

MATHIEU LAROCHE

**CARACTÉRISATION PAR
PHOTO-INTERPRÉTATION DES BANDES
RIVERAINES DU BASSIN VERSANT DE LA
RIVIÈRE BEAUDET**

Essai présenté
à Marie-Andrée Boisvert
dans le cadre du programme de maîtrise professionnelle en biogéosciences de l'environnement
pour l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc.)

DIRECTRICE GÉNÉRALE
ORGANISME DE BASSINS VERSANTS DE LA ZONE DU CHÊNE
SAINTÉ-CROIX
QUÉBEC

DÉCEMBRE 2013

Résumé

La bande riveraine est une zone terrestre qui entoure les lacs ainsi que les cours d'eau et qui s'étend vers l'intérieur des terres à partir de la ligne des hautes eaux. Ce milieu riverain participe à une multitude de fonctions écologiques. Entre autres, la bande riveraine permet de stabiliser les berges, contrôler l'érosion, diminuer l'impact du ruissellement, fournir des habitats variés et maintenir la biodiversité. Malgré leur grande utilité, leur état est souvent méconnu. Ainsi, il est primordial de connaître la situation des bandes riveraines dans les bassins versants. Dans ce contexte, le bassin versant de la rivière Beaudet a partiellement été caractérisé par photo-interprétation et évalué avec l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR). Parmi les 69,8 km de rives étudiées, environ 61% se retrouvent en milieu forestier, 22% en milieu agricole et 7% en milieu anthropique. De plus, 45 % des rives ont obtenu un IQBR jugé comme excellent. Celles-ci sont principalement associées au milieu forestier. Puis, la seconde catégorie la plus importante est à l'opposé puisque 20% des segments appartiennent à la catégorie très faible. En général, cette catégorie est surtout associée aux milieux agricoles et anthropiques. D'autre part, ces résultats obtenus par l'analyse des photographies aériennes ont été confirmés par la validation terrain. Enfin, les résultats ont été intégrés à un système d'information géographique et ont été cartographiés. Dans un avenir rapproché, il est souhaitable de compléter l'évaluation de la qualité des bandes riveraines du bassin versant et d'utiliser les résultats comme un outil de sensibilisation pour éduquer les citoyens sur l'utilité et la situation des bandes riveraines.

Table des matières

Résumé.....	ii
Table des matières	iii
Liste des tableaux.....	iv
Liste des figures	iv
 1. Introduction	 1
1.1. Objectifs de l'essai.....	3
1.1.1. Objectif principal	3
1.1.2. Objectifs spécifiques.....	3
2. Région d'étude	4
3. Méthodologie	12
3.1. Priorisation des cours d'eau.....	12
3.2. Photo-interprétation	13
3.2.1 Préparation des données et choix des caractéristiques de la bande riveraine	13
3.2.2 Identification et cartographie des composantes de la bande riveraine	14
3.2.3 Déterminer l'IQBR de chacun des segments.....	15
3.2.4 Cartographier l'IQBR selon la catégorie obtenue	16
3.3. Validation terrain	16
4. Résultats	17
4.1. Priorisation des cours d'eau.....	17
4.2. Photo-interprétation	19
4.3. Validation terrain	27
5. Discussion	29
5.1 Validité des résultats.....	29
5.2 Types d'occupation du sol et IQBR	30
5.2.1 Milieu agricole.....	30
5.2.2 Milieu forestier	31
5.2.3 Milieu anthropique	32
5.3 Utilisation future de ces résultats.....	33
6. Conclusion	34
7. Bibliographie.....	36
Annexe 1 – Localisation du territoire de l'OBV du chêne	38
Annexe 2 – Localisation du bassin versant de la rivière Beudet (aussi nommé rivière Bourret) à l'intérieur du territoire de l'OBV du chêne	39
Annexe 3 – Noms accordés à chacun des biefs de la classification de Strahler	40
Annexe 4 – Un exemple des composantes faisant parties de la bande riveraines qui ont été identifiées par photo-interprétation	41
Annexe 5 – Agrandissement de sept zones qui couvrent l'ensemble des.....	42
données obtenues par photo-interprétation	42
Annexe 6 – Localisation des 40 points obtenues aléatoirement afin d'y faire une validation terrain	50
Annexe 7 – Exemple d'une fiche terrain utilisée lors de la validation de données	51
Annexe 8 – Localisation des 18 sites échantillonnées lors de la validation terrain.....	52
Annexe 9 – Résumé des différentes techniques du génie végétal	53

Liste des tableaux

Tableau 1 – La superficie occupée par la forêt de conifères et de feuillus sur le territoire du bassin versant de la rivière Beaudet.....	5
Tableau 2 – Normales climatiques de 1981 à 2010 récoltées à la station météorologique 7027259 (Saint-Flavien)	10
Tableau 3 – Catégories et classes de l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR)	16
Tableau 4 – Nombre de segments de chacune des catégories pour l'ensemble des bandes riveraines qui ont été étudiées dans le bassin versant de la rivière Beaudet.....	21
Tableau 5 – Compilation du nombre de segments ainsi que du pourcentage de chaque catégorie de l'IQBR par rapport à chaque type d'utilisation du sol.....	23
Tableau 6 – Tableau comparatif entre chaque type d'utilisation du sol par rapport au score moyen de la qualité des bandes riveraines ainsi que selon différents indices statistiques afin d'évaluer la précision des données	25
Tableau 7 – Résultats de l'IQBR qui ont été obtenus par la validation terrain et par la photo-interprétation ainsi que la différence entre ces deux scores.....	28
Tableau 8 – Analyse statistique de la différence observée entre la validation terrain et l'analyse par photographies aériennes.....	28

Liste des figures

Figure 1 – Localisation de la rivière Beaudet (aussi qualifiée de rivière Bourret), de son bassin versant ainsi que des municipalités avoisinantes	4
Figure 2 – Représentation de l'occupation du sol dans le bassin de la rivière Beaudet.....	5
Figure 3 – Représentation de l'occupation du sol sur le territoire du bassin versant la rivière Beaudet	6
Figure 4 – Représentation des forêts de feuillus et de conifères sur le territoire du bassin versant de la rivière Beaudet.....	7
Figure 5 – Représentation des dépôts de surface sur le territoire du bassin versant de la rivière Beaudet.....	9
Figure 6 – Températures maximale, moyenne et minimale de la normale climatique enregistrée entre 1981 et 2010 à la station météorologique 7027259 (Saint-Flavien)	11
Figure 7 – Précipitations sous forme de neige et de pluie pour la normale climatique enregistrée entre 1981 et 2010 à la station météorologique 7027259 (Saint-Flavien)	11
Figure 8 – Formule utilisée pour calculer l'indice de la.....	15
Figure 9 – Classification de Strahler du bassin versant de la rivière Beaudet.....	18
Figure 11 – Représentation des catégories de l'IQBR pour l'ensemble	20
Figure 10 – Le pourcentage de segments de 100 associés à chaque catégorie de l'IQBR ...	21
Figure 12 – Le pourcentage de segments de 100 m qui sont	22
Figure 13 – Représentation graphique du score moyen et de l'intervalle de confiance à 95% de l'IQBR pour chaque type d'occupation du sol. Les bandes de couleur correspondent aux catégories de l'IQBR.	26

1. Introduction

Selon la *Loi sur la qualité de l'environnement* (chapitre Q-2, a. 2.1) et l'article 2.2 de la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (chapitre Q-2, r. 35), la bande riveraine peut être définie comme étant une bande terrestre qui entoure les lacs ainsi que les cours d'eau et qui s'étend vers l'intérieur des terres à partir de la ligne des hautes eaux. De plus, selon la même politique, la largeur considérée comme une bande riveraine varie de 10 à 15 mètres selon l'angle de la pente et la hauteur du talus lorsque ce dernier est présent. En effet, la rive a un minimum de 10 mètres si la pente est inférieure à 30% ou si la pente est supérieure à 30% et qu'elle a un talus inférieur à 5 mètres de hauteur. Lorsque la pente est continue et supérieure à 30% ou si la pente est supérieure à 30% et avec un talus supérieur à 5 m de hauteur, alors la rive à considérer est de 15 mètres. Toutefois, en milieu agricole, les rives minimales qui sont autorisées par la politique sont de 3 mètres. Si un talus est présent et que le haut de celui-ci se situe à une distance inférieure à 3 m à partir de la ligne des hautes eaux, une largeur minimale de 1 mètre au sommet du talus doit être incluse dans la bande riveraine.

D'autre part, la bande riveraine est d'une grande utilité pour le milieu. Elle permet de stabiliser les berges et de contrôler l'érosion, de retenir les sédiments, nutriments ainsi que les contaminants qui sont transportés par le ruissellement, de diminuer l'eutrophisation du cours d'eau, d'apporter des ressources alimentaires aux invertébrés aquatiques qui sont principalement les proies des poissons, de régulariser la température de l'eau, de réduire l'évapotranspiration, de favoriser la recharge de la nappe phréatique, de fournir des habitats variés pour la faune et la flore, de maintenir la biodiversité et de préserver l'état naturel (MDDEFP, 2002a; CCSE, 2013; MDDEFP, 2007).

Bien que les bénéfices des bandes riveraines soient largement étudiés et connus, il n'en demeure pas moins que leur état est souvent méconnu. En milieu agricole, par exemple, on pourrait s'attendre à ce que les bandes riveraines soient de moins bonnes qualités. Du moins, c'est ce qui a été observé à quelques reprises dans diverses études (Sarremejane, 2011; Saint-Jacques et Richard, 1998). En effet, puisque ce type d'utilisation autorise des rives de 3 mètres de largeur, les végétaux, s'ils sont présents, ont une moins grande

superficie de disponible pour remplir efficacement leurs multiples fonctions écologiques. Par exemple, une bande étroite offre moins de surface de contact pour freiner et maintenir en place les nutriments et pesticides provenant du ruissellement de surface. Ainsi, il est probable que le type d'utilisation du sol affecte d'une quelconque façon la qualité des bandes riveraines. À cela s'ajoutent différentes interventions humaines qui peuvent également avoir un impact sur les rives. La rectification des cours d'eau en est un bon exemple. En sommes, l'urbanisation et les modifications faites par l'homme semblent affecter négativement les bandes riveraines.

Il est primordial de connaître l'état des bandes riveraines dans les bassins versants afin d'intervenir efficacement. Un des outils utilisés à cette fin est l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR). Cet outil a été adapté de Saint-Jacques et Richard (1998) par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) afin d'évaluer la condition écologique de cet habitat riverain. L'IQBR repose sur la superficie qui est occupée par les différentes composantes de la bande riveraine. Plus précisément, les neuf composantes sont les suivantes : les forêts, les arbustes, les herbacées, les coupes forestières, les cultures agricoles, les sols nus, les socles rocheux, les infrastructures ainsi que les friches, fourrages, pâturages et pelouses. Pour chacune de ces composantes, un facteur de pondération y est associé selon leur potentiel à remplir les fonctions écologiques reliées à la protection des écosystèmes aquatiques. Plus la composante est importante et plus le poids qui y est rattaché sera élevé. Au final, l'IQBR permet d'obtenir un score se situant entre 17 et 100 ainsi qu'une des cinq catégories de qualités variant de très faible à excellente. Lorsque ces dernières sont transposées sur une carte du réseau hydrographique, cela permet d'observer les variations de la qualité de la bande riveraine pour l'ensemble du territoire analysé (MDDEFP, 2002b).

1.1.Objectifs de l'essai

Lors de cet essai, il sera question de caractériser par photo-interprétation les bandes riveraines du bassin versant de la rivière Beaudet en collaboration avec l'*Organisme de bassins versants de la zone du Chêne* (OBV du Chêne). Plus précisément, les objectifs détaillés sont énoncés ci-dessous.

1.1.1. Objectif principal

- ❖ Obtenir de l'information sur l'état des bandes riveraines du bassin versant de la rivière Beaudet

1.1.2. Objectifs spécifiques

- ❖ Caractériser l'état des bandes riveraines selon l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR) par photo-interprétation;
- ❖ S'assurer de la véracité des résultats à l'aide de validations terrains;
- ❖ Intégrer les résultats dans un système d'information géographique (SIG);
- ❖ Cartographier les résultats de l'IQBR;
- ❖ Établir des relations statistiques entre les résultats et les types d'utilisation du sol.

2. Région d'étude

La caractérisation des bandes riveraines sera réalisée sur le bassin versant de la rivière Beaudet qui est également qualifié de rivière Bourret (figure 1). Celui-ci se retrouve sur le territoire de la MRC de Lotbinière ainsi que dans la région de Chaudière-Appalaches. L'annexe 1 et l'annexe 2 permettent de visualiser la localisation du territoire de l'OBV du Chêne ainsi que le bassin versant à l'étude. Les 90 km² du bassin versant de la rivière Beaudet incluent les municipalités de Saint-Apollinaire, de Notre-Dame-du-Sacré-Cœur-d'Issoudun ainsi qu'une partie de Saint-Antoine-de-Tilly. La rivière Beaudet est alimentée dans la plaine au sud-est et se déverse au nord-ouest dans le fleuve Saint-Laurent. De plus, elle a une longueur de 21 kilomètres et un dénivelé de 143 mètres. D'autre part, la qualité générale de l'eau est jugée comme mauvaise. En effet, l'indice de la qualité bactériologique et physicochimique (IQBP) était de mauvaise qualité en 2012 tout comme l'indice de diatomées de l'est du Canada (IDEC) (OBV du Chêne, 2013).

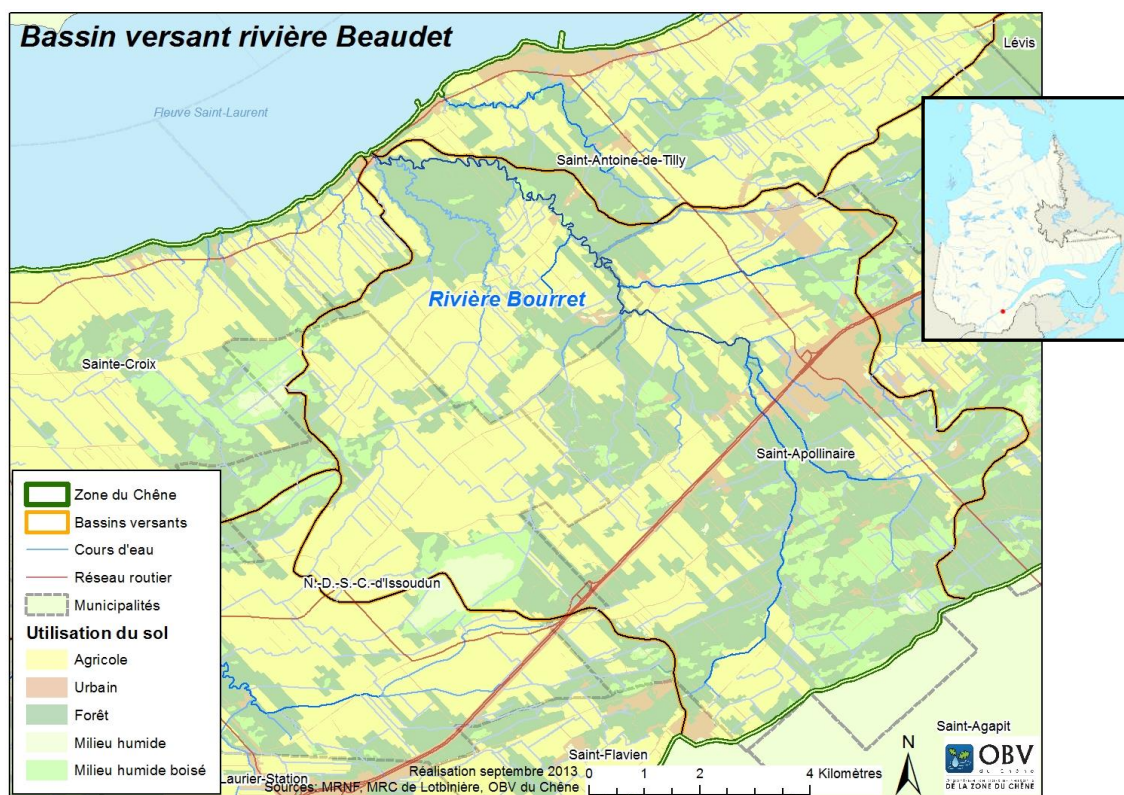


Figure 1 - Localisation de la rivière Beaudet (aussi qualifiée de rivière Bourret), de son bassin versant ainsi que des municipalités avoisinantes (OBV du Chêne, 2013)

En ce qui concerne l'utilisation et l'occupation du sol, le territoire du bassin versant est principalement utilisé pour l'agriculture. En effet, selon la figure 2, 43% de la superficie totale du bassin versant est considérée comme un milieu agricole. Puis, avec 38%, le second type d'utilisation du sol le plus important correspond au milieu forestier (OBV du Chêne, 2013). La répartition de ces éléments est représentée spatialement à la figure 3. D'autre part, selon le quatrième inventaire écoforestier du Québec, 61,4% des forêts présentes sur le territoire sont considérées comme étant composées de feuillus (tableau 1 et figure 4).

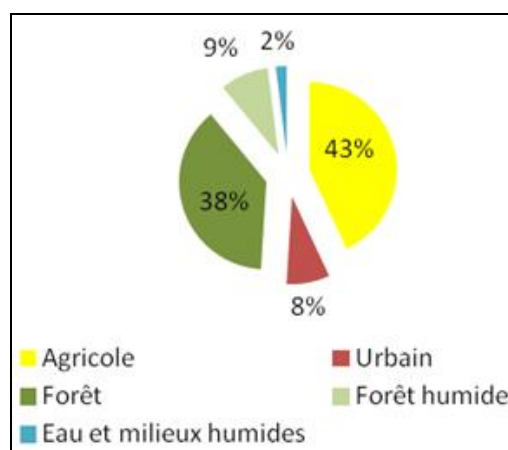
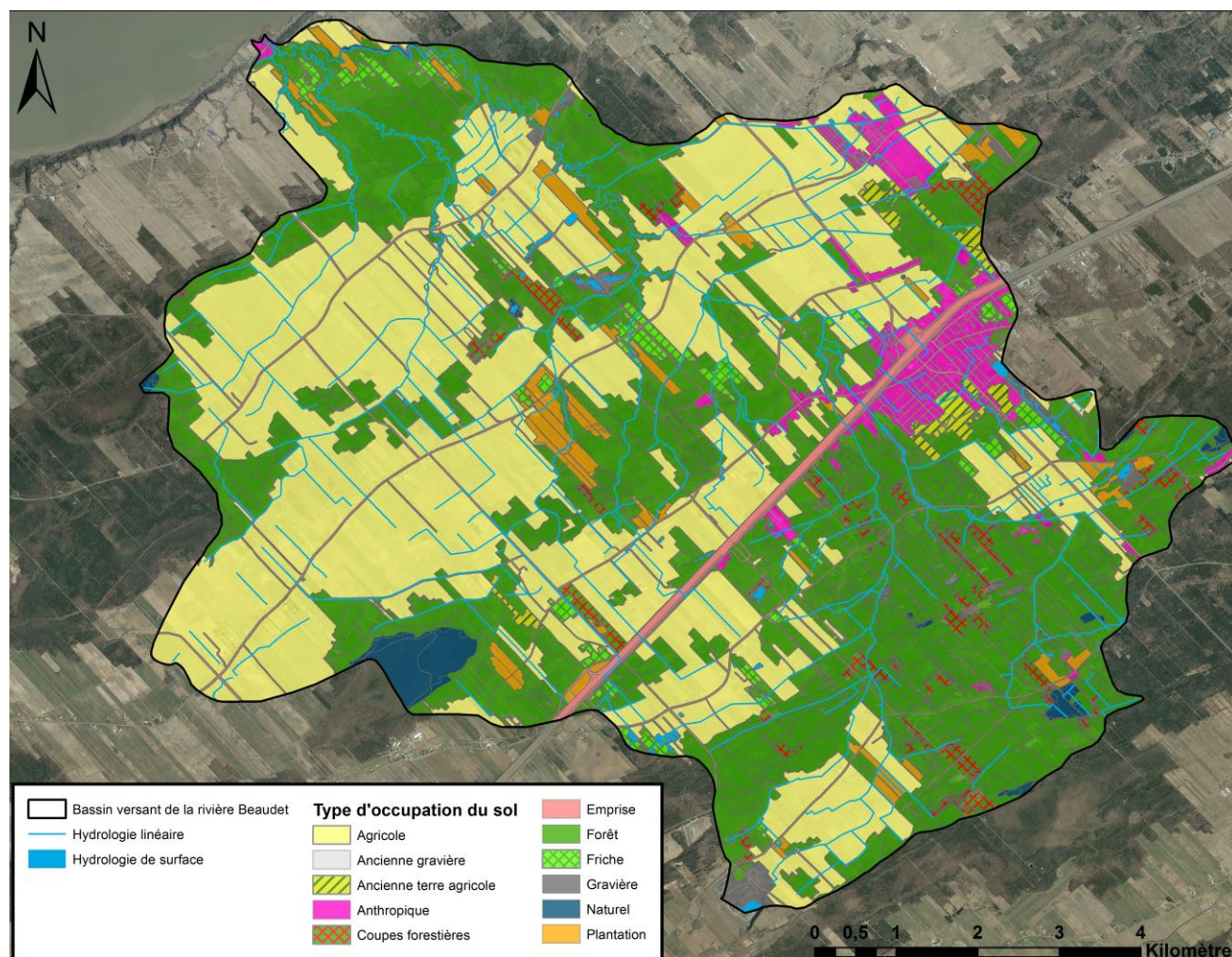


Figure 2 - Représentation de l'occupation du sol dans le bassin de la rivière Beaudet (OBV du Chêne, 2013)

Tableau 1 – La superficie occupée par la forêt de conifères et de feuillus sur le territoire du bassin versant de la rivière Beaudet (adapté du 4^e inventaire écoforestier du Québec)

Type de forêt	Superficie de la forêt	
	m ²	%
conifères	15 504 807	38,6
feuillus	24 618 098	61,4



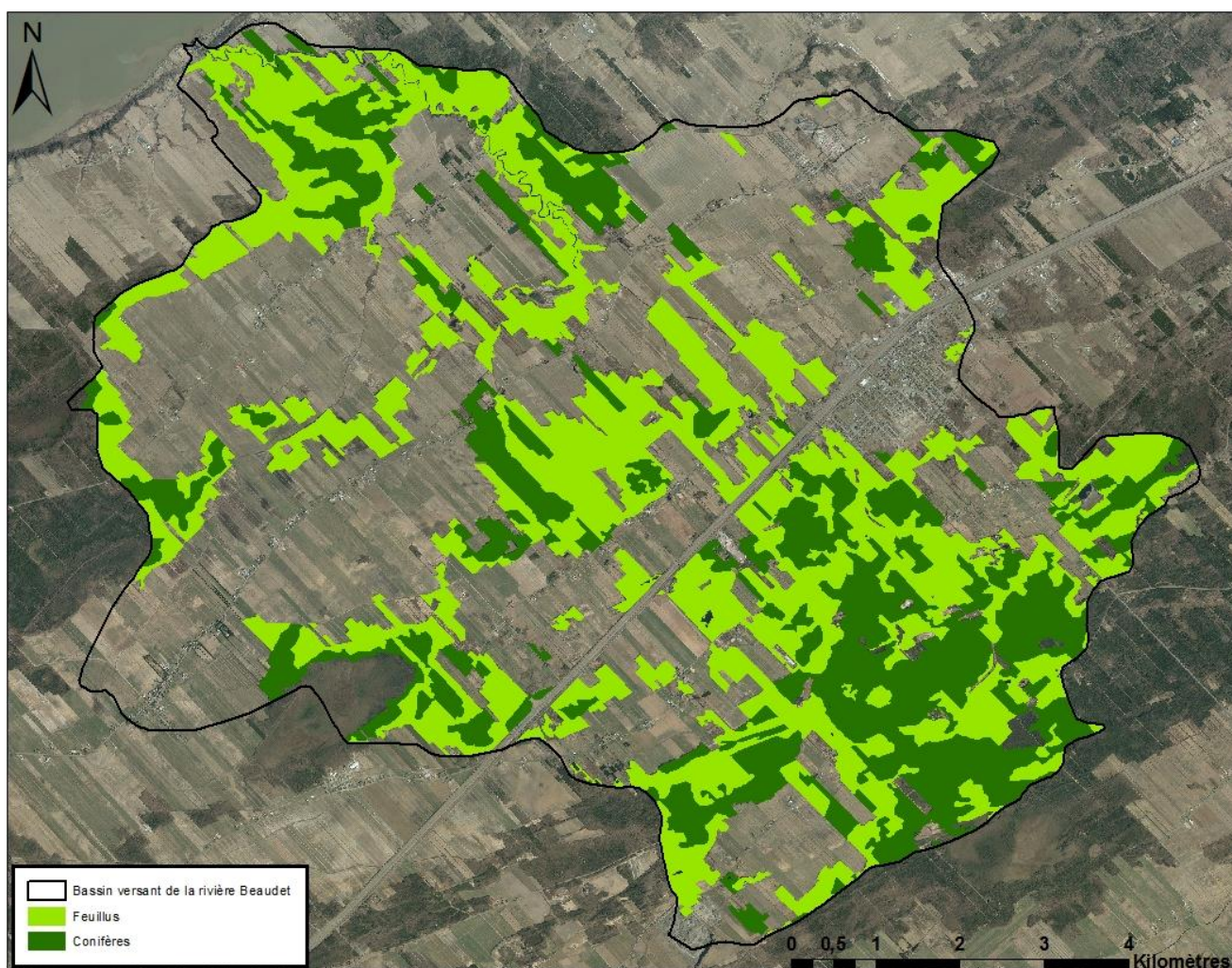


Figure 4 - Représentation des forêts de feuillus et de conifères sur le territoire du bassin versant de la rivière Beaudet (adapté du 4^e inventaire écoforestier du ministère des ressources naturelles du Québec, 2013)

Par ailleurs, le territoire du bassin versant de la rivière Beaudet est composé de sept dépôts de surfaces classés dans 4 catégories (figure 5). D'abord, les faciès d'eau profonde, les faciès d'eau peu profonde ainsi que les faciès d'eau peu profonde avec dépôts littoraux marins occupent respectivement 0,8%, 30,4% et 62,8% du territoire. Ces trois types de dépôts de surface appartiennent à la catégorie des dépôts marins. Cette catégorie est la plus imposante sur l'ensemble du bassin versant puisqu'elle y occupe 94% de la superficie totale. Les dépôts organiques occupent à peine 2,9% alors que 2,7% correspond aux dépôts glaciers. D'ailleurs, cette dernière catégorie comprend le tilt indifférencié ainsi que le tilt indifférencié mince. Enfin, de très petits secteurs sont considérés comme étant un substrat rocheux. En fait, cela correspond à 0,4% de la région d'étude.

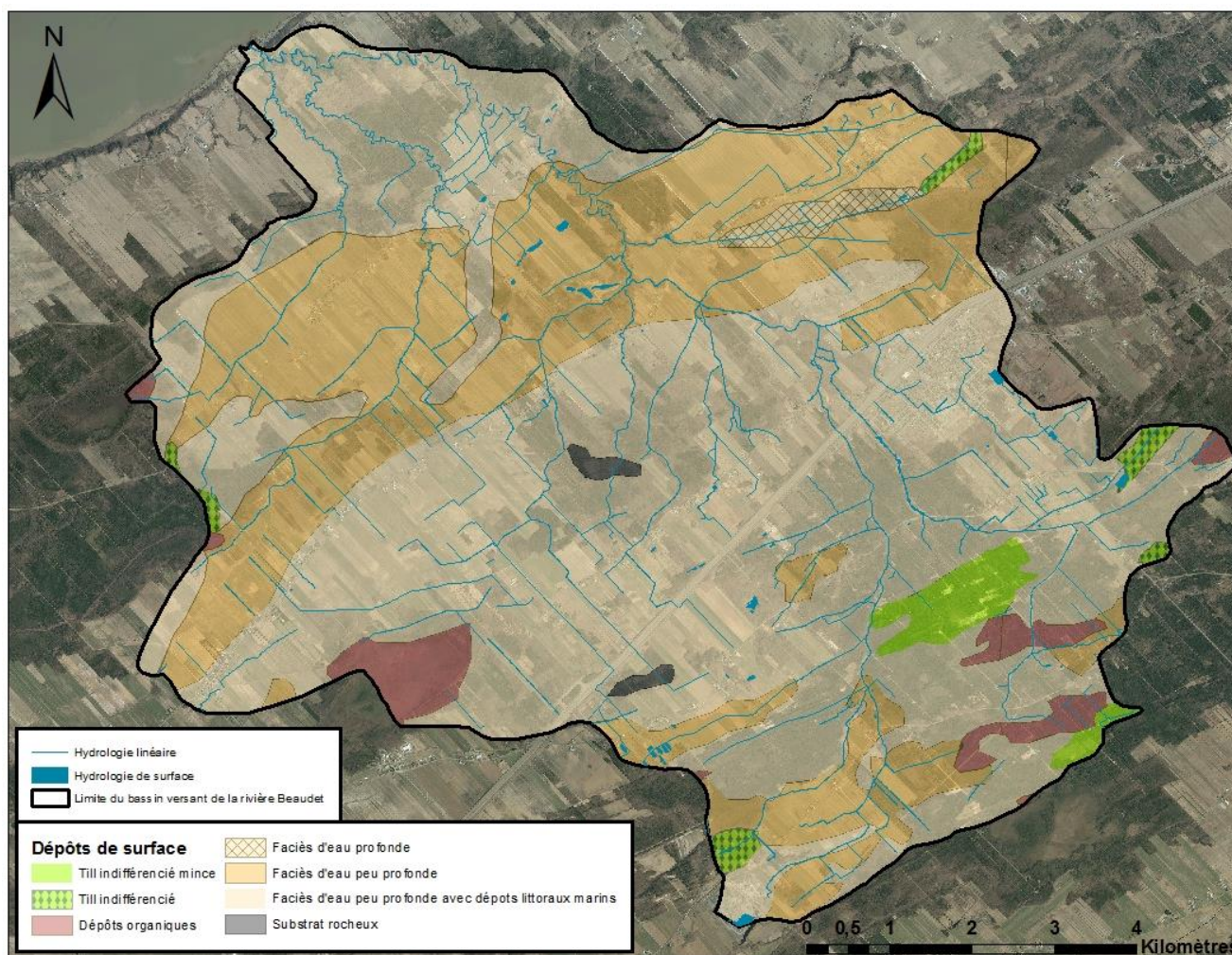


Figure 5 – Représentation des dépôts de surface sur le territoire du bassin versant de la rivière Beaudet (adapté du Ministère de l'énergie, des mines et des ressources, 1981)

D'autre part, les données climatiques de la région sont également connues. En effet, les normales climatiques de la période allant de 1981 à 2010 sont indiquées dans le tableau 2 et sont représentées par les figures 6 et 7. Ainsi, le total des précipitations annuelles atteint en moyenne 1 153,7 mm dont 76% se retrouvent sous forme de pluie. De plus, le mois de juillet est celui le plus chaud de l'année (18,9 °C) ainsi que celui dont les précipitations sont les plus importantes (122,6 mm). Il est à noter que ces données proviennent d'une station météorologique installée à Saint-Flavien. Il s'agit de la station la plus près du bassin versant puisqu'elle est située à environ 14,5 km du centre du bassin versant.

Tableau 2 - Normales climatiques de 1981 à 2010 récoltées à la station météorologique 7027259 (Saint-Flavien) (données provenant de MDDEFP, 2013)

Mois	Température			Précipitation		
	Maximum (°C)	Minimum (°C)	Moyenne (°C)	Pluie (mm)	Neige (cm)	Précipitation totale (mm)
janvier	-7,4	-17,9	-12,7	23,8	61,9	87,9
février	-5	-16	-10,5	10,5	53,9	64,6
mars	0,6	-10	-4,7	29	45,7	73,8
avril	9	-1,5	3,8	73,3	17,1	89,9
mai	17,3	4,8	11	92,2	1,3	93,5
juin	22,4	10,2	16,3	117,9	0	117,9
juillet	24,7	13,1	18,9	122,6	0	122,6
août	23,7	11,9	17,8	107,2	0	107,2
septembre	18,7	7,5	13,1	110,1	0	110,1
octobre	11,2	1,7	6,5	95,8	2,7	98,6
novembre	3,8	-4,1	-0,1	65,5	25,5	91,1
décembre	-3,7	-12,4	-8,1	33,1	63,4	96,5
annuel	9,6	-1,1	4,3	881	271,4	1 153,7

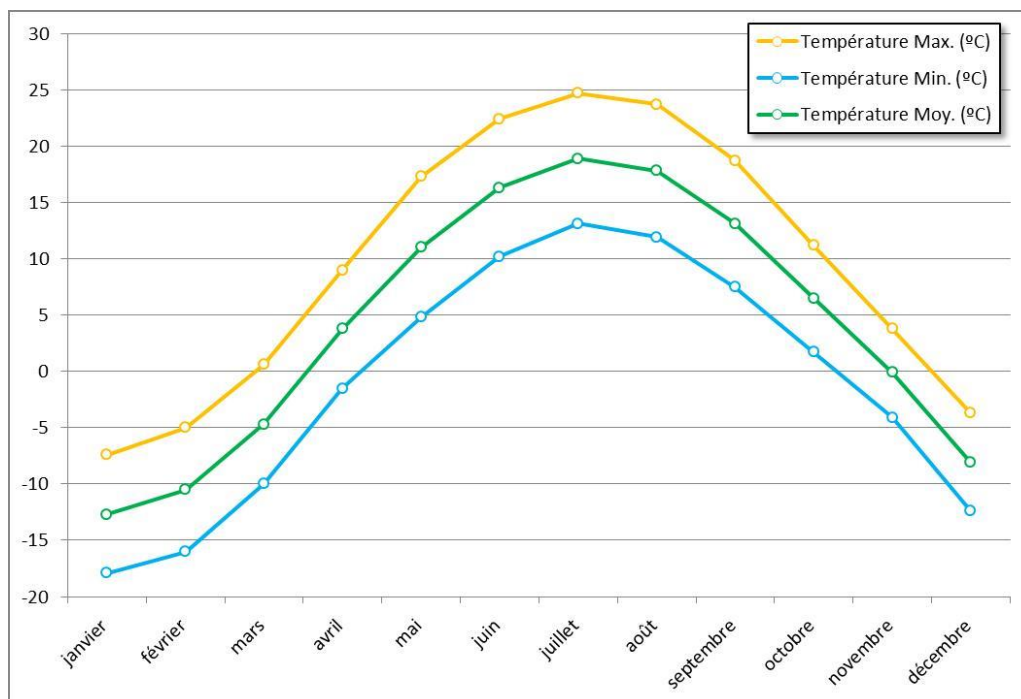


Figure 6 - Températures maximale, moyenne et minimale de la normale climatique enregistrée entre 1981 et 2010 à la station météorologique 7027259 (Saint-Flavien) (données provenant de MDDEFP, 2013)

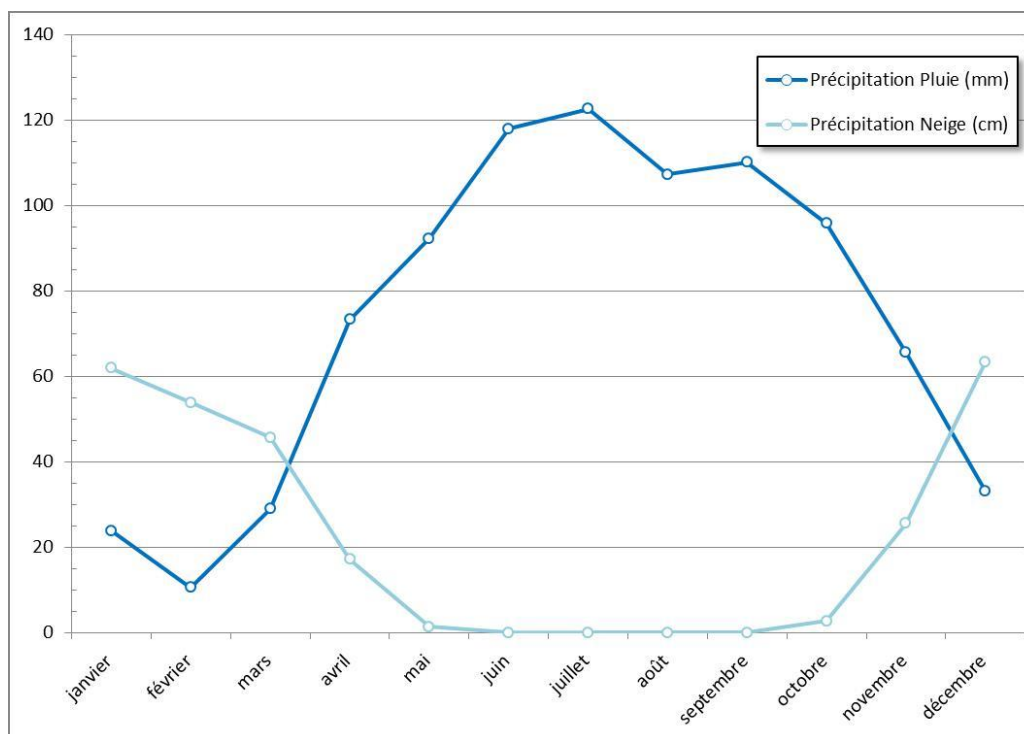


Figure 7 – Précipitations sous forme de neige et de pluie pour la normale climatique enregistrée entre 1981 et 2010 à la station météorologique 7027259 (Saint-Flavien) (données provenant de MDDEFP, 2013)

3. Méthodologie

La méthodologie s'inspire fortement du protocole d'évaluation et de la méthode de calcul de l'indice de qualité de la bande riveraine (IQBR) qui ont été développés par Saint-Jacques et Richard (1998) et adaptés par le *Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs* (MDDEFP). Il s'agit d'évaluer la superficie des différentes composantes de la bande riveraine. Ces dernières sont associées à un facteur de pondération selon leur potentiel à remplir différentes fonctions écologiques relativement à la protection et au maintien des bandes riveraines.

Les données suivantes ont été fournies par l'OBV du Chêne et ont été intégrées dans le logiciel *ArcGIS (ArcMap 10.1)* : photographies aériennes prises au à la fin du mois d'avril en 2013, la couche d'hydrographie linéaire et de surface, la couche du 4^e inventaire écoforestier du Québec, la couche des types d'utilisation du sol ainsi que la limite du territoire du bassin versant.

3.1. Priorisation des cours d'eau

Étant donné que le temps alloué à l'analyse des photographies aériennes n'est que de quelques semaines et que l'analyse complète du bassin versant semblait plus longue, il a été convenu de prioriser les cours d'eau les plus importants. Afin de déterminer ceux-ci, la méthode de classification des biefs inventés par Strahler a été appliquée au bassin. De façon simplifiée, il s'agit d'accorder un degré d'importance à chaque cours d'eau. Chaque bief sans affluent est d'ordre 1. Lorsque deux biefs d'ordre 1 fusionnent, cela produit un bief d'ordre 2. Par la suite, deux biefs d'ordre 2 qui convergent résulteraient en un bief d'ordre 3. Par contre, lorsque deux biefs d'ordre différent convergent, le bief résultant conservera l'ordre le plus élevé de ceux qui fusionnent. Par exemple, les biefs d'ordre 1 et 2 qui fusionnent produiraient un bief d'ordre 2. Le processus de classification se poursuit de la même façon sur l'ensemble du territoire. Plus l'ordre est élevé et plus il représente un cours d'eau principal (Ancil, 2007). Dans le cas de ce projet, l'analyse débutera sur les cours

d'eau ayant l'ordre le plus grand et se poursuivra graduellement avec les ordres inférieurs jusqu'à ce que la période de temps disponible à l'analyse soit terminée.

3.2. Photo-interprétation

3.2.1 Préparation des données et choix des caractéristiques de la bande riveraine

Il est primordial de mentionner que la méthodologie diffère légèrement selon le type de couche d'hydrologie. En effet, les couches de surface nécessitent quelques étapes supplémentaires avant d'entreprendre la collecte de données. D'abord, il est nécessaire de tracer manuellement une ligne au centre du polygone. Cette étape permet de passer d'un élément surfacique vers un élément linéaire qui est beaucoup plus simple à utiliser. Dans le cas de la couche linéaire, la première étape consiste à sélectionner manuellement les tracés correspondant au bief analysé. Puis, comme il peut parfois s'agir de plusieurs petits tronçons reliés les uns aux autres, il faut s'assurer de les modifier en un seul long tracé non segmenté. Pour ce faire, il est possible d'utiliser la commande « dissolve » dans le logiciel *Arcmap*. Cette commande peut également être utilisée si la transformation de la couche de surface vers celle linéaire a nécessité la création de segments consécutifs segmentés. Par la suite, il n'y a plus de différence selon les couches initiales. Les manipulations sont identiques puisqu'elles s'appliquent à une ligne continue qui représente un cours d'eau à analyser.

L'étape suivante consiste à utiliser la fonction « Creating new points along a line » qui, comme son nom l'indique, permet de créer des points sur une ligne. De cette façon, il est possible de disposer des points distants de 100 m sur la totalité du cours d'eau. Ces points correspondent aux limites de chaque segment de la bande riveraine. Cela revient à dire que l'IQBR sera analysé sur une multitude de segments mesurant chacun 100 m de long.

À ce stade, il ne reste plus qu'à délimiter la largeur des bandes riveraines. Pour ce faire, la commande « buffer » est utilisée pour créer une zone dont les caractéristiques sont contrôlées. Dans ce cas-ci, la zone tampon sera créée en exigeant que celle-ci soit

constamment à une distance de 10 m du tracé d'hydrographie. Dans ce contexte-ci, la largeur de la bande riveraine considérée pour l'étude a été fixée à 10 m peu importe la pente ou le talus présent. Cela correspond à la valeur minimale selon la politique mentionnée précédemment. Ce choix a été fait pour éviter d'ajuster constamment la largeur de la bande riveraine selon la pente et le talus d'un segment analysé. Dans les segments qui nécessiteraient normalement une analyse sur 15 mètres, les résultats seront sous-évalués avec une largeur de 10 m. Toutefois, il est préférable d'obtenir quelques données sous-évaluées plutôt que l'inverse. Ainsi, la situation réelle ne peut qu'être pire que celle envisagée, mais ne sera pas meilleure. De plus, la largeur a été fixée à la même valeur que les projets précédents sur le territoire de l'OBV du Chêne pour faciliter les comparaisons entre ce projet et les régions qui sont déjà étudiées ou qui le seront prochainement. En effet, les données seront comparables puisqu'elles auront sensiblement la même méthodologie.

3.2.2 Identification et cartographie des composantes de la bande riveraine

Pour chacune des rives et des segments mesurant 100 m de long et 10 m de large, il est nécessaire d'identifier les éléments qui s'y retrouvent. Ainsi, il est possible d'identifier neuf composantes de l'IQBR: (1) forêt, (2) arbustaie, (3) herbaçaie naturelle, (4) coupe forestière, (5) friche, fourrage, pâturage et pelouse, (6) culture, (7) sol nu, (8) socle rocheux et (9) infrastructure.

Pour ce faire, il suffit d'utiliser une nouvelle couche d'information dans le logiciel *Arcmap* et d'y tracer des polygones qui correspondent à chacune des composantes. En tout temps, ces éléments surfaciques doivent demeurer dans les segments définis précédemment. C'est-à-dire que le ou les polygones créés ne doivent pas dépasser la limite formée par la zone tampon de 10 m ainsi que par les points distancés de 100 m. Ceci s'applique même si la composante se poursuit dans le segment suivant.

De plus, pour chacun des polygones tracés, il est important d'y attribuer certaines informations dans sa table de données. Premièrement, il faut inscrire le nom du segment correspondant pour faciliter la gestion des données. Pour ce faire, il est possible de définir un système de classification pour nommer chacun des segments. Dans ce projet-ci, le nom

du segment sera d'abord composé du numéro de l'ordre de Strahler. Dans les cas où plusieurs cours d'eau possèdent le même ordre, une classification supplémentaire est ajoutée. Ainsi, une lettre est jointe aux chiffres pour identifier chacun des cours d'eau de même ordre. Les lettres sont attribuées en ordre alphabétique selon leur proximité avec l'aval. C'est-à-dire que le premier cours d'eau d'ordre 4, par exemple, qui est rencontré en aval du bassin versant se voit attribuer la lettre « a ». Puis, le second aura un « b » et la classification se poursuit pour tous les biefs de même ordre. Ensuite, pour compléter le nom du segment, le côté de la rive sera également ajouté. Toujours de l'aval vers l'amont, la rive gauche se voit décerner un « G » alors que la rive droite reçoit un « D ». Enfin, il ne reste plus qu'à attribuer un numéro au segment. Selon le même principe de l'aval vers l'amont, les segments se voient attribuer un chiffre en ordre croissant. À titre d'exemple, un segment nommé 4bG-35 correspond à la rive gauche du 35^e segment consécutif du 2^e bief d'ordre 4 rencontré de l'aval vers l'amont dans le bassin versant. Deuxièmement, il faut évidemment inscrire de quel type de composantes de la bande riveraine il s'agit. Enfin, il est également utile d'ajouter un champ comprenant le type d'occupation du sol dans lequel se trouve le segment considéré. D'autre part, un quatrième champ est nécessaire pour déterminer la superficie de chaque polygone tracé. Cependant, ce calcul peut être automatisé avec la fonction « calculate geometry » dans *arcmap*.

3.2.3 Déterminer l'IQBR de chacun des segments

Il ne reste plus qu'à utiliser la formule présentée à la figure 8 afin d'obtenir le score de l'IQBR pour chaque segment. Les chiffres associés à chacune des composantes représentent le facteur de pondération respectif de ces éléments.

$$\text{IQBR} = ((\% \text{ forêt} * 10) + (\% \text{ arbustaie} * 8,2) + (\% \text{ herbacée naturelle} * 5,8) + (\% \text{ coupe forestière} * 4,3) + (\% \text{ friche_fourrage_pâturage_pelouse} * 3) + (\% \text{ culture} * 1,9) + (\% \text{ sol nu} * 1,7) + (\% \text{ socle rocheux} * 3,8) + (\% \text{ infrastructure} * 1,9))/10$$

Figure 8 - Formule utilisée pour calculer l'indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR) (MDDEFP, 2002b)

Le score obtenu à l'aide de cette formule permet de classer le segment dans la catégorie représentant la qualité de la bande riveraine (tableau 3). À noter que la valeur de l'IQBR peut se situer entre 17 et 100.

Tableau 3 – Catégories et classes de l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR) (MDDEFP, 2002b)

Catégories	Classes
Très faible	17.0 - 39.5
Faible	39.5 - 59.5
Moyenne	59.5 - 74.5
Bonne	74.5 - 89.5
Excellente	89.5 - 100

3.2.4 Cartographier l'IQBR selon la catégorie obtenue

Finalement, il est possible de représenter les résultats obtenus en associant chacune des catégories de l'IQBR à une couleur. Ainsi, une carte permettra de visualiser les variations de la qualité de la bande riveraine sur le territoire du bassin versant.

3.3. Validation terrain

Lors de la validation terrain, il est primordial d'effectuer une sélection aléatoire parmi les segments qui ont été analysés par photo-interprétation. Pour chacun des segments sélectionnés, il est nécessaire de se rendre sur le site pour y évaluer le pourcentage de superficie occupée par chacune des neuf composantes de l'IQBR. Ces pourcentages seront par la suite utilisés avec la formule de la figure 8 pour obtenir l'IQBR. Une comparaison sera ensuite nécessaire entre les résultats obtenus par l'analyse de photographies aériennes et ceux provenant de la validation terrain.

Afin d'assurer une rigueur dans la collecte de données, l'utilisation d'une fiche de terrain sera priorisée. Il est également nécessaire de produire cette fiche. D'ailleurs, un exemple de la fiche est disponible en annexe 7. De plus, l'utilisation d'un GPS peut grandement aider la localisation du site tandis qu'une chaîne ou un ruban gradué facilitera la délimitation du secteur à considérer.

4. Résultats

4.1. Priorisation des cours d'eau

La classification de Strahler a permis d'obtenir l'ordre de chacun des cours d'eau sur le territoire du bassin versant de la rivière Beaudet (figure 9). De plus, les noms associés à chacun des biefs étudiés se retrouvent en annexe 3. Dans le bassin versant de la rivière Beaudet, l'ordre le plus élevé est de 5. Il s'agit d'un bief mesurant environ 9,8 km. Cela représente également le segment prioritaire qui devait être analysé par photo-interprétation. Par la suite, l'analyse s'est poursuivie avec les segments correspondant à l'ordre 4 (7,9 km) puis ceux de l'ordre 3. Cependant, ce dernier n'a pas été complété par manque de temps. Seulement 14,4 km ont été caractérisés. Quant aux ordres 1 et 2, pratiquement aucun segment n'a été évalué. En fait, 2,7 km ont tout de même été sélectionnés. Le but n'était pas d'obtenir des données pour chacun des ordres, mais plutôt d'ajouter des données correspondantes à un type d'utilisation du sol jugé comme anthropique. En effet, la majorité des segments se trouvaient soit en milieu forestier ou agricole. Avec cette addition spécifique en milieu urbain, des données supplémentaires se sont ajoutées et ont permis d'obtenir des résultats plus représentatifs de ce type d'occupation du sol.

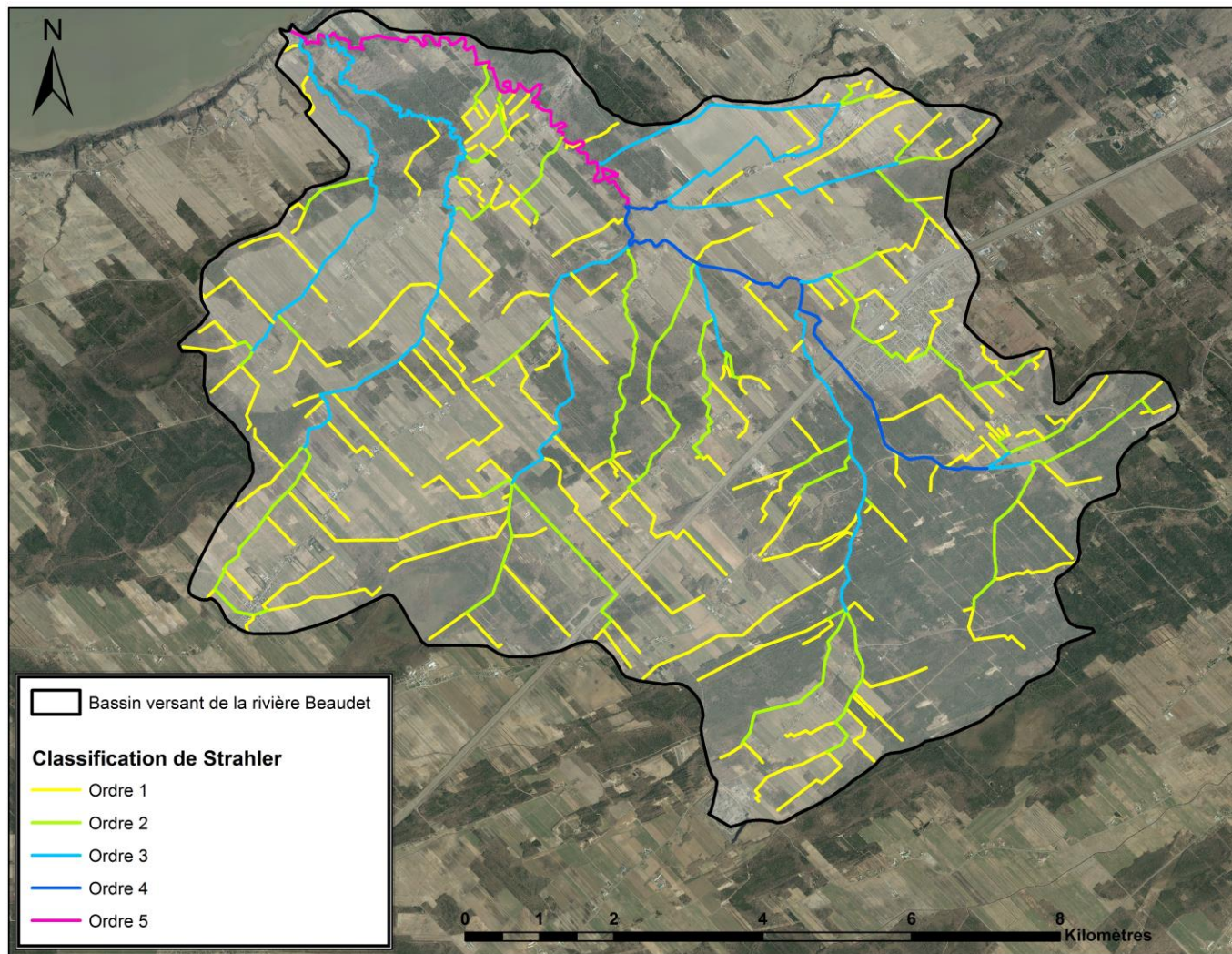


Figure 9 - Classification de Strahler du bassin versant de la rivière Beudet (adapté de l'OBV du chêne, 2013)

4.2.Photo-interprétation

L'identification des différentes composantes de la bande riveraine a permis d'obtenir l'IQBR sur 34,9 km de cours d'eau. Cela revient à dire qu'un total de 698 segments de rives ont été analysés. À titre d'exemple, l'annexe 4 permet de visualiser le résultat de l'identification des composantes pour quelques segments. Chacune de ces courtes sections de 100 m a obtenu une classification allant de très faible, faible, moyenne, bonne ou excellente.

D'abord, une représentation cartographique a été réalisée afin de visualiser les résultats sur l'ensemble du territoire (figure 10). Pour faciliter la compréhension de cette carte, des agrandissements ont également été produits en annexe 5. Ceux-ci permettent aisément de constater les subtilités associées à l'IQBR sur l'ensemble des rives étudiées.

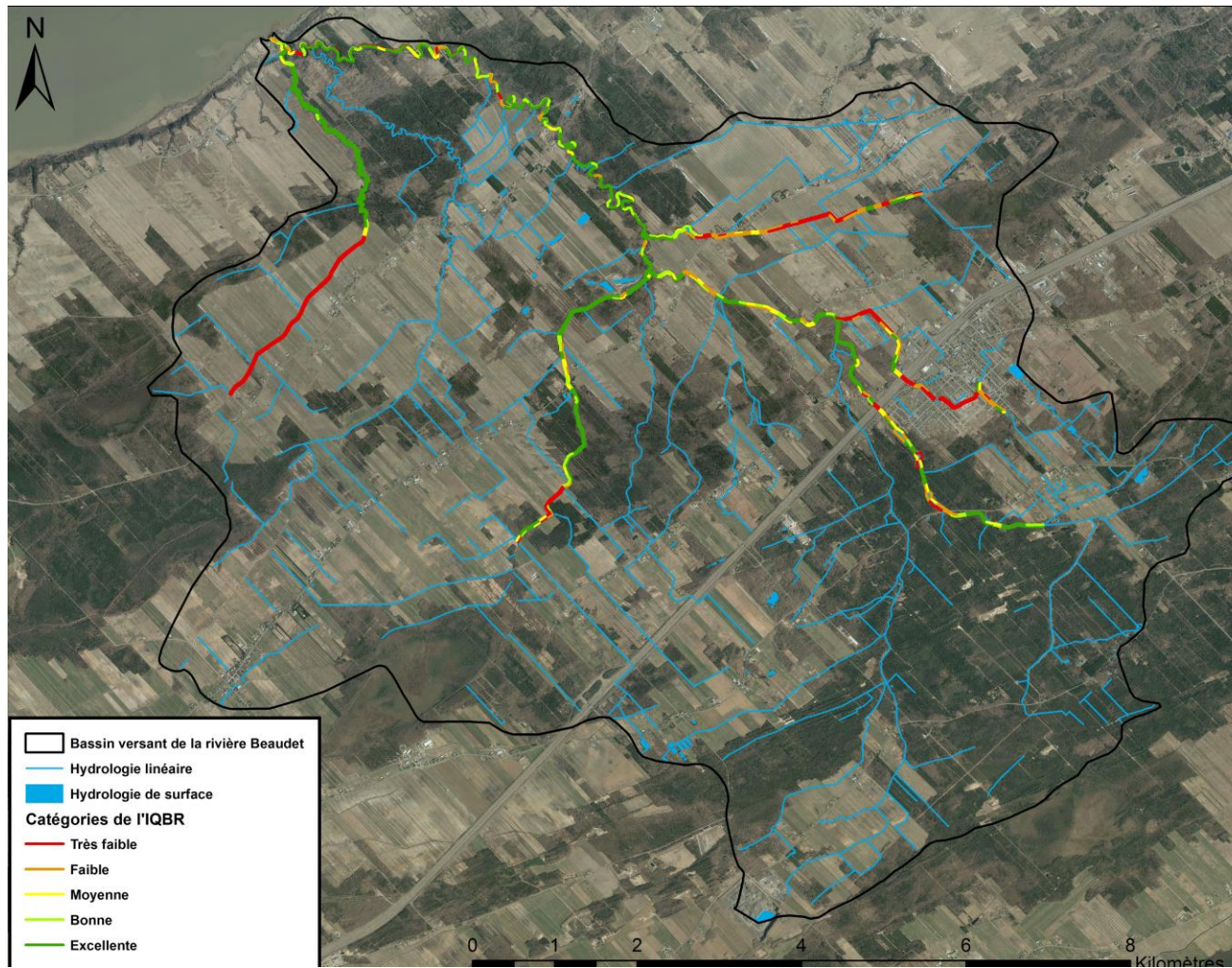


Figure 10 - Représentation des catégories de l'IQBR pour l'ensemble des rives étudiées dans le bassin versant de la rivière Beaudet

Ensuite, pour la totalité des 69,8 km de rives étudiées, le tableau 4 et la figure 11 dénombrent la quantité de segments de chacune des catégories de l'IQBR. Ceux-ci permettent de constater que près de 45% des bandes riveraines qui ont été évaluées sont d'excellente qualité. Puis, suivra la catégorie très faible avec 20,2%. Les catégories faible, moyenne et bonne sont relativement à égalité puisqu'elles obtiennent respectivement 12,03%, 10,89% et 12,18%.

Tableau 4 - Nombre de segments de chacune des catégories pour l'ensemble des bandes riveraines qui ont été étudiées dans le bassin versant de la rivière Beaudet

Catégories de l'IQBR	Nombre de segments	Pourcentage
Très faible	141	20,20
Faible	84	12,03
Moyenne	76	10,89
Bonne	85	12,18
Excellente	312	44,70
Total	698	100,00

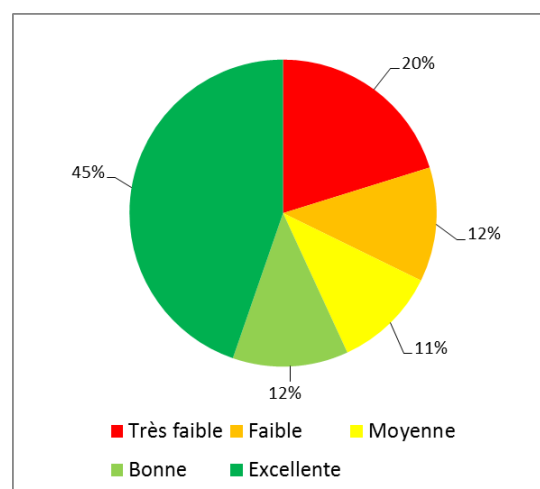


Figure 11 - Le pourcentage de segments de 100 associés à chaque catégorie de l'IQBR

D'autre part, la figure 12 permet aisément de constater le pourcentage de segments qui se sont retrouvés dans chaque catégorie d'utilisation du sol. La majorité des segments analysés se sont retrouvés en milieu forestier, agricole et urbain. De plus, un tableau comparatif entre les catégories de l'IQBR et les types d'occupation du sol a été produit (tableau 5). Dans celui-ci, on y retrouve un dénombrement du nombre de segments ainsi que leur pourcentage correspondant par rapport à chaque type d'utilisation du sol. Ce tableau contient une grande quantité d'informations importantes. Par exemple, en le consultant, il est possible de savoir que parmi les 698 segments étudiés, un total de 152 segments de 100 m se sont retrouvés en milieu agricole. Parmi ceux-ci, 93 ont été évalués comme ayant un indice très faible de la qualité des bandes riveraines. En d'autres termes, cela signifie que 61,2% des bandes riveraines étudiées en milieu agricole dans le bassin versant de la rivière Beaudet sont de très faible qualité. De la même façon, il est possible de constater que 67,4% des milieux forestiers considérés possèdent des bandes riveraines d'excellente qualité.

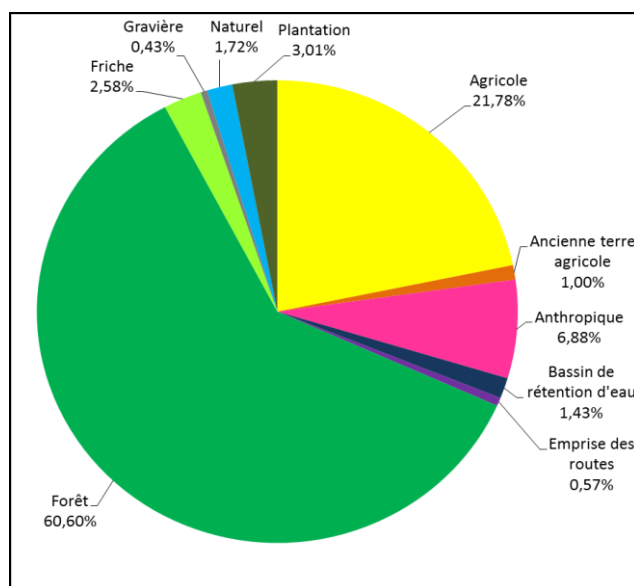


Figure 12 – Le pourcentage de segments de 100 m qui sont associés à chacun des types d'utilisation du sol

Tableau 5 - Compilation du nombre de segments ainsi que du pourcentage de chaque catégorie de l'IQBR par rapport à chaque type d'utilisation du sol

	Agricole		Ancienne terre agricole		Anthropique		Bassin de rétention d'eau*		Emprise des routes		Forêt		Friche		Gravière		Naturel		Plantation		Total	
	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%
Très faible	93	61,2	3	42,9	10	20,8	10	100,0	4	100,0	11	2,6	5	27,8	0	0,0	5	41,7	0	0,0	141	20,2
Faible	31	20,4	2	28,6	16	33,3	0	0,0	0	0,0	24	5,7	3	16,7	1	33,3	3	25,0	4	19,0	84	12,0
Moyenne	16	10,5	1	14,3	11	22,9	0	0,0	0	0,0	41	9,7	1	5,6	1	33,3	1	8,3	4	19,0	76	10,9
Bonne	10	6,6	0	0,0	5	10,4	0	0,0	0	0,0	62	14,7	3	16,7	0	0,0	2	16,7	3	14,3	85	12,2
Excellente	2	1,3	1	14,3	6	12,5	0	0,0	0	0,0	285	67,4	6	33,3	1	33,3	1	8,3	10	47,6	312	44,7
Total	152	100,0	7	100,0	48	100,0	10	100,0	4	100,0	423	100,0	18	100,0	3	100,0	12	100,0	21	100,0	698	100,0

*À noter que « Bassin de rétention d'eau » a été rajouté aux neuf catégories d'utilisation du sol en raison d'une situation particulière décrite à la fin de la section 4.2.

Finalement, il ne faut pas oublier que l'indice de qualité associé à une bande riveraine provient initialement d'un score obtenu selon les neuf composantes. Dans cette optique, il devient également intéressant de comparer les scores obtenus par rapport aux types d'utilisation des terres. Le tableau 6 présente les moyennes obtenues ainsi que différents indices statistiques pour évaluer la précision de ces données. Ce tableau permet d'évaluer précisément la qualité des bandes riveraines selon le type d'occupation du sol parmi les 698 segments. Par exemple, dans les milieux agricoles qui ont été observés par photo-interprétation, le score moyen qui a été obtenu suite à l'identification des composantes de la bande riveraine est de 38,05. De plus, l'intervalle de confiance de $\pm 3,42$ indique que la valeur réelle devrait être incluse dans l'intervalle allant de 34,63 à 41,48. En se référant aux classes de l'IQBR (tableau 3), cela permet d'affirmer que les bandes riveraines qui ont été analysées en milieu agricole sont majoritairement de très faible ou de faible qualité. Par le même procédé, il est également permis d'affirmer que les bandes riveraines observées dans ce projet et qui se retrouvent en milieu forestier sont de bonne à d'excellente qualité alors que celles se trouvant en milieu anthropique ont une qualité qui varie de faible à moyenne. Une représentation graphique du score moyen et de l'intervalle de confiance est disponible à la figure 13.

À noter qu'une catégorie supplémentaire a été ajoutée pour le type d'utilisation du sol. En effet, le type « bassin de rétention d'eau » a été ajouté puisque 10 segments en milieu anthropique se trouvaient dans une grande plaine de sable. Il s'agit d'un bassin de rétention d'eau qui est en construction dans la municipalité de Saint-Apollinaire. Au moment de la prise de photo, la qualité des bandes riveraines y était jugée comme très faible. Cependant, lors de la validation terrain, quelques mois plus tard, il a été observé que la végétalisation du bassin était complétée sur la moitié du secteur. Ainsi, pour ne pas affecter l'IQBR du milieu anthropique avec ce cas particulier qui sera réglé dans quelque temps, il a été choisi de l'exclure de ce type d'utilisation du sol.

Tableau 6 - Tableau comparatif entre chaque type d'utilisation du sol par rapport au score moyen de la qualité des bandes riveraines ainsi que selon différents indices statistiques afin d'évaluer la précision des données

	Moyenne x	Écart-type s	Coefficient de variation CV	Erreur type	Intervalle de confiance à 95% IC		Nombre de segments n	IQBR correspondant à l'intervalle de confiance
Agricole	38,05	21,53	56,57	1,75	3,42	De 34,63 à 41,48	152	De très faible à Faible
Ancienne terre agricole	51,19	25,82	50,44	9,76	19,12	De 32,06 à 70,31	7	De très faible à moyenne
Anthropique	58,60	21,12	36,04	3,05	5,97	De 52,63 à 64,58	48	De faible à moyenne
Bassin de rétention d'eau*	22,06	6,54	29,63	2,07	4,05	De 18,01 à 26,11	10	Très faible
Emprise	21,18	3,45	16,31	1,73	3,38	De 17,79 à 24,56	4	Très faible
Forêt	88,95	17,13	19,26	0,83	1,63	De 87,32 à 90,58	423	De bonne à excellente
Friche	69,10	27,58	39,90	6,50	12,74	De 56,36 à 81,84	18	De faible à bonne
Gravière	71,97	20,08	27,91	11,60	22,73	De 49,24 à 94,69	3	De faible à excellente
Naturel	52,82	25,47	48,22	7,35	14,41	De 38,41 à 67,23	12	De très faible à moyenne
Plantation	79,97	20,82	26,04	4,54	8,91	De 71,06 à 88,87	21	De moyenne à bonne

*À noter que « Bassin de rétention d'eau » a été rajouté aux neuf catégories d'utilisation du sol en raison d'une situation particulière décrite à la fin de la section 4.2.

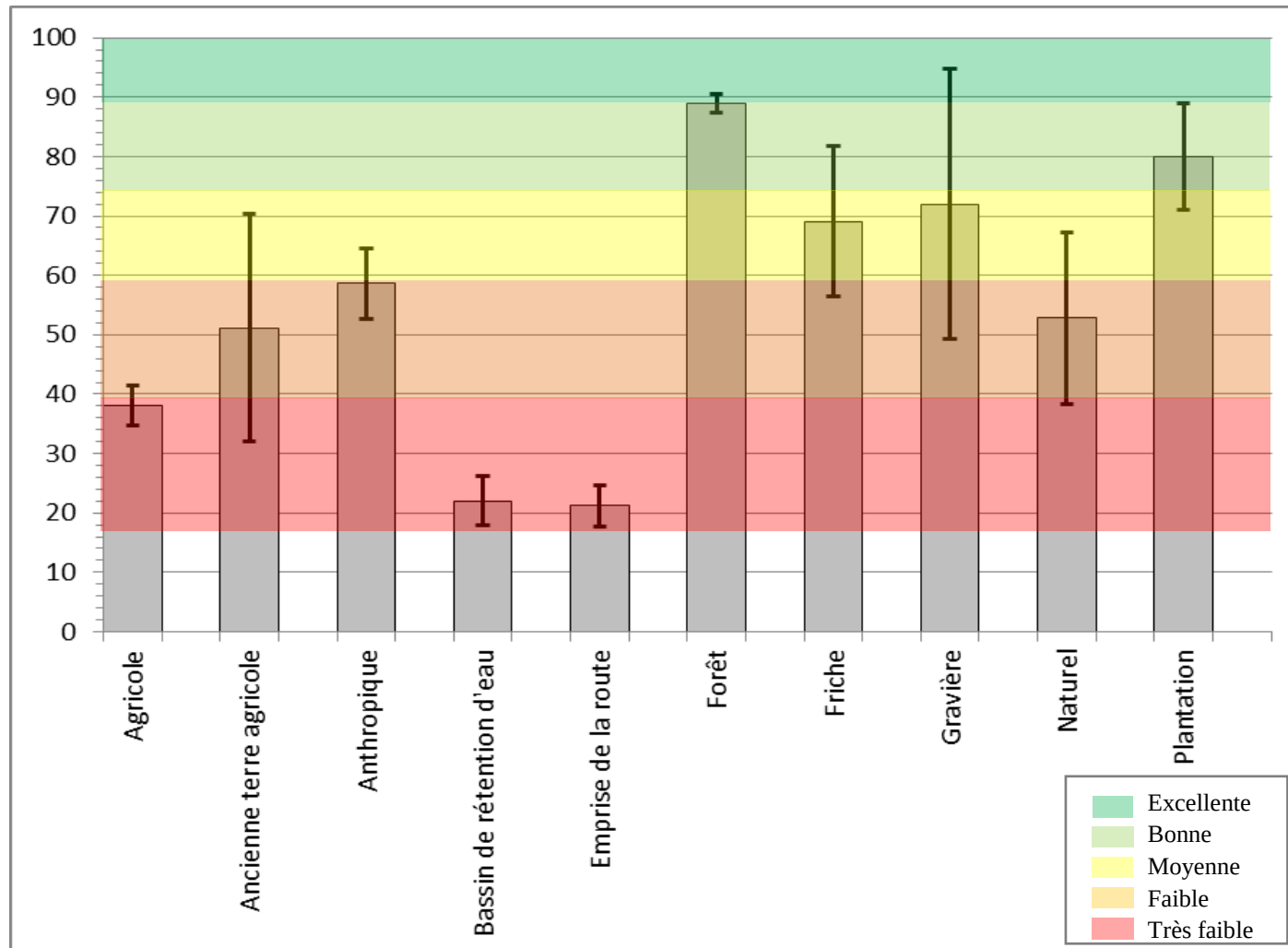


Figure 13 – Représentation graphique du score moyen et de l'intervalle de confiance à 95% de l'IQBR pour chaque type d'occupation du sol. Les bandes de couleur correspondent aux catégories de l'IQBR.

4.3. Validation terrain

Une sélection aléatoire a été réalisée parmi les 698 segments. Au total, ce sont 40 sites qui ont été retenus pour une validation terrain (annexe 6). Pour réaliser cette étape du projet, deux journées y ont été consacrées en date du 5 et du 8 novembre 2013. Pour ce faire, des fiches terrains ont été créées pour faciliter et régulariser la prise de données sur le terrain (annexe 7). Bien que l'accord des propriétaires des terrains fût relativement facile à obtenir, il s'est avéré que la tâche était beaucoup plus longue que prévu. Au final, ce n'est que 18 tronçons qui ont été étudiés lors de ces deux journées (annexe 8). Il n'en demeure pas moins qu'un comparatif demeure possible entre ces données terrains par rapport à celles obtenues par l'analyse de photographies aériennes. Le tableau 7 présente les scores obtenus lors de la validation terrain ainsi que par photo-interprétation pour chacun des 18 sites étudiés. Il s'y retrouve également une comparaison des scores de l'IQBR afin de vérifier si des différences importantes existent. De plus, le tableau 8 inclut les résultats des analyses statistiques concernant les différences observées entre les deux méthodes de récolte de données.

Malgré les quelques variations entre les scores obtenus par les deux méthodes, les catégories de l'IQBR demeurent identiques dans la majorité des cas. En effet, les scores divergent de 8,74 en moyenne. De plus, selon l'intervalle de confiance à 95%, la variation entre les techniques d'analyse pourrait légèrement modifier le score par une différence allant de 5,52 à 11,96 selon les tronçons considérés. À titre de rappel, le score de l'IQBR peut se situer entre 17 et 100.

Tableau 7 - Résultats de l'IQBR qui ont été obtenus par la validation terrain et par la photo-interprétation ainsi que la différence entre ces deux scores

Secteur	IQBR obtenue par validation terrain		IQBR obtenu par l'analyse de photographies aériennes		Différence de score entre la validation terrain et la photo-interprétation
	Score	Catégorie	Score	Catégorie	
3aD-44	26,80	Très faible	19,00	Très faible	7,80
3aD-59	26,80	Très faible	19,00	Très faible	7,80
3aG-01	93,56	Excellente	91,44	Excellente	2,12
3aG-03	100,00	Excellente	96,19	Excellente	3,81
3aG-57	26,80	Très faible	19,00	Très faible	7,80
3eD-03	50,44	Faible	51,10	Faible	0,66
3fG-02	100,00	Excellente	100,00	Excellente	0,00
4bD-60	33,47	Très faible	27,55	Très faible	5,92
4bG-48	58,13	Faible	59,62	Moyenne	1,48
5D-33	72,00	Moyenne	58,27	Faible	13,73
5D-38	91,70	Excellente	100,00	Excellente	8,30
5D-66	83,20	Bonne	100,00	Excellente	16,80
5D-73	81,10	Bonne	100,00	Excellente	18,90
5D-90	100,00	Excellente	94,96	Excellente	5,04
5G-19	59,70	Moyenne	38,85	Très faible	20,85
5G-4	57,20	Faible	33,32	Très faible	23,88
5G-86	85,51	Bonne	81,24	Bonne	4,28
st-apoD-23	37,82	Très faible	45,98	Faible	8,16

Tableau 8 - Analyse statistique de la différence observée entre la validation terrain et l'analyse par photographies aériennes

Type d'analyse statistique	Annotation	Résultat
Moyenne	x	8,74
Écart-type	s	7,18
Coefficient de variation	CV	0,82
Erreur type		1,69
Intervalle de confiance (95%)	IC	3,32
Nombre de données	n	18

5. Discussion

5.1 Validité des résultats

Pour débiter, il est nécessaire de discuter de la validité des résultats obtenus par photo-interprétation. En effet, la validation terrain a permis de constater que les valeurs de l'IQBR sont presque identiques dans la plupart des cas. Cependant, quelques segments ont relevé des différences plus importantes selon la méthode choisie. C'est le cas du segment 5D-73 dont la différence de score de l'IQBR est de 18,90. Dans ce cas-ci, la photographie aérienne a permis d'observer la présence d'un couvert forestier. La qualité était considérée comme parfaite puisque le score était de 100. Par contre, la validation terrain a démontré qu'une grande quantité d'herbacées se retrouvaient au sol. La présence de celles-ci résulte en une qualité jugée comme bonne alors que le score est de 81,10. Le même phénomène s'est produit avec le segment 5D-66. Ces deux exemples permettent de faire un premier constat. Lors de l'analyse des photographies aériennes, la présence d'un milieu forestier risque de masquer les données qui se retrouvent au niveau du sol. Comme des composantes ne sont pas considérées, l'IQBR dans ces segments est légèrement surévalué.

D'autre part, un deuxième constat peut être fait lorsque l'on considère les segments 5G-04 et 5D-33. En effet, il y a une différence de 23,88 et de 13,73 entre les scores provenant de la validation terrain ainsi que de l'analyse de photographies. Dans ces deux cas, la photo-interprétation a évalué des secteurs comme étant du sol nu alors que la validation terrain a démontré que ces mêmes secteurs correspondaient plutôt à des herbacées. Cela revient à dire que des régions identifiées comme ayant un sol nu pourraient probablement être recouvertes d'herbacées dans la réalité. Évidemment, la présence d'herbacées comparativement au sol nu améliore l'IQBR d'un segment. Ainsi, de telles situations ont tendance à sous-évaluer la qualité des bandes riveraines lors des analyses par photographies aériennes. Toutefois, il est important de rappeler que les photos ont été prises au mois d'avril. D'ailleurs, de la neige était encore visible à certains endroits. Du fait que les clichés ont été pris si tôt dans l'année, les herbacées ne sont pas visibles sur les photos. Par exemple, les herbacées annuelles meurent à la fin de l'année et les graines qui survivent

germeront et formeront de nouveaux individus l'année suivante. Étant à un moment si tôt dans la saison, la croissance est à peine débutée et il est pratiquement impossible d'observer ces herbacées à l'aide des photographies aériennes. De plus, il faut également mentionner que la résolution des photos complexifie l'identification de cette composante relativement petite.

Puis, une autre différence importante a été observée dans le segment 5G-19 lors de la validation terrain. Alors que les photos semblaient démontrer un escarpement de sol nu, la validation terrain a démontré qu'il s'agissait plutôt d'un socle rocheux qui s'effrite. Selon la figure 8, le socle rocheux a un facteur de pondération qui est plus élevé que celui du sol nu. Ainsi, l'identification de sol nu plutôt que d'un socle rocheux a pour effet de sous-évaluer l'IQBR.

Somme toute, malgré ces trois constats, il n'en demeure pas moins que les différences entre les deux méthodes d'analyse sont relativement faibles. En effet, la variation moyenne devrait se situer entre 5,52 et 11,96. Considérant que les classes et catégories de l'IQBR ont des intervalles allant de 10,5 à 22,5 (tableau 3), la différence entre les techniques d'analyse n'a généralement pas une grande influence sur l'indice de qualité. Ainsi, l'analyse par photographies aériennes permet d'obtenir des résultats valides et représentatifs de la réalité dans la très grande majorité des cas.

5.2 Types d'occupation du sol et IQBR

Étant donné que le milieu agricole, forestier et anthropique comporte plus de données (figure 12), l'analyse sera axée sur ces trois types d'utilisation. De ce fait, les observations qui suivent correspondent à une plus grande quantité de segments et sont plus représentatives de la réalité.

5.2.1 Milieu agricole

À première vue, la figure 10 permet de visualiser rapidement certaines choses. Entre autres, les cours d'eau analysés qui se retrouvent en milieu agricole possèdent presque tous

des bandes riveraines de très faible ou faible qualité. D'ailleurs, le tableau 5 appuie cette observation puisque 81,6% des bandes riveraines agricoles sont jugées comme étant très faible ou faible. À cela, s'ajoute également le score moyen de l'IQBR qui se situe à 95% dans l'intervalle compris entre 34,63 et 41,48. Cet intervalle correspond à la catégorie très faible à faible.

Ainsi, les observations et les statistiques témoignent que les bandes riveraines en milieu agricole qui ont été étudiées dans le bassin versant de la rivière Beaudet sont principalement en mauvais état. Cela provient surtout de la présence des champs qui se retrouvent souvent très près des cours d'eau. La bande riveraine en place se compose principalement d'herbacées. Dans de rares cas, quelques arbustes sont présents.

Enfin, il ne faut pas oublier un élément essentiel lorsque l'on considère ce type d'utilisation du sol. Il s'agit de l'aspect légal relativement à la largeur des bandes riveraines. En effet, il est seulement exigé que la bande riveraine en territoire agricole soit d'une largeur de trois mètres. De ce fait, il est probable qu'une évaluation de la qualité des bandes riveraines sur cette largeur plutôt que sur dix mètres résulterait probablement en des qualités légèrement supérieures. À titre d'exemple, le segment 3aD-59 est composé d'herbacées sur les trois premiers mètres de largeur alors que les sept mètres restants sont considérés comme une culture. Dans ce cas, le score est de 30,7 et correspond à un IQBR très faible. Par contre, si on ne considère que les trois premiers mètres comme l'oblige la réglementation en place, le score serait plutôt de 58 et cela correspondrait à une qualité jugée comme faible. Cet exemple permet de constater qu'en appliquant une largeur de trois mètres plutôt que dix mètres, la bande riveraine en milieu agricole n'est pas en bonne condition.

5.2.2 Milieu forestier

De la même façon, la représentation visuelle (figure 10) semble indiquer que les forêts sont principalement composées d'une bande riveraine d'excellente ou de bonne qualité. Statistiquement, cela se confirme puisque 82% des segments en milieux forestiers ont un indice jugé comme bon ou excellent. Quant au score moyen, il est inclus entre 87,32

et 90,58 à 95% de certitude. Cette distribution correspond à un IQBR variant de bon à excellent.

Ces résultats ne sont pas surprenants puisque la composante « forêt » est associée au poids le plus important dans l'équation utilisée pour obtenir l'IQBR (Figure 8 8). C'est surtout pour cette raison que plus de 80% des segments en milieux forestiers qui ont été étudiés sont considérés comme de bonne ou d'excellente qualité. Ainsi, la présence d'arbres augmente rapidement le score et permet d'obtenir une bande riveraine ayant une bonne qualité. Les forêts obtiennent une telle importance du fait qu'elles participent à de nombreuses fonctions écologiques capables de maintenir et d'améliorer l'état des bandes riveraines.

5.2.3 Milieu anthropique

En ce qui concerne les milieux anthropiques, bien que ceux-ci soient moins nombreux, la bande riveraine semble y être évaluée comme étant de très faible, faible ou de moyenne qualité selon la figure 10. Cette observation se confirme par l'analyse statistique puisque 77,1% des segments de la bande riveraine en milieu anthropique sont considérés comme ayant une qualité très faible, faible ou moyenne. De plus, le score moyen compris entre 52,63 et 64,53 confirme encore une fois que ce type d'utilisation du sol est généralement associé à une qualité variant de faible à moyenne.

De plus, il faut dire que la principale problématique provient surtout de l'aménagement paysager des terrains se situant en bordure du cours d'eau. À de nombreuses reprises, l'analyse par photographies aériennes a permis d'observer de grandes superficies de pelouse qui se terminaient à un ou deux mètres du cours d'eau. Parfois, une mince bande d'arbres ou d'arbustes fait office de bandes riveraines. À cela s'ajoute la présence de différentes structures comme des routes, bâtiments et murets. Leur présence accélère grandement le ruissellement et contribue à diminuer l'IQBR de la bande riveraine.

5.3 Utilisation future de ces résultats

Dans un avenir rapproché, il serait souhaitable de terminer la caractérisation des bandes riveraines sur l'ensemble du bassin versant de la rivière Beaudet. Ainsi, il s'agirait de faits plutôt que des tendances comme celles démontrées précédemment. De plus, cela favoriserait davantage l'utilisation des résultats pour une multitude d'actions.

D'abord, il est évident que les résultats peuvent être utilisés à titre d'outil de sensibilisation auprès des résidents et des municipalités concernés. Cet outil aurait pour principal objectif d'expliquer l'utilité de la bande riveraine tout en démontrant la situation actuelle dans le bassin versant. En pleine connaissance de cause, des citoyens pourraient volontairement améliorer la qualité de la bande riveraine par des initiatives personnelles ou même des projets avec la collectivité. Pour ce faire, plusieurs techniques peuvent être considérées. À titre d'exemple, il serait possible d'opter pour la plantation afin de végétaliser les rives avec des espèces ligneuses alors que l'ensemencement à l'aide de graines permettrait d'ajouter des herbacées sur le sol nu. D'autres méthodes sont résumées à l'annexe 9. Des partenariats avec des organismes ayant des connaissances propres à ce domaine pourraient même être envisagés.

De plus, il s'est avéré que la largeur de la bande riveraine exigée par la loi provinciale en milieu agricole n'est pas constamment respectée. En effet, il n'est pas rare de constater que les champs empiètent sur la largeur de 3 m. Dans les cas où la largeur est conforme, les composantes de la bande riveraine ne sont généralement pas optimales puisqu'il n'y a souvent que des herbacées. Ainsi, en considérant ces aspects, peut-être serait-il nécessaire de revoir la législation, d'effectuer un meilleur suivi ou d'aménager plus efficacement les bandes riveraines.

Enfin, il faut être conscient que le territoire à couvrir est très grand et que la restauration de la bande riveraine à un état convenable ne peut pas être réalisée sur la totalité des rives jugées actuellement en mauvais état. Toutefois, selon les résultats et les types d'utilisation du sol, il serait possible de prioriser certains secteurs. Par exemple, il

pourrait être choisi de restaurer initialement des bandes riveraines en milieu anthropique puisque la qualité n'est pas optimale et que les gens seraient plus impliqués puisque cela les concernerait directement.

6. Conclusion

L'étude par photo-interprétation du bassin versant de la rivière Beaudet a permis de caractériser la bande riveraine en bordure de 34,9 km de cours d'eau. Cela correspond à 698 segments mesurant chacun 100 m qui ont été analysés afin d'obtenir l'indice de qualité de la bande riveraine. Toutefois, le bassin versant n'a pas été étudié en entier par manque de temps. Les résultats se concentrent surtout sur les cours d'eau les plus importants ainsi que ceux se retrouvant en milieu urbain ou anthropique.

Parmi les segments étudiés, il a été montré que 60,6 % se retrouvent en milieu forestier, 21,8 % en milieu agricole et 6,9 % en milieu anthropique. Les autres segments sont distribués parmi les autres types d'utilisation qui se retrouvent avec si peu de données qu'il est difficile d'estimer de façon représentative leur état sur le bassin versant.

La majorité des rives analysées, c'est-à-dire 45 %, ont obtenu un IQBR jugé comme excellent. Puis, en seconde position, avec 20%, il s'agit de la catégorie très faible. Les catégories faibles, moyennes et bonnes sont relativement similaires en terme de représentation parmi l'ensemble des segments étudiés. En effet, cela correspond respectivement à 12 %, 11 % et 12%.

De plus, il a été démontré que les segments considérés comme excellents sont principalement associés à la forêt. C'est la forte dominance de celle-ci dans les segments analysés qui est responsable de l'excellente qualité des bandes riveraines. Quant à la qualité évaluée comme très faible, elle est surtout associée aux milieux agricoles et anthropiques.

D'ailleurs, ces résultats obtenus par l'analyse des photographies aériennes ont été confirmés par la validation terrain. Il s'est avéré que de légères variations peuvent exister

entre les deux méthodes. Cependant, les résultats sont presque toujours identiques lorsque les deux techniques d'analyse sont comparées entre elles.

D'autre part, les résultats ont été intégrés à un système d'information géographique et ont été cartographiés. De ce fait, il sera plus facile d'utiliser ces données dans différents projets. À ce propos, il est souhaitable de compléter la caractérisation de l'ensemble du bassin versant et de l'intégrer aux résultats actuels. Ainsi, ceux-ci correspondraient à la situation réelle plutôt que d'être une estimation basée sur quelques centaines de segments. Également, avec les résultats obtenus, un outil de sensibilisation pourrait être mis en place pour éduquer les citoyens sur l'utilité et la situation des bandes riveraines.

7. Bibliographie

Anctil, François (2007) *L'eau et ses enjeux*. Les Presses de l'Université Laval, Québec, Canada, 228 p.

Bassin Versant Saint-Maurice (BVSM) (2003) *Restauration des berges et sensibilisation de la population à de bonnes pratiques en milieu riverain* [En ligne] Consultée le 15 mai 2013 http://bvsm.ca/fichiers%20PDF/restauration_berges_sensibilisation_milieu_riverain.pdf

Centre de conservation des sols et de l'eau de l'Est du Canada (CCSE) (2013) *Les bandes riveraines et la qualité de l'eau : une revue de la littérature* [En ligne] Consulté le 12 septembre 2013 <http://www.ccse-swcc.nb.ca/publications/francais/bandes.pdf>

Ministère de l'énergie, des mines et des ressources (1981) *Carte de dépôts de surface : 21L/11 et 21L/12*. Gouvernement du Québec - Direction des levés et de la cartographie.

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) (2002a) *Fonctions écologiques de la bande riveraine* [En ligne] Consulté le 12 septembre 2013 http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/fonctions.htm

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) (2002b) *Protocole d'évaluation et méthode de calcul de l'indice de qualité de la bande riveraine (IQBR)* [En ligne] Consulté le 11 septembre 2013 http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/protocole.htm

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) (2007) *Efficacité des bandes riveraines : analyse de la documentation scientifique et perspectives* [En ligne] Consulté le 12 septembre 2013 <http://www.mddefp.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/fiches/bandes-riv.pdf>

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et CRE Laurentides (2009) *Protocole de caractérisation de la bande riveraine élaboré dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)* [En ligne] Consulté le 12 septembre 2013 http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsvl/bande_riveraine.pdf

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) (2013) *Normales climatiques du Québec 1981-2010 : Station 7027259 (Saint-Flavien)* [En ligne] Consulté le 28 novembre 2013 <http://www.mddefp.gouv.qc.ca/climat/normales/index.asp>

Organisme de bassins versants de la zone du Chêne (OBV du Chêne) (2013) *Portrait des bassins versants de la zone du Chêne; Plan directeur de l'eau de la zone du Chêne*, Sainte-Croix, Version préliminaire.

Publication du Québec (2013) *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* [En ligne] Consulté le 11 septembre 2013

http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q_2/Q2R35.htm

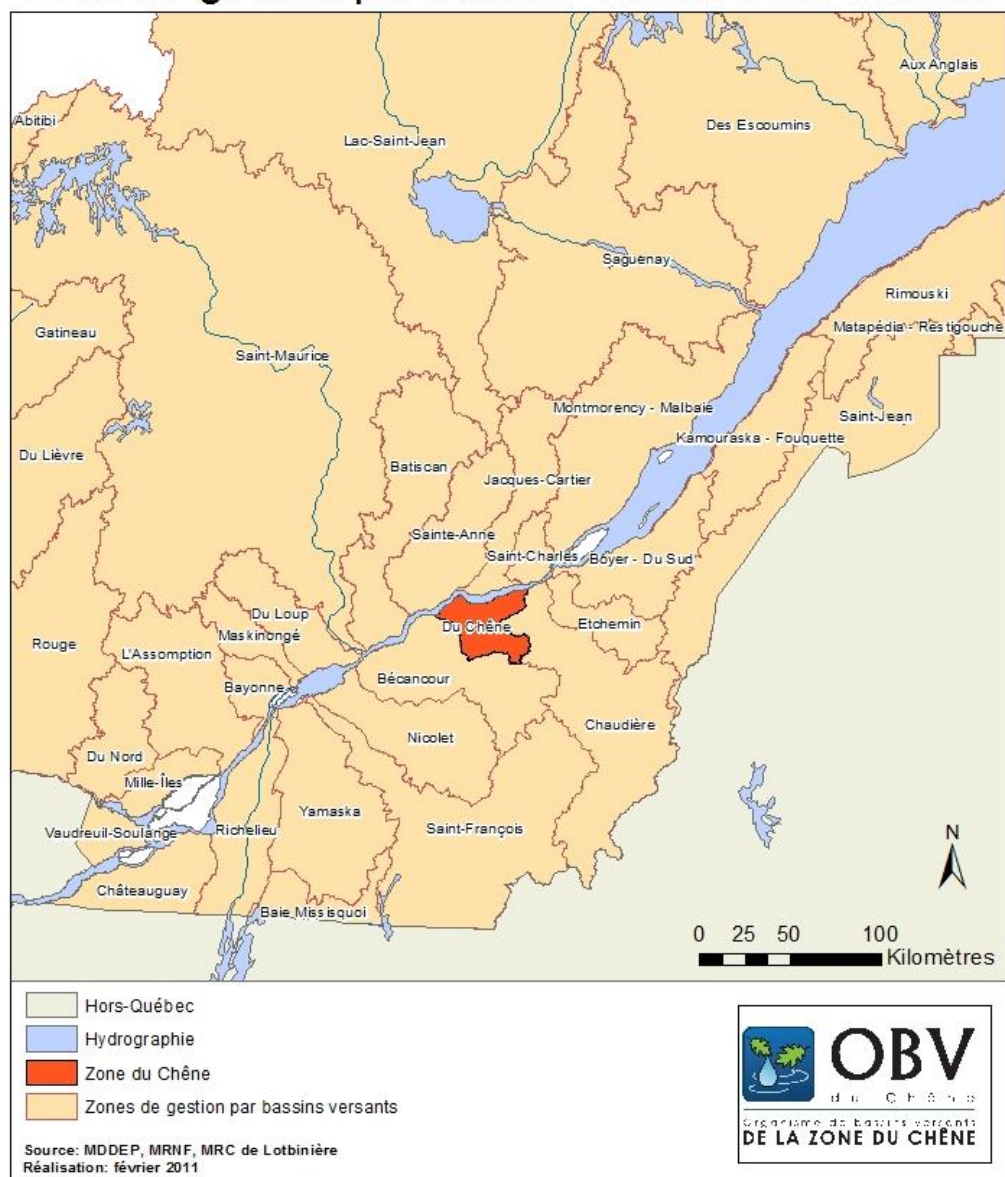
Saint-Jacques, N. et Y. Richard (1998) *Développement d'un indice de qualité de bande riveraine : application à la rivière Chaudière et mise en relation avec l'intégrité biotique du milieu aquatique* [En ligne] Consulté le 12 septembre 2013

http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/rapport.pdf

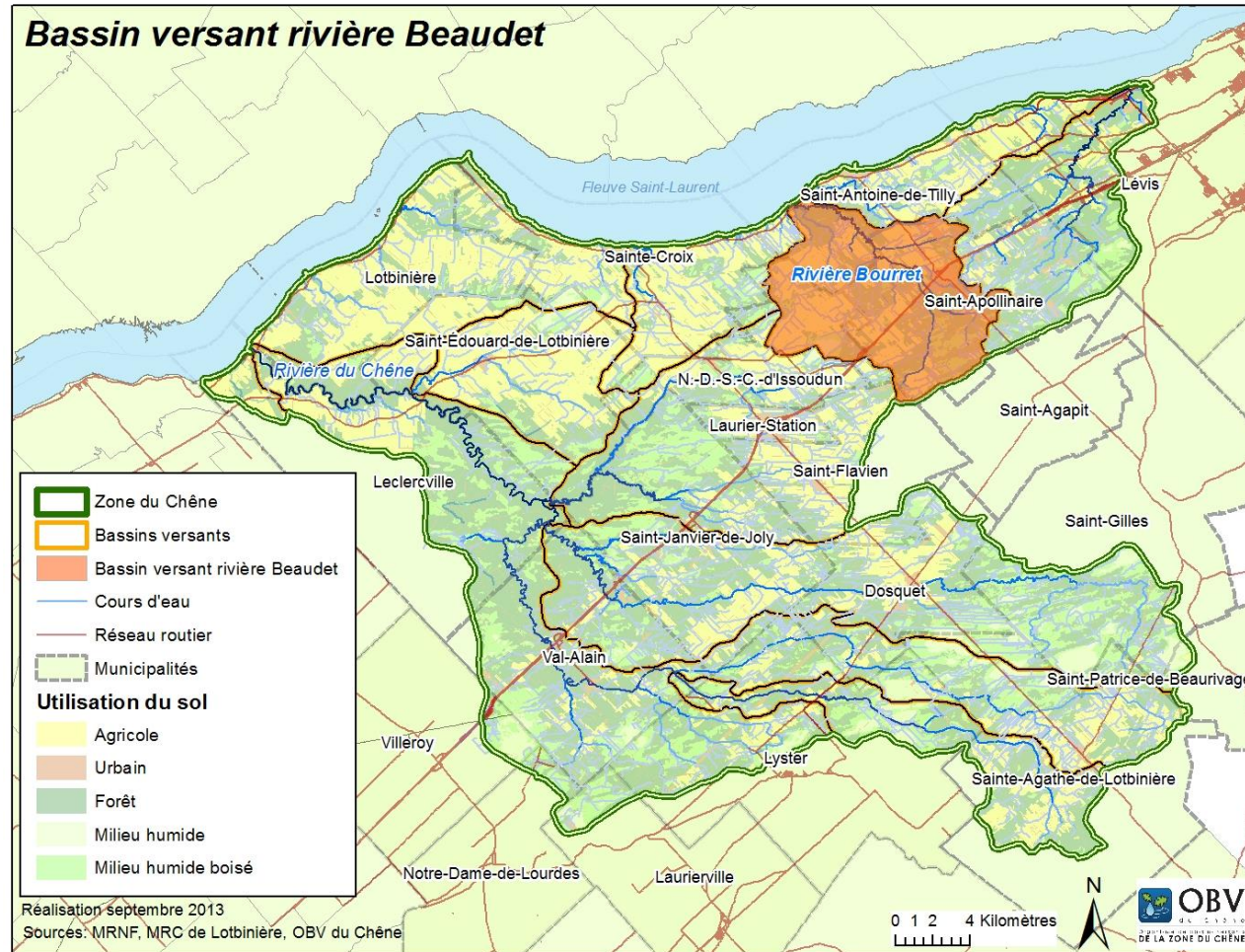
Sarremejane, R. (2011) *Évaluation de l'état des bandes riveraines du bassin versant de la rivière du Bois Clair*, Document interne de l'Organisme de bassins versants de la zone du Chêne, 34 pages

Annexe 1 – Localisation du territoire de l'OBV du chêne (OBV du Chêne, 2013)

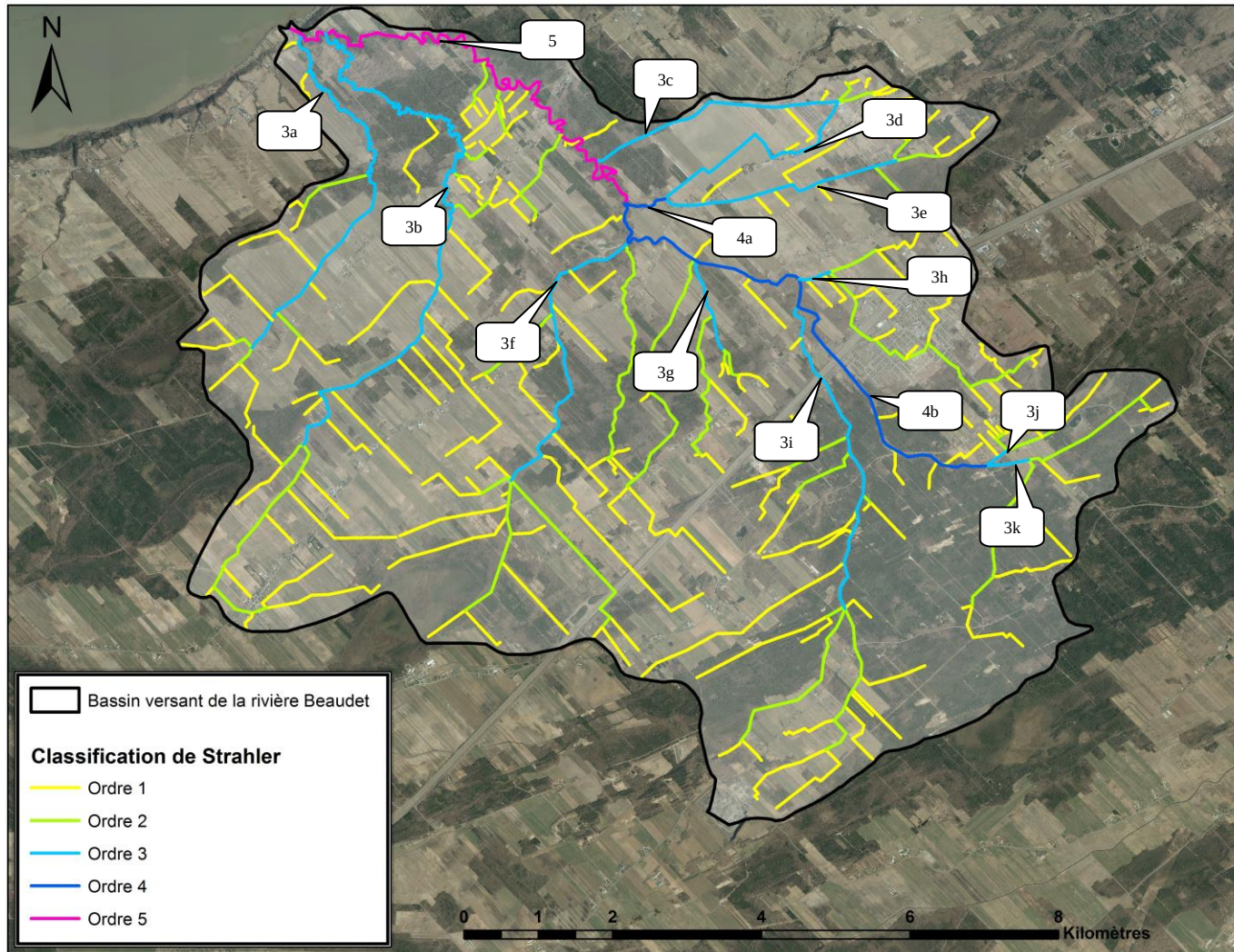
Zone de gestion par bassins versants du Québec



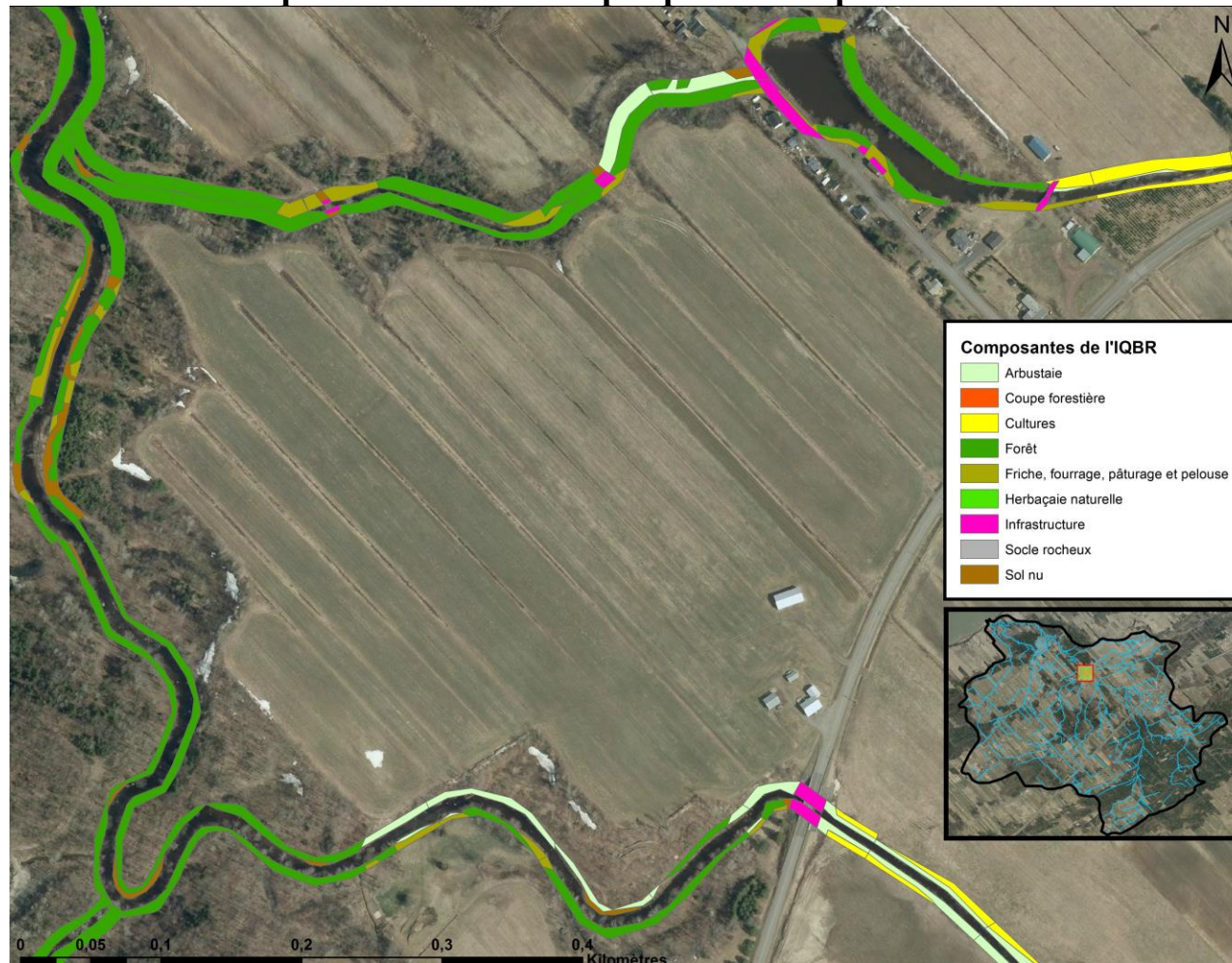
Annexe 2 – Localisation du bassin versant de la rivière Beaudet (aussi nommé rivière Bourret) à l'intérieur du territoire de l'OBV du chêne (OBV du Chêne, 2013)



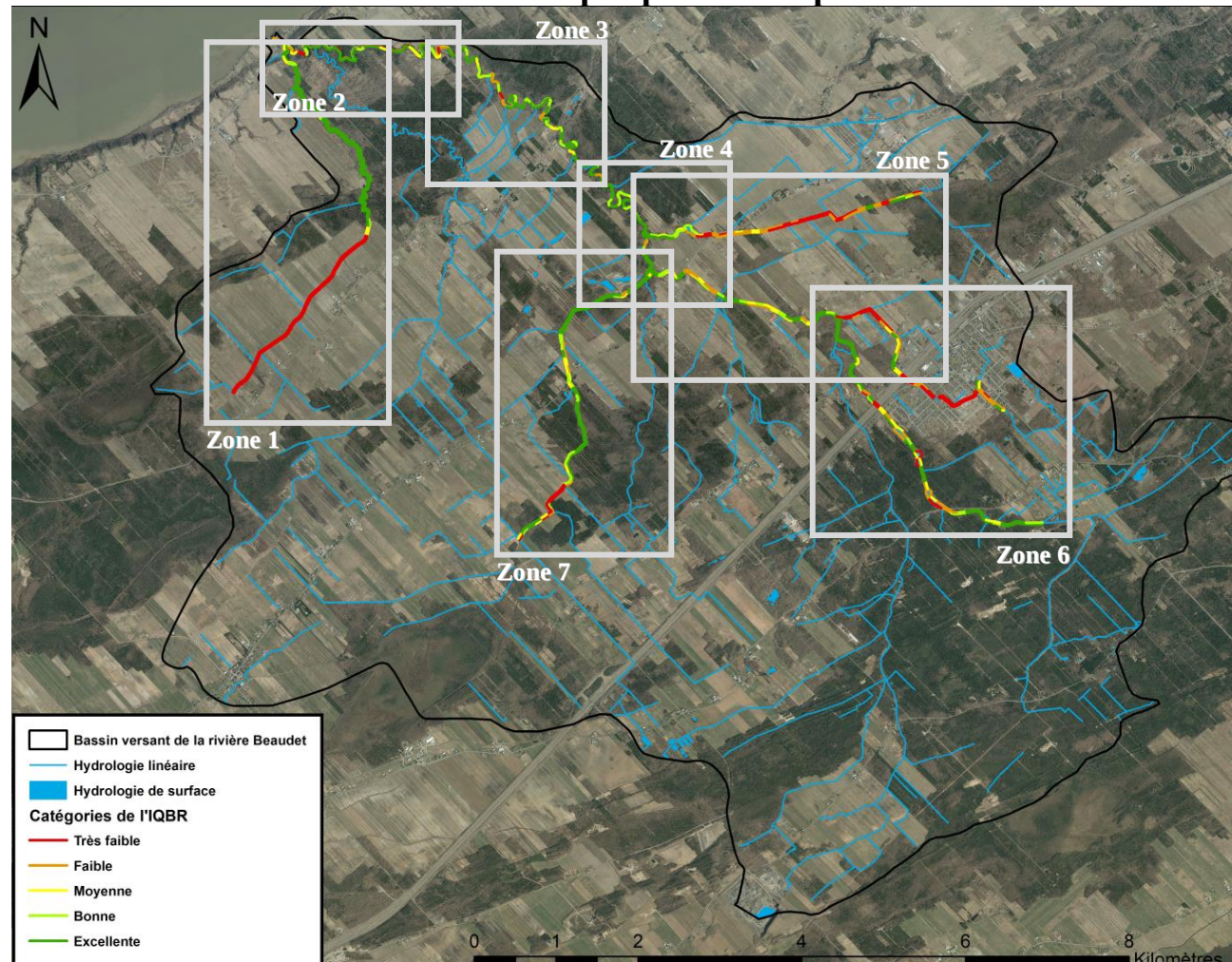
Annexe 3 – Noms accordés à chacun des biefs de la classification de Strahler

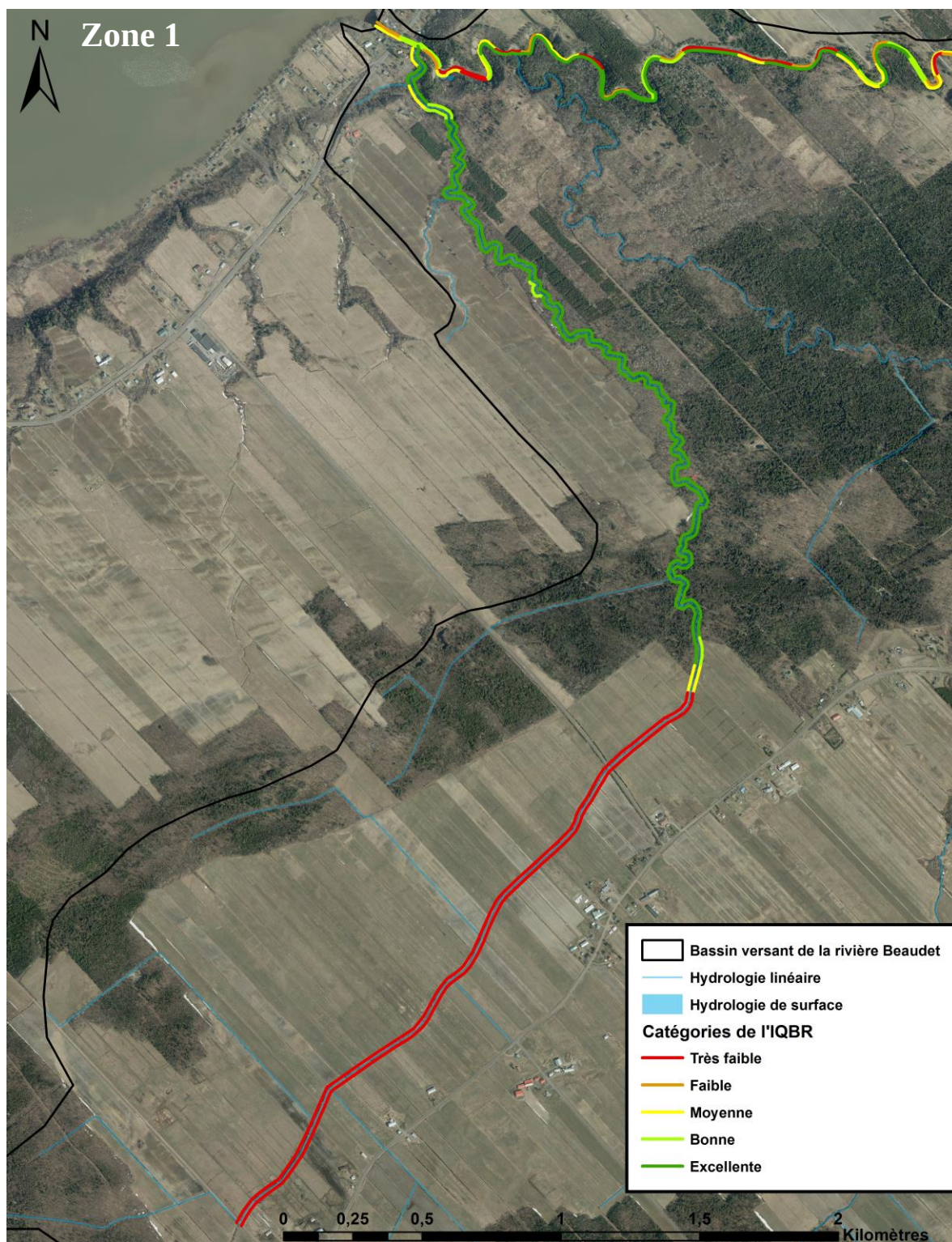


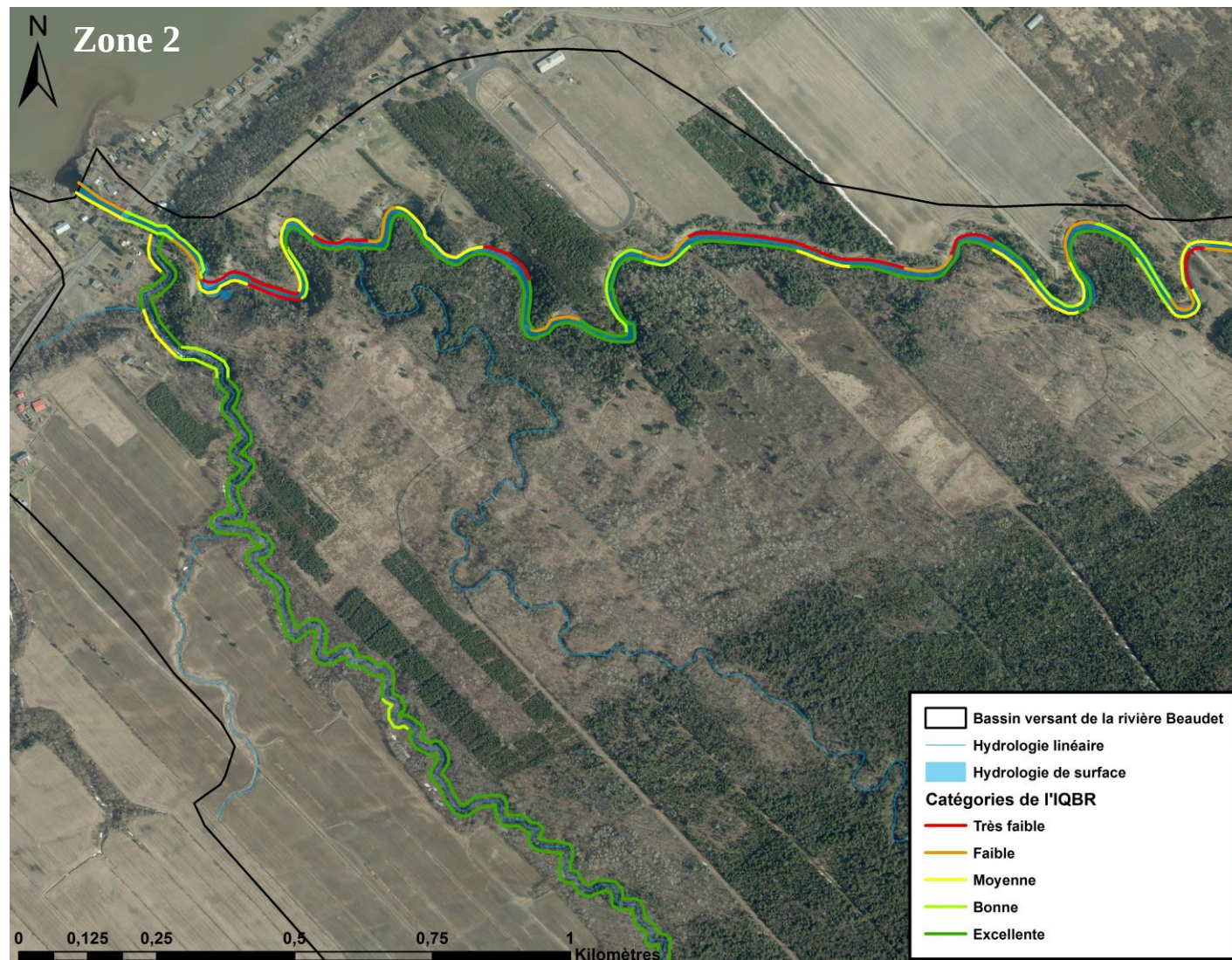
**Annexe 4 – Un exemple des composantes faisant parties de la bande riveraines
qui ont été identifiées par photo-interprétation**

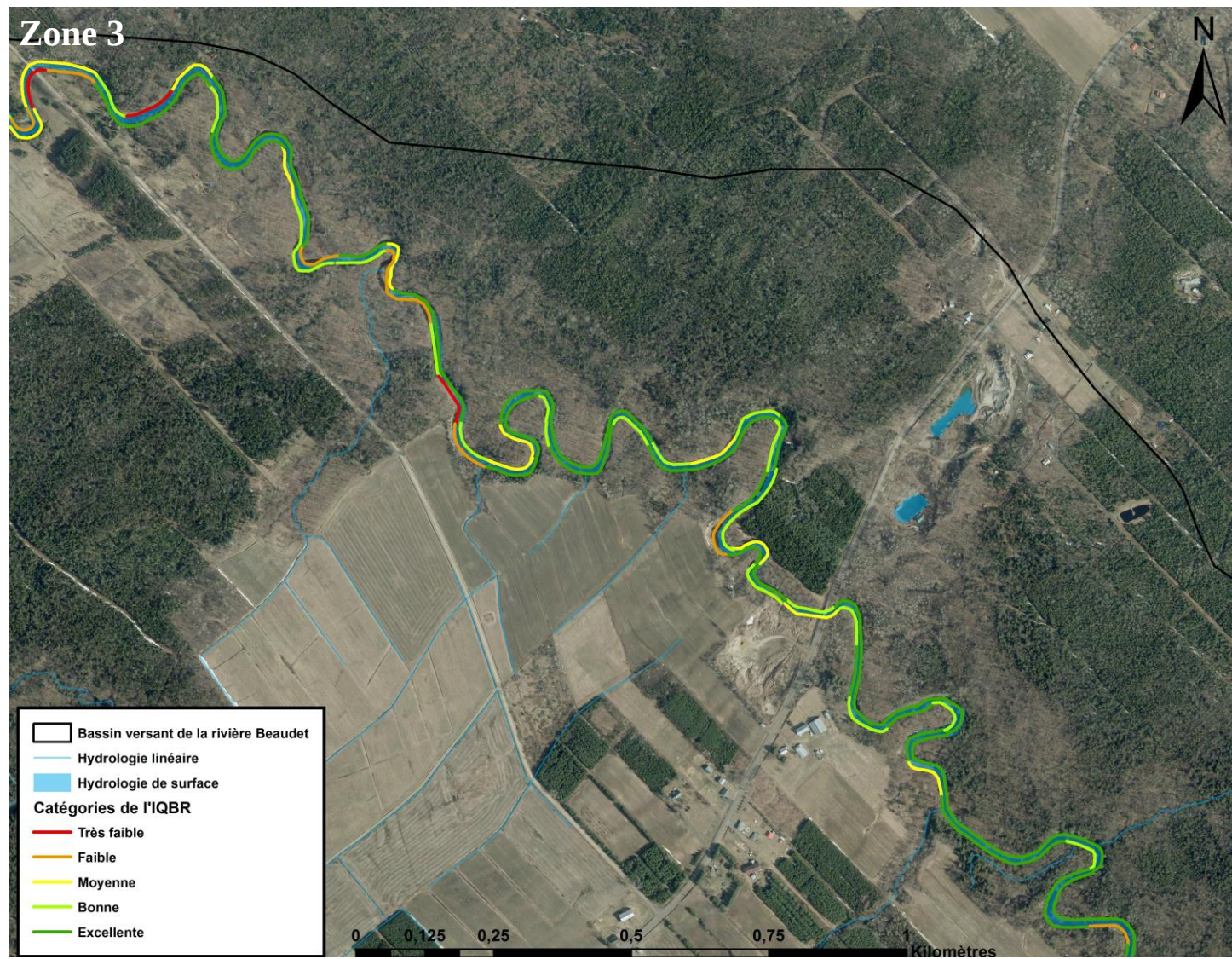


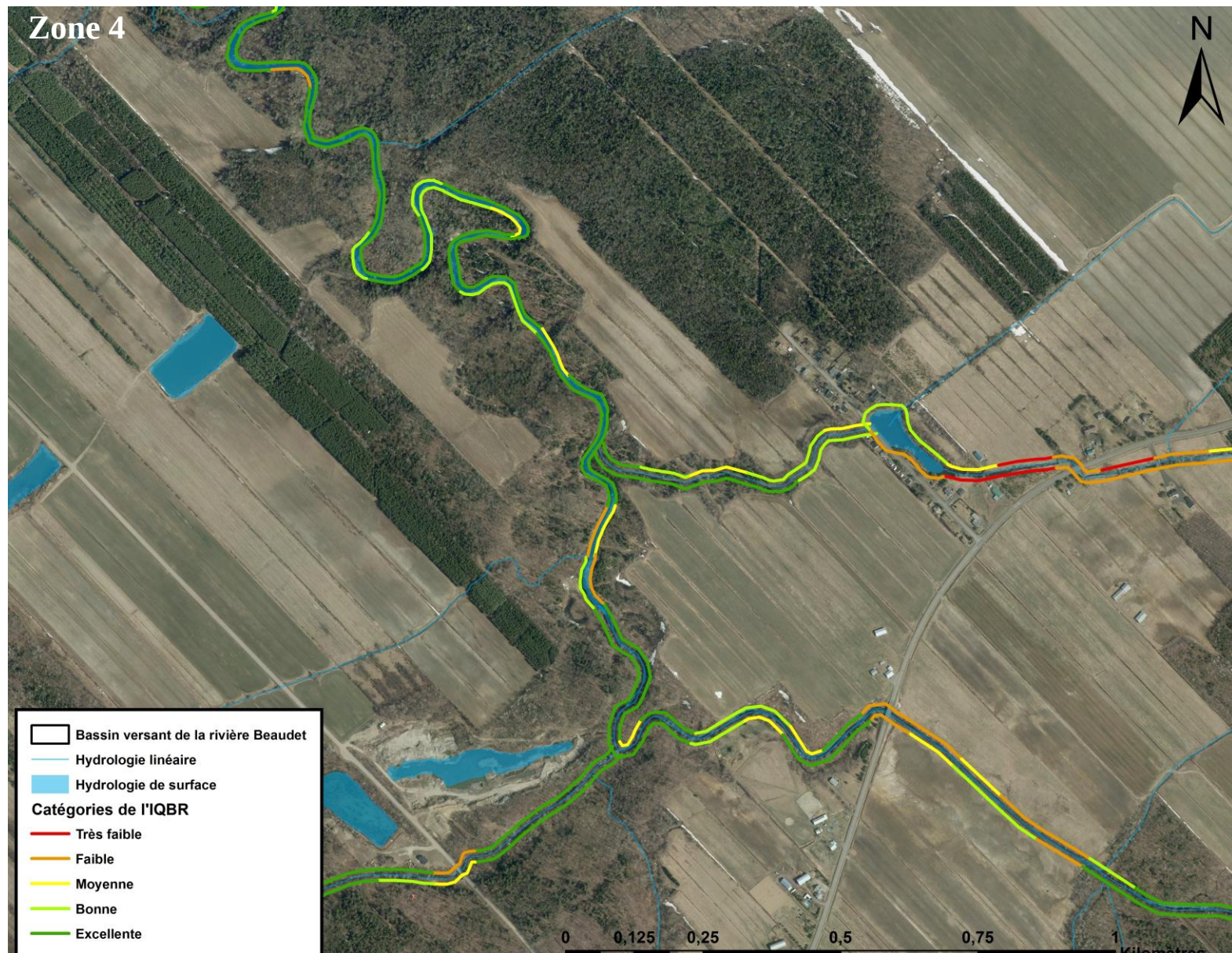
Annexe 5 – Agrandissement de sept zones qui couvrent l'ensemble des données obtenues par photo-interprétation

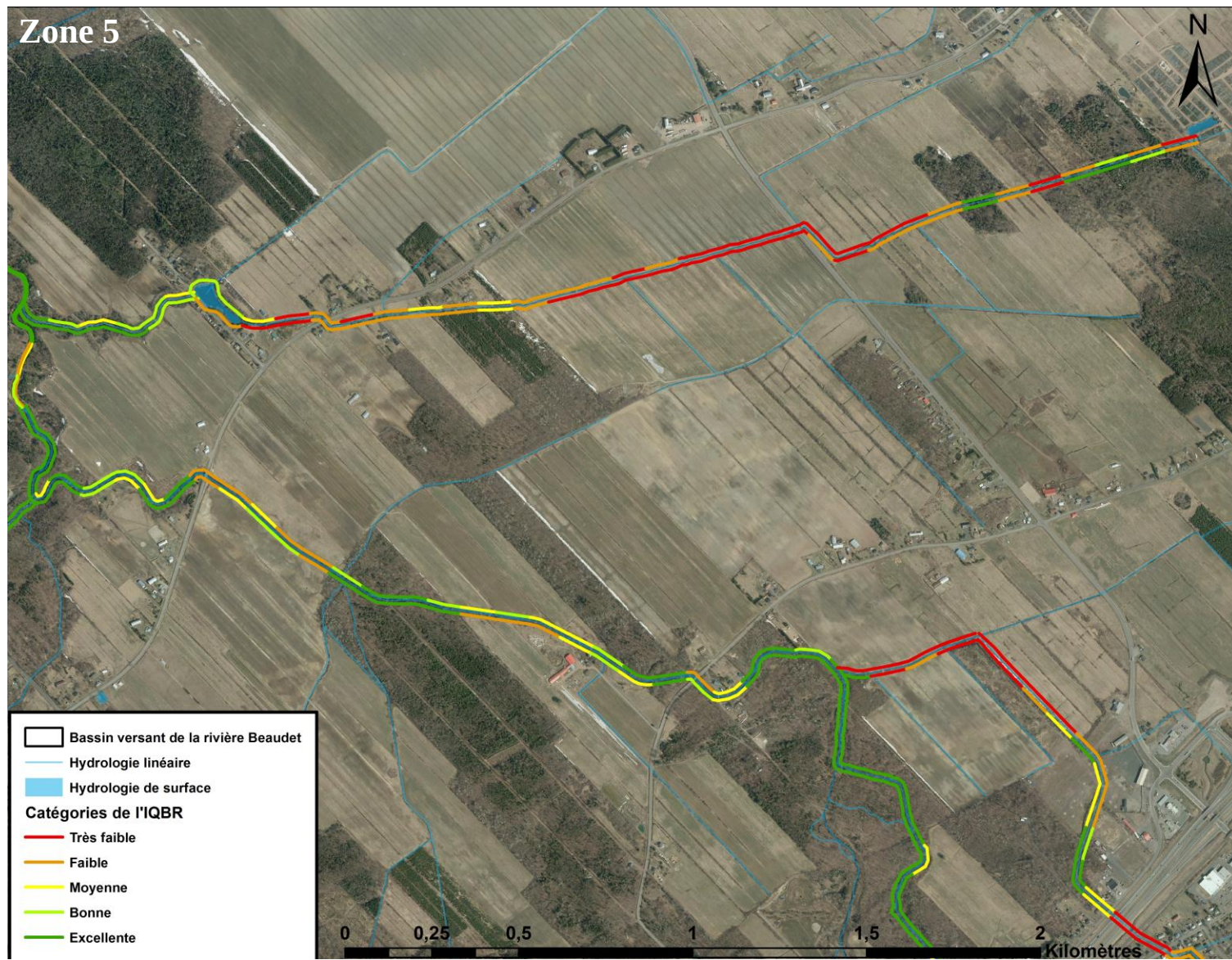


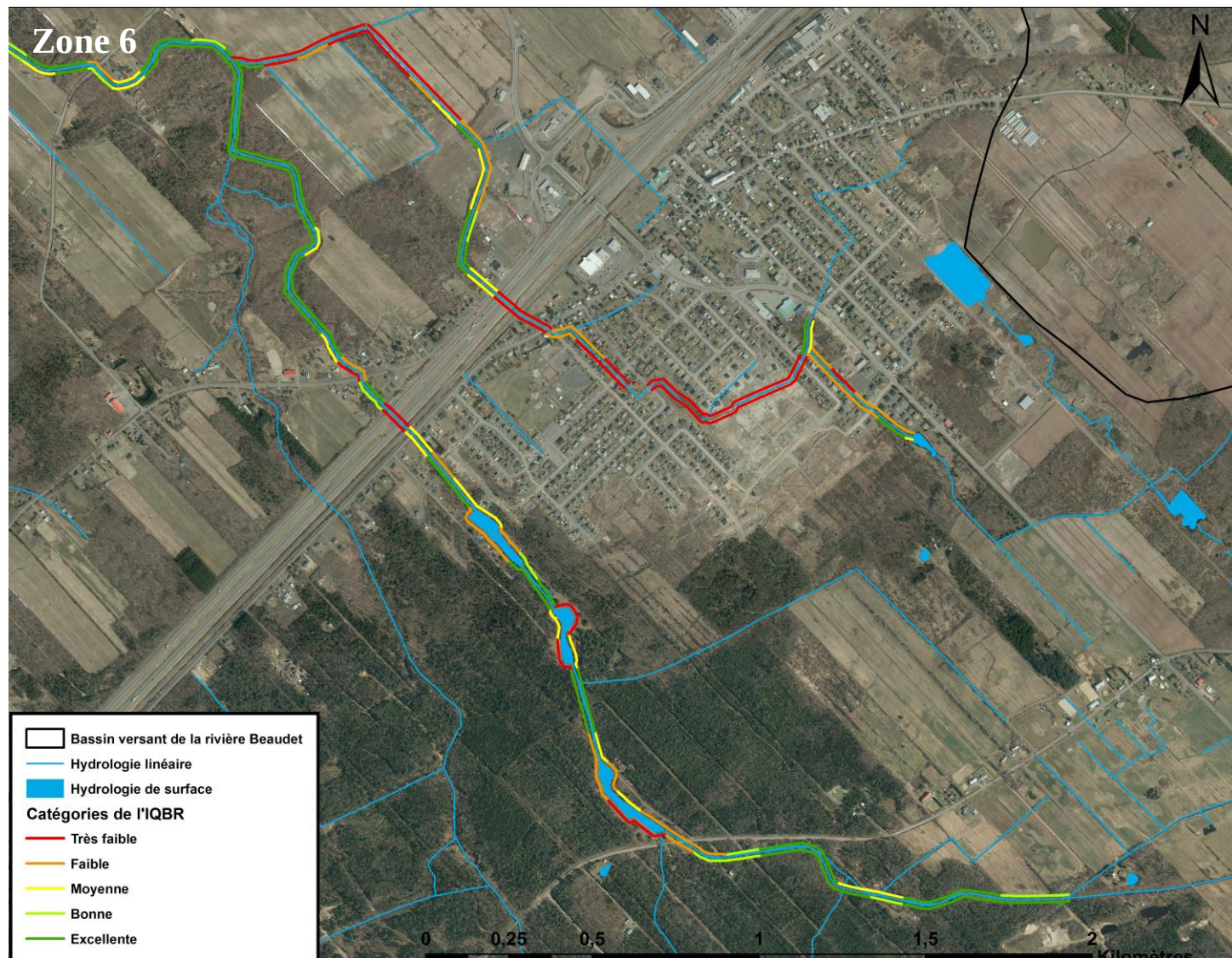


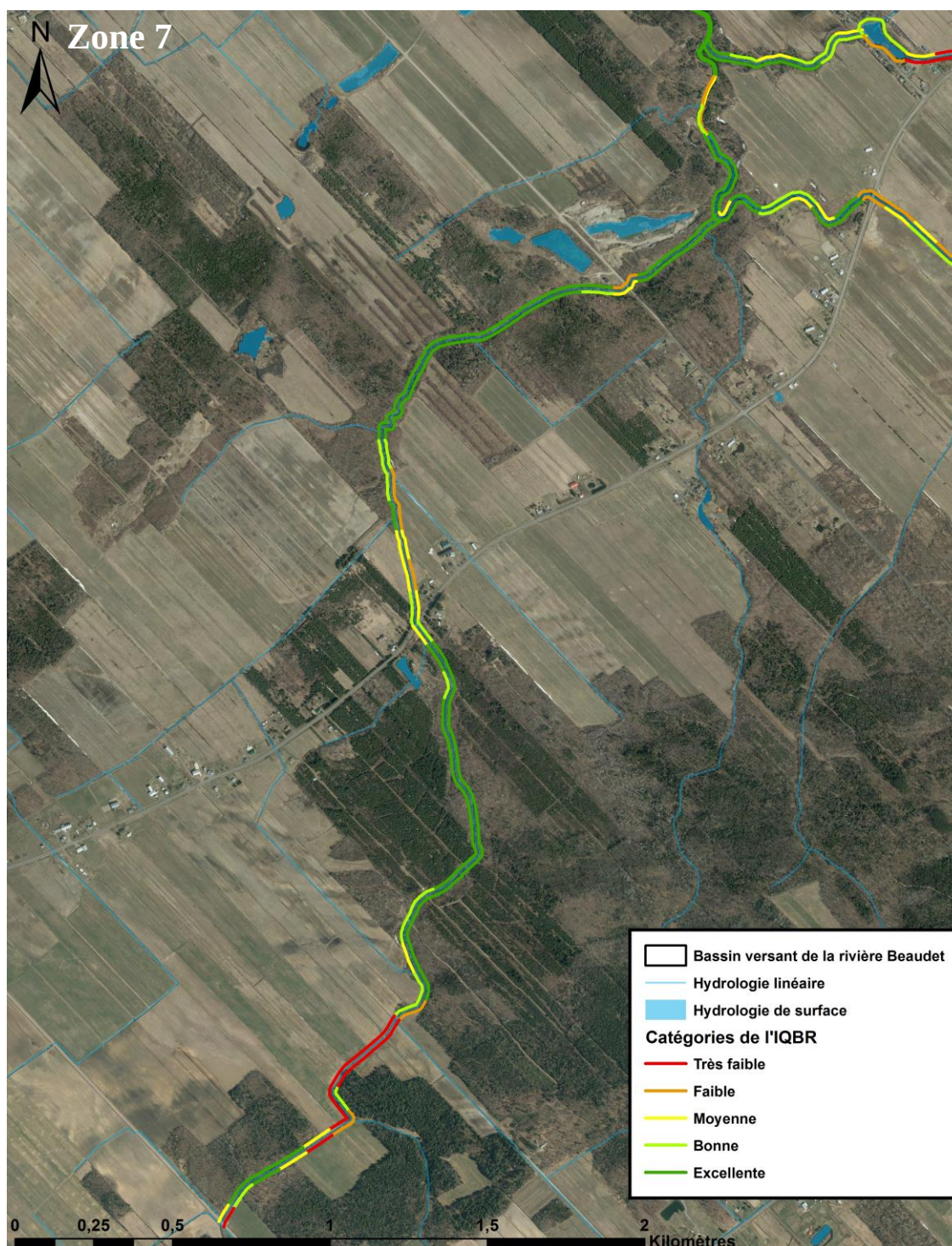




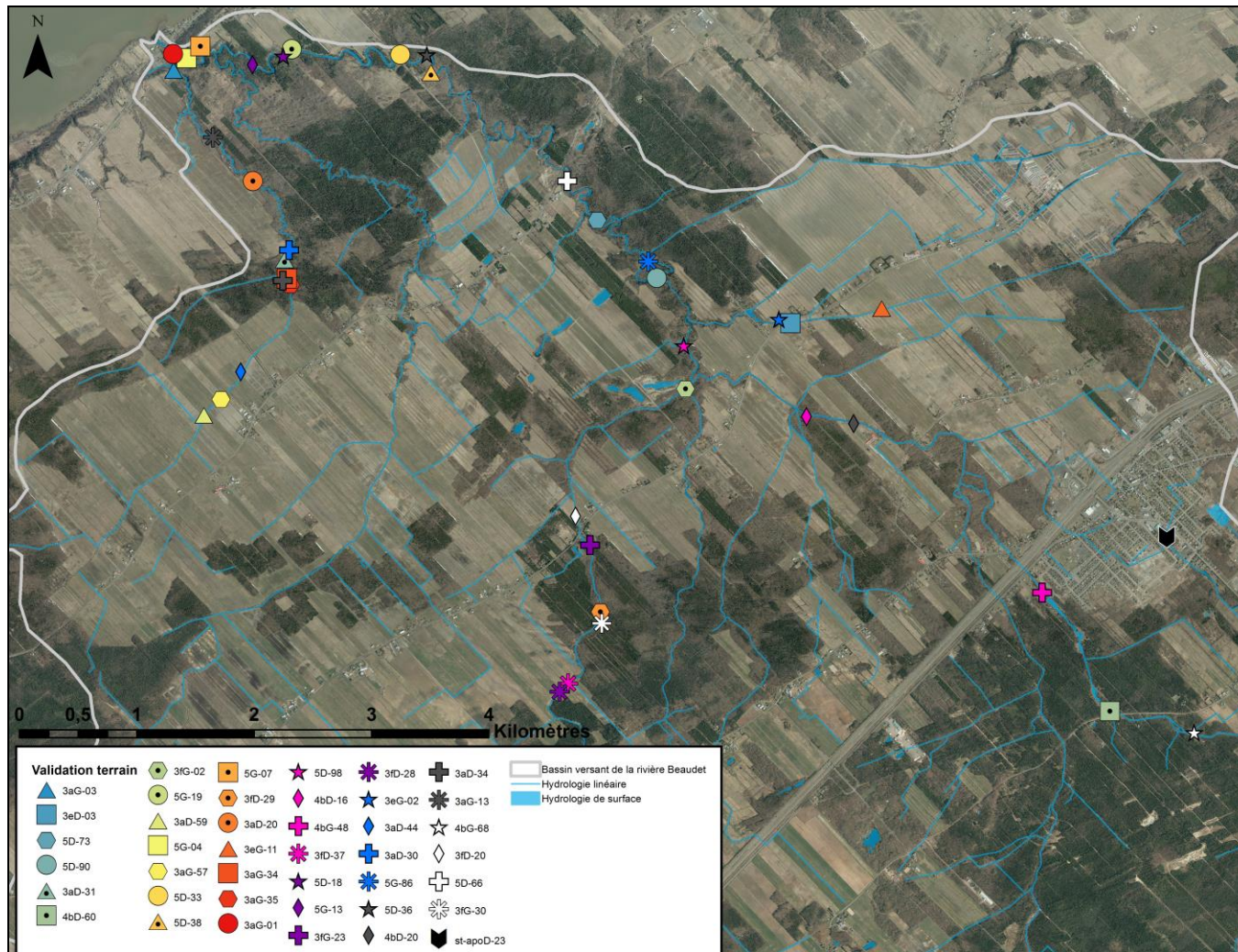








Annexe 6 – Localisation des 40 points obtenus aléatoirement afin d’y faire une validation terrain



Annexe 7 – Exemple d’une fiche terrain utilisée lors des journées de validation de données

Identification (relativement à une partie du segment)	Composantes et pourcentages								
	forêt	arbustaie	herbaçaie naturelle	coupe forestière	friche, fourrage, pâturage et nelouse	culture	sol nu	socle rocheux	infrastructure
A	—	100%	—	—	—	—	—	—	—
B	—	—	—	—	—	100%	—	—	—
C	—	—	—	—	—	—	—	—	100%
D	10%	—	—	—	90%	—	—	—	—
e	40%	60%	—	—	—	—	—	—	—

Schéma du segment (indiquez le nord):

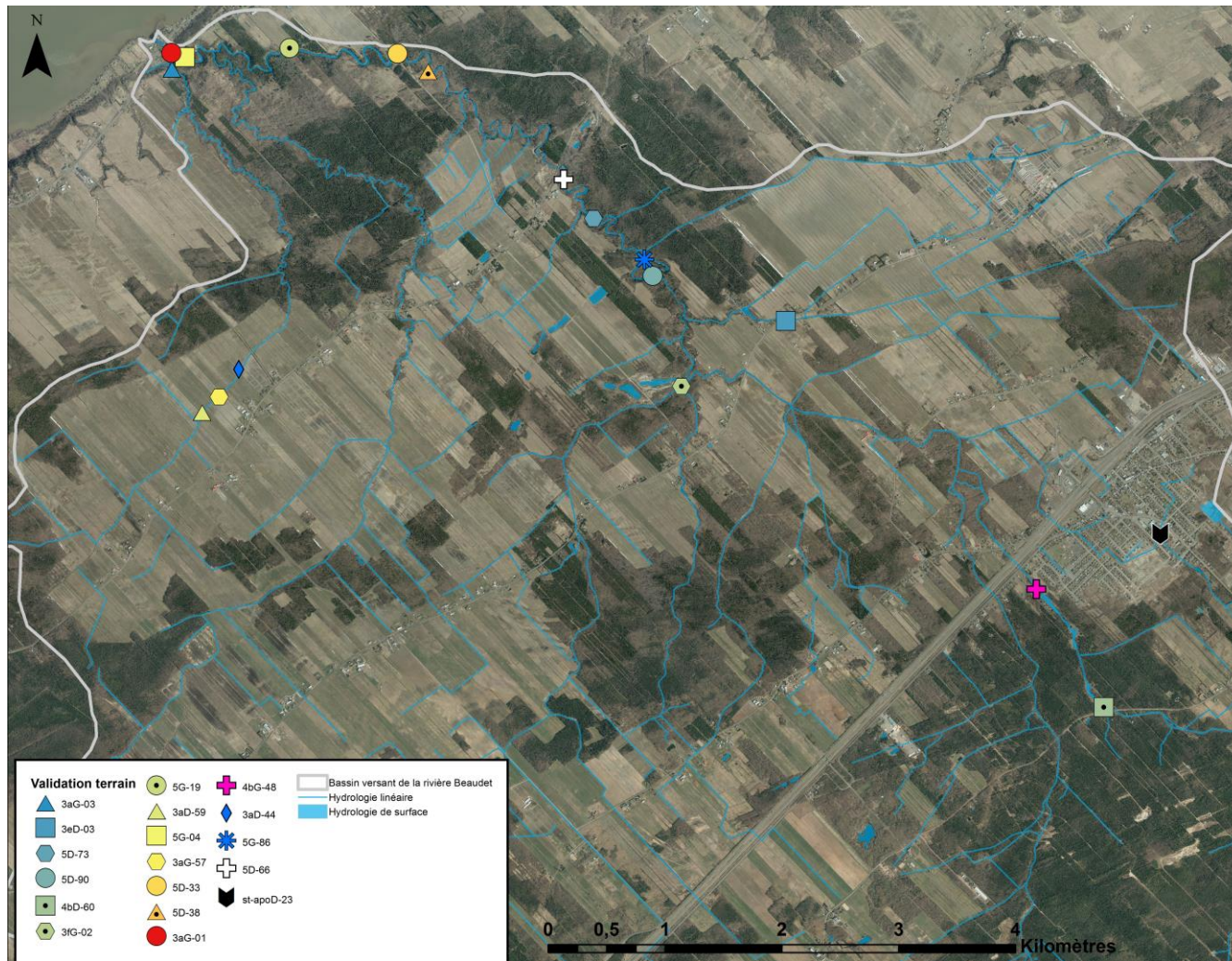
Nom du bassin versant : BV. Beaudet

Identification du segment : 3eD-03

Nom des observateurs : Mathieu Larocke
Nadia Brousseau

Date : 5 novembre 2013

Annexe 8 – Localisation des 18 sites échantillonnés lors de la validation terrain



Annexe 9 – Résumé des différentes techniques du génie végétal (adapté de BVSM, 2003)

	Nom	Définition	Endroit idéal
Techniques simples	Boutures	Segment de tige ligneuse d'une espèce ayant une forte capacité de reproduction végétative qui est enfoncé dans le sol pour planter un nouvel arbuste	• Sur des talus dénudés • Problème d'érosion faible • Sol peu compact • Souvent dans le haut du talus
	Rangs de plançons	Alignement de branches ramifiées enfouies en grande partie dans des tranchées ou des remblais étagés formant des cordons végétalisés horizontaux et parallèles	• Sol peu compact • Peu importe la pente du terrain
	Fagots	Branches attachées ensemble (boudin uniforme) qui sont déposées sur le talus parallèlement aux courbes de niveau et maintenues par des piquets enfoncés dans le sol afin de créer une barrière de protection qui filtre les matériaux et laisse circuler l'eau	• Pente forte • Érosion faible à moyenne
	Fascines	Branches placées dans le même sens et fixées entre deux alignements parallèles de pieux	• Bas du talus • Érosion moyenne à sévère • Talus pas trop haut ni trop abrupt • Pas soumis aux vagues et vents
	Matelas de branches	Branches déposées parallèlement sur la pente et retenues par un fil métallique	• Rive fortement dégradée ou menacée par l'érosion fluviale
Techniques complémentaires	Ensemencement	Graines d'herbacées ajoutées à des surfaces dénudées constituées de dépôts meubles	• Ruissellement et érosion de surface
	Plantation	Végétaliser les rives avec des espèces ligneuses (provenant de racines nues, de pots ou de contenants multicellulaires) qui améliorent la diversité végétale	• Faible érosion • Partie supérieure des pentes et sur le replat
Techniques de végétalisation des rives anthropiques	Végétalisation des murets	Recouvrement végétal des murets de soutènement pour obtenir un aspect naturel et améliorer les impacts visuels et fauniques	• Rives artificialisées (murets)
	Végétalisation des enrochements	Implantation d'arbustes entre les pierres pour un aspect naturel attrayant pour l'homme et la faune	• Berges enrochées