies, certains groupes d'oies commencent leur occupation dès le 29 septembre et les plus tardifs quittent l'étang vers la mi-décembre. Un nombre maximum d'oies est attendu vers la fin octobre ou les deux premières semaines de novembre. Les plans d'eau de la région reçoivent habituellement un maximum de 100 000 oies. En 2011, l'étang Burbank comptait 100 000 oies, le maximum atteint entre le 4 et le 15 novembre (Couture 2013a).

Une revue de littérature et l'avis d'un expert affirment que les oiseaux migrateurs n'ont pas d'impact direct sur la qualité de l'eau du réservoir (Payment 2000). Toutefois, un doute demeure sur leur contribution aux sédiments du réservoir par leurs fèces et un relâchement des nutriments qu'elles contiennent en conditions anaérobiques (Couture, 2013a).

Faune benthique

Une caractérisation menée en juin et juillet 1979 permet d'établir les types d'espèces et l'évolution des communautés de phytoplancton et de zooplancton (Tableau 19).

Tableau 19: Familles et genres de phytoplancton et zooplancton récoltés en juin et juillet 1979 dans le réservoir Beaudet

Juin 1979			
Zooplancton		Phytoplancton	
Cladocères	<i>Bosmina spp.</i> <i>Myxomycètes</i>	Cyanophytes	<i>Oscillatoria spp.</i>
Copépodes	<i>Paracyclops</i>	Bacillariophycées	<i>Fragillaria spp.</i> <i>Amphipleura spp.</i>
Rotifères	<i>Keratella spp.</i> <i>Ascomorpha spp.</i>	Chlorophytes	<i>Ulthrix spp.</i> <i>Clostérium spp.</i>
Juillet 1979			
Rhyzopode	<i>Diffflugia spp.</i>	Fragilarioidées	<i>Asterionella spp.</i>
Rotifères	<i>Keratella spp.</i>	Chrysophycée	<i>Dinobryon spp.</i>
Cladocères	<i>Bosmina spp.</i>	Microsporacées	<i>Microspora spp.</i>
		Chlorophytes	<i>Pediastrum spp.</i>

Desrochers et coll. (1979)

La diversité des espèces benthiques était très faible en 1979. Les populations échantillonnées dans le lit initial de la rivière étaient plus diversifiées que celles du nouveau fond du réservoir. En effet, lorsque l'échantillonnage a été effectué le réservoir n'était créé que depuis deux ans, le fond du réservoir représentait un habitat relativement jeune en comparaison de l'ancien lit de la rivière (Desrochers et coll., 1979).

En effet, *Chironomidae spp.*, famille dont les espèces sont pionnières de nouveaux milieux, étaient abondantes. Cette espèce est également bio-indicatrice, c'est-à-dire que sa grande tolérance à la pollution permet de soupçonner une eau polluée. La caractérisation du benthos total de l'étude de 1979 n'était pas assez exhaustive pour poser un diagnostic de la qualité de l'eau. La présence d'espèces de plécoptères, non tolérantes à la pollution, pourrait contredire la présence d'espèces de *Chironomidae*, associées à des milieux perturbés. Des gastéropodes, des coléoptères, des oligochètes et des arachnides ont également été répertoriés (Desrochers et coll., 1979).

Une espèce de moules, des moules d'eau douce, l'alasmidonte rugueuse (*Lasmidonta marginata*), dont le statut est susceptible d'être désigné vulnérable, est répertoriée le long de la rivière Bulstrode en 2001 (Mulettes, 2000 et Paquet et coll. 2005). Lors d'un échantillonnage en été 2012, des coquilles vides de moules et un seul individu vivant (*Lasmigona compressa*) ont été trouvés à proximité de l'embouchure du ruisseau Parent (Steve Hamel, 2012). Cette espèce est peu commune, voir même rare selon Paquet et coll. 2005. Ces coquilles indiquent que l'habitat offert dans la rivière Bulstrode à cet endroit a déjà permis l'établissement d'une espèce de moules.



Lasmidonta marginata
(Steve Hamel, 2012)

Une caractérisation régionale du potentiel de colonisation des plans d'eau par la moule zébrée réalisée par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune n'a pas répertorié sa présence, mais les

paramètres physicochimiques de l'eau du réservoir Beudet constituent des conditions excellentes pour son développement advenant une source d'inclusion dans le réservoir. Le danger est d'autant plus présent qu'une fois les moules établies, aucune solution n'a été trouvée aujourd'hui pour les éradiquer (Biorex, 1994).

Faune piscicole

La rivière estensemencée depuis 1964 (Annexe 5). Il semblerait que les tributaires de la Bulstrode (T8, T-22, T11 et Gobeil) puissent supporter la reproduction des espèces de poissons résidentes (Paris et Denault, 1989).

Une étude réalisée en 1989 a fixé les types d'habitats propices aux poissons dans la rivière Bulstrode (Tableau 20). Cette même étude rapporte la température estivale très élevée dans la rivière Bulstrode qui défavorise les salmonidés dont les températures de tolérance critique se situent entre 22 et 25 °C. L'absence de végétation arbustive et arborescente est mise en cause pour expliquer le réchauffement de l'eau (Paris et Denault, 1989).

Tableau 20:Caractérisation des habitats piscicoles (faciès) de la rivière Bulstrode sur treize kilomètres

Types de faciès	Proportion
Seuils	37,70 %
Rapides	13,44 %
Bassins	3,56 %
Chenaux	45,30 %
Total	100 %

Selon le constat de 1988, les tributaires et les fosses de la rivière Bulstrode offre des températures plus adéquates pour les salmonidés entre autres l'omble de fontaine. Le taux d'oxygène de l'eau de la rivière est suffisant pour supporter les besoins des poissons. Par contre, les dimensions totales des fosses répertoriées sont insuffisantes et limitent l'implantation d'une grande population de saumons adultes. La section aval comprise entre le pont couvert de Sainte-Sophie-d'Halifax et l'embouchure du ruisseau Gobeil, est jugée la plus propice. De plus, la capacité de prélèvement pour la pêche est évaluée entre 80 et 100 jours de pêche à l'hectare par an si aucune intervention d'ensemencement n'est effectuée (CGRBF, 1988).

Le barrage de Sainte-Sophie-d'Halifax limite la libre circulation du poisson. Comme l'indiquent les résultats du tableau 21 les cyprinidés dominant. Les auteurs du Plan de mise en valeur de la faune et des habitats de la rivière Bulstrode de 1987 expliquent ce fait par la faible diversité des insectes présents et l'absence de ceux dont les salmonidés se nourrissent. Les espèces d'insectes retrouvés en 1989 sont caractéristiques des milieux perturbés. Des ensemencements, majoritairement de l'omble de fontaine, sont réalisés depuis 1964 sur deux sites de la rivière Bulstrode.



Truite brune (*Salmo trutta*)
(Steve Hamel 2012)

Tableau 21: Faune ichthyenne récoltée dans la rivière Bulstrode en 1987

Espèces		Captures
<i>Rhynchithys cataractae</i>	Naseux des rapides	581
<i>Etheostoma flabellare</i>	Dard barré	121
<i>Etheostoma nigrum</i>	Raseux de terre	47
<i>Semotilus corporalis</i>	Ouitouche	109
<i>Exoglossum maxillingua</i>	Méné bec-de-lièvre	79
<i>Castostomus commersoni</i>	Meunier noir	78
<i>Castostomus catostomus</i>	Meunier rouge	2
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Omble de fontaine	10
<i>Salmo gairdneri</i>	Truite arc-en-ciel	10
Autres cyprinidés		89
Total		1126

Un échantillonnage effectué en 2012 permet d'évaluer les espèces de poisson présentes et le nombre d'individus dans un segment de 250 mètres dans les tributaires apparaissant à la figure 2 et dans un segment de la rivière Bulstrode à l'embouchure. Une attention particulière est portée aux ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et aux truites brunes (*Salmo trutta*), puisque ce sont des espèces prédatrices qui indiquent si les cours d'eau peuvent supporter une chaîne trophique complexe (Hamel, 2012) (Tableau 22). Aucune espèce de poisson à statut particulier n'a été inventoriée.

Tableau 22: Nombre d'espèces, d'individus et les espèces les plus fréquemment capturées pour chaque tributaire étudié à l'été 2012

Cours d'eau	Nombre d'espèces	Nombre total d'individus	Nombre de juvéniles	Nombre d'adultes	Espèce la plus nombreuse	2e espèce plus nombreuse	3e espèce plus nombreuse	Omble de fontaine	Truite brune
Rivière L'Abbé	9	232	125	107	Crapet-soleil	Méné à nageoires rouges	Meunier noir	0	0
Ruisseau Thibodeau-Desharnais	6	83	28	55	Cyprins spp	Mulet à corne	Bec de lièvre	0	0
Ruisseau Parent	6	45	0	45	Cyprins spp	Mulet à corne	Méné à nageoires rouges	2	2
Ruisseau Perreault	9	392	66	326	Naseux noir	Naseux des rapides	Cyprins spp	11	9
T-22	12	1111	40	1071	Naseux noir	Cyprins spp	Méné à nageoires rouges	7	14
Ruisseau Gobeil	10	335	24	311	Cyprins spp	Naseux des rapides	Naseux noir	0	1
Ruisseau Michaud	11	936	31	905	Naseux noir	Cyprins spp	Naseux des rapides	23	9
Rivière du Huit	2	19	0	19	Naseux des rapides	Omble de fontaine	n-d	5	0

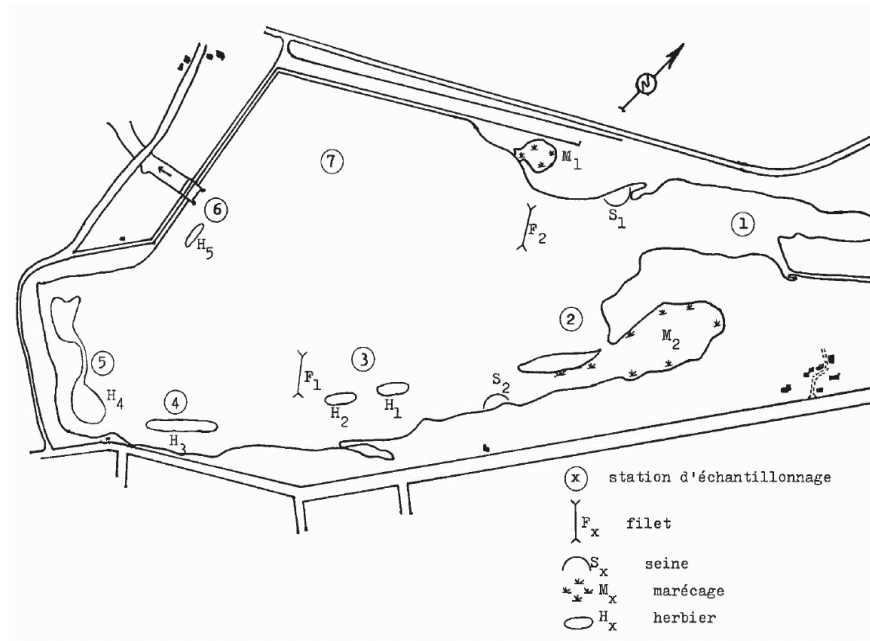
Les résultats permettent de conclure que les ruisseaux Gobeil, Michaud, du Huit et le T-22 offrent une qualité d'eau adéquate et un habitat piscicole intéressants. Par contre, les ruisseaux Thibodeau-Desharnais, Perreault et Parent nécessitent des aménagements pour offrir des habitats intéressants à la faune piscicole.

3.1.2. Flore

Réservoir Beaudet

Deux marécages asséchés à l'étiage et cinq herbiers aquatiques d'une superficie totale évaluée à 1,75 ha ont été répertoriés dans le réservoir Beaudet durant l'été 1979 (Figure 46). Les herbiers sont essentiellement composés de *Polygonum amphibium* ou de *Potamogeton pectinatus*.

Figure 46 : Localisation des marécages et herbiers en 1979 dans le réservoir Beaudet



La végétation des marécages était composée de :

- *Elodea canadensis*
- *Potamogeton pectinatus*
- *Typha latifolia*
- *Potamogeton gronineus*
- *Juncus filiformis*
- *Juncus effusus*
- *Scirpus ntrovirene*
- *Cypéracé spp.*
- *Glyceria striata*
- *Equisetum fluviatilis*



Potamogeton pectinatus
Plantes Botanique, 2007



Elodea canadensis
Plantes Botanique, 2007



Typha latifolia,
Arborix Boutique, 2011

Écosystèmes riverains

En 1979, une caractérisation de la végétation des berges du réservoir Beaudet démontre une faible densité et identifie les espèces herbacées suivantes :

- *Juncus effusus*
- *J. Riliiformis*
- *Elodea canadensis*
- *Potamogeton pectinatus*
- *Typha latifolia*
- *Equisetum aluviatilis*
- *Glyceria shriata*

Desrochers et coll. (1979)

La végétation riveraine prévient l'érosion, retient les eaux de ruissellement, filtre les sédiments, diminue les risques de débordement de la rivière et aide à maintenir une température de l'eau adéquate pour le poisson. Elle joue un rôle important dans la chaîne alimentaire aquatique, car les insectes terrestres peuvent représenter jusqu'à 50 % de la diète d'une truite. La composition de cette végétation est très importante. Elle doit comporter les trois strates de végétation, soit arborescente, arbustive et herbacée. Un constat fait en 1988 établit que les rives de la rivière Bulstrode comportent un taux de 40 % de déboisement sur les 90 km de son parcours (CGRBF, 1988). Les rives du réservoir Beaudet sont quant à elles végétalisées (HBA, 2004), mais ne comportent pas toutes les strates pour un maximum d'efficacité.

3.2. Écosystèmes terrestres

Selon la cartographie des habitats fauniques du ministère des Ressources naturelles et de la Faune, aucun habitat faunique n'est répertorié dans le bassin versant aval de la rivière Bulstrode (MRNF, 2007).

3.2.1. Faune

Selon le Centre de données sur le patrimoine nature, deux espèces fauniques à caractère particulier sont répertoriées. Une occurrence de chaque espèce d'amphibiens suivante est rapportée aux abords du ruisseau Gobeil : salamandre sombre du Nord (*Desmognathus fuscus*) en 1988 et salamandre pourpre (*Gyrinophilus prophyriticus*) en 1985 (AARQ, 1988). Les deux espèces ont été trouvées à l'embouchure du ruisseau Gobeil ainsi qu'en bordure de la rivière Bulstrode en 2012 (Steve Hamel, 2012). La salamandre pourpre a également été identifiée en 2002 dans un ruisseau montagneux, tributaire de la rivière Bulstrode (AARQ, 1988).

Salamandre pourpre (*Gyrinophilus prophyriticus*)



Salamandre sombre du Nord (*Desmognathus fuscus*)



(Steve Hamel, 2012)

3.2.2. Flore

Selon Robitaille et Saucier (1998), les unités de paysage de Drummondville et de Thetford Mines dominent la région de la rivière Bulstrode. Dans l'unité de paysage de Drummondville, le domaine bioclimatique de l'érablière à tilleul y domine et le domaine de la sapinière à épinette rouge est susceptible d'être présent en secteur plus sec. L'unité de paysage de Thetford Mines est comprise dans une sous-région du domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune. En zones de pente et au sommet des collines, c'est la sapinière à bouleau jaune qui y domine. On retrouve en site hydrique la sapinière à thuya et à frêne noir ainsi que la sapinière à épinette rouge.

Selon Coté et coll. (2010), les collines de Sainte-Hélène-de-Chester sont dominées par l'érablière à sucre. La totalité du territoire boisé du bassin versant est de tenure privée. Les sols offrent une bonne productivité

Dans le répertoire des espèces à statut particulier du Centre de données sur le patrimoine naturel, on retrouve deux mentions d'ail des bois (*Allium tricoccum*) en bordure de la rivière Bulstrode. Cette plante se retrouve dans les forêts dominées par l'érable à sucre, dans les mi-versants ou les bas de pente et en bordure des cours d'eau, sur des sols bien ou modérément bien drainés, riches en éléments minéraux (Herbiers, 2001; Coursol, 2001).



Ail des bois
(Coursol, 2001)



Forêt en bordure de la rivière Bulstrode

3.3. Milieux humides et riverains

Les 449 milieux humides répertoriés dans le bassin versant de la rivière Bulstrode en amont du réservoir représentent une superficie totale de 8,6 km², soit 2,6 % du territoire du bassin versant. Cette proportion de milieux humides est très faible. Quelques tourbières boisées et marécages ainsi que des zones d'eau peu profondes sont répertoriés. Les milieux humides majoritaires sont à 41 % des marécages et à 51 % des tourbières boisées. Le tableau 23 montre que les milieux humides sont majoritairement de faibles superficies (Figure 47).

Tableau 23: Taille des milieux humides et superficie totale du bassin versant⁶

Taille des milieux humides	Nombres de milieux	Superficie totale (ha)
Entre 0,5 et 1 hectare	279	132
Plus de 1 hectare	170	690

Naturellement, la topographie d'une partie du bassin versant de la rivière Bulstrode est une des causes naturelles de l'absence de milieux humides de grande superficie. La portion amont du bassin versant de la rivière Bulstrode jusqu'à Sainte-Sophie-d'Halifax favorise, en raison de son relief vallonné, le ruissellement et un drainage rapide du secteur. C'est donc dans le secteur en zone plane, située entre le réservoir Beudet et Sainte-Sophie-d'Halifax, qu'il est susceptible de retrouver les milieux humides d'importance. Les activités humaines, telles que le développement agricole et le drainage intensif des terres et des routes sont la principale cause de la disparition de plusieurs milieux humides du bassin versant.

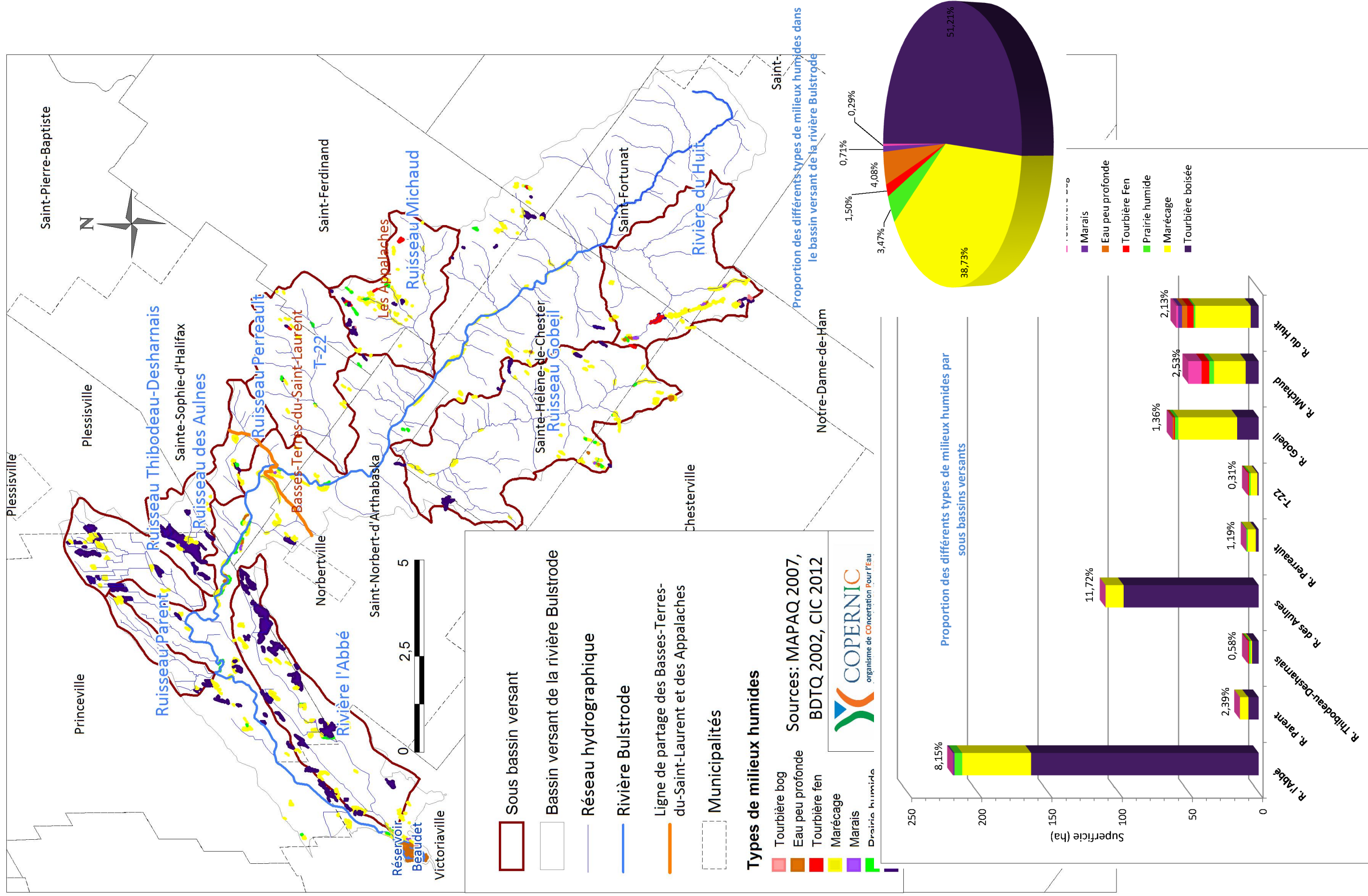
La quasi-absence de milieux humides a une incidence certaine sur les problématiques rencontrées dans le bassin versant. En effet, ces milieux remplissent plusieurs fonctions hydrologiques (Rivard, 2010) :

- Interception des eaux de ruissellement et des précipitations, atténuant les risques d'inondations et participant à la diminution des débits de pointe lors des crues;
- Filtration des matières en suspension auxquelles se lient les nutriments et divers polluants. Ils captent ainsi ces particules et contribuent à l'assainissement des cours d'eau.

Selon les graphiques de la figure 47, on observe que les sous-bassins versants situés dans les Basses-terres ne comportent pas tous la même proportion de milieux humides. Les bassins versants des ruisseaux Parent, Thibodeau-Desharnais et Perreault sont déficitaires en termes de superficie de milieux humides en comparaison des sous bassins voisins de la rivière L'Abbé et du ruisseau des Aulnes. Les milieux humides de plus grandes superficies se retrouvent dans les Basses-terres ce qui induit une plus grande représentation des milieux humides en termes de superficie dans cette région. Bien que de moins grande taille, tous les types de milieux humides sont retrouvés dans les Appalaches.

⁶ La base de données des milieux humides de Canards illimités et du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs ne répertorie que les milieux humides de plus de 0,5 hectare, ce qui a pour effet de sous-estimer la superficie totale occupée par les milieux humides dans le bassin versant. Par contre, il est peu probable que la somme des milieux de moins d'un demi-hectare permette une augmentation significative en termes d'avantages hydrologiques des milieux humides du territoire.

Figure 47: Milieux humides du réservoir Beaudet et de l'amont du bassin versant



Suite aux modifications subies par la rivière Bulstrode due à la construction du barrage, des milieux humides sont apparus qui offrent des habitats de choix pour la faune qui fréquente le réservoir Beaudet (Figure 48).

Figure 48: Milieux humides du réservoir Beaudet



4. Description des activités humaines et des utilisations du territoire

Selon la comparaison de l'utilisation des terres réalisée par Poly-Géo entre 1966 et 2010, l'affectation agricole du territoire est relativement semblable. Les terres sont principalement à vocation agricole avec très peu de bandes riveraines en bordure des cours d'eau. Le redressement des cours d'eau observable en 2010 est déjà en bonne partie réalisé en 1966. Selon Rompré et coll. 1984, les sols qui composent la série Melbourne possèdent un très bon indice de productivité agronomique. Cette affirmation corrèle avec les zones agricoles actuellement en exploitation dans le bassin versant. La majorité de l'exploitation agricole présente dans le bassin se situe dans le piémont appalachien.

Tableau 25: Caractéristiques des parcs industriels de Victoriaville

Parc industriel Paul-André-Poirier	Parc industriel Fidèle-Édouard-Alain
<p>Établi depuis 1961 et 1974 pour la deuxième zone développée</p> <p>Superficie : Totale : 2 700 685 m² Disponible : 216 119 m²</p> <p>Principaux secteurs d'activité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matériel de transport • Machinerie • Meubles • Produits du bois • Récupération / recyclage <p>Aqueduc :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Équipement de traitement complet dépassant les normes dictées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs <p>Égout :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sanitaire : disponible, caractéristiques à valider • Pluvial : conduites gravitaires variant de 300 à 375 mm avec fossés de drainage en arrière <p>Topographie : En pente légère</p>	<p>Établi depuis 2004</p> <p>Superficie : Totale : 906 557 m² Disponible : 531 357 m²</p> <p>Principaux secteurs d'activité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meubles • Articles d'ameublement • Produits métalliques • Matériel de transport <p>Aqueduc :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Équipement de traitement complet dépassant les normes dictées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs <p>Égout :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sanitaire : disponible, caractéristiques à valider • Pluvial : conduites gravitaires variant de 300 à 375 mm avec fossés de drainage en arrière <p>Topographie : En pente légère</p>

Source : CDEBF (2011)

Un projet de parc éco-industriel est actuellement en développement au parc industriel Fidèle-Édouard-Alain afin d'amener de façon volontaire les industries en place et celles qui s'implanteront à inclure diverses mesures permettant d'aller au-delà des normes exigées. Ces mesures dites d'écologie industrielle s'inscrivent dans une perspective de développement durable. La ville de Victoriaville et la Corporation de développement économique des Bois-Francis travaillent actuellement à établir une charte qui balisera les bonnes pratiques des entreprises.

Des mesures sont déjà en place afin d'assurer un aménagement harmonieux avec l'environnement et qui représente les aspects visibles du projet. Ainsi, une zone tampon de 20 mètres sera conservée en bordure de la rivière Bulstrode et du ruisseau l'Abbé. Deux zones seront conservées par la ville de Victoriaville. Ces zones serviront à assurer la rétention de l'eau du secteur et à purifier les eaux de drainage. Les nouvelles entreprises implantées dans ce secteur ne constituent pas une demande accrue en eau potable, car leurs procédés ne nécessitent pas d'apport important en eau (Croteau, 2011).

Tableau 26: Parc industriel de Princeville

Le premier parc industriel de Princeville se situe à la limite nord du bassin versant de la rivière Bulstrode (Tableau 26) (Préfontaine et Boisvert, 2003).

Parc industriel J. Maurice Talbot
Date de création en 1963
Superficie : 485 000m²

4.3.1. Industrieforestière

Des activités sylvicoles ont eu lieu et ont été répertoriées par l'Agence forestière des Bois-Francs depuis 2003 et par la MRC d'Arthabaska en 2010. C'est 9 %, soit 1561 ha de la superficie forestière du territoire de 17 739 ha qui apparaît à la figure 50 qui a été traitée selon les dates répertoriées. Ce segment du bassin versant est forestier à 75 % de sa superficie. Le couvert forestier compte 36 % de résineux, 34 % de couvert mélangé et 30 % de feuillus (Nguyen, 2012). Les différents traitements possèdent des impacts différents selon la problématique de l'érosion des sols. Ces impacts sont regroupés en quatre catégories au tableau 27.

Tableau 27: Regroupement des travaux sylvicoles selon l'impact d'érosion

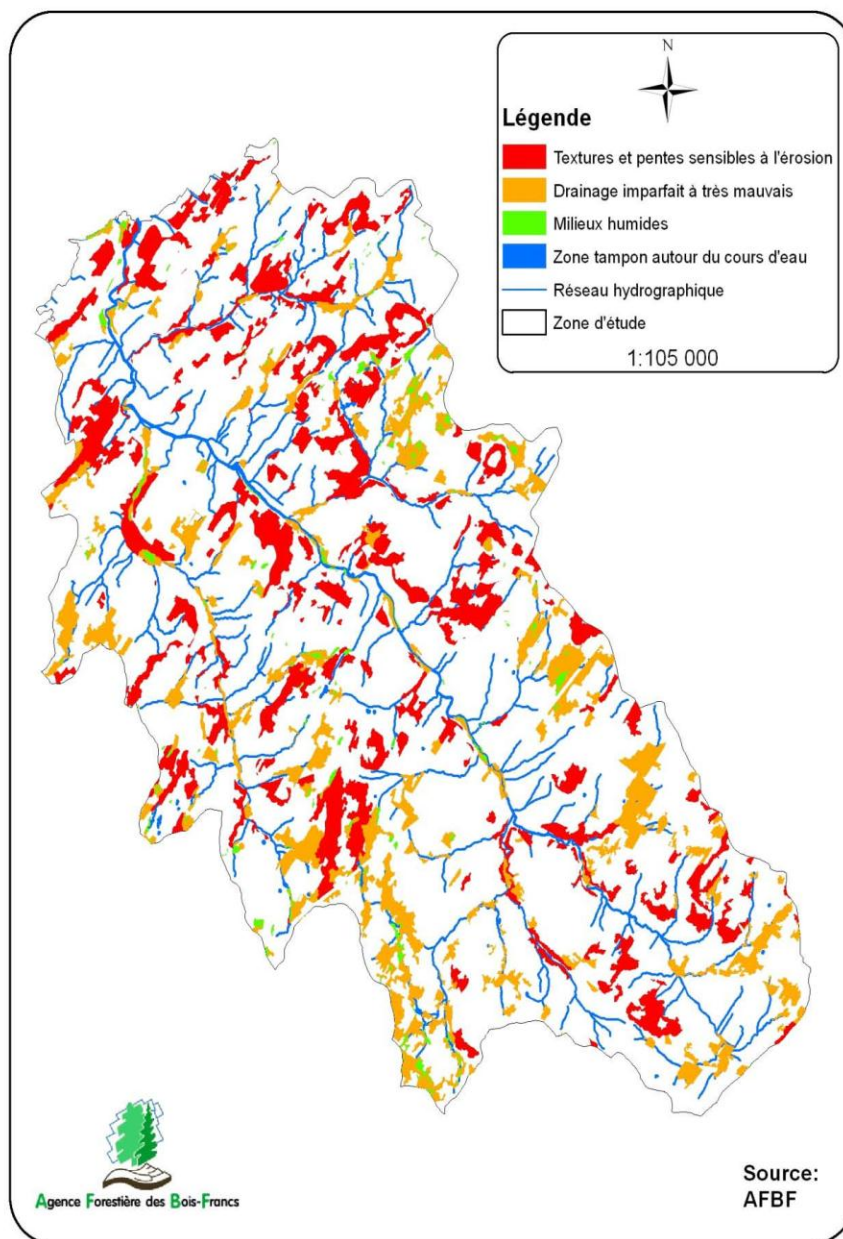
Intensité de l'impact	Description du traitement sylvicole
NUL	Plantation Entretien de plantation (dégagement) Protection contre insectes, maladies, animaux Éclaircie pré commerciale (EPC) Fertilisation d'érablière
FAIBLE	Préparation terrain Débroussaillage partiel Éclaircie intermédiaire Coupe d'assainissement Coupe d'amélioration
MOYEN (coupes partielles)	Coupe progressive d'ensemencement Coupe acérico-forestière Coupe en futaie irrégulière Éclaircie commerciale Coupe de jardinage Coupe de récupération (CRBA) Coupe de succession (CS)
FORT	Coupe de conversion Déblaiement mécanique Coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) Coupe totale (CT) Travaux de drainage Construction de la voirie forestière

Une analyse réalisée par l'Agence forestière des Bois-Francs démontre que 37 % du territoire, soit 6540 hectares, est sensible à l'érosion. Le tableau 28 indique la superficie sensible selon les critères de vulnérabilité et la figure 43 permet de visualiser les zones sensibles dans le bassin versant.

Tableau 28: Particularités du territoire susceptible à l'érosion

PARTICULARITÉS DU TERRITOIRE	SUPERFICIE (ha)
Zones où les textures et les pentes sont très susceptibles à l'érosion	2933
Zones où le drainage nécessite le creusage de fossés lors de la réalisation de travaux sylvicoles	2346
Zones de maintien de lisière boisée près de cours d'eau	1075
Milieus humides	186
TOTAL	6540

Figure 50: Localisation des zones sensibles à l'érosion en milieu forestier



4.3.2. Industrie minière

L'industrie minière est absente du bassin versant. Le potentiel des gaz de shale dans les formations géologiques du bassin versant ne fait pas partie des vues immédiates de la part de l'industrie. En effet, selon l'annexe 6, il est possible de valider que le bassin versant de la rivière Bulstrode ne se situe pas dans les secteurs potentiels à l'exploration par l'industrie en raison de la profondeur de la ressource (BAPE, 2011). Des gravières et sablières en exploitation en 1966 ne sont plus utilisées en 2010 (Duhamel & Bariteau, 2012a).

4.3.3. Hydroélectricité

Selon le Répertoire des centrales hydroélectriques du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (2011b), aucune centrale n'est exploitée dans le bassin versant.

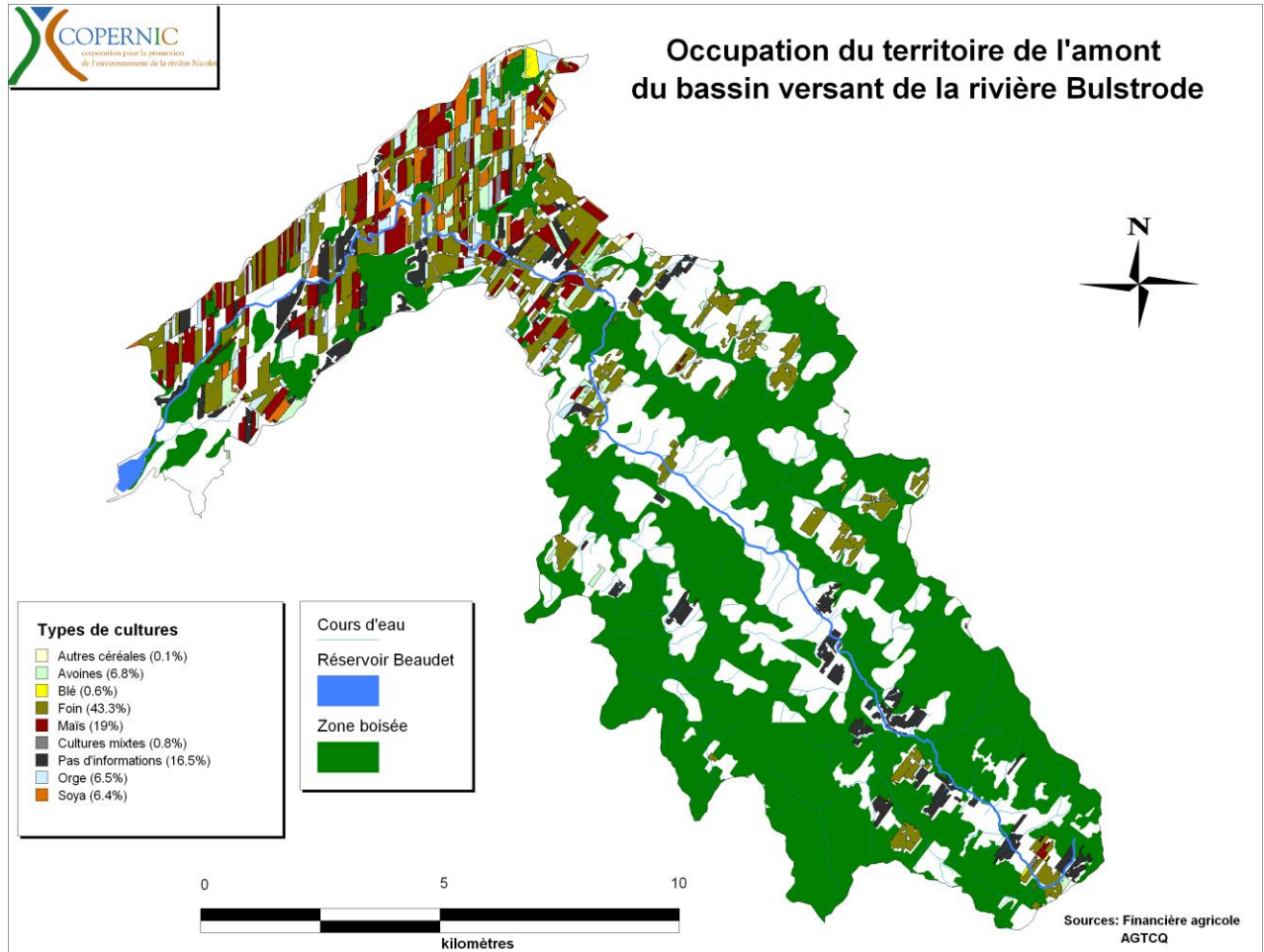
4.3.4. Parc éolien

L'implantation d'un parc éolien est commencée sur une partie du territoire du bassin versant de la rivière Bulstrode, soit dans les municipalités de Sainte-Sophie-d'Halifax et de Saint-Ferdinand (Annexe 7). L'impact des éoliennes sur les cours d'eau est indirect. Ce sont la construction des chemins forestiers, de ponceaux et le déboisement nécessaires à l'implantation des éoliennes qui influenceront les cours d'eau. Les ponceaux réalisés auront un impact direct sur les cours d'eau, lors de la construction et sont susceptibles de modifier l'écosystème par un creusement naturel en aval des ponceaux. Les surfaces dénudées en secteur de pente associées au ruissellement rendent également susceptibles les apports de sédiments dans les cours d'eau qui drainent le territoire du bassin versant de la Bulstrode dans les secteurs Sainte-Sophie-d'Halifax /St-Ferdinand. Ces sédiments sont ensuite susceptibles de nuire à l'herpétofaune (amphibiens et reptiles) et à l'habitat du poisson (SNC- Lavalin, 2009).

4.4. Secteur agricole

Selon une analyse du bassin versant, le bassin versant du réservoir Beaudet comprend environ 238 entreprises agricoles en 2010 (Drolet et Gagnon, 2012). Les superficies de cultures assurées représentent 22 % du territoire. La délimitation entre les zones agricoles et boisées est très marquée à la hauteur de Sainte-Sophie-d'Halifax et de Saint-Norbert-d'Arthabaska et correspond aux changements de la nature des sols, moins propice à l'agriculture dans le plateau appalachien à l'exception des zones en bordure des cours d'eau, composées de dépôts fluviaux riches (figure 51) (Section 1.4).

Figure 51: Occupation des sols de l'amont du bassin versant de la rivière Bulstrode



Selon la figure 50, le territoire boisé correspond en 2007 à 49 % du bassin versant, tandis que les superficies de cultures assurées représentent 22 % du territoire. La délimitation entre les zones agricoles et boisées est très marquée à la hauteur de Sainte-Sophie-d'Halifax et de Saint-Norbert-d'Arthabaska et correspond aux changements de la nature des sols, moins propice à l'agriculture dans le plateau appalachien à l'exception des zones en bordure des cours d'eau, composées de dépôts fluviatiles riches (Section 1.4).

Des données recueillies par Blanchette et coll. en 1983 auprès de 35 producteurs en périphérie du réservoir Beaudet et de la rivière Bulstrode jusqu'au 12^e rang à Princeville ont permis aux auteurs de dresser un portrait du milieu agricole le plus susceptible selon eux d'affecter la qualité de l'eau du bassin versant (figure 52 et tableau 29). Bien que les dernières données mises à jour en 2007 ne chevauchent pas tout à fait le même territoire, il est possible de remarquer une diminution des productions laitières au profit des productions bovines dans la partie du bassin versant située entre le réservoir Beaudet et le barrage de Sainte-Sophie.

Figure 52: Type d'industries agricoles dans le bassin versant de la rivière Bulstrode en 1983 et 2007

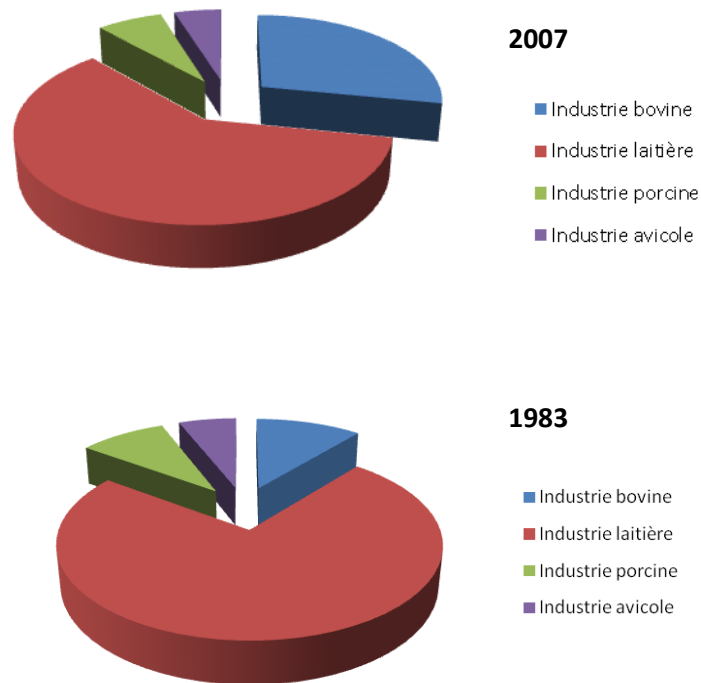


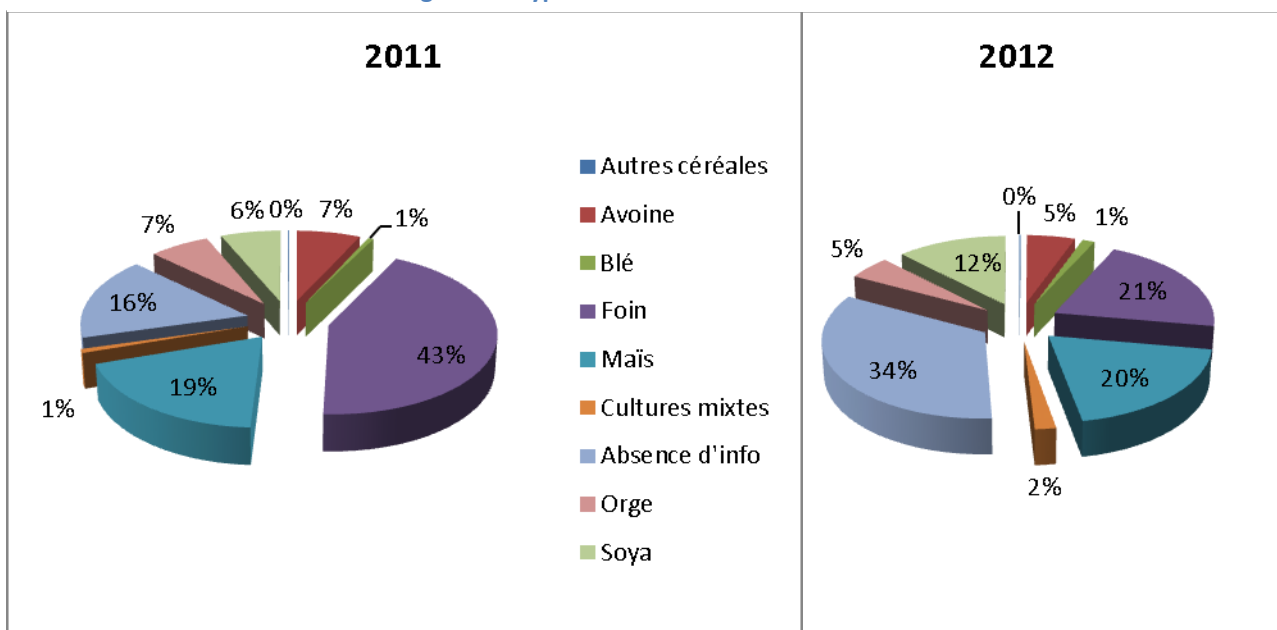
Tableau 29: Infrastructures et habitudes d'épandage agricole des producteurs évalués en 1983

Habitudes d'épandage	Infrastructures
<ul style="list-style-type: none"> • 89 % des producteurs épandent de l'engrais chimique • 86 % épandent de l'engrais organique • 91 % épandent des amendements calcaires • 14 % des insecticides • 51 % des herbicides 	<ul style="list-style-type: none"> • 66 % possèdent une fosse septique • 21 % des producteurs laitiers et bovins possèdent une fosse à fumier • 38 % ont une plate-forme • 41 % ne possèdent rien pour l'entreposage du fumier • 100 % des producteurs de porcs et de poulets ont une fosse à purin et à fumier

Blanchette et coll. (1983)

La figure 53 permet de comparer les superficies consacrées aux diverses cultures. La grande proportion de production de fourrage est due à la forte présence de la production laitière dans la région (MAPAQ, 2007). Les cultures pérennes telles que le foin réduisent les possibilités d'érosion des sols puisqu'elles recouvrent le sol en permanence au contraire des cultures annuelles dont les sols sont dénudés lors des périodes de fortes pluies si aucune pratique n'est associée pour réduire l'érosion.

Figure 53: Types de cultures en 2011 et 2012



4.5. Secteur récréotouristique

De nombreuses activités récréotouristiques sont liées aux cours et plans d'eau de la zone à l'étude.

Parcours canotables

La rivière Bulstrode et le ruisseau Gobeil sont reconnus par la Fédération québécoise du canot et du kayak du Québec pour leurs parcours canotables d'un niveau de difficulté facile et difficile accessible seulement au printemps (tableau 30).

Tableau 30: Caractéristiques des parcours canotables de la rivière Bulstrode et du ruisseau Gobeil (FQCK, 2005)

Bulstrode – de St-Fortunat à Trottier:	Bulstrode – de Trottier à Chester Nord:	Gobeil:
Difficulté : difficile	Difficulté : facile	Difficulté : difficile
Cotation générale : RIII	Cotation générale : RII	Cotation générale : RIII
Pente : 1,4 %		Pente:2 % entre les ponts du km 6 et du km 4 et 1.2 % en aval du km 4
Longueur : 12 km	Longueur : 7 km	Longueur : 5 km, ou 8 km en poursuivant sur la Bulstrode
Portages : 1 à 2	Portages : 0	Portages : 1 à 2
Durée : 2 à 3 heures	Durée : 1 h 30	Durée : 2 heures à eau très haute

Sentier des Trotteurs

Le sentier des Trotteurs se situe dans le secteur Trottier de Sainte-Hélène de Chester. Sentier pédestre de 6, 10 ou 26 kilomètres, le sentier parcourt le milieu forestier et longe la rivière Bulstrode et le ruisseau Gobeil (Tableau 31).

Tableau 31: Descriptif des sentiers qui composent le Sentier des Trotteurs à Sainte-Hélène-de-Chester

<i>Sentier des cascades</i>	Boucle de 6 km	Débutant
<i>Sentier du pic</i>	Boucle de 10 km	Avancé
<i>Sentier Trottier-Arthabaska</i>	Linéaire sur 26 km	Avancé

(Sentier des trotteurs, 2008)

Tour d'observation de Saint-Fortunat

La tour de Saint-Fortunat permet d'apprécier le paysage de la région. On peut y observer l'amont du bassin versant de la rivière Bulstrode et profiter de cet espace pour le pique-nique.

Parc du réservoir Beaudet

Depuis la construction d'une passerelle qui traverse la rivière Bulstrode en 2011, une piste cyclable de 5,2 km permet de compléter la boucle du réservoir Beaudet. Les amateurs de kayak et de pédalo peuvent également y louer une embarcation pour explorer le plan d'eau durant l'été. Le réservoir Beaudet est également reconnu par les ornithologues comme un excellent site d'observation avec un répertoire de plus de 200 espèces.

Outre les activités liées à l'eau, le bassin versant de la rivière Bulstrode comporte quelques infrastructures touristiques telles qu'un terrain de golf à Princeville, deux terrains de camping, le musée de la matchitecture à Saint-Fortunat et le Parc linéaire des Bois Francs qui relie Victoriaville et Princeville.



Passerelle du réservoir Beaudet et bande riveraine

5. Description des acteurs, des usagers et des usages de l'eau

5.1. Usages actuels

5.1.1. Contact indirect avec l'eau

Kayaks et canots

La ville de Victoriaville offre un service de location de kayaks et de canots qui permet aux visiteurs de pagayer sur le réservoir. Une descente est accessible aussi pour tout usager qui désire mettre son embarcation à l'eau. Les bateaux à moteur sont interdits.



Site pour le débarquement des canots et kayaks

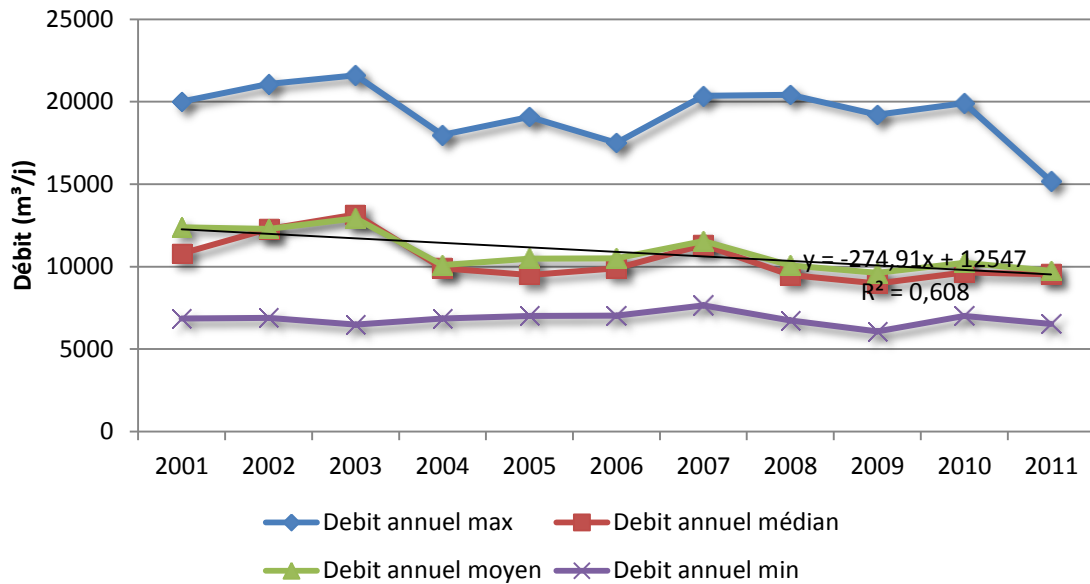
Pêche

Des pêcheurs fréquentent la rivière Bulstrode à divers endroits. Des sites sont connus par les membres de l'Association de chasse et pêche de Plessisville. Le segment d'un kilomètre situé entre le barrage de Sainte-Sophie et le pont couvert est un des lieux de pêche prisé par les adeptes (Daigle 2013).

5.1.2. Usages de prélèvements

L'approvisionnement de plus de 50 % de la ville de Victoriaville se fait à même le réservoir. Deux puits en eau souterraine servent à assurer une partie de l'approvisionnement (Allard, Comm. Pers, 2011). La figure 54 permet l'observation d'une diminution des débits journaliers prélevés au réservoir par l'usine Hamel entre 2001 et 2011 (Couture 2013b).

Figure 54: Débits journaliers de l'usine Hamel entre 2001 et 2011



Puisqu'une partie de l'eau potable de la ville de Victoriaville est puisée dans le réservoir, les débits actuels puisés de 2011 et 2012 ont été comparés avec les débits mensuels et minimaux quotidiens de la période entre 1975 à 2012. Le débit maximal puisé a été évalué à 0.17 m³/s selon le tableau 32. En tenant compte que ce débit puisse être retiré de façon continue et constante sur une période de 30 jours par l'usine, il est évalué que le débit du réservoir n'a été déficitaire que pour un mois sur 438 mois⁷. L'unique occurrence démontre la faible probabilité d'un évènement de pompage excessif (tableau 32) (Couture et Mongrain, 2013).

Tableau 32: Débits moyens du réservoir et de l'usine de pompage

		Minimum	Moyen	Maximum
Débit mensuel soutiré par l'usine de traitement sur une période soutenue (30 jours) 2011-2012	m ³ /s	0,1	0,13	0,17
Débit mensuel du réservoir soutenu sur 30 jours 1975-2012	m ³ /s	0,04	8,32	40
Pourcentage d'occurrence où Q max usine 30 jours soutenus > Q réservoir	m ³ /s	S.O.	S.O.	0,2 %

Puisque la ville de Victoriaville alimente via le réservoir Beudet plus de 500 personnes, elle sera assujettie à la *Stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'approvisionnement en eau potable*. À l'aide du règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, la ville de Victoriaville devra instaurer des mesures de protection accrue pour le réservoir qui s'étendront à l'échelle du bassin versant (Couture, 2013c). Par les normes édictées dans le règlement, la Stratégie vise :

⁷ Ce calcul est limité au fait que le débit maximal soutiré par l'usine est évalué sur une période relativement récente et transposé sur une période de 37 ans antérieure à 2012.

- Connaissance de toutes les sources d'eau collectives ;
- Évaluation de la vulnérabilité de ces sources ;
- Renforcement de la protection et de la conservation ;
- Suivi des mesures prises ;
- Pérennité des investissements publics.

Ces objectifs seront remplis par l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de protection et de conservation contenant diverses actions pour préserver la ressource en eau (Couture, 2013c). La ville de Princeville sera elle aussi assujettie à cette Stratégie, mais celle-ci s'appliquera différemment puisque la source d'eau est souterraine. La ville de Princeville s'approvisionne en eau souterraine à proximité de la rivière Bulstrode à même un puits de surface dont le niveau hydrostatique est maintenu par une digue dans la rivière (figure 56).

Pour assurer la pérennité de la ressource, des mesures d'économies d'eau potable sont et peuvent être mises en place afin de rationaliser l'utilisation de l'eau. Des mesures d'économie d'eau potable à des fins résidentielles, industrielles et opérationnelles ont été mises en place par la ville de Victoriaville (Couture, 2013b). Ces mesures rencontrent la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable lancée par le gouvernement québécois en 2012 qui demande aux municipalités :

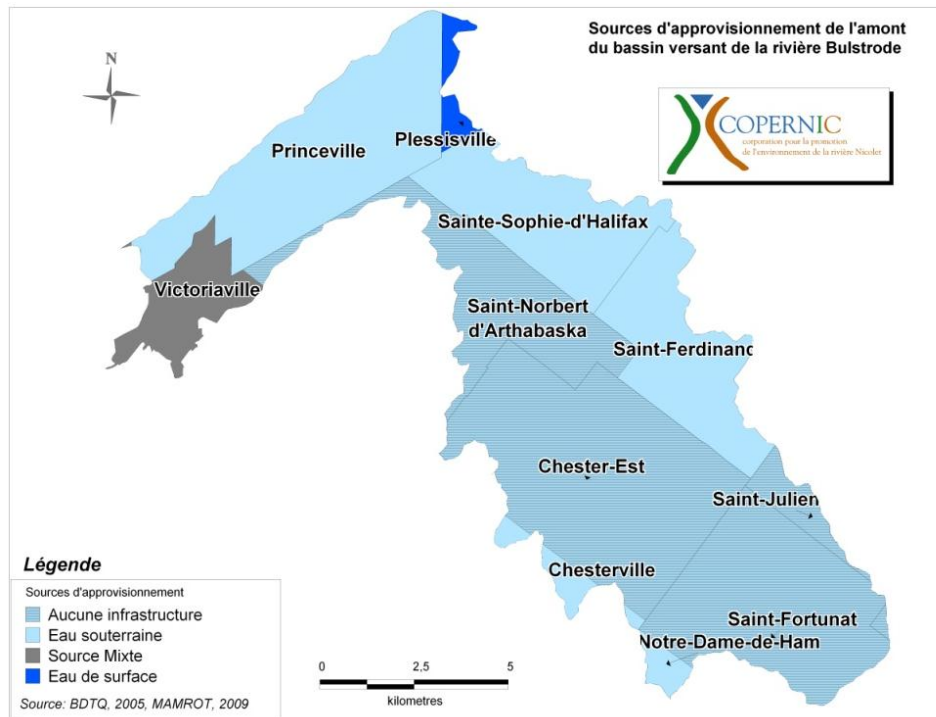
- Réduire d'au moins 20 % la quantité d'eau distribuée moyenne par personne pour l'ensemble du Québec par rapport à l'année 2001.
- Réduire le taux de fuites pour l'ensemble des réseaux d'aqueduc à un maximum de 20 % du volume d'eau distribué et à un maximum de 15 mètres cubes par jour par kilomètre de conduite.

(MAMROT, 2013)

L'usine Parmalat, située en périphérie du réservoir Beaudet, utilise l'eau du réservoir à des fins d'eau de refroidissement. L'eau se trouve en circuit fermé et ne subit aucune transformation lors des procédés. C'est l'équivalent de 546 et 764 m³ d'eau par jour qui est retourné au réservoir Beaudet à une température de plus de 6 °C que l'eau collectée initialement (Giguère, 2012). Une étude réalisée en 1995 identifie la forte demande en eau potable comme facteur aggravant les faibles niveaux d'eau retrouvés dans la rivière Bulstrode durant la période estivale (Vézina et coll. 1995).

Tel que le démontre la figure 55, l'eau potable du bassin versant provient en majorité de sources d'eau souterraine pour les systèmes d'approvisionnement collectifs et individuels. Plessisville s'approvisionne dans le bassin versant voisin, soit celui de la rivière Bécancour.

Figure 55: Sources d'approvisionnement de l'amont du bassin versant de la rivière Bulstrode



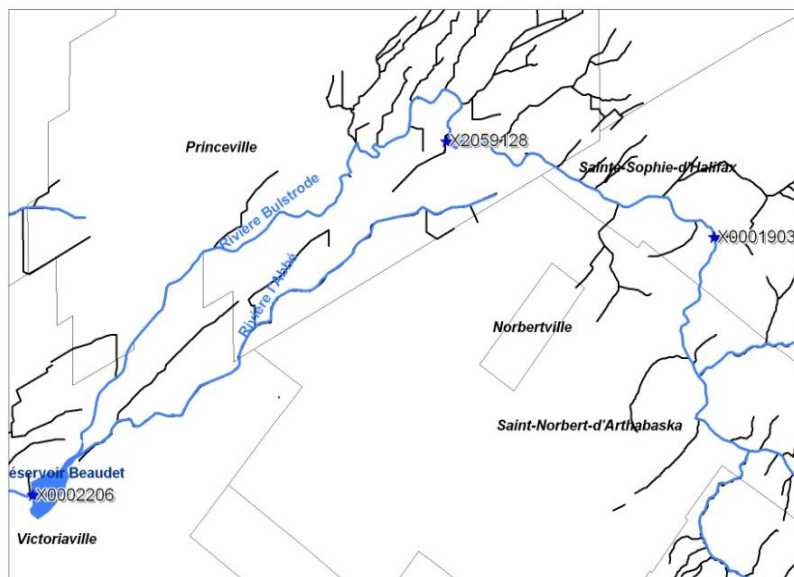
5.1.3. Retenues d'eau

Trois barrages sont répertoriés en amont du réservoir (Figure 56 et Tableau 33). Deux servent à assurer un apport d'eau aux usines de traitement, respectivement de Victoriaville et de Princeville. Certains résidents rapportent des problèmes d'inondations récurrentes. Les inondations se produisent dans le secteur immédiatement en aval du barrage Beudet et immédiatement en amont du barrage de Princeville en raison de la retenue des eaux.

Tableau 33: Retenues d'eau de la rivière Bulstrode

Caractéristiques	Barrages		
	X0001903	X0002206	X2059128
Référence	X0001903	X0002206	X2059128
Nom	Beudet, Barrage		
Catégorie	Faible contenance	Forte contenance	Faible contenance
Hauteur (m)	4.3	8.25	2.4
Capacité de retenue (m ³)	26 373	3 839 450	25 150
Hauteur de retenue (m)	3.6	6.55	1.35
Longueur de l'ouvrage (m)	63.6	2306.82	46
Type de barrage	Béton-gravité	Terre	Déversoir libre en enrochement
Type de terrain de fondation	Roc	Alluvion ou nature inconnue	Alluvion ou nature inconnue
Superficie du réservoir (ha)	2.4	94.55	2.9
Superficie du bassin versant (km ²)	231.8	341.9	258.5
Longueur de refoulement (m)			1213
Année de construction	1934	1976	1999
Année de modification		2004	
Propriétaire	Personne physique	Centre d'expertise hydrique du Québec	Ville de Princeville
Présence d'une prise d'eau		Prise d'eau	Prise d'eau

Figure 56: Retenues d'eau sur la rivière Bulstrode



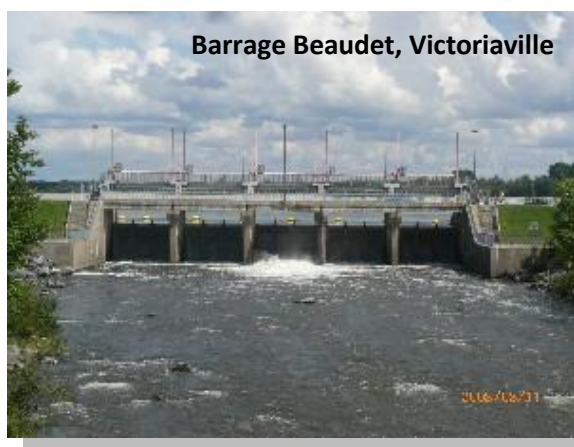
BDTQ et Centre d'expertise hydrique (2004)

Barrage Beaudet

Le barrage du réservoir Beaudet est un obstacle au passage des poissons.

Enrochement de Princeville

Le barrage appartenant à la ville de Princeville sert en fait à assurer une pression hydrostatique adéquate afin de permettre l'alimentation en eau de la ville à même la nappe phréatique adjacente à la rivière Bulstrode (Juaire, 2011).



Centre d'expertise hydrique du Québec (2006)



(Duhamel & Bariteau, 2012a)

Barrage de Sainte-Sophie-d'Halifax



Patrimoine Princeville

5.1.4. Rejets

Un bref sondage auprès des municipalités qui occupent la majorité du territoire du bassin versant de l'amont de la rivière Bulstrode démontre que les installations septiques individuelles ne font pas partie des préoccupations municipales (Tableau 34). Pourtant le *règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (Q2r22)* en vigueur sous sa première forme en 1981 (Q2r8), n'a subi des modifications que sur des normes techniques depuis sa mise en place. Une étude révèle l'absence d'installations septiques au nord du réservoir et de la rivière Bulstrode pour les habitations du rang de la Pointe Beudet de Victoriaville (Couture 2013).

Tableau 34: Application du règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées par les municipalités

Municipalités	Inventaire	Mise aux normes	Vidange systématique
Ste-Hélène-de-Chester	Non	Non	Non
St-Norbert-Arthabaska	Oui	En cours 2012-2013	Non
Victoriaville	Non	Sur plainte	Non
Princeville	Non	Non	Non
Ste-Sophie d'Halifax	Non	Non	Non
St-Fortunat	Non	Non	Non

Outre les installations individuelles, les réseaux collecteurs semblent également un problème. Un rapport préliminaire fait état d'un commentaire de la part du ministère de l'Environnement en 1985 : « Le déversement des eaux usées de Saint-Fortunat, à la tête de la rivière cause une détérioration locale... ». Cet état de fait perdure. En effet, les maisons du village de Saint-Fortunat sont encore en 2012 reliées à un système de fortune composé de drains et de fossés de drainage qui rejettent directement dans la rivière Bulstrode.

Une étude révèle que des surverses du réseau sanitaire de Victoriaville sont possibles au moyen de deux stations de pompage. Une troisième est également prévue. Notons toutefois que la seule surverse en 2011 était due à une situation d'urgence et non à un débordement périodique. Des travaux ont été réalisés par la ville pour réduire ce genre d'incident.

5.2. Description du milieu humain et de ses acteurs

5.2.1. Démographie

Tableau 35 : Données de population du bassin versant

Municipalités	Population totale	Population estimée*
Ste-Hélène-de-Chester	357	335
Chesterville	894	37
Notre-Dame-de-Ham	424	43
Plessisville	2555	101
Princeville	5571	1718
St-Ferdinand	2195	547
St-Julien	403	33
Ste-Sophie d'Halifax	638	258
St-Fortunat	276	196
St-Norbert-d'Arthabaska	857	319
Victoriaville	40 486	2024
Total		5611

Source : Statistique Canada, 2006

*Population estimée selon la proportion du territoire inclus dans le bassin versant. Ce calcul tient compte d'une densité uniforme de la population sur le territoire de 17 personnes par kilomètre carré.

5.2.2. Densité de la population

Selon une étude de 2006, les MRC d'Arthabaska et de l'Érable comptent respectivement 35,1 et 18,6 personnes par kilomètre carré. Il n'est pas possible d'identifier la densité de population par bassin versant en raison des unités de recensement qui épousent les limites administratives (MESS, 2006).

5.3. Description des représentations sociales et des préoccupations de la population quant à l'eau et au territoire

5.3.1. Grandes préoccupations

Bien qu'aucune consultation officielle n'ait été faite, la présence d'un grand nombre d'oies des neiges et autres oiseaux migrateurs au printemps et à l'automne est une préoccupation fréquemment soulevée par les citoyens en lien avec l'eau potable. Les oiseaux migrateurs sont perçus comme les grands fautifs de l'eutrophisation du réservoir, bien qu'une revue de littérature (Couture, 2013a) et l'avis d'un expert de l'institut Armand-Frappier (Payment, 2000) statuent que les oies n'ont qu'un impact très faible sur la qualité de l'eau du réservoir et aucune sur l'eau potable de la ville.

5.3.2. Sentiment d'appartenance

Depuis l'achèvement du parcours cyclable et pédestre qui contourne le réservoir par l'ajout d'une passerelle, les résidents du secteur ont remarqué un plus grand achalandage du parc du réservoir Beudet (Garand, 2013). Bien que le parc soit peu connu à l'extérieur de la région, la population de Victoriaville et de sa région s'approprie le parc du réservoir Beudet en canot ou kayak, en vélo, en triporteur ou à pied. Le Symposium d'art populaire ornithologique qui a lieu lors du passage automnal des oies blanches est un exemple qui centre son activité sur le réservoir Beudet.

5.4. Description des acteurs de l'eau présents sur le territoire

5.4.1. Secteur économique

Les centres locaux de développement de la région

La mission d'un CLD est de mobiliser l'ensemble des acteurs locaux en vue de favoriser le développement de l'économie et la création d'emplois sur son territoire dans le cadre d'un partenariat entre le gouvernement et la communauté locale. La région de l'amont du bassin versant de la rivière Bulstrode recoupe les territoires desservis par trois CLD.

La Corporation de développement économique des Bois-Francis (CDEBF)

est le Centre local de développement (CLD) des Bois-Francis. Son territoire correspond à la MRC d'Arthabaska. La CDEBF est une organisation à but non lucratif issue de la volonté municipale et gouvernementale. Sa

mission est de soutenir le développement économique et d'accroître le rayonnement international des industries de Victoriaville et de la région. Son but est d'accompagner les promoteurs tout au long du processus de développement de leurs projets d'affaires, du lancement jusqu'à leur maturité, afin de contribuer à l'expansion industrielle et au progrès économique de la région.





Le **Centre local de développement de l'Érable** dessert le territoire de la MRC de l'Érable. Sa mission est de favoriser un environnement propice au développement de l'entrepreneuriat ainsi qu'à la création d'emplois durables, et ce, en collaboration avec l'ensemble des partenaires de la région. Le CLD de l'Érable constitue un guichet multiservice où tous les entrepreneurs et les promoteurs de projets structurants peuvent trouver un soutien

technique et professionnel et, dans certains cas, une aide financière pour la concrétisation de leurs projets créateurs d'emplois.

La **Société de développement économique de la région de Thetford (CLD)** est le troisième CLD qui dessert les entreprises



du bassin versant de la rivière Bulstrode. La SDE région de Thetford soutient l'entrepreneuriat local, anime les communautés dans une démarche axée vers le développement économique et mobilise les partenaires, promoteurs et entrepreneurs dans un effort de concertation. Elle a pour mandat d'intégrer, dans un guichet multiservice, les mesures d'aide et de soutien à l'entrepreneuriat.

La Conférence régionale des élus

Principal interlocuteur du gouvernement en matière de développement régional, les Conférences régionales des élus sont des organismes de concertation formés d'élus municipaux et de représentants de divers secteurs d'activités d'une région administrative.



La Conférence régionale des élus du Centre-du-Québec (CRÉCQ) a mis en place une Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire (CRRNT) pour la région centricoise qui joue un rôle de conseiller technique auprès des représentantes et représentants dûment élus de la CRÉCQ.

5.4.2. Secteur communautaire

Organisme de concertation pour l'eau des bassins versants de la rivière Nicolet (COPERNIC)

L'organisme de bassin versant COPERNIC est un organisme à but non lucratif responsable d'assurer la concertation entre tous les intervenants sur l'ensemble du bassin



versant dans une vision de développement durable. Sa mission première est donc de promouvoir la gestion intégrée des ressources du bassin versant de la rivière Nicolet et du bassin versant de Baie-du-Febvre afin de favoriser la protection et la mise en valeur du milieu hydrique et la pérennité économique de ses usages. COPERNIC entreprend diverses actions pour résoudre les problématiques identifiées par le Plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Nicolet. Tout récemment, l'organisme a entamé la concertation par sous bassin versant afin de trouver des solutions locales à des problématiques plus ciblées.



Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec (CRECQ)

Le CRECQ est un organisme de concertation regroupant des intervenants en environnement de la région Centre-du-Québec dans le but de promouvoir la protection et l'amélioration de l'environnement dans une optique de développement durable. Il possède également un rôle de soutien auprès des groupes environnementaux et des municipalités.

L'Association de chasse et pêche de Plessisville (ACPP)

L'Association a pour but de promouvoir la chasse et la pêche tout en favorisant l'éducation des chasseurs et des pêcheurs et de défendre leurs intérêts. Elle supporte aussi la relève pour les activités de la chasse et de la pêche dans le respect de l'environnement. Établie depuis plus de 50 ans, elle gère une pisciculture où l'on fait l'élevage des alevins fournis, par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, qui sont destinés à l'ensemencement des cours d'eau de la MRC de l'Érable (Tourisme de l'Érable, 2013).

5.4.3. Secteur gouvernemental

Les directions régionales des instances gouvernementales de la région se nomment toutes : direction régionale Mauricie-Centre-du-Québec selon les deux régions administratives du même nom.

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP)

Les missions de ce ministère sont :

- Assurer la protection de l'environnement et la conservation de la biodiversité pour améliorer la qualité des milieux de vie des citoyens;
- Miser sur le respect de l'environnement et du patrimoine naturel pour contribuer à un développement durable avec la collaboration de ses partenaires.

Le ministère exerce le développement et la mise en œuvre de politiques, de lois, de règlements et de programmes dans le domaine de l'eau au niveau de la contamination de l'eau, de l'atmosphère et du sol et de la qualité de l'eau potable. Il assure également la gestion foncière et l'intégrité du domaine hydrique du Québec, notamment par l'exploitation des barrages publics et la surveillance de la sécurité des barrages.

La direction assure certains services qui peuvent avoir des impacts sur la ressource en eau tels que :

- la délivrance des autorisations environnementales et des permis;
- le traitement des urgences environnementales;
- le traitement des plaintes à caractère environnemental;
- les analyses environnementales;
- l'accréditation ou la reconnaissance comme expert;
- les avis d'expertise professionnelle et technique en matière d'environnement;
- l'accompagnement des ministères et des organismes dans leur démarche de développement durable;

- le soutien financier à des organismes et à des projets environnementaux;
- l'information et la documentation sur les questions relatives à l'environnement et au développement durable.

Le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT)

Le ministère a pour mission d'appuyer l'administration et le développement des municipalités, des régions et de la métropole en favorisant une approche durable et intégrée à l'intention des citoyens.

C'est à travers ces programmes que le MAMROT influence le plus la gestion de l'eau. Notons ses quelques programmes :

- Programme de renouvellement des conduites (PRECO) qui permettait aux municipalités de réaliser des travaux de réhabilitation ou de remplacement de conduites de distribution d'eau potable et de collecte des eaux usées;
- Programme d'infrastructures Québec-Municipalités (PIQM) vise l'amélioration de la qualité de vie et de l'environnement en finançant des infrastructures d'aqueduc et d'égout ainsi que des programmes à incidences économiques, urbaines ou régionales;
- Fonds sur l'infrastructure municipale rurale (FIMR) permet la réalisation de travaux de réhabilitation, de rénovation, d'agrandissement, de remplacement ou de construction d'infrastructures d'eau potable et d'eaux usées de même que de travaux d'infrastructures de soutien au développement local et régional;
- Fonds municipal vert accorde du financement à un volume important de demandes visant des initiatives municipales novatrices dans le domaine de l'environnement.

Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

Le MAPAQ influence et appuie l'essor de l'industrie bioalimentaire québécoise dans une perspective de développement durable. C'est à travers l'influence de ces actions agricoles que le MAPAQ joue un rôle sur la ressource en eau. Plus spécifiquement, il réalise :

- des interventions en production, en transformation, en commercialisation et en consommation des produits agricoles, marins et alimentaires;
- un rôle important en matière de recherche et de développement, d'enseignement et de formation.

Le ministère gère également plusieurs programmes de financement qui viennent en aide aux producteurs agricoles pour leur permettre d'améliorer leurs pratiques. C'est au moyen du programme nommé PRIME-VERT que le ministère participe à diminuer la pression agricole sur les cours d'eau. Ce programme vise entre autres à :

- promouvoir et diffuser les bonnes pratiques agricoles;
- soutenir les exploitations agricoles et les usines de transformation agroalimentaire afin qu'elles puissent se conformer aux lois, règlements et politiques environnementales;

- aider les exploitations agricoles et les usines de transformation agroalimentaire à adapter leur système de production en vue de la réduction ou l'évitement des émissions de gaz à effet de serre (GES);
- aider les producteurs agricoles à relever les défis que représentent le respect de l'environnement et la cohabitation harmonieuse sur le territoire, particulièrement dans le cadre du Plan d'accompagnement agroenvironnemental;
- la conservation des sols, de l'eau et de l'air.

Gouvernement du Québec (2011)

Le ministère des Ressources naturelles (MRN)

Le ministère est le gestionnaire du territoire public, des ressources forestières, minérales, énergétiques et fauniques ainsi que de l'information foncière. Le ministère assure la conservation des ressources naturelles et du territoire et favorise la création de richesse par leur mise en valeur, dans une perspective de développement durable. Outre ses rôles de gestion forestière et faunique qui ont une grande influence sur la ressource en eau, le ministère gère l'utilisation des ressources hydrauliques du domaine public ainsi que l'octroi des droits d'exploration ou d'exploitation gazière et pétrolière.

5.4.4. Secteur municipal

Les municipalités régionales de comté (MRC) sont les gestionnaires de l'écoulement des cours d'eau selon la *Loi sur les compétences municipales*. Les municipalités sont tenues d'intégrer à leur plan d'urbanisme les dispositions prises dans le schéma d'aménagement ou dans des politiques précises. Elles peuvent être également plus sévères que les MRC.

Les MRC mettent en application leur politique respective par un responsable de l'eau qui s'assure de traiter les demandes de travaux d'aménagement, d'entretien et de désobstruction dans les cours d'eau municipaux ainsi que d'assurer le soutien technique aux inspecteurs municipaux relatifs aux cours d'eau (MRC de l'Érable, 2006).

Les municipalités sont également responsables de l'approvisionnement en eau potable de leurs citoyens ainsi que le traitement des eaux usées lorsque s'applique la gestion des réseaux. Également, elles assurent le suivi des systèmes de traitement individuels des eaux usées en zones non desservies (règlement Q-2, r.22) afin d'éviter un éventuel rejet dans l'environnement et la contamination des eaux.

5.4.5. Secteur des entreprises de services-conseils

Clubs-conseils en agroenvironnement

Regroupements volontaires de producteurs agricoles, financés par le MAPAQ, l'objectif des clubs-conseils est de favoriser le développement durable des exploitations agricoles québécoises en adoptant des pratiques respectueuses de l'environnement. Pour y parvenir, les clubs-conseils offrent un accompagnement professionnel à tous les producteurs agricoles membres et non-membres à certaines occasions.

Les clubs-conseils du territoire du bassin versant de la rivière Bulstrode sont :

- Groupe Conseils Agro Bois-Francs;
- Club agroenvironnemental de l'Érable.

Agence régionale de mise en valeur des forêts privées

Le bassin versant de la rivière Bulstrode se situe dans le champ d'action de l'Agence forestière des Bois-Francs. Cette dernière a pour mandat d'orienter et de développer la mise en valeur des forêts privées dans une perspective de développement durable aux moyens de :



- l'élaboration d'un plan de protection et de mise en valeur de leur territoire;
- le soutien financier et technique à la protection ou à la mise en valeur.

L'agence favorise la concertation entre les personnes ou organismes concernés par ces activités (AFBF, 2011).

Organismes regroupant les producteurs forestiers et agricoles

Le **Syndicat des producteurs de bois du Centre-du-Québec** est principalement associé à la mise en marché des bois ronds. Il poursuit les objectifs suivants :



- coopérer à la formation et au transfert de connaissances des producteurs de bois;
- renseigner les producteurs de bois sur les questions de production et de commercialisation du bois et des produits forestiers;
- organiser, appliquer et administrer un plan conjoint.

RESAM (2011)

La **Société sylvicole Arthabaska-Drummond** est le groupement forestier dont le territoire d'actions est majoritaire dans le bassin versant de la rivière Bulstrode. La mission de ce regroupement de producteurs privés est de :



- protéger et aménager intensivement les ressources forestières qui leur sont confiées dans une optique de développement durable;
- favoriser le développement économique des régions par la création d'emplois, la valorisation et l'enrichissement du patrimoine forestier;
- constituer des massifs forestiers en regroupant des propriétés forestières, veiller à leur gestion et leur protection et mettre en valeur les ressources qu'elles contiennent.

RESAM (2011)



**L'Union des
producteurs
agricoles**

L'Union des producteurs agricoles (UPA)

La mission principale de l'UPA est de promouvoir, défendre et développer les intérêts professionnels, économiques, sociaux et moraux des productrices et des producteurs agricoles du Québec

Cette mission est reprise au niveau des syndicats de secteur à un niveau régional et par les syndicats de base ou locaux à l'échelle locale.

- Syndicat de secteur du Centre-du-Québec
 - Syndicat local - Centre des Bois-Francs
 - Syndicat local –L'Érable
- Syndicat de secteur de l'Estrie
 - Syndicat de base- Wolfe

6. Glossaire

Aval : Partie d'un cours d'eau comprise entre un point considéré et l'embouchure ou le confluent.

Amont : Partie d'un cours d'eau comprise entre un point considéré et la source.

Classification de Pardé : Type de classification des régimes hydrologiques qui tient compte de la répartition des débits annuels et de l'origine des eaux (pluie, neige, glace). Pardé identifie trois sortes de régimes (Musy et Higy, 2004) :

- Le régime simple se caractérise par un maximum et un minimum qui donnent deux saisons hydrologiques distinctes. Souvent approvisionné par un seul mode d'alimentation.
- Le régime mixte correspond à deux minimas et deux maximums par an qui sont dus à plusieurs sources.
- Le régime complexe se traduit par plusieurs extrêmes et plusieurs sources.

Cours d'eau permanent ou cours d'eau à débit régulier : Cours d'eau qui tombe en toute saison, pendant la période de forte pluviosité comme pendant les périodes de faible pluviosité ou de sécheresse. (MDDEFP, 2007)

Cours d'eau à débit intermittent : Cours d'eau ou partie de cours d'eau dont l'écoulement dépend directement des précipitations et dont le lit est complètement à sec à certaines périodes. (MDDEFP, 2007)

Éboulement : Une chute de matériau le long d'une pente raide demeurant plus ou moins constante et régressant lentement par l'érosion ou d'autres phénomènes. Le plan de rupture d'un éboulement est linéaire (Duhamel et Bariteau 2012b).

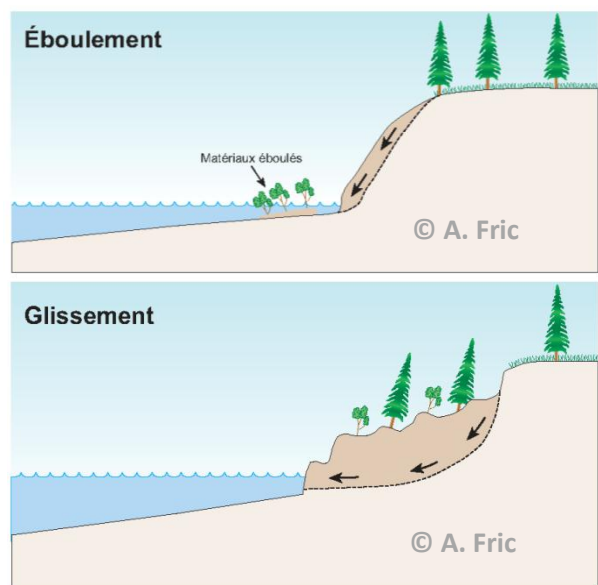
Étiage : Niveau moyen le plus bas d'un cours d'eau, très faible débit.

Faciès : Différents types d'écoulement présents dans un cours d'eau : profond, plat lent, plat courant, radier, rapide et cascade.

Glissement : Un mouvement de masse résultant d'une rupture de cisaillement le long d'une surface plus ou moins circulaire. Identifiable par la forme concave de la cicatrice (CRDP 2013).

Redressement : Pratique surtout réalisée durant les années 70 et 80 qui consistait à recréer le lit d'un ruisseau pour lui donner un profil rectiligne et en éliminer les méandres sur une terre agricole. Cette pratique a pour but d'optimiser l'exploitation de la terre en agrandissant sa surface cultivable et en la rendant plus simple géométriquement ainsi que d'accélérer l'écoulement et favoriser le drainage de la terre.

Palustre : Qui possède les caractéristiques d'un marais



7. Bibliographie

AARQ. 1988 -. *Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune*. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. . Weller Wayne F., Cebek J.E. (1985).

Agence de géomatique du Centre-du-Québec, 2012, Identification des traces d'érosion dans le bassin versant de la rivière Bulstrode (Secteur d'étude), Victoriaville.

Agence forestière des Bois-Francis (AFBF), <http://www.afbf.qc.ca/> [En ligne] Page consultée le 1 juin 2011

Allard, Ville de Victoriaville, Communication personnelle, 2011.

Arborix Boutique, <http://www.arborixboutique.fr/plant/typha-latifolia>, [En ligne] Page consultée le 2 juin 2011

Bureau d'audiences publiques sur l'Environnement (BAPE), 2011, *Développement durable de l'industrie des gaz de schiste au Québec*, Rapport 273, Rapport d'enquête et d'audience publique, 246 p. et 9 annexes

Blanchette, P., D. Verville, A. Daigle et A. Rouleau, 1983, *Environnement réservoir Beaudet*, Projet PRIME du Gouvernement du Québec

Biorex, 1994, Ministère des ressources naturelles et de la Faune, http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/enviroenn/moule/aff_region.asp?rgion=02, [En ligne] Page consultée le 17 mai 2011

Centre d'expertise hydrique du Québec, CEHQ, 2004, Répertoire des barrages, <http://www.cehq.gouv.qc.ca/barrages/default.asp>, [En ligne] Page consultée en juin 2011.

Centre régional de documentation pédagogique de l'académie de Versailles (CRDP), *Risquesetsavoirs.fr*, <http://www.risquesetsavoirs.fr/spip.php?article57>, Page consultée le 12 décembre 2012

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), <http://www.ccme.ca/sourcetotap/phosphorus.fr.html>, [En ligne] Page consultée le 11 mai 2011

Corporation de développement économique des Bois Francs (CDEBF), <http://www.cdebf.qc.ca/fr/services06.aspx>, [En ligne] Page consultée le 24 mai 2011

Corporation de gestion des rivières des Bois-Francis (CGRBF), 1988, *Plan de mise en valeur de la faune et des habitats de la rivière Bulstrode*, 47p.et annexes

Corporation de gestion des rivières des Bois-Francis (CGRBF), 1990, *La rivière Bulstrode; Défi collectif, Fierté collective, Document de consultation à l'intention des propriétaires riverains*, 16p.

Coté, F, Théberge, G, Perreault, É. Et Boisvert, D, 2010, *Portrait forestier du Centre-du-Québec, 2010*, Commission régionale des Ressources naturelles et du territoire, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, 124p.

Coursol, Frédéric, 2001, *Fiche sur l'ail des bois*, Gouvernement du Québec

Couture, M, 2013a, *Portrait des sources de contamination du réservoir Beaudet dans le secteur municipal*, COPERNIC-Organisme de concertation pour l'eau des bassins versants de la rivière Nicolet, Saint-Albert, 31 pages et ann..

Couture, M et M. Mongrain, 2013, Bilan hydrique d'approvisionnement en eau de surface du réservoir Beaudet entre 1975 et 2012, COPERNIC et MCR Procédés et Technologies, Victoriaville, 8 pages

Couture, M., 2013b, Évaluation de l'efficacité des mesures de réduction de consommation d'eau mises en place au cours des dernières années par la ville de Victoriaville, COPERNIC-Organisme de concertation pour l'eau des bassins versants de la rivière Nicolet, Saint-Albert, 26 pages

Couture, M. 2013c, Aspects réglementaires à court et long terme sur l'approvisionnement en eau de surface de la ville de Victoriaville, COPERNIC, Organisme de concertation pour l'eau des bassins versants de la rivière Nicolet, Saint-Albert, 38 pages et ann.

Croteau, Richard, Corporation de développement économique de Victoriaville et sa région, Communication personnelle, été 2011.

Daigle, J, Association de chasse et pêche de Plessisville, Communication personnelle, 27 février 2013.

Dauphin, K, 2010, *Plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Nicolet*, Corporation pour la promotion de l'environnement de la rivière Nicolet, 35p.

David, S et L. Bergeron, 2004, *Caractérisation des sédiments –Réservoir Beaudet*, Les Laboratoires Shermontinc., 81 pages

Desharnais, Rémi, Communication personnelle, 02 juin 2011

Desrochers, N, N. Blanchette et L. Houle, 1979, *Diagnose écologique du Barrage-réservoir de la Rivière Bulstrode*, 54p.

Drolet, C. et V. Gagnon, 2012, Analyse préliminaire du milieu agricole en amont du réservoir Beaudet, GCABF-Groupe Conseils Agro Bois-Francs, 5 pages

Duhamel, D. et Bariteau, L., Poly-Géo inc. 2012a. Étude du bassin versant de la rivière Bulstrode à l'amont du réservoir Beaudet, Victoriaville– Portrait global de l'érosion et de la dynamique sédimentaire. Rapport préliminaire présenté au Service de l'environnement de la Ville de Victoriaville. 29 pages et 1 annexe.

Duhamel, D. et Bariteau, L., Poly-Géo inc. 2012 b. Projet de restauration du bassin versant de la rivière Bulstrode à l'amont du réservoir Beaudet- Analyse par photo-interprétation du segment central de la rivière et validation au terrain. Rapport préliminaire présenté au Service de l'environnement de la Ville de Victoriaville. 25 pages.

Environnement Canada, 2010, *Normales climatiques au Canada 1971-2000*, http://www.climat.meteo.gc.ca/climate_normals/results_f.html [en ligne] Page consultée le 8 avril 2011.

Fédération québécoise du canot et du kayak(FQCK), 2005, *Guide des parcours canotables du Québec*, 4^e édition.

Gagnon, Achille, Communication personnelle, 27 janvier 2011.

Gagnon, G, 2006, *Avis concernant la situation hydrologique de la rivière Bulstrode*, ROCHE, 4p.

Gagnon, L.et A. Saint-Pierre, 2012, Échantillonnage des eaux souterraines et de surface du site de neiges usées de la rue du Saguenay, Victoriaville, DESSAU, 9 pages et annexes.

Garand, Communication personnelle, Victoriaville, 1^{er} février 2013.

GEMS/EAU, 2002, *Programme GEMS/EAU*, <http://www.cciw.ca/atlas-gwq/solids-f.html>, [En ligne] Page consultée le 12 mai 2011.

Gélinas, P, Rousseau, N, Cantin, P, Cardinal, P. et Roy, Nadine, 2004, *Caractérisation de l'eau souterraine dans les sept bassins versants*, Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé, Gouvernement du Québec, 34p. + 3 annexes.

Giguère, P, Usine Parmalat, Communication personnelle, 2012.

Gouvernement du Québec, *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées*, Q-2, r. 22

Gouvernement du Québec, *Répertoire des programmes et services*, http://www.formulaire.gouv.qc.ca/cgi/affiche_doc.cgi?dossier=1386&table=0#19 [En ligne], Page consultée le 1^{er} juin 2011

Hamel, Steve, 2012, Inventaire piscicole des principaux tributaires de la rivière Bulstrode, été 2012, Victoriaville, 44 pages.

HBA environnement, 2003, *Projet de réaménagement du lac réservoir Beaudet*, Étude d'impact sur l'environnement, Rapport d'étape 1 : Scénarios envisageables, Ville de Victoriaville, 19p.

HBA Environnement, 2004, *Réaménagement du réservoir Beaudet*, Rapport principal, Étude d'impact sur l'environnement, Victoriaville, 111p. et annexes

Herbiers 2001 -. *Banque de données sur les spécimens d'herbier, active depuis 2001*; continuellement mise à jour. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, Québec.

Juaire, M., Communication personnelle, février 2011

Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, (MAMROT), *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable*, <http://www.mamrot.gouv.qc.ca/grands-dossiers/strategie-quebecoise-deconomie-deau-potable/a-propos-de-la-strategie/>, [En ligne] Page consultée en mars 2013.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP), Guide d'aménagement des lieux d'élimination de neige et mise en œuvre du Règlement sur les lieux d'élimination de neige, http://www.mddefp.gouv.qc.ca/matieres/neiges_usees/guide.htm, Page consultée le 20 février 2013.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP), 2007, Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Direction des politiques de l'eau, 148 p.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP), 2011, *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*, http://www.MDDEFP.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp, [en ligne] Page consultée le 6 avril 2011.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), 2007, *Cartographie des habitats fauniques*, Gouvernement du Québec

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Édition 2010, *Répertoire des usines de transformation primaire du bois*- Région Centre-du-Québec, <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/region17.pdf>, [en ligne] Page consultée le 1^{er} juin 2011.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune 2011a, *Ensemencement des plans d'eau*, Gouvernement du Québec, <http://www3.mrnf.gouv.qc.ca/faune/peche/ensemencement/index.asp>, [En ligne] Page consultée le 30 mai 2011.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), 2011b, *Répertoire des centrales hydroélectriques*, <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/energie/hydroelectricite/barrages-repertoire.jsp> [en ligne] Page consultée le 1^{er} juin 2011.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), Mulettes, *Banque de données sur les mulettes du Québec*, active depuis 2000. Gouvernement du Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats. Québec, Québec. .

MRC de l'Érable, 2006, <http://www.mrc-erable.qc.ca/services/cours-eau.html> [en ligne] Page consulté le 1^{er} juin 2011.

Ouellet, Léo, responsable des cours d'eau de la MRC d'Arthabaska, 6 juin 2011

Musy, A et C. Higy, 2004, *Hydrologie 1 – Une science de la nature*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Italie, 309 pages.

Nguyen M.N., 2012. Diagnostic forestier du bassin versant de la rivière Bulstrode. Agence forestière des Bois-Francs. 39p.

Ouellet, Léo, responsable des cours d'eau de la MRC d'Arthabaska, Communication personnelle, 6 juin 2011

Paquet, A, Picard, I, Caron, F. et Roux, S. 2005. *Les mulettes au Québec*, Le Naturaliste Canadien, Vol.126, No1, Hiver 2005, La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada.

Paris, B et Denault, D., 1989, *Rivière Bulstrode : Synthèse des connaissances*, Pro Faune, 59 p.

Payment, P. Communication personnelle, juin 2000

Plantes Botanique, 2007, <http://www.plantes-botanique.org>, [En ligne] Page consultée le 2 juin 2011

Préfontaine, J-F et Boisvert, Y, 2003, *Répertoire industriel du Centre-du-Québec*, 236p.

Proulx, François, 2006, *Rapport annuel de la qualité de l'eau potable 2005*, Ville de Québec, Service de l'environnement, 13 p + 3 annexes

Poirier, Charles, 2004, *Programme de détection des cotes de crues – Rivière Bulstrode*, Centre d'expertise hydrique, 72p.

Regroupement des sociétés d'aménagement forestier du Québec (RESAM), *La forêt privée, ma passion*, <http://www.resam.org/>, [En ligne] Page consulté le 1 juin 2011.

Rivard, G., 2010, *Guide de gestion des eaux pluviales*, Ministère du développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Robitaille, A., et Saucier, J-P., 1998, *Paysages régionaux du Québec méridional*, Les Publications du Québec, Gouvernement du Québec, 201p.

Roche, 1994, *Étude des problèmes liés aux algues et macrophytes dans le réservoir Beaudet*, Victoriaville, 40 pages.

Rompré, M., G. Laflamme, L. Ouellet, D. Carrier, J-C. Dubé et Fernand Pagé, 1984, *Étude pédologique du comté d'Arthabaska*, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 89 pages.

Roy, Pierre-Georges (1906) *Les noms géographiques de la province de Québec*, page 83.
Encyclopaedia Britannica (1911) Volume V04, page 796 dans Commission de toponymie du Québec, 1994; 1996, Noms et lieux du Québec, http://www.toponymie.gouv.qc.ca/ct/ToposWeb/fiche.aspx?no_seq=2186, [En ligne] Page consultée le 1^{er} juin 2011.

Secrétariat à l'action communautaire autonome du Québec du ministère de l'Emploi et de la Solidarité sociale (MESS), 2006, Profil régional; *Soutien financier du Gouvernement du Québec en matière d'action communautaire – Centre-du-Québec*, Bibliothèque nationale du Québec, 69 pages et annexes.

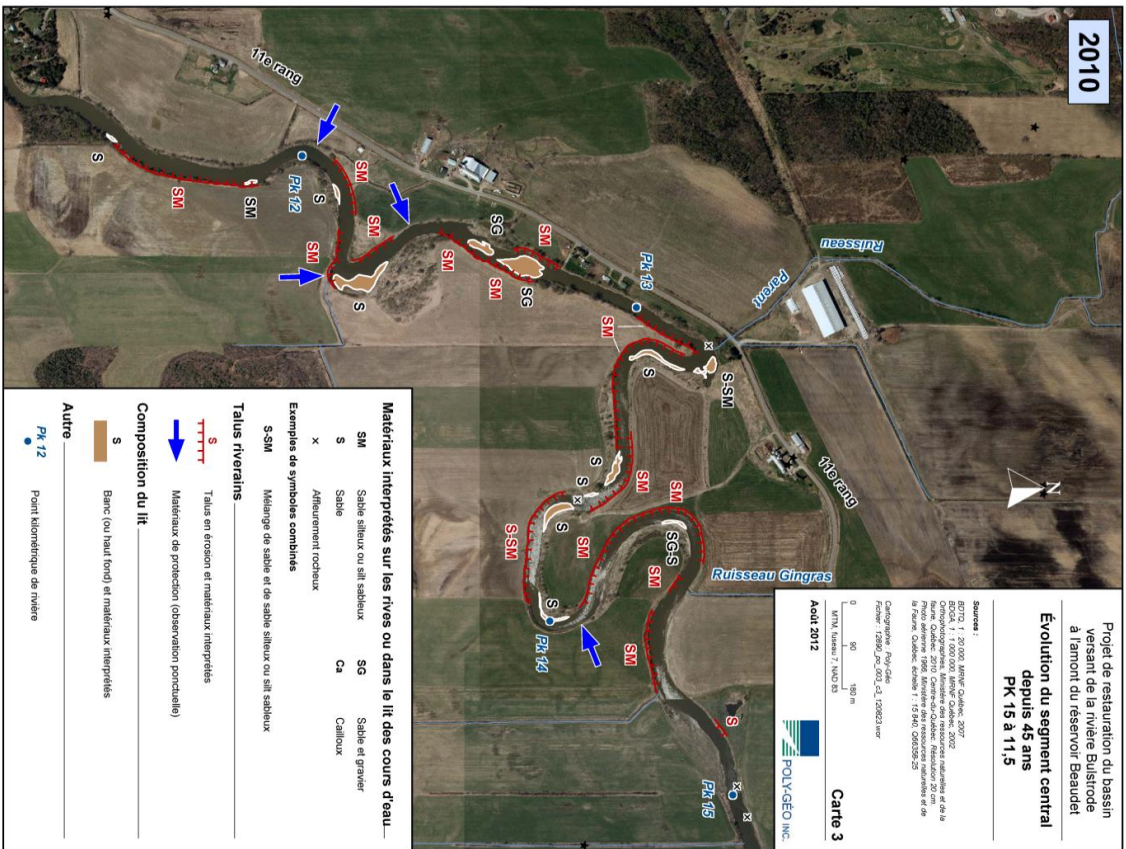
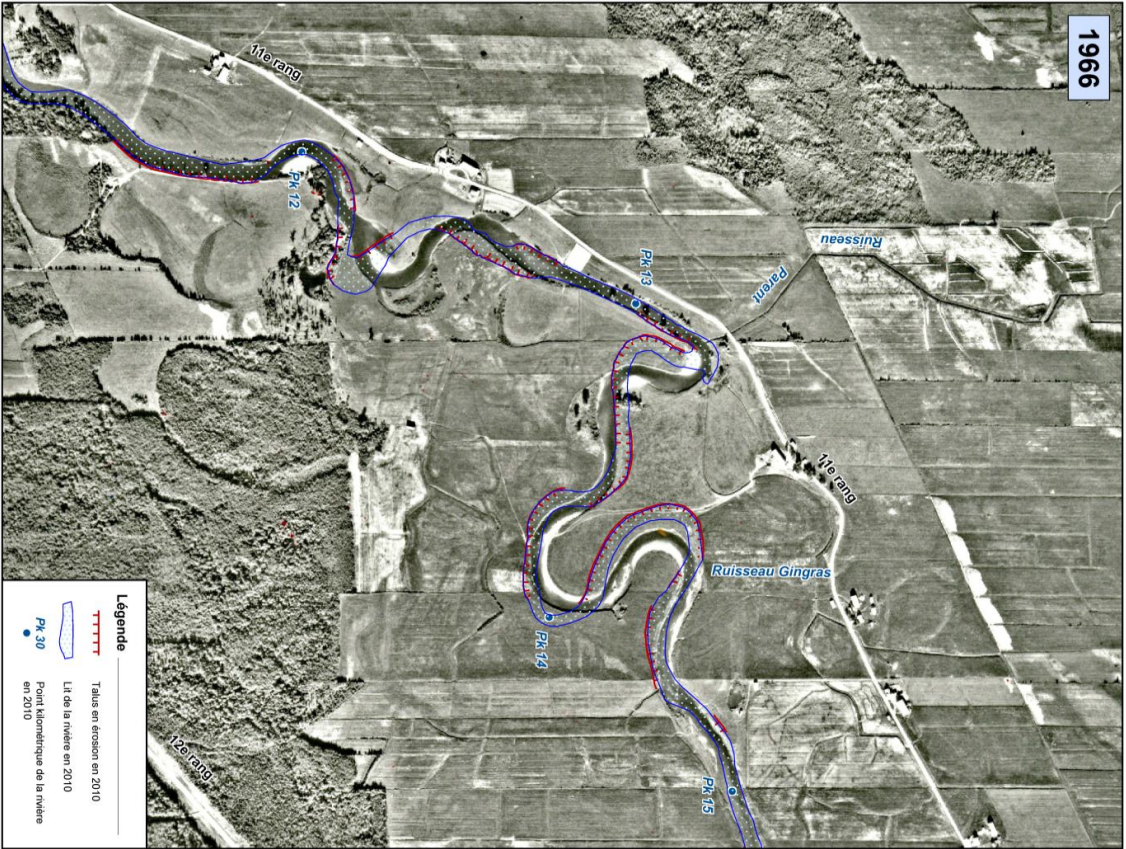
Sentiers des trotteurs, 2008, *Bienvenue au Sentier des trotteurs*, <http://www.sentierdestrotteurs.com/> [En ligne] Page consultée le 12 mai 2011.

Sigg, L, Stumm, W. et P. Behra. 1994. *Chimie des milieux aquatiques : chimie des eaux naturelles et des interfaces dans l'environnement*. 2d édition. Masson.

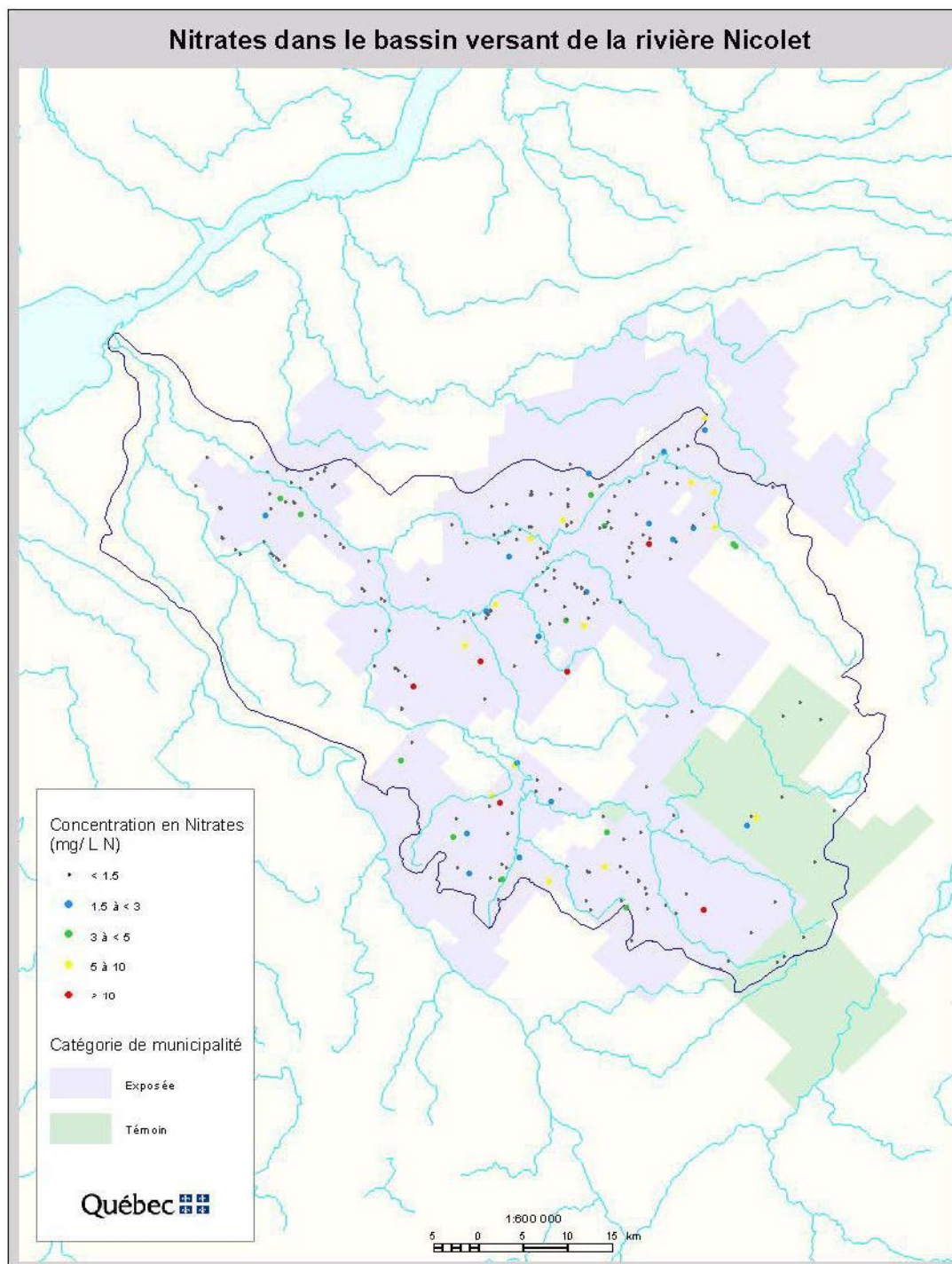
SNC-Lavalin Environnement inc. 2009. *Étude d'impact sur l'environnement pour le projet d'aménagement du parc éolien de L'Érable*. RAPPORT COMPLÉMENTAIRE déposé à la ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Lévis, SNC-Lavalin Environnement inc. pour Éoliennes de L'Érable, 124 p. et ann.

Tourisme de l'Érable, 2013, Étang de pêche en ville, <http://www.erable.ca/tourisme/planifier-votre-sejour/activites-et-attraits/etang-de-peche-en-ville> Page consultée le 22 février 2013.

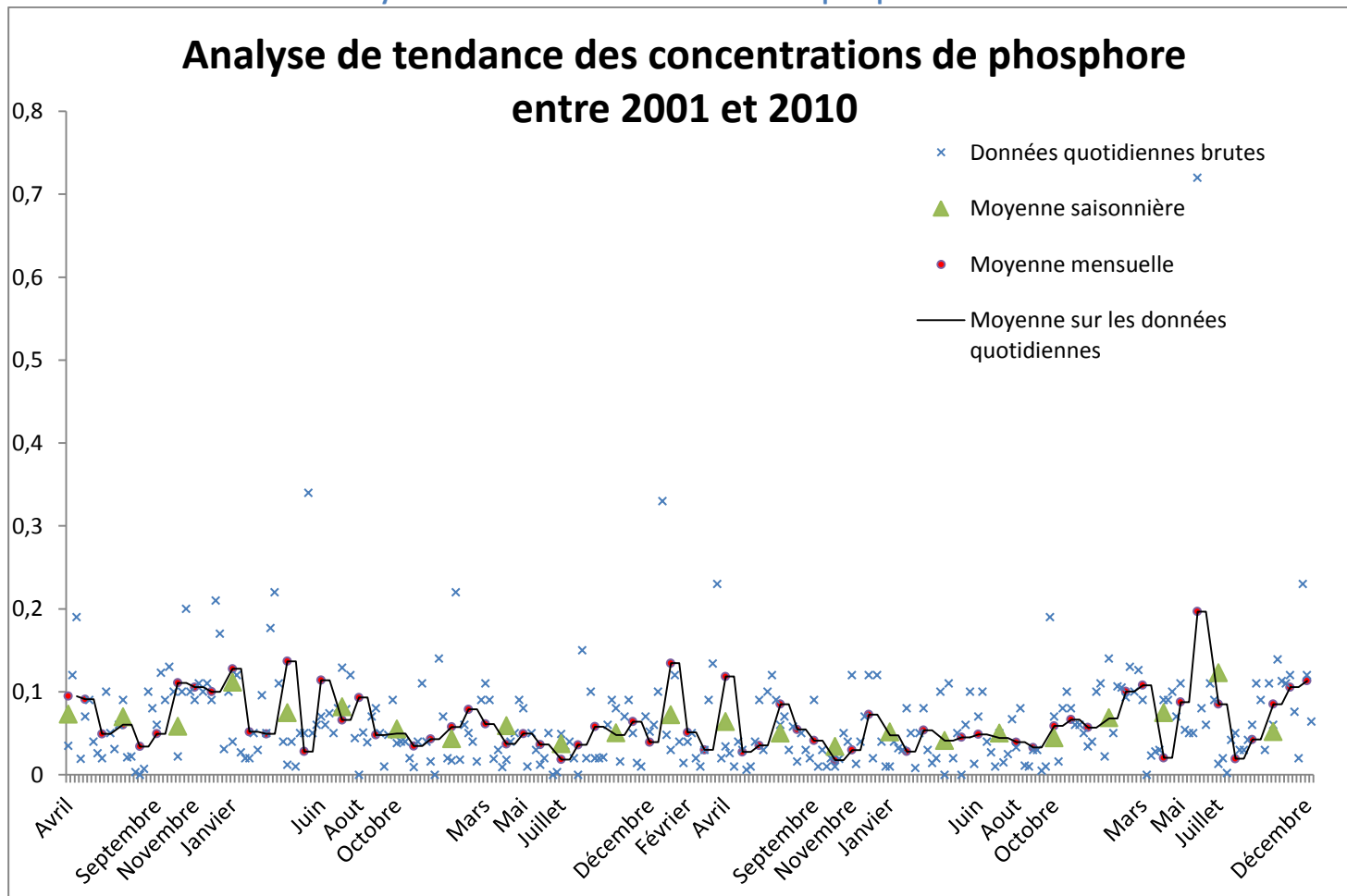
Vézina, C, V. Boulé, M-C. Blanchet, F. Boucher, M. Brousseau, N. Casault, P. Clavet, M. D'Aoust, D. Gravel, et H. Marquis, 1995, *Étude des problèmes liés aux algues et aux macrophytes dans le réservoir Beaudet*, Victoriaville, ROCHE, 83 p. et annexes



Annexe 2: Concentration en nitrate des puits individuels échantillonnés dans le bassin versant de la rivière Nicolet



Annexe 3: Analyse de tendance des concentrations de phosphore entre 2001 et 2010



Annexe 4: Résultats de l'échantillonnage des macroinvertébrés en amont et en aval du réservoir Beaudet

Pont Garand.

Indice de santé biologique des cours d'eau					
Macroinvertébrés	Abondance	# de formes	Tolérance	Valeur ib	
Plécoptères	1	1	1	1	
Éphéméroptères	17	1	3	51	
Trichoptères	1	1	3	3	
Hydropsychidae	20	1	4	80	
Mégaloptères-corydales	1	1	0	0	
Mégaloptères-syalides	2	1	4	8	
Coléoptères (larves et adultes)	22	3	5	110	
Diptères	9	2	5	45	
Tipulidae	6	1	3	18	
Chironomidae	45	1	8	360	
Amphipodes- gammares	63	1	7	441	
Isopodes	3	1	8	24	
Annélides (oligochètes)	18	1	8	144	
Nématodes	7	1	5	35	
Hydracariens	1	1	4	4	
Abondance relative		216	Valeur ib total		1324
Nombre total de formes		18			
Métrique		Valeur	Points		
Indice biotique (ib)		6.1	55.3		
Nombre de forme		18	100.0		
Intégrité biologique					
Indice biologique	77.6	Optimal > 85	Sous optimal 70-85	Marginal 55-70	Pauvre < 55

Ferme du rang 11, M. Allard (Princeville)

Indice de santé biologique des cours d'eau					
Macroinvertébrés	Abondance	# de formes	Tolérance	Valeur ib	
Plécoptères	1	1	1	1	
Éphéméroptères	27	2	3	81	
Trichoptères	1	1	3	3	
hydropsychidae	0		4	0	
Mégaloptères-syalides	1	1	4	4	
Coléoptères (larves et adultes)	37	4	5	185	
Diptères	3	2	5	15	
tipulidae	0		3	0	
chironomidae	3	1	8	24	
Odonates -libellules	3	1	5	15	
Odonates- demoiselles	1	1	7	7	
Hémiptères	2	1		0	
Annélides (oligochètes)	18	1	8	144	
Némertes	1	1	6	6	
Nématodes	10	1	5	50	
Abondance relative		108	Valeur ib total		535
Nombre total de formes		18			
Métrique		Valeur	Points		
Indice biotique (ib)		5.0	72.1		
Nombre de forme		18	100.0		
Intégrité biologique					
Indice biologique	86.0	Optimal > 85	Sous optimal 70-85	Marginal 55-70	Pauvre < 55

Annexe 5:Ensemencement de la rivière Bulstrode et du réservoir Beaudet1964 et 2010

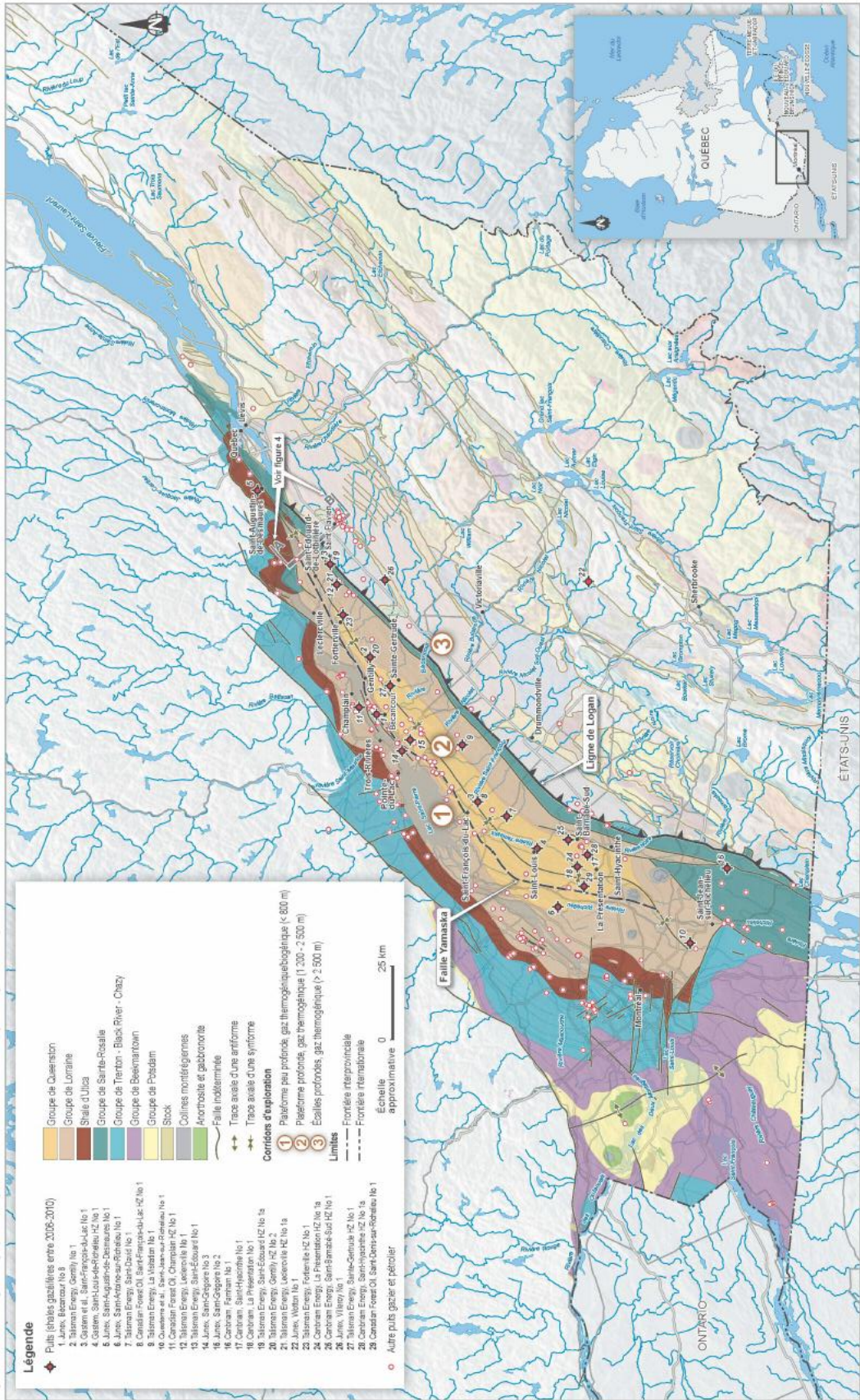
<i>Rivière Bulstrode, Sainte-Sophie-d'Halifax</i>		
Espècesensemencées	Nombre	Année
Omble de fontaine	40 000 fretins	1964 à 1985
Omble de fontaine	600 poissons de 1 an	1985
Truites mouchetées	4800 fretins	1985
Données non disponibles entre 1985 et 1999		
Omble de fontaine	2 973 spécimens de 10 à 13 cm	1999
Omble de fontaine	3 001 spécimens de 10 à 14 cm	2000
Omble de fontaine	2 597 spécimens de 9 à 13 cm	2001
Omble de fontaine	1 990 spécimens de 11 à 15 cm	2002
Omble de fontaine	1200 spécimens de 8 à 14 cm	2003
Omble de fontaine	1200 spécimens de 8 à 14 cm	2004
Omble de fontaine	1800 spécimens de 9 à 13 cm	2005
Omble de fontaine	1750 spécimens de 9 à 13 cm	2006
Omble de fontaine	1500 spécimens de 10 à 13 cm	2007
Omble de fontaine	1000 spécimens de 15 à 19 cm	2009
Omble de fontaine	1375 spécimens de 11 cm	2010
Omble de fontaine	850 spécimens de 9 à 14 cm	2011

Source : Rapport préliminaire, MRNF, 2011a)

<i>Réservoir Beaudet, Victoriaville</i>		
Espècesensemencées	Nombre	Année
Omble de fontaine	3500 spécimens de 12 à 15 cm	2010
Omble de fontaine	4800 spécimens de 15 à 19 cm	2009
Omble de fontaine	2 090 fretins	2008
Omble de fontaine	3101 spécimens de 12 à 17 cm	2007
Omble de fontaine	9356 spécimens de 11 à 17 cm	2006
Omble de fontaine	4724 spécimens de 12 à 17 cm	2005
Omble de fontaine	5 948 spécimens de 10 à 18 cm	2004
Omble de fontaine	5063 spécimens de 10 à 15 cm	2003
Omble de fontaine	7 805 spécimens de 10 à 14 cm	2002
Omble de fontaine	9 000 spécimens de 12 à 20 cm	1999

Source : MRNF, 2011a

Annexe 6: Carte géologique et localisation des puits gaziers et pétroliers (BAPE 2011)



Annexe 7: Site d'implantation des éoliennes du parc éolien des Érables





La marque de la
gestion forestière
responsable



Paper / Papier
Cert. CCC 077

