

Caractérisation de l'état des bandes végétales riveraines et de l'érosion du secteur urbain et minier, Ville de Thetford Mines



Présenté à la Ville de Thetford Mines

Par



Janvier 2015

Caractérisation et Cartographie : Jonathan Daigle, M.Sc. Eau, GROBEC

Rédaction : Jonathan Daigle, M.Sc. Eau, GROBEC
Andréanne Paris, Biologiste, M. Sc. Env., GROBEC
Simon Lemieux, M. ATDR, GROBEC

Citation recommandée :

Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour (GROBEC), 2015.

Caractérisation de l'état des bandes végétales riveraines et de l'érosion du secteur urbain et minier, Ville de Thetford Mines. 74 pages, 1 annexe

Le GROBEC est un organisme à but non lucratif ayant pour mandat de mettre en place la gestion intégrée de l'eau sur le territoire des bassins versants de la zone Bécancour.



Ce document est réalisé par :

Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour (GROBEC)

1800 avenue St-Laurent #1, Plessisville, Qc, G6L 2P8

Téléphone : 819-980-8038, Télécopieur : 819-980-8039

Adresse courriel : grobec@grobec.org

Site internet : www.grobec.org

Résumé

La ville de Thetford Mines a mandaté le GROBEC pour effectuer une caractérisation de l'état des bandes végétales riveraines et de l'érosion des secteurs urbain et minier de la ville de Thetford Mines. En effet, les problèmes de faibles bandes végétales riveraines, d'érosion en berge et d'érosion des haldes dans ces secteurs sont observés depuis plusieurs années, mais n'ont toujours pas été chiffrés. Les données de qualité de l'eau font état de plusieurs problèmes, dont entre autre un apport important de matières en suspension.

Le projet a permis d'obtenir des statistiques fiables sur la largeur et la composition des bandes végétales riveraines. De plus, il a permis de dénombrer, caractériser et mesurer les sites d'érosion sur les berges des cours d'eau étudiés, mais aussi sur les haldes en marge de ces cours d'eau. Ainsi, près de 125 km de rives ont été analysées indiquant que plus de 10% des berges sont dénudées de bandes riveraines. Au total, il s'agit de 176 sites d'érosion en berges et de 222 sites d'érosion en haldes qui ont été identifiés, caractérisés et mesurés.

Les résultats obtenus avec la caractérisation effectuée dans le cadre de ce projet seront d'un grand support à l'élaboration d'actions et un outil à la prise de décision pour la réduction de l'érosion dans ce secteur. De plus, ces données indiquent que certaines zones du secteur minier sont en piteux état et que des activités de stabilisation et de retenue des sédiments seront nécessaires afin de limiter l'érosion et améliorer la qualité des eaux.

Tables des matières

RÉSUMÉ	3
TABLES DES MATIÈRES	4
LISTE DES TABLEAUX	6
LISTE DES FIGURES	7
ANNEXE.....	9
1. INTRODUCTION.....	10
1.1 MISE EN CONTEXTE	10
1.2 PROBLÉMATIQUE.....	10
2. PORTRAIT DU SECTEUR THETFORD	11
2.1 ZONE À L'ÉTUDE	11
2.1 MILIEU PHYSIQUE	11
2.2 MILIEU HUMAIN.....	14
2.3 QUALITÉ DE L'EAU	14
3. MÉTHODOLOGIE	16
3.1 MATÉRIEL ET OUTILS	16
3.2 VALIDATION TERRAIN	16
3.3 ÉLÉMENTS CARACTÉRISÉS	16
3.3.1. <i>Bandes végétales riveraines</i>	16
3.3.2. <i>Érosion</i>	18
3.3.2.1. Érosion des berges.....	18
3.3.2.2. Érosion des Halles	19
3.3.3. <i>Granulométrie de surface des halles</i>	21
4. RÉSULTATS.....	22
4.1 BANDES VÉGÉTALES RIVERAINES ET ÉROSION	22
4.1.1. <i>Rivière Bécancour</i>	22
4.1.1.1. Rivière Bécancour amont de Thetford Mines.....	22
4.1.1.2. Rivière Bécancour centre - Thetford Mines à Black Lake.....	25
4.1.1.3. Rivière Bécancour à l'aval de Black Lake	30
4.1.2. <i>Tributaires</i>	34
4.1.2.1. Ruisseau Lessard.....	34
4.1.2.2. Ruisseau Gingras.....	36
4.1.2.3. Sans nom (267)	38
4.1.2.4. Ruisseau Madore	40
4.1.2.5. Rivière Blanche	43
4.1.2.6. Ruisseau Nadeau	45
4.1.2.7. Sans nom (Thetford Mines)	48
4.1.2.8. Sans nom (Black Lake)	50
4.1.2.9. Ruisseau Poirier	52
4.1.3. <i>Ensemble de la zone d'étude</i>	56
4.2 GRANULOMÉTRIE DE SURFACE ET STRUCTURE DES HALLES	59
5. ANALYSE ET DISCUSSION	63

5.1	UTILISATION DU SOL	63
5.2	GRANULOMÉTRIE DE SURFACE DES HALDES	64
5.4	STABILISATION, MESURES D'ATTÉNUATION ET REVÉGÉTALISATION	65
5.4.1.	<i>Bassin de sédimentation</i>	66
5.5	DOSSIER DE LA ROUTE 112	66
6.	PRIORISATION	67
6.1	BANDES VÉGÉTALES RIVERAINES.....	67
6.2	ÉROSION EN BERGE	67
6.3	ÉROSION DES HALDES	68
6.4	SECTEURS PRIORITAIRES D'INTERVENTION	71
7.1	INTERVENIR DE L'AMONT VERS L'AVAL	72
7.2	MAINTENIR UNE BVR ADÉQUATE ET APPLIQUER LA PPRLPI ET RÉGLEMENTATION ASSOCIÉE.....	72
7.3	DOCUMENTER LA DYNAMIQUE DES HALDES ET DES TERRAINS MINIERES	72
7.4	ÉTABLIR UN PLAN DE STABILISATION ET DE REVÉGÉTALISATION POUR L'ENSEMBLE DU SECTEUR THETFORD	73
CONCLUSION		74
RÉFÉRENCES		75
ANNEXE.....		76

Liste des tableaux

Tableau 1	Qualité de l'eau de la rivière Bécancour et de ses tributaires pour le secteur à l'étude.	15
Tableau 2	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section rivière Bécancour en amont de Thetford Mines	22
Tableau 3	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section rivière Bécancour centre -Thetford Mines à Black Lake	25
Tableau 4	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section rivière Bécancour à l'aval de Black Lake.....	30
Tableau 5	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section ruisseau Lessard	34
Tableau 6	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section ruisseau Gingras	36
Tableau 7	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section Sans nom (267)	38
Tableau 8	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section ruisseau Madore	40
Tableau 9	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section rivière Blanche	43
Tableau 10	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section ruisseau Nadeau	45
Tableau 11	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section Sans Nom (Thetfrod)	48
Tableau 12	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section Sans Nom (Balck Lake)	50
Tableau 13	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section ruisseau Poirier	53
Tableau 14	Composition et largeur de la bande végétale riveraine, ensemble de la zone d'étude	56
Tableau 15	Répartition de l'absence de bandes végétales riveraines selon l'utilisation du sol ...	56
Tableau 16	Occurrence des type d'érosion en berge par section de l'ensemble de la zone d'étude	57
Tableau 17	Description des chenaux d'écoulement préférentiels et des apports direct de sédiments aux cours d'eau pour l'ensemble de la zone d'étude	58
Tableau 18	Descriptions des haldes actives et des haldes stabilisées par le MTQ.....	58
Tableau 19	Nombre de haldes et superficies pour chacune des classes de granulométrie des résidus de surface	59
Tableau 20	Longueur et proportion des bandes végétales riveraines ainsi que nombre et proportion des sites d'érosion en berge selon l'utilisation du sol	63
Tableau 21	Description des 15 sites prioritaires pour les bandes végétales riveraines de l'ensemble de la zone d'étude	67
Tableau 22	Description des 15 sites prioritaires pour l'érosion en berge de l'ensemble de la zone d'étude	68
Tableau 23	Description des 15 sites prioritaires pour l'érosion des haldes de l'ensemble de la zone d'étude	69
Tableau 24	Description des sites prioritaires d'intervention pour l'ensemble de la zone d'études	71

Liste des figures

Figure 1	Carte de la zone d'étude.....	12
Figure 2	Carte du secteur Thetford Mines du bassin versant de la rivière Bécancour (PDE) 13	
Figure 3	Sapement, Riv. Bécancour section Aval	18
Figure 4	Ravinement rivière Bécancour section centre	18
Figure 5	Décrochement, rivière Bécancour section centre	18
Figure 6	Écoulement préférentiel, Halde de la mine Black Lake	19
Figure 7	Ravinements, halde de la mine Normandie.....	19
Figure 8	Décrochement, halde de la mine Crabtree BC1#1	19
Figure 9	Apports directs de sédiments au cours d'eau, Riv. Bécancour, secteur Normandie 20	
Figure 10	Érosion, Halde de la mine Crabtree BC1#1.....	20
Figure 11	Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour amont (1) ...	23
Figure 12	Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour amont (2) ...	24
Figure 13	Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour centre- Thetford Mines à Black Lake (1).....	26
Figure 14	Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour centre- Thetford Mines à Black Lake (2).....	27
Figure 15	Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour centre- Thetford Mines à Black Lake (3).....	28
Figure 16	Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour centre- Thetford Mines à Black Lake (4).....	29
Figure 17	Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour à l'aval de Black Lake (1).....	31
Figure 18	Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour à l'aval de Black Lake (2).....	32
Figure 19	Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour à l'aval de Black Lake (2).....	33
Figure 20	Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Lessard	35
Figure 21	Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Gingras	37
Figure 22	Carte des BVR et sites d'érosion de la section du cours d'eau Sans nom (267) 39	
Figure 23	Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Madore (1).....	41
Figure 24	Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Madore (2).....	42
Figure 25	Carte des BVR et sites d'érosion de la section de la rivière Blanche	44
Figure 26	Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Nadeau (1)	46
Figure 27	Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Nadeau (2).....	47
Figure 28	Carte des BVR et sites d'érosion de la section du cours d'eau Sans nom (Thetford Mines).....	49
Figure 29	Carte des BVR et sites d'érosion de la section du cours d'eau Sans nom (Black Lake) 51	
Figure 30	Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Poirier (1)	54

Figure 31	Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Poirier (2)55
Figure 32	Granulométrie de surface du secteur amont de la rivière Bécancour.....60
Figure 33	Granulométrie de surface du secteur centre de la rivière Bécancour.....61
Figure 34	Granulométrie de surface du secteur aval de la rivière Bécancour62
Figure 35	Bassin de sédimentation, Secteur de la mine Normandie.....66
Figure 36	Carte de la synthèse des problèmes et des sites prioritaires d'intervention70

Annexe

Annexe 1	Description des sites d'érosion en berge, ensemble de la zone d'étude.....	76
----------	--	----

1. Introduction

1.1 Mise en contexte

La Ville de Thetford Mines désire obtenir des informations actuelles sur l'état des bandes végétales riveraines et des processus érosifs en marge des cours d'eau du secteur minier. Le Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour (GROBEC) dispose de l'expertise pour compléter ce mandat. Pour ce faire, un rapport de caractérisation avec des cartes thématiques et une validation terrain est produit. Le rapport contient des recommandations et une priorisation des sites d'intervention.

1.2 Problématique

Le développement de la région de Thetford Mines au dernier siècle est grandement lié à l'exploitation minière et particulièrement celle de la Chrysotyle. Cette industrie a façonné significativement le paysage de la région et en particulier le territoire de la Ville de Thetford Mines.

Afin d'atteindre les minerais, des travaux majeurs ont été réalisés. En particulier, le lac Noir a été asséché, le lit de la rivière Bécancour a été détourné sur plus de 2 kilomètres, de grandes carrières à ciel ouvert ont été creusées et le matériau extrait, après traitement, a été déposé en haldes de résidus.

Plusieurs cours d'eau situés sur le territoire de la Ville de Thetford Mines présentent des problématiques particulières en termes d'apports sédimentaires et de dynamique érosive. En effet, on trouve souvent en marge des cours d'eau du secteur d'importantes haldes minières dénudées et présentant des signes évidents d'érosion. Dans certains cas, l'apport sédimentaire est si important qu'un entretien quasi-annuel des cours d'eau est nécessaire afin d'assurer le libre écoulement des eaux (com. pers. Daniel Cyr, ville Thetford Mines). En raison du nombre important de haldes minières, de leurs caractéristiques techniques (hauteur, fortes pentes, pH des sols, etc.), des coûts élevés des travaux de stabilisation et de la fermeture de plusieurs compagnies minières, enrayer l'apport sédimentaire vers le réseau hydrique s'avère un défi de taille.

Il est donc primordial d'effectuer une caractérisation de l'état des bandes végétales riveraines et des zones d'érosion de ce secteur. Ainsi, une meilleure compréhension des processus érosifs en cours dans ces cours d'eau permettra d'identifier les secteurs prioritaires afin d'effectuer des interventions ciblées qui amélioreront efficacement la qualité des eaux.

2. Portrait du secteur Thetford

2.1 Zone à l'étude

Le territoire à l'étude est confiné dans la MRC des Appalaches. Plus précisément, le projet touche la Ville de Thetford Mines, soit les secteurs de Robertsonville, Thetford, Thetford Sud et Black Lake, et en plus faible proportion les municipalités de Saint-Joseph-de-Coleraine et Irlande. La rivière Bécancour a donc été caractérisée de l'exutoire du lac Bécancour jusqu'au pont du chemin Vimy. La section aval de plusieurs tributaires a aussi été caractérisée, soit celle du ruisseau Lessard, du ruisseau Gingras, sans nom (267), du ruisseau Madore, de la rivière Blanche, du ruisseau Nadeau, sans nom (Thetford Mines), sans nom (Black Lake) et du ruisseau Poirier (Figure 1).

2.1 Milieu physique

Le secteur Thetford Mines, tel que défini par Chauvette (2009), couvre la portion amont du bassin versant de la rivière Bécancour, soit du lac Bécancour jusqu'à l'aval du pont Marcheterre (Figure 2). La Ville de Thetford Mines se situe au fond de la vallée principale de la rivière Bécancour dans un secteur montagneux des Appalaches. Le centre urbain de la Ville est à environ 300 mètres d'altitude et les montagnes environnantes culminent à plus de 600 mètres.

L'utilisation du sol pour l'ensemble de ce secteur est essentiellement forestière (57.2%), vient ensuite l'agriculture (15.9%), l'urbain (11.6%), le minier (10%) et les milieux hydriques ou humides (5.1%).

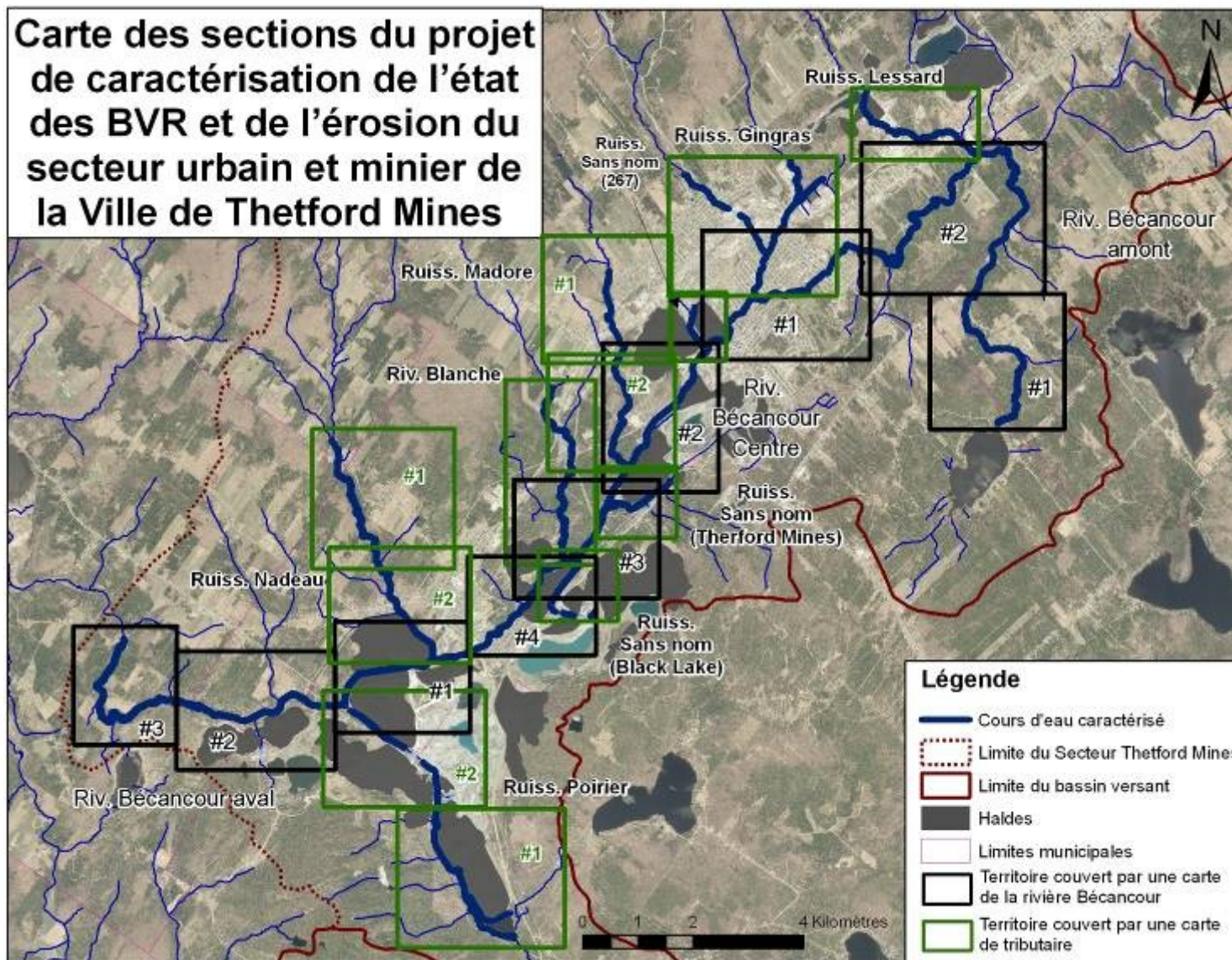


Figure 1 Carte de la zone d'étude

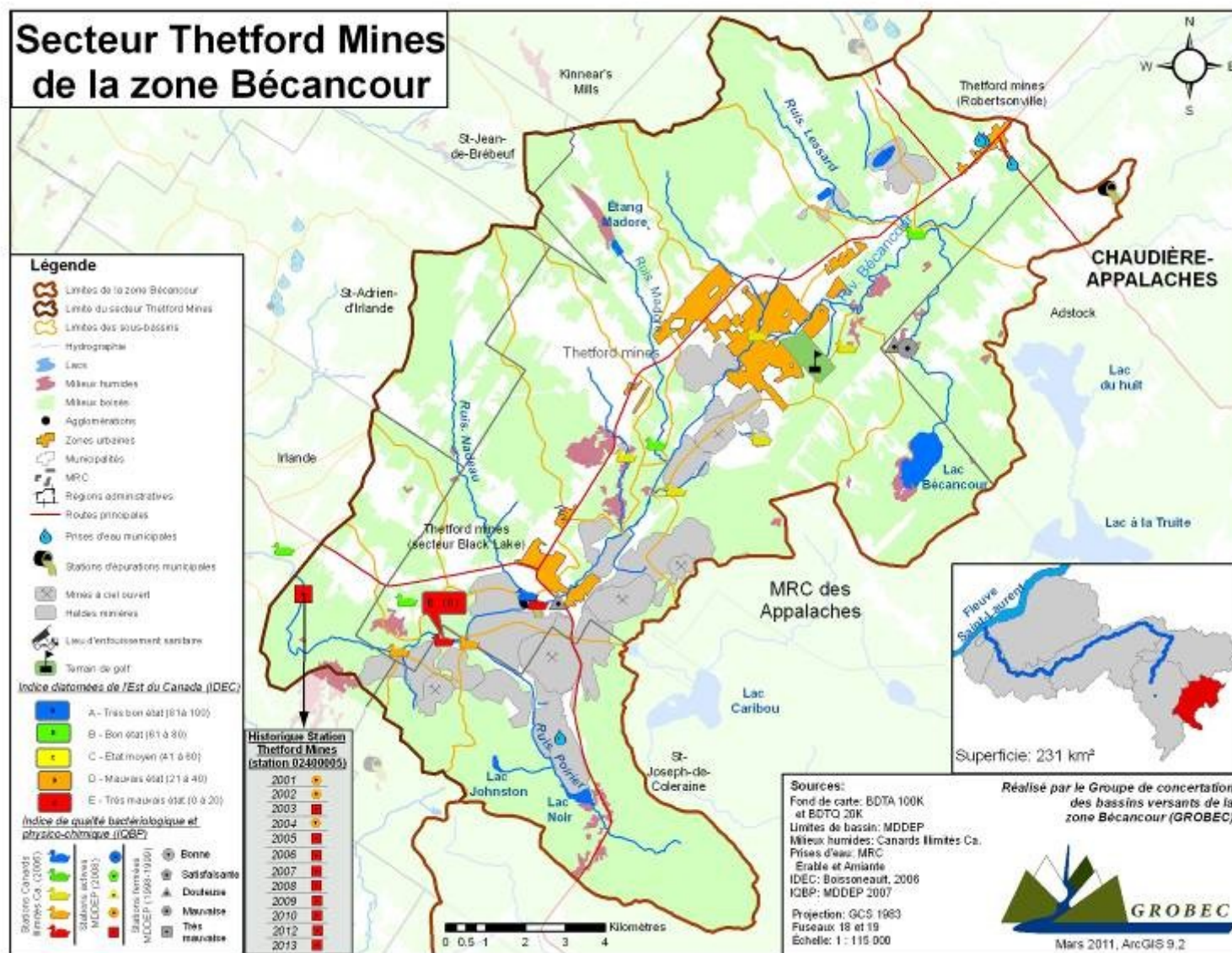


Figure 2 Carte du secteur Thetford Mines du bassin versant de la rivière Bécancour (PDE)

2.2 Milieu humain

C'est en 1876 que l'amiante fut découverte dans la région de Thetford Mines et les premières opérations minières débutèrent dès 1877. L'exploitation grandissante des mines a mené à la fondation du village de Kingsville qui deviendra en 1905 la ville de Thetford Mines. Au plus fort de sa croissance la ville comptait près de 43 000 habitants et une dizaine de mines souterraines et à ciel ouvert étaient en opération. Tout au long de cette période d'activité, les industries ont façonné le paysage afin d'extraire le maximum de minerais. La rivière Bécancour a ainsi été détournée sur près de 2 km, le lac Noir asséché et les résidus miniers entassés en monticule formant d'immenses haldes.

En 1980, les premières mines ont fermé leurs portes et le déclin de cette industrie s'est poursuivi jusqu'à aujourd'hui où la ville compte maintenant 26 000 habitants. Les traces laissées par ce passé minier sont cependant encore bien visibles aujourd'hui. En effet, les industries ont généralement quitté les lieux sans les remettre dans leur état d'origine, laissant ainsi d'imposantes mines à ciel ouvert et des haldes de résidus. Ces dernières sont soumises à divers processus d'érosion, et puisqu'elles sont généralement situées à proximité des cours d'eau, les conséquences environnementales locales, mais aussi pour l'aval du bassin versant, sont non négligeables.

2.3 Qualité de l'eau

Au fil des ans, plusieurs données de qualité de l'eau ont été récoltées dans le secteur Thetford Mines, principalement avec l'Indice bactériologique et physico-chimique (IQBP). Sur la rivière Bécancour, tout juste à la sortie du lac du même nom, la qualité de l'eau est classée douteuse en raison des concentrations élevées en phosphore (Masi et Bourget, 2007). La qualité de cette eau se dégrade jusqu'à l'aval de ce secteur où tous les indices récoltés démontrent une qualité de l'eau très mauvaise (Figure 2; Tableau 1; MDDELCC, 2013; Masi et Bourget, 2007 et Boissonneault, 2006). Cette mauvaise qualité de l'eau est souvent associée à des concentrations très élevées en coliformes fécaux liées aux rejets de la station d'épuration des eaux de Thetford Mines et aux débordements des ouvrages de surverse.

En ce qui concerne les tributaires, sur les neuf tributaires concernés par la présente étude, sept ont été analysés dans l'étude de Masi et Bourget (2007) et la qualité de leur eau variait de bonne à mauvaise. Sur les sept tributaires analysés, un seul a une eau de bonne qualité, deux de qualité satisfaisante, trois de qualité douteuse et un de qualité mauvaise (Figure 2; Tableau 1, Masi et Bourget, 2007). Selon les résultats de Masi et Bourget (2007), en plus des

problématiques de contamination bactériologique mentionnées précédemment, l'eau de surface de la région est particulièrement alcaline. Le pH de l'eau est souvent plus grand ou égal à 8. Le critère relatif aux activités récréatives étant entre 6.5 et 8.5, il est à noter que la majorité des stations échantillonnées dépassaient un pH de 8,5, résultant généralement de l'impact des résidus miniers. Mentionnons également que le ruisseau Poirier a des pH allant au-delà de 9. Le secteur présente également des eaux plutôt turbides, supportant une grande quantité de matières en suspension. Les rivières en territoire minier ou en zones à faible pente possèdent les valeurs les plus élevées. Concernant les valeurs de concentration en phosphore total, le critère visant la prévention de l'eutrophisation de 0.02 mg/l est dépassé dans les valeurs extrêmes pour toutes les stations.

Tableau 1 **Qualité de l'eau de la rivière Bécancour et de ses tributaires pour le secteur à l'étude**

Cours d'eau	Qualité de l'eau (IQBP)	Facteurs déclassants*
<i>Riv. Bécancour</i>		
Sortie lac Bécancour	Douteuse (50)	Pt / Turb / MES
Amont stn épuration	Mauvaise (14)	CF / Turb
Aval stn épuration	Mauvaise (2)	CF / Pt / pH
<i>Tributaires</i>		
Ruis. Lessard	Satisfaisante (68)	CF / MES / Turb / pH
Ruis. Gingras	Douteuse (55)	CF / pH / MES / Turb
Ruis. Sans Nom (267)	ND	ND
Ruis. Madore	Satisfaisante (68)	Turb / Pt / O ₂ / CF
Riv. Blanche	Douteuse (58)	O ₂ / MES / CF / NOX
Ruis. Nadeau	Bonne (81)	MES / Turb / CF
Sans Nom (Thetford Mines)	Douteuse (48)	O ₂ / Pt / Turb
Sans Nom (Black Lake)	Douteuse (41)	CF / Pt
Ruis. Poirier	Mauvaise (30)	pH / Turb

* Paramètres utilisés : pH, coliformes fécaux (CF), matières en suspension (MES), nitrites-nitrates (NOX), le phosphore total (Pt), oxygène dissous (O₂) et turbidité (Turb).

(Masi et Bourget, 2007)

Une analyse sur la présence de minéraux, incluant les métaux lourds, pour certains cours d'eau du secteur minier, complété à l'automne 2012, indiquait que sur les 49 éléments analysés, seulement l'aluminium et le cuivre dépassaient les critères de qualité de l'eau (Fortin, 2012, données non publiées). Aussi, à certains endroits les concentrations de chrome, cadmium, nickel et plomb étaient près des seuils de qualité de l'eau. L'alcalinité de l'eau favorise la stabilisation des métaux lourds.

3. Méthodologie

3.1 Matériel et outils

Les bandes végétales riveraines (BVR) et les problèmes d'érosion ont été caractérisés en 2D à l'aide des orthophotographies prises au printemps 2014. La couverture orthophotographique de 2014 a été prise tôt au printemps, après la fonte des neiges et avant l'apparition du feuillage. Ce moment précis jumelé à des débits significatifs des cours d'eau a permis une caractérisation efficace des BVR et une identification des traces d'érosion. L'analyse des orthophotographies s'est faite à une échelle moyenne de 1/800. Cette échelle précise permet à la fois d'obtenir tous les détails des images aériennes tout en conservant une bonne vue d'ensemble.

3.2 Validation terrain

Afin de valider les informations identifiées sur les orthophotographies, des validations terrain ont été menées en novembre 2014 afin de visiter certains sites spécifiques. Ces sorties ont eu lieu les 5, 6 et 7 novembre 2014. La caractérisation s'est déroulée à pied, via les accès en bordure des routes et des ponts. Un appareil photo et un GPS ont été utilisés pour cette étape.

3.3 Éléments caractérisés

3.3.1. Bandes végétales riveraines

On entend par bande végétale riveraine (BVR) la partie terrestre bordant un lac ou un cours d'eau où poussent des espèces végétales. La bande végétale riveraine assure la transition entre le milieu aquatique et le milieu strictement terrestre. Elle exclut les plantes récoltées pour des fins agricoles.

Chaque tronçon homogène d'une berge (en termes de largeur et de composition de la bande végétale riveraine) constitue une ligne ayant ses informations propres. Celles-ci étaient inscrites systématiquement dans la base de données du fichier. Les informations numérisées sur les berges sont les suivantes :

- la rive (droite ou gauche lorsque l'on regarde vers l'aval du cours d'eau) ;
- la largeur de la bande riveraine selon la classification (0 mètre, 0.1 à 3 m, 3.1 à 10 m, 10.1 à 30 m et 30 m et plus) ;
- la largeur moyenne en mètre (peut permettre d'estimer plus précisément le nombre d'arbres à planter que la simple classification) ;
- la composition principale de la bande végétale riveraine (arborescente, arbustive ou herbacée) ;

- l'utilisation du sol (agricole, villégiature, forestier, chemin forestier, route, industrielle, résidentielle, ligne à haute tension, etc.).

Concernant la largeur et la composition des bandes végétales riveraines, voici la description des différentes classes utilisées :

Largeur (mètre) :

-  **Bande végétale riveraine de 0 m** : Absence complète d'espèce végétale;
-  **Bande végétale riveraine de 0,1 à 3 m** : Présence d'espèces végétales sur une largeur de 0,1 à 3 m;
-  **Bande végétale riveraine de 3,1 à 10 m** : Présence d'espèces végétales sur une largeur de 3,1 à 10 m;
-  **Bande végétale riveraine de 10,1 à 30 m** : Présence d'espèces végétales sur une largeur de 10,1 à 30 m;
-  **Bande végétale riveraine de >30 m** : Présence d'espèces végétales sur plus de 30 m de largeur.

Composition :

-  **Bande végétale riveraine herbacée** : Présence majoritaire de plantes herbacées dans la bande riveraine;
-  **Bande végétale riveraine arbustive** : Présence majoritaire de plantes arbustives dans la bande riveraine;
-  **Bande végétale riveraine arborescente** : Présence majoritaire de plantes arborescentes dans la bande riveraine.

3.3.2. Érosion

3.3.2.1. *Érosion des berges*

Lors de la caractérisation, chacun des sites d'érosion en berge identifiés a été caractérisé, les informations colligées dans une base de données et représentées cartographiquement. Les sites d'érosion sont divisés en trois types :



Sapement : Destruction d'un relief par la base. Le sapement est discernable sur la majorité des orthophotographies lorsqu'il n'y a pas de couvert forestier.



Figure 3 Sapement, Riv. Bécancour section Aval



Ravinement : Formation de ravins, de rigoles, par les eaux de pluie, sur les pentes déboisées.



Figure 4 Ravinement rivière Bécancour section centre



Décrochement de talus : Affaissement d'un talus dans le cours d'eau. Le décrochement de talus est facilement discernable sur les orthophotographies. Il est souvent de petite taille et peut résulter du sapement de la berge.



Figure 5 Décrochement, rivière Bécancour section centre

3.3.2.2. Érosion des Haldes

Dans la zone d'étude, en bordure ou à proximité des cours d'eau, divers chantiers liés aux activités minières (haldes, chemin d'accès, etc.) sont présents. Dans le cadre du présent projet, certains processus érosifs en lien plus ou moins directs avec le réseau hydrique ont été identifiés.

Écoulement préférentiel : Chenal principal d'écoulement de l'eau sur les haldes. Souvent situés aux jonctions des haldes ou des versants de celles-ci.



Figure 6 Écoulement préférentiel, Halde de la mine Black Lake

Halde active : ravinement : Zone de formation de ravins, de rigoles, par les eaux de pluie, sur les pentes des haldes dénudées de végétation. Souvent en amont des haldes.



Figure 7 Ravinements, halde de la mine Normandie

Halde active : décrochement : Zone de décrochement généralement située au pied des haldes. Démonstre une instabilité de la pente. La quantité (m^3) de matériau qui se décroche est souvent considérable.



Figure 8 Décrochement, halde de la mine Crabtree BC1#1

Apport direct de sédiments au cours d'eau : Zone d'apport de sédiments directement au cours d'eau. Souvent en relation avec un processus érosif en amont (ravinement ou décrochement) ou un écoulement préférentiel.



Figure 9 Apports directs de sédiments au cours d'eau, Riv. Bécancour, secteur Normandie

Lors de la formation d'une majorité de haldes, le matériel est transporté et déposé en un point précis. Les sédiments s'empilent sous une forme de cône ayant des pentes variables et sont généralement non stabilisés, à l'exception du secteur Black Lake, pouvant atteindre 50 degrés. Ces pentes ayant une stabilité artificielle, de nombreux facteurs tels que l'érosion hydrique, les mouvements de sol ainsi que la cryoturbation modifient les haldes. L'érosion hydrique des haldes se produit lorsque le sol est saturé d'eau, que ce soit lors de fortes pluies ou durant la fonte printanière. Ce type d'érosion forme de multiples cicatrices appelées ravinements. Les mouvements de sol se produisent surtout à la base des haldes. Ils peuvent se produire parce que la halde est saturée d'eau et que le matériau s'est comporté comme un liquide (glissement de terrain). Ils peuvent aussi se produire parce qu'un vide a été créé dans le bas de la halde par un cours d'eau ou par de l'érosion par ravinement. Ils peuvent encore être créés simplement par la pente de la halde qui se stabilise avec les années (étalement de la base). Ces érosions ont été caractérisées sous la forme de décrochement pouvant être de plusieurs hectares de taille. Enfin, la cryoturbation trie les dépôts via les alternances de gel et de dégel. On peut repérer ce type d'érosion dans le bas des pentes de matériaux hétérogènes. Ceux-ci n'ont pas été caractérisés puisqu'ils n'ont que très peu d'impact sur la qualité de l'eau.



Figure 10 Érosion, Halde de la mine Crabtree BC1#1

Dans le cadre du projet, il était impossible de mesurer quantitativement les apports sédimentaires des différentes haldes. Afin de connaître les haldes ayant le plus d'impact sur la quantité de sédiments apportés aux cours d'eau, des indices ont été relevés. Ces indices sont : les écoulements préférentiels ainsi que les apports directs de sédiments aux cours d'eau. Les écoulements préférentiels représentent les tracés collecteurs dans des haldes sensibles à l'érosion par ravinement. Ils représentent une porte d'entrée importante des résidus de haldes dans les cours d'eau. Les apports directs de sédiments aux cours d'eau représentent des zones de déposition des sédiments en bas des pentes mais qui débordent dans les cours d'eau. Ils peuvent se trouver à l'aval de décrochements ou de ravinements et sont souvent traversés par un écoulement préférentiel. Certaines zones de dépôt de sédiments sont temporaires puisque les sédiments sont pris en charge lors des crues annuelles. Ainsi, une zone de déposition située hors de la zone inondable et n'ayant pas d'impact direct sur les apports sédimentaires n'est pas caractérisée.

3.3.3. Granulométrie de surface des haldes

En se basant sur les travaux de Huot et coll. (2003), sur des données de photo interprétation et sur une validation terrain, la cartographie de la granulométrie de surface des haldes a été réalisée pour l'ensemble des haldes du secteur à l'étude. Pour ce faire, trois classes de granulométrie ont été utilisées :

Résidus miniers fins: Les résidus miniers fins ont été broyés dans les moulins pour en extraire les composés recherchés (amiante et autres). Cette technique augmente la surface de contact de la roche et maximise l'extraction. Il s'agit de dépôts dont moins de 10% des particules sont de taille supérieure à 9.5 mm et où entre 30 et 75% des particules ont un diamètre inférieur à 1 mm.

Résidus miniers de taille moyenne: Les résidus de miniers de taille moyenne ont été broyés dans les moulins pour en extraire les composés recherchés (amiante et autres). Cette technique augmente la surface de contact de la roche et maximise l'extraction. Il s'agit de dépôts dont moins de 20% des particules sont de taille supérieure à 25 mm et où moins de 40% des particules ont un diamètre inférieur à 1 mm.

Résidus miniers hétérogènes: Résidus à granulométrie variable pouvant passer de blocs de plusieurs mètres de diamètre à des matériaux interstitiels fins. Ces résidus d'exploitation sont qualifiés par Huot et coll. (2003) de détritits (*waste*) puisqu'ils n'ont aucune valeur pour l'exploitation.

4. Résultats

4.1 Bandes végétales riveraines et érosion

4.1.1. Rivière Bécancour

4.1.1.1. Rivière Bécancour amont de Thetford Mines

La Figure 11 et la Figure 12 permettent d'observer l'état des bandes végétales riveraines (BVR) et des sites d'érosion pour la partie amont de la rivière Bécancour entre le lac Bécancour et la rue Marchand. Dans cette section, la rivière traverse une séquence de boisés et de champs agricoles et atteint la limite est du développement résidentiel de la Ville. Le secteur est relativement plat. On note une absence d'activité minière à proximité de la rivière Bécancour dans cette section.

Le Tableau 1 permet de constater que les BVR de la section amont de la rivière Bécancour sont principalement arborescentes (83%). En regard de leur largeur, plus de 62 % des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est notée sur moins de 4% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 6%, 16% et 12%. L'absence ou la faible largeur des BVR est principalement associée au milieu agricole.

En regard des sites d'érosion en berge, on note la présence de 5 décrochements et de 15 sapements. On remarque une concentration de sites d'érosion entre la jonction avec les ruisseaux Labonté et Lessard et la rue Marchand. En particulier, on note un regroupement de sites d'érosion en aval du chemin d'accès au site d'enfouissement technique (LET) et le secteur de méandres au bout de la rue Marchand.

Il n'y a pas d'activité minière en marge du cours d'eau dans cette section de la rivière Bécancour.

Tableau 2 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section rivière Bécancour en amont de Thetford Mines

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	3.63%	0.73%	2.51%	0.59%	0.00%	3.83%
Arbustive	na	3.15%	4.42%	2.04%	0.00%	9.61%
Arborescente	na	2.01%	9.01%	9.51%	62.39%	82.93%
Total	3.63%	5.89%	15.94%	12.14%	62.39%	100.00%

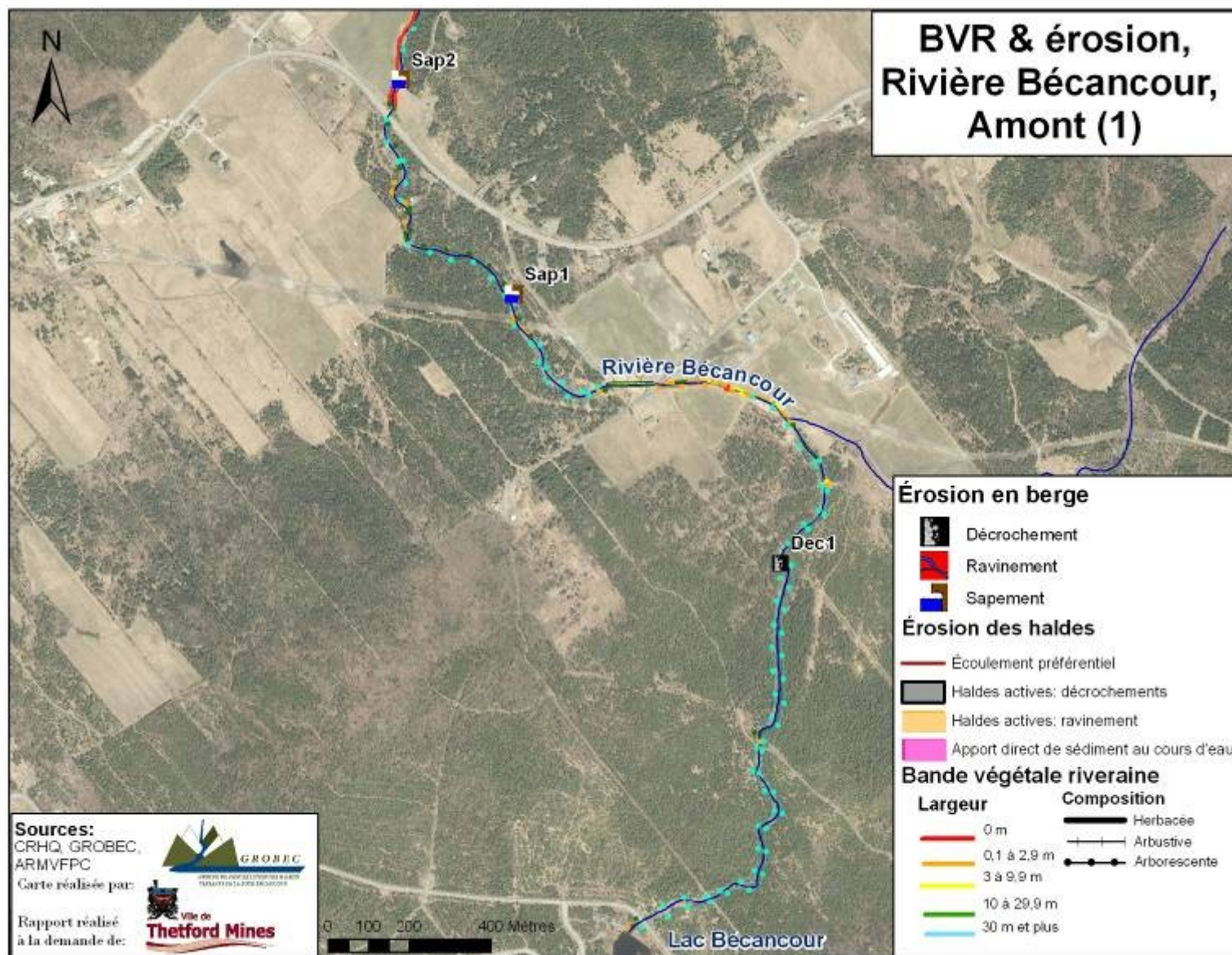


Figure 11 Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour amont (1)

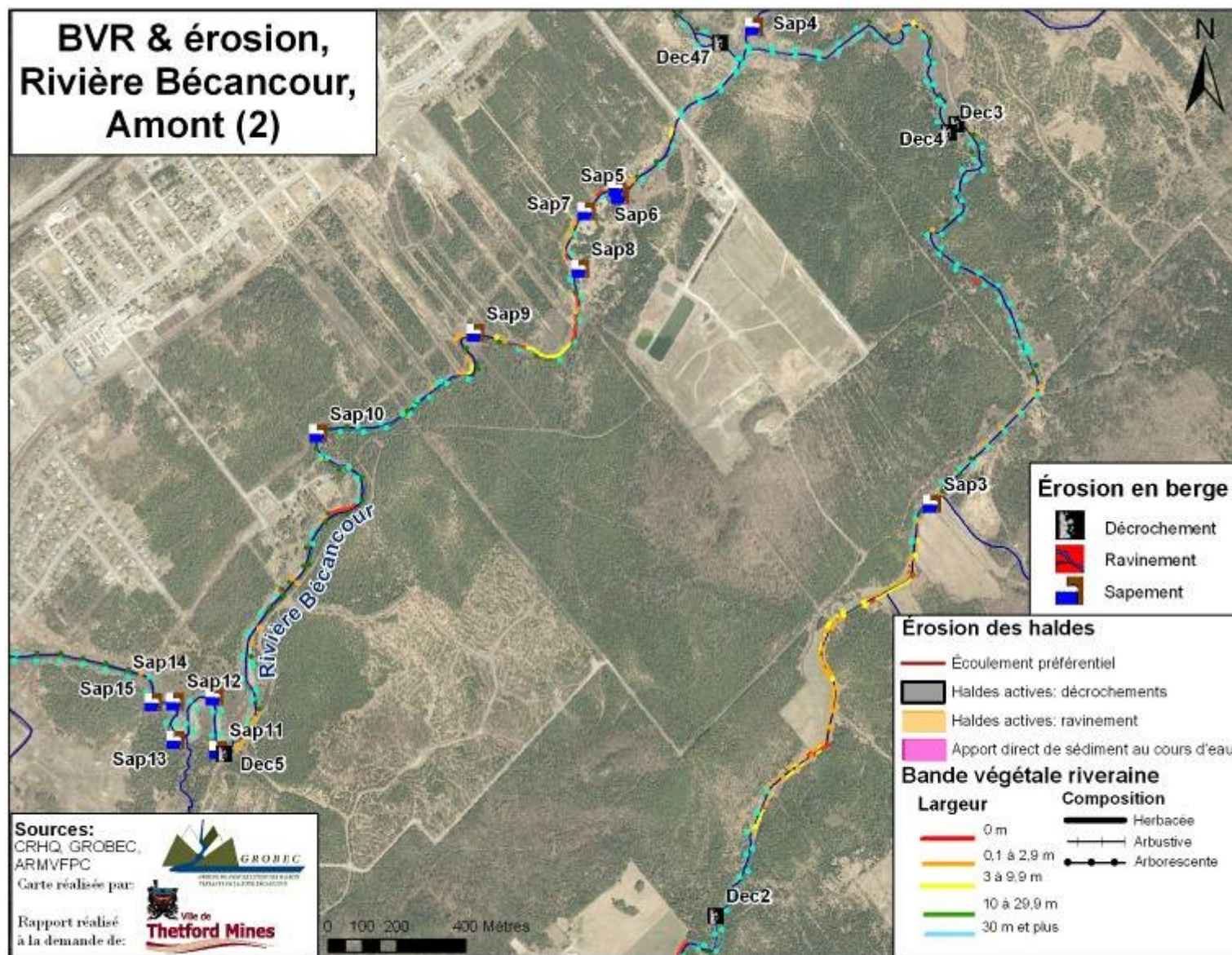


Figure 12 Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour amont (2)

4.1.1.2. Rivière Bécancour centre - Thetford Mines à Black Lake

La Figure 13, la Figure 14, la Figure 15 et la Figure 16 permettent d'observer l'état des BVR et des sites d'érosion pour la partie centre de la rivière Bécancour à Thetford Mines entre la rue Marchand et la route 112. La rivière Bécancour traverse des zones résidentielles, le centre-ville de Thetford Mines, une zone minière et finalement une zone boisée. Le secteur est relativement plat, à l'exception des haldes localisées à proximité de la rivière Bécancour.

Le Tableau 3 permet de constater que les BVR de la section centre de la rivière Bécancour sont principalement arborescentes (77%). En regard de leur largeur, près de 41% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est cependant notée sur 11% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 2%, 16% et 31%. L'absence ou la faible largeur de BVR est principalement associée au milieu minier.

En regard des sites d'érosion en berge, on note la présence de 20 décrochements, 22 sapements et 14 ravinements. On remarque une importante concentration de sites d'érosion à proximité des haldes et en particulier à l'ouest de la Mine Beaver (rue Caouette ouest) ainsi qu'entre les haldes BC-1 #1 et BC-2 (jonction des rues Saint-Phillipe/Saint-Jacques et amont). À noter aussi que plusieurs aménagements (seuil et stabilisation de rive) ont été réalisés par le passé sur la rivière Bécancour le long du Parc Saint-Noël et ont permis d'améliorer un secteur problématique.

En plus de l'érosion en berge, plusieurs processus d'érosion des haldes ont été cartographiés dans cette section, soit de nombreux chenaux d'écoulement préférentiel, 16 décrochements de haldes, 8 haldes soumises à des processus de ravinement et 17 sites d'apport direct de sédiments aux cours d'eau. Au niveau de BC-2, la taille et l'ampleur des décrochements au pied des haldes sont particulièrement importantes. Considérant la taille des haldes, les quantités de matériau et les pentes abruptes, les probabilités d'aggravation des processus sont élevées. Le lit de la rivière Bécancour pourrait même être obstrué, ce qui pourrait causer des problèmes pour la sécurité publique.

Tableau 3 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section rivière Bécancour centre -Thetford Mines à Black Lake

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	11.08%	1.06%	3.81%	2.19%	0.64%	7.70%
Arbustive	na	0.39%	2.63%	0.42%	0.38%	3.82%
Arborescente	na	0.19%	9.32%	28.11%	39.78%	77.40%
Total	11.08%	1.64%	15.75%	30.72%	40.81%	100.00%

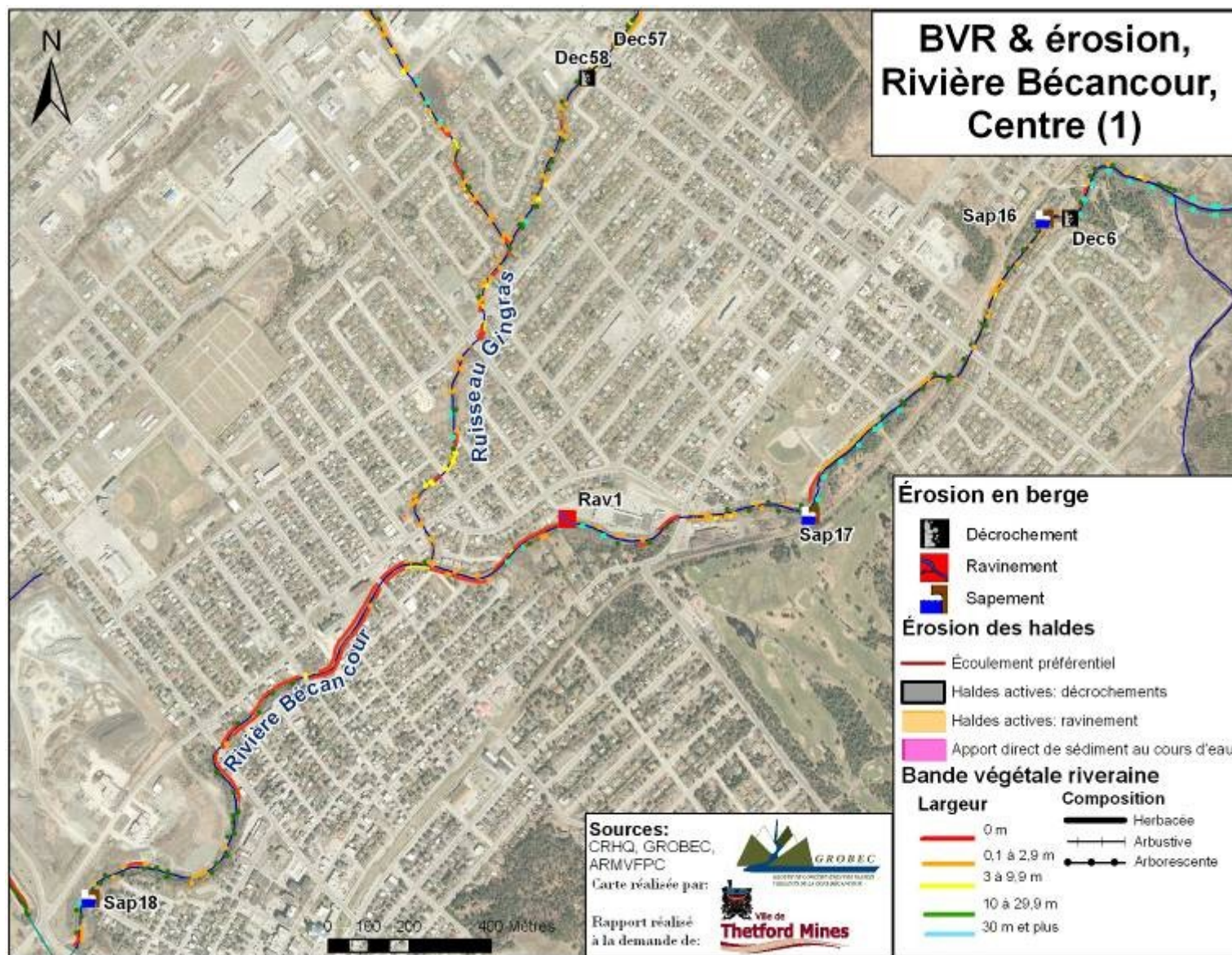


Figure 13 Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour centre- Thetford Mines à Black Lake (1)

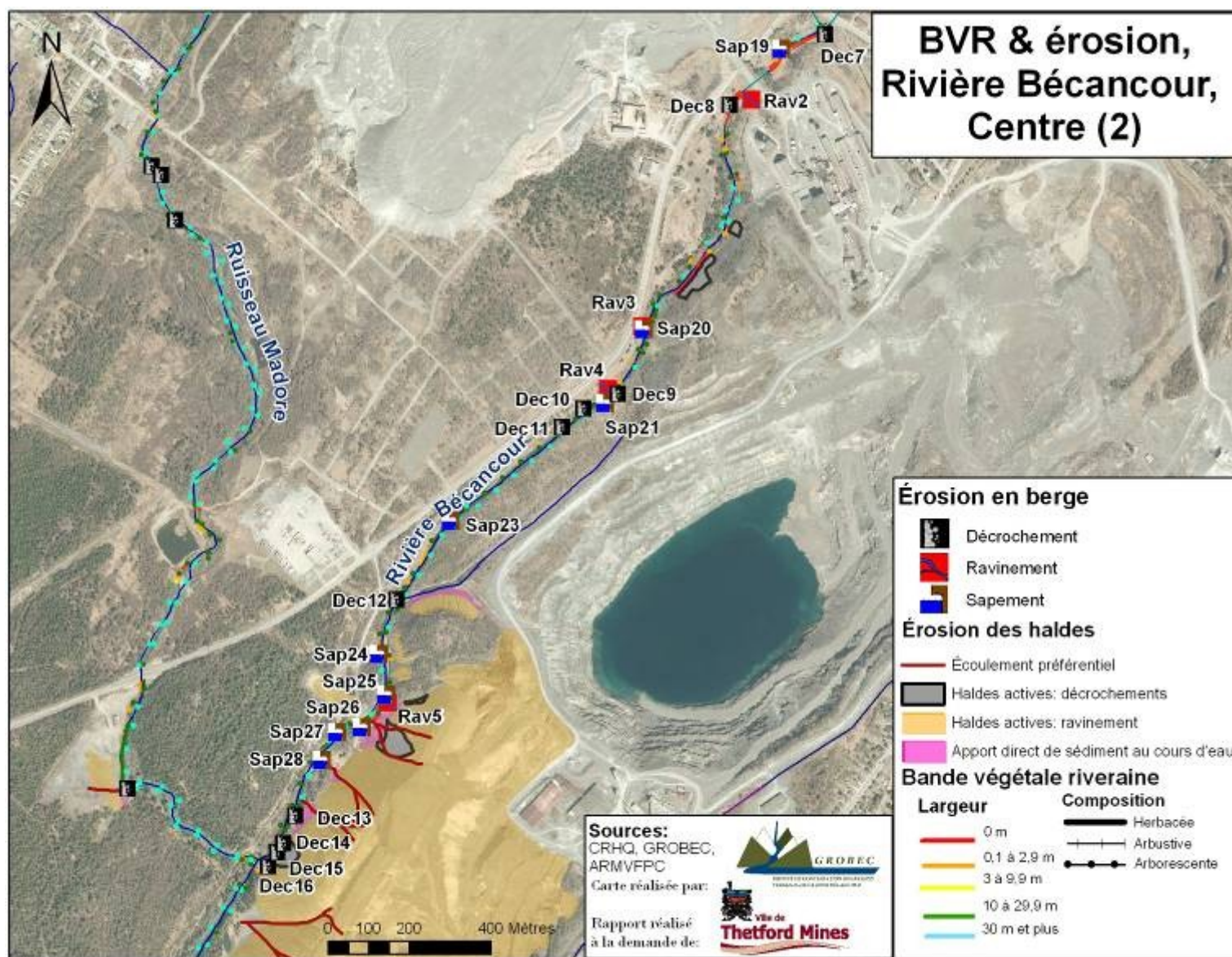


Figure 14 Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour centre- Thetford Mines à Black Lake (2)

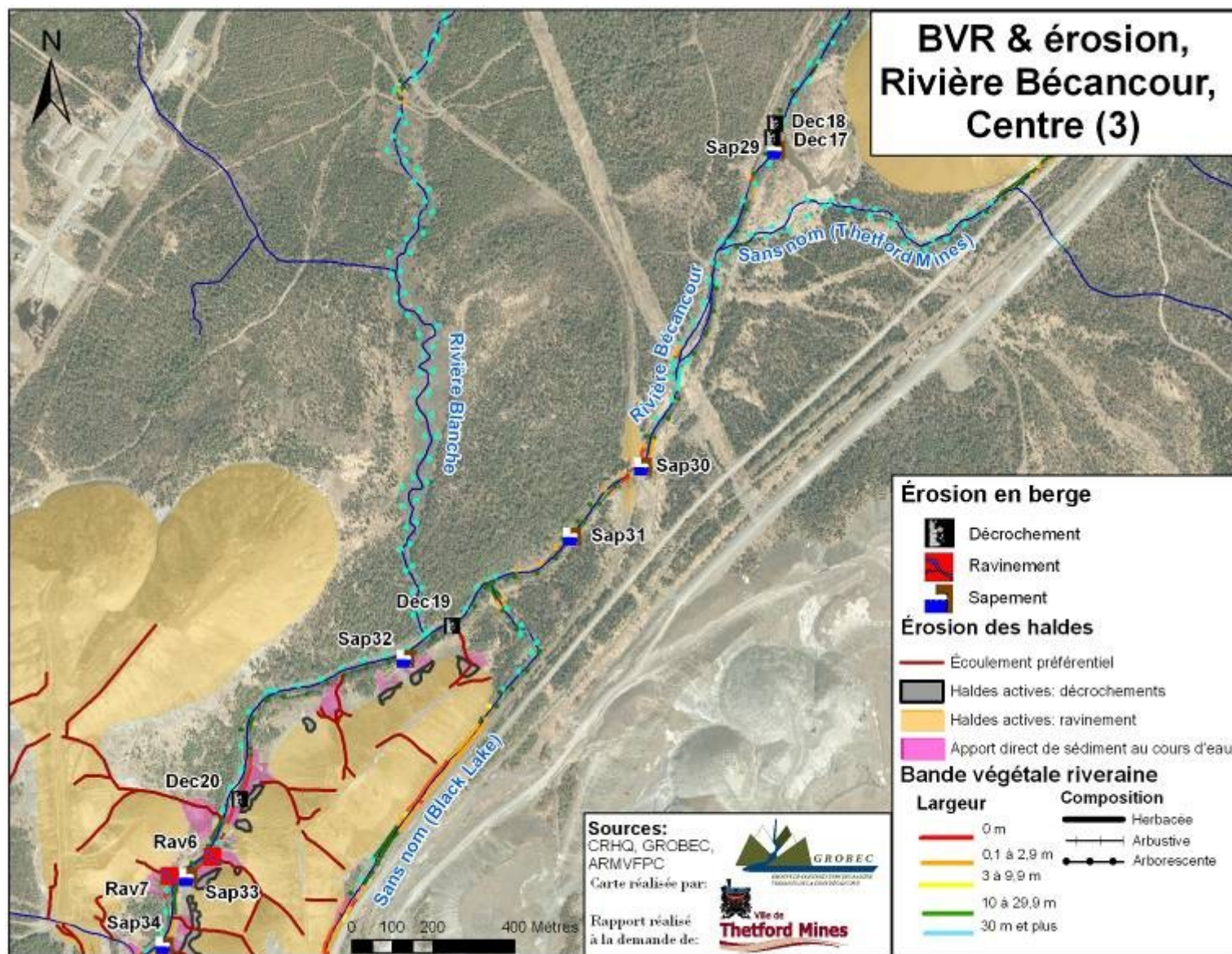


Figure 15 Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour centre- Thetford Mines à Black Lake (3)

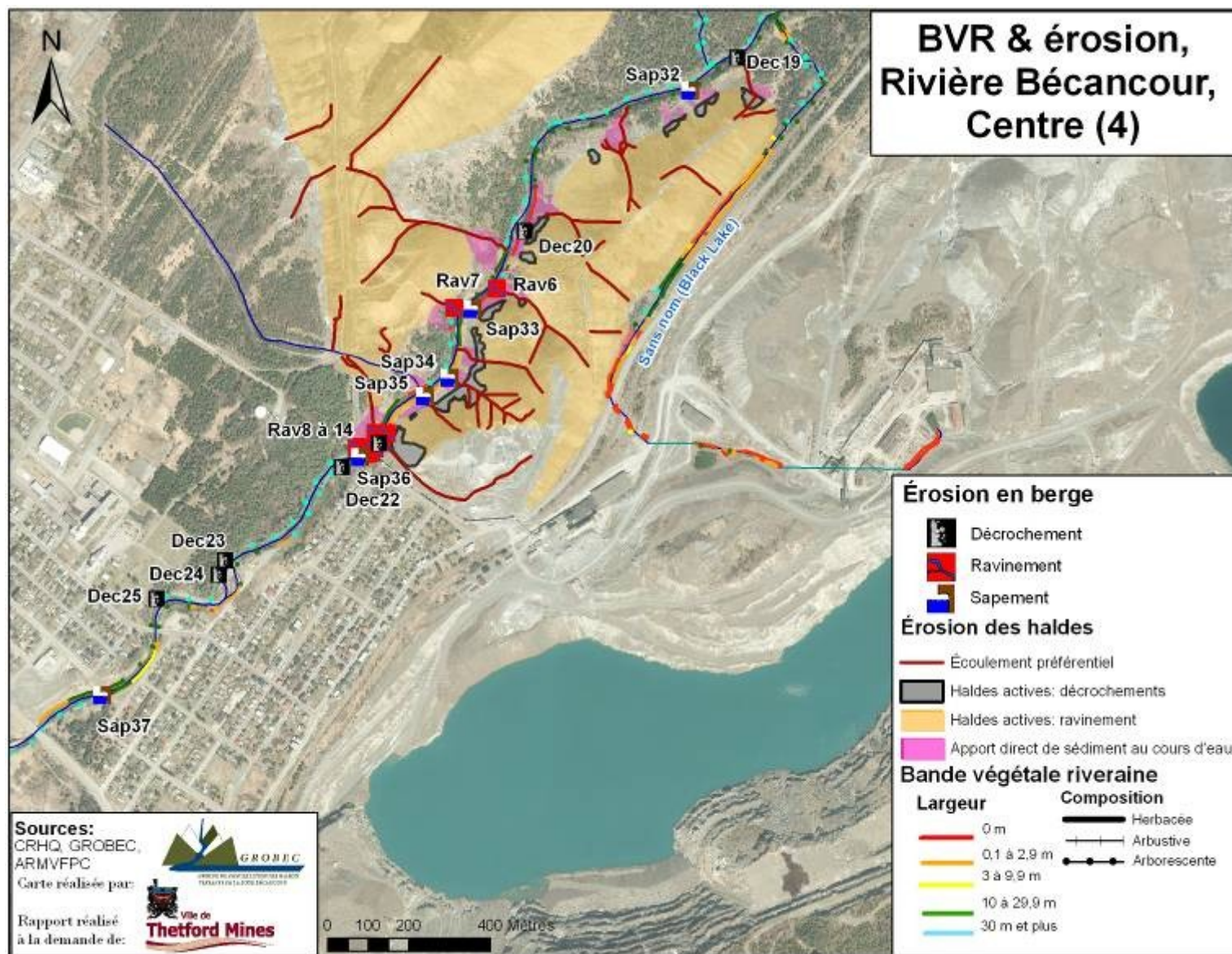


Figure 16 Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour centre- Thetford Mines à Black Lake (4)

4.1.1.3. Rivière Bécancour à l'aval de Black Lake

La Figure 17, la Figure 18 et la Figure 19 permettent d'observer l'état des BVR et des sites d'érosion pour la partie aval de la rivière Bécancour entre la route 112 et le pont de Vimy. La rivière Bécancour traverse une alternance de milieux miniers et boisés du secteur Black Lake. Le secteur est relativement plat, à l'exception des haldes localisées à proximité de la rivière Bécancour.

Le Tableau 4 permet de constater que les BVR de la section centre de la rivière Bécancour sont principalement arborescentes (96%). En regard de leur largeur, plus de 66% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est notée sur seulement 1% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 0%, 4% et 28%. L'absence ou la faible largeur de BVR est principalement associée au milieu minier.

En regard des sites d'érosion en berge, on note la présence de 15 décrochements, 49 sapements et 6 ravinements. On remarque une importante concentration de sites d'érosion à proximité des haldes et en particulier dans les sections près de la mine Black Lake jusqu'à la mine Normandie.

En plus de l'érosion en berge, plusieurs processus d'érosion des haldes ont été cartographiés dans cette section, soit de nombreux chenaux d'écoulement préférentiel, 3 décrochements de haldes, 5 haldes soumises à des processus de ravinement et 4 sites d'apport direct de sédiments aux cours d'eau. Ces processus d'érosion sont tous concentrés au niveau des deux dernières haldes de la mine Normandie.

Tableau 4 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section rivière Bécancour à l'aval de Black Lake

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	1.47%	0.00%	0.47%	0.46%	0.67%	1.60%
Arbustive	na	0.00%	0.96%	0.00%	0.00%	0.96%
Arborescente	na	0.07%	2.34%	28.10%	65.45%	95.96%
Total	1.47%	0.07%	3.78%	28.56%	66.12%	100.00%

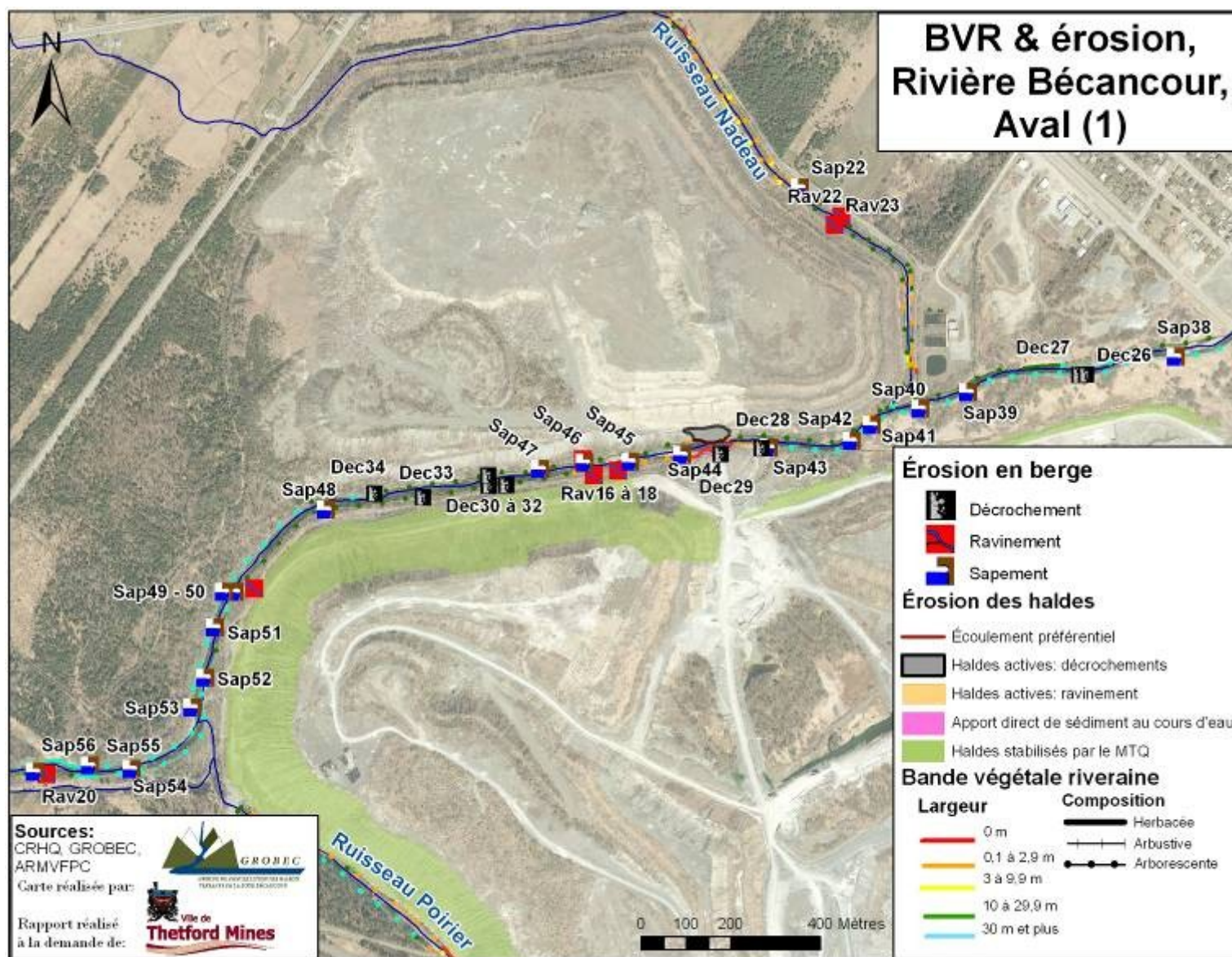


Figure 17 Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour à l'aval de Black Lake (1)

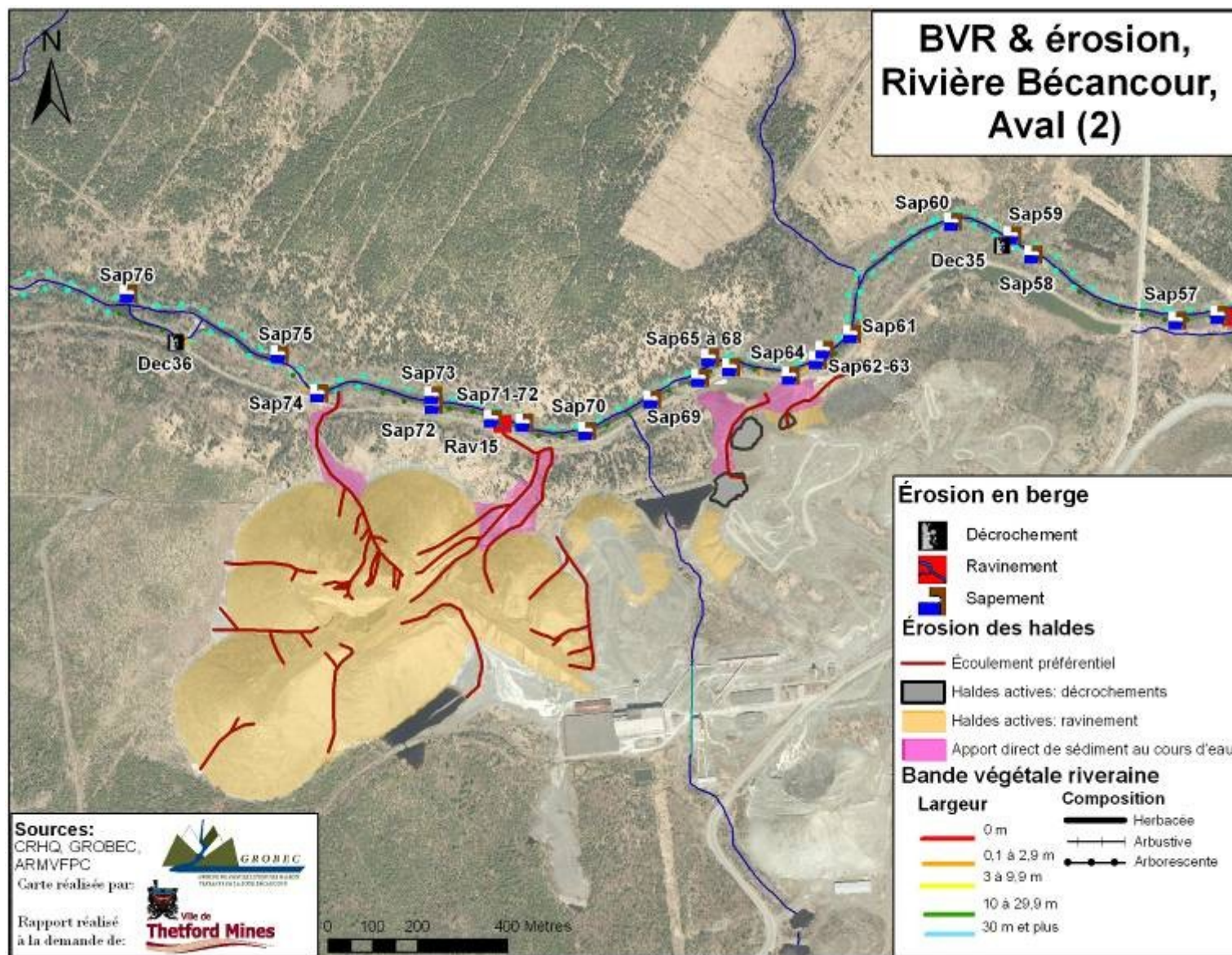


Figure 18 Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour à l'aval de Black Lake (2)

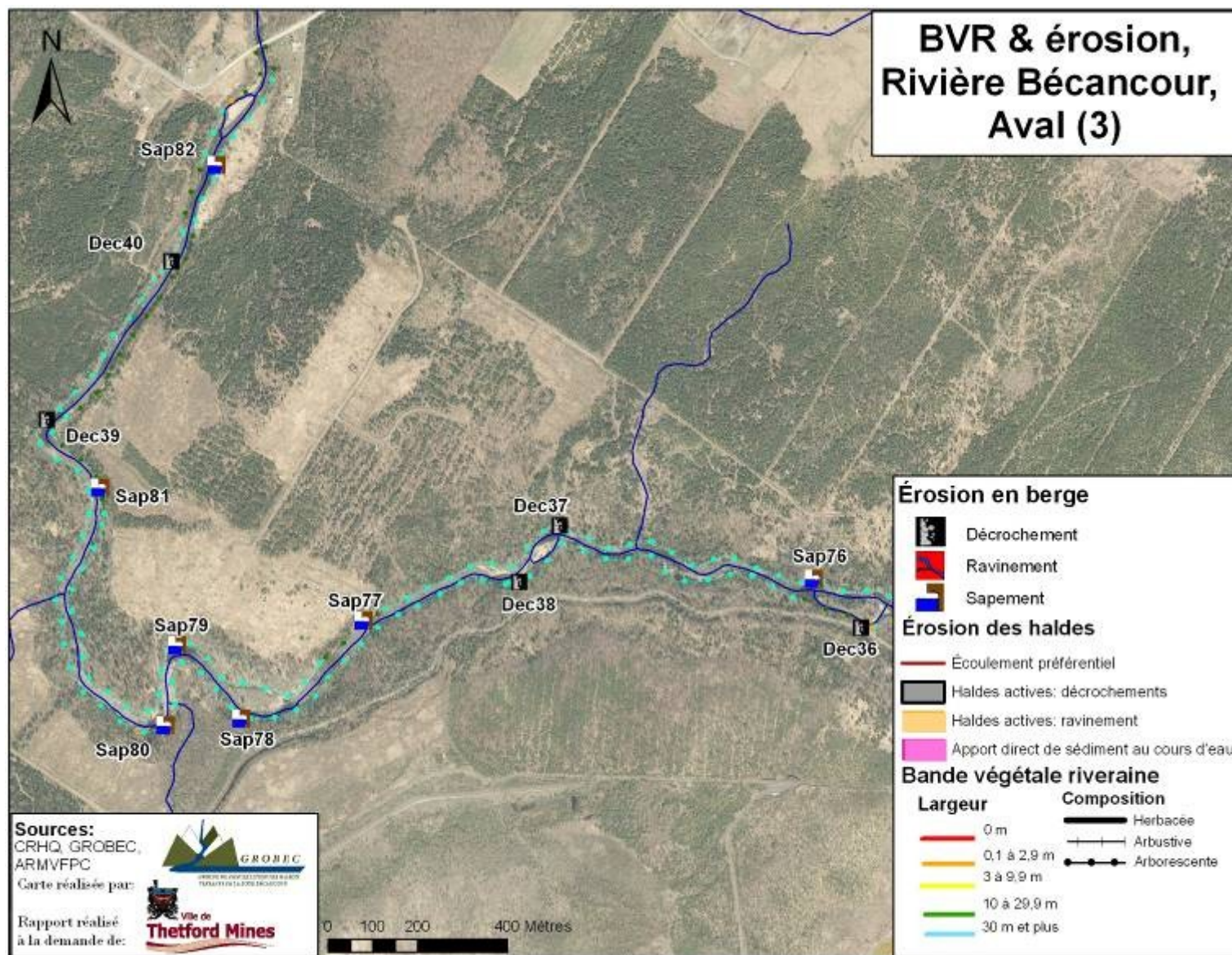


Figure 19 Carte des BVR et sites d'érosion de la section rivière Bécancour à l'aval de Black Lake (2)

4.1.2. Tributaires

4.1.2.1. Ruisseau Lessard

La Figure 20 permet d'observer l'état des BVR et des sites d'érosion de la section aval du ruisseau Lessard. Dans cette section à l'étude, la rivière traverse une zone minière, industrielle et boisée du secteur de Thetford-Sud. Le secteur est relativement plat, à l'exception de la halde localisée en marge du ruisseau Lessard.

Le Tableau 5 permet de constater que les BVR de l'aval du ruisseau Lessard sont principalement arborescentes (72%). En regard de leur largeur, 43% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est cependant notée sur plus de 13% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 3%, 18% et 23%. L'absence ou la faible largeur de BVR est principalement associée au milieu minier.

En regard des sites d'érosion en berge, on note la présence de 7 décrochements et 1 sapement. On remarque que les sites d'érosion sont distribués tout au long du cours d'eau. En plus de l'érosion en berge, des processus d'érosion des haldes ont été cartographiés dans ce secteur, soit 3 chenaux d'écoulement préférentiel et une halde soumise à des processus de ravinement.

Tableau 5 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section ruisseau Lessard

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	13.21%	0.96%	4.32%	0.34%	0.00%	5.62%
Arbustive	na	1.57%	6.75%	0.72%	0.00%	9.04%
Arborescente	na	0.74%	6.49%	21.49%	43.41%	72.13%
Total	13.21%	3.26%	17.56%	22.55%	43.41%	100.00%

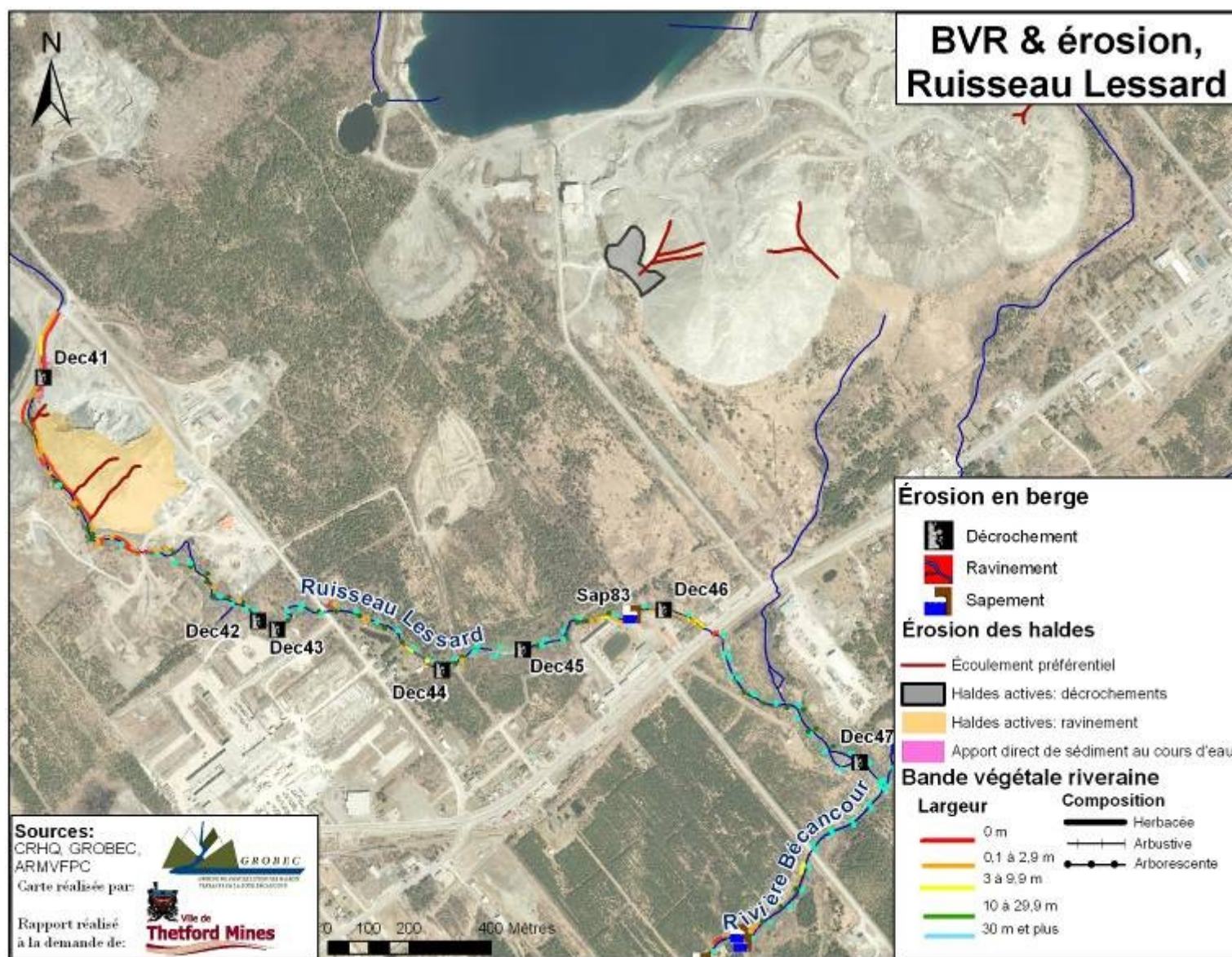


Figure 20

Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Lessard

4.1.2.2. Ruisseau Gingras

La Figure 21 permet d'observer l'état des BVR et des sites d'érosion de la section aval du ruisseau Gingras et son tributaire, le ruisseau de l'aqueduc. Dans cette section à l'étude, les deux cours d'eau se trouvent en quasi-totalité en zone urbaine et traversent le développement résidentiel du secteur Thetford-Sud ainsi que le développement industriel du parc industriel Henri-Therrien. Le secteur est relativement plat. On note une absence d'activité minière à proximité des cours d'eau.

Le Tableau 6 permet de constater que les BVR de l'aval du ruisseau Gingras et de son tributaire, le ruisseau de l'aqueduc, sont principalement arborescentes (73%). En regard de leur largeur, plus de 24% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est cependant notée sur près de 16% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 6%, 29% et 25%. L'absence ou la faible largeur de BVR est principalement associée au secteur résidentiel.

En regard des sites d'érosion en berge, on note la présence de 6 décrochements, 1 sapement et 1 ravinement. On remarque une concentration de sites d'érosion dans le parc industriel et près de la 16^e avenue.

Tableau 6 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section ruisseau Gingras

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	15.68%	0.00%	3.13%	1.62%	1.52%	6.28%
Arbustive	na	2.49%	3.06%	0.00%	0.00%	5.55%
Arborescente	na	3.50%	22.86%	23.30%	22.84%	72.50%
Total	15.68%	5.99%	29.05%	24.92%	24.36%	100.00%

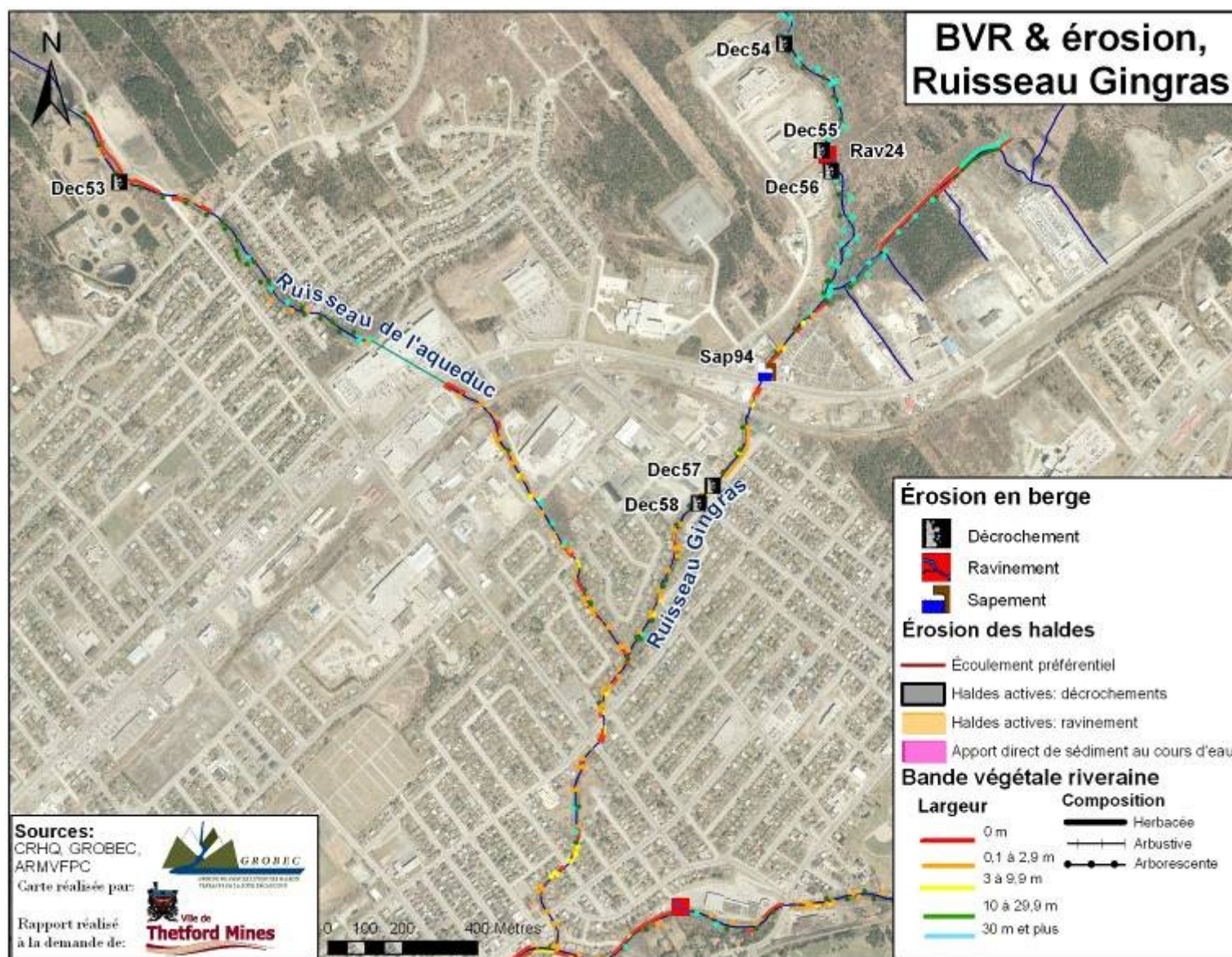


Figure 21

Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Gingras

4.1.2.3. Sans nom (267)

La Figure 22 permet d'observer l'état des BVR et des sites d'érosion de la section aval du cours d'eau Sans nom (267). Dans cette section à l'étude, le cours d'eau traverse principalement une importante zone minière du secteur de Thetford-Sud. À l'origine le secteur était relativement plat, mais il est maintenant façonné par la présence de haldes localisées en marge du cours d'eau.

Le Tableau 7 permet de constater que les BVR de l'aval du cours d'eau Sans Nom (267) sont principalement arborescentes (37%). En regard de leur largeur, 24% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est cependant notée sur plus de 37% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 0%, 10% et 28%. L'absence ou la faible largeur de BVR est principalement associée au milieu minier.

En regard de l'érosion en berge, aucun site de décrochement, ravinement ou sapement n'a été répertorié sur ce cours d'eau.

De plus, aucun processus d'érosion des haldes n'a été observé dans ce secteur.

Tableau 7 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section Sans nom (267)

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	37.36%	0.00%	1.11%	15.04%	0.00%	16.15%
Arbustive	na	0.00%	5.53%	3.73%	0.00%	9.26%
Arborescente	na	0.00%	3.57%	9.56%	24.09%	37.23%
Total	37.36%	0.00%	10.21%	28.33%	24.09%	100.00%

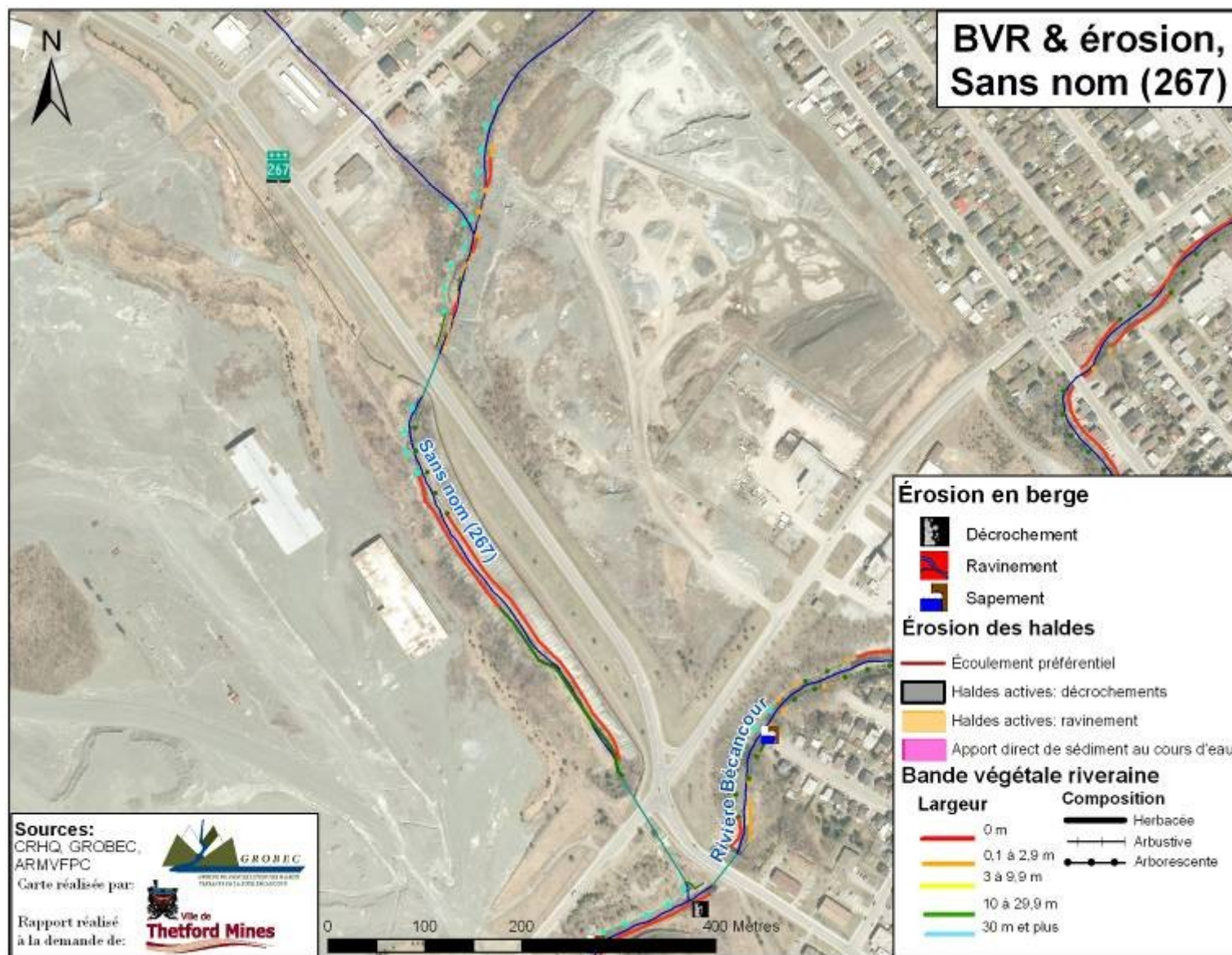


Figure 22 Carte des BVR et sites d'érosion de la section du cours d'eau Sans nom (267)

4.1.2.4. Ruisseau Madore

La Figure 23 et la Figure 24 permettent d'observer l'état des BVR et des sites d'érosion de la section aval du ruisseau Madore. Dans cette section l'étude, le cours d'eau traverse des milieux agricoles, boisés, urbains et miniers des secteurs Thetford et Thetford-Sud. Le secteur est relativement plat, à l'exception des haldes dont une localisée en marge du cours d'eau.

Le Tableau 8 permet de constater que les BVR de l'aval du ruisseau Madore sont principalement arborescentes (86%). En regard de leur largeur, près de 62% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est notée sur plus de 4% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 0%, 8% et 25%. L'absence ou la faible largeur de BVR est principalement associée au milieu urbain, en particulier près de la route 112.

En regard des sites d'érosion en berge, on note la présence de 5 décrochements, 1 sapement et 1 ravinement. On remarque une concentration de sites d'érosion en milieu boisé en aval de la jonction avec le 10^e rang.

En plus de l'érosion en berge, plusieurs processus d'érosion des haldes ont été cartographiés dans ce secteur, soit un chenal d'écoulement préférentiel, une halde soumise à des processus de ravinement et 1 site d'apport direct de sédiments aux cours d'eau.

Tableau 8 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section ruisseau Madore

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	4.14%	0.18%	2.15%	2.67%	0.44%	5.44%
Arbustive	na	0.00%	0.40%	0.45%	0.00%	0.85%
Arborescente	na	0.13%	5.86%	22.23%	61.35%	89.56%
Total	4.14%	0.31%	8.40%	25.35%	61.79%	100.00%

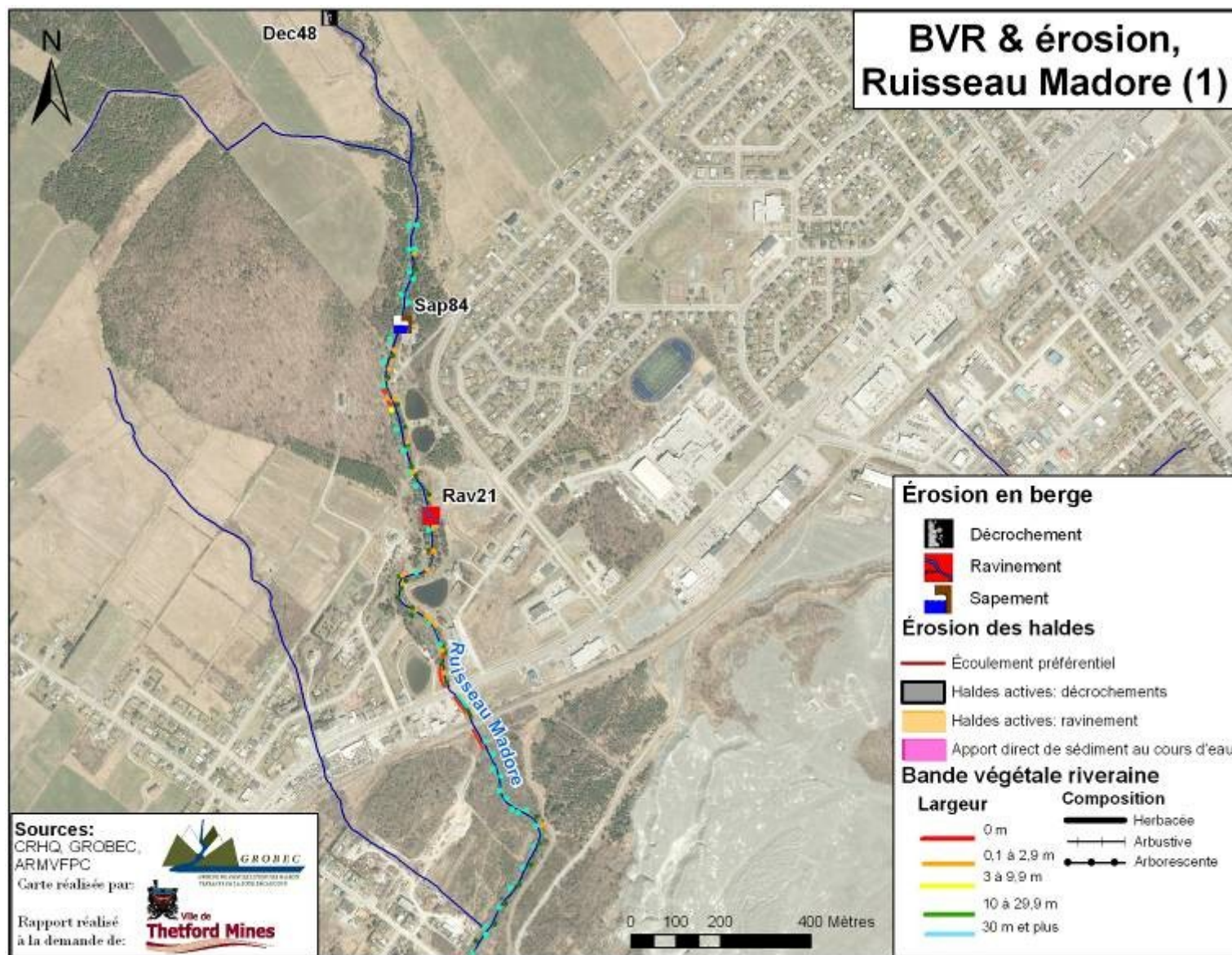


Figure 23 Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Madore (1)

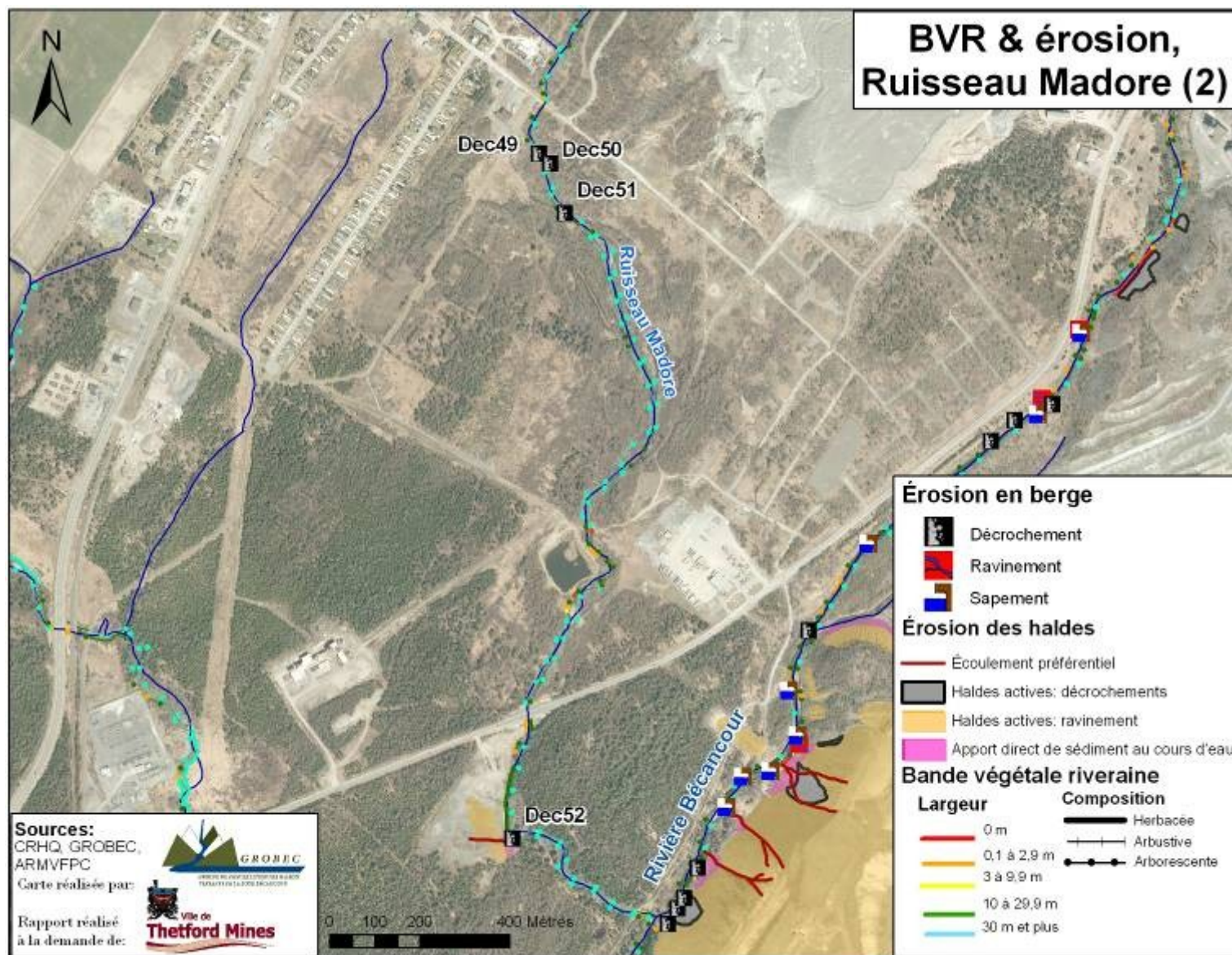


Figure 24

Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Madore (2)

4.1.2.5. Rivière Blanche

La Figure 25 permet d'observer l'état des BVR et des sites d'érosion de la section aval de la rivière Blanche. Dans cette section à l'étude, la rivière se trouve presque entièrement dans des milieux boisés des secteurs Thetford et Black Lake. Le secteur est relativement plat, à l'exception de la halde localisée à proximité de son embouchure.

Le Tableau 9 permet de constater que les BVR de l'aval de la rivière Blanche sont principalement arborescentes (85%). En regard de leur largeur, 85% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est notée sur seulement 2% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 0%, 2% et 11%. L'absence ou la faible largeur de BVR est principalement associée aux lignes de transport d'énergie.

En regard des sites d'érosion en berge, on note la présence de 4 sapements tous concentrés dans la portion amont du secteur à l'étude et généralement sous les lignes de transport d'énergie.

En plus de l'érosion en berge, la halde présente est soumise à des processus de ravinement.

Tableau 9 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section rivière Blanche

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	1.66%	0.00%	0.96%	0.00%	8.78%	9.74%
Arbustive	na	0.00%	0.00%	2.97%	1.07%	4.04%
Arborescente	na	0.00%	1.36%	7.92%	75.27%	84.55%
Total	1.66%	0.00%	2.32%	10.90%	85.13%	100.00%

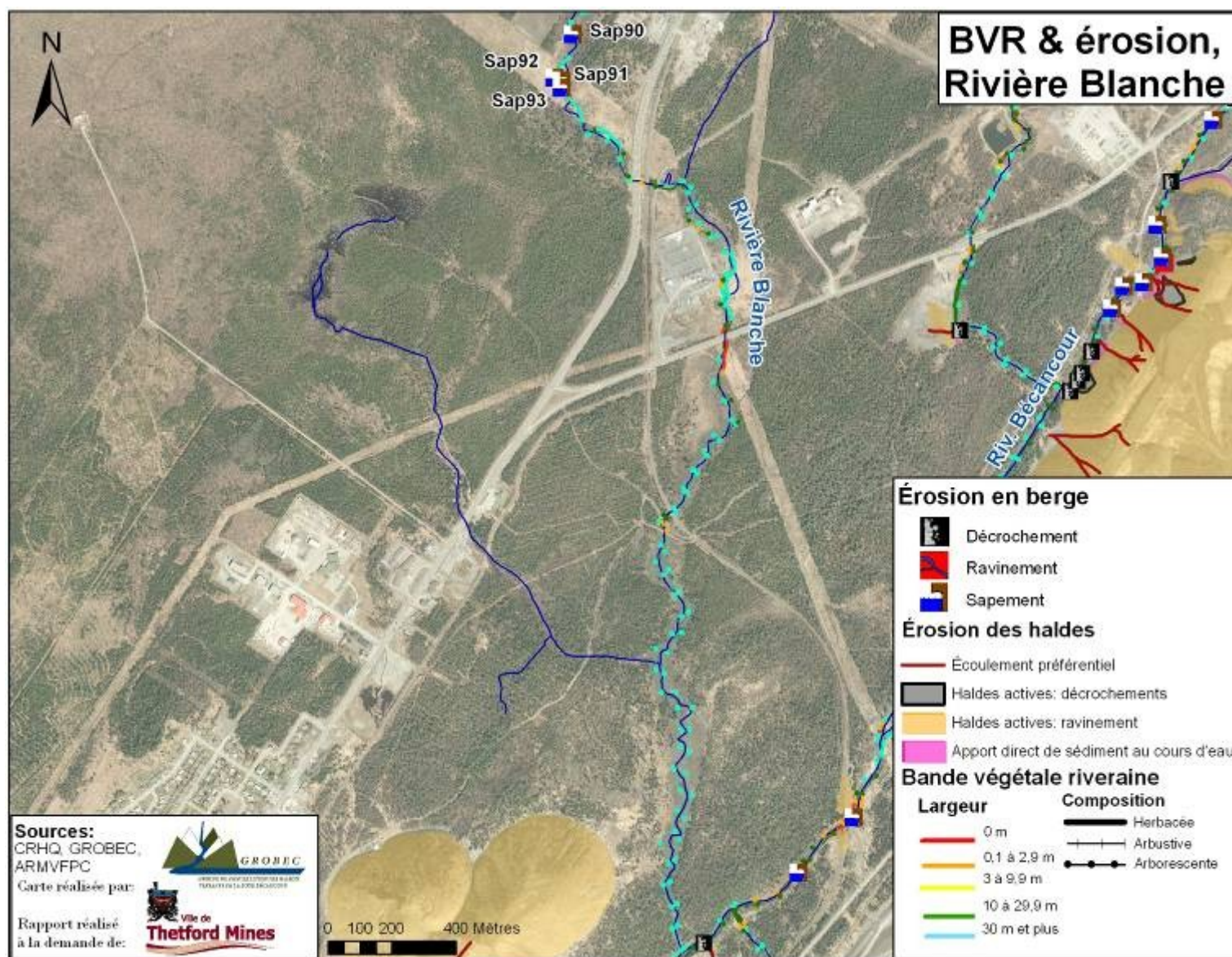


Figure 25 Carte des BVR et sites d'érosion de la section de la rivière Blanche

4.1.2.6. Ruisseau Nadeau

La Figure 26 et la Figure 27 permettent d'observer l'état des BVR et des sites d'érosion de la section aval du ruisseau Nadeau. Dans cette section à l'étude, le ruisseau se trouve presque entièrement dans des milieux boisés tout en traversant quelques milieux agricoles, résidentiels et finalement miniers du secteur Black Lake. La section de ruisseau a un dénivelé de 70m, à pente faible à l'exception de la halde localisée à proximité de son embouchure.

Le Tableau 10 permet de constater que les BVR de l'aval du ruisseau Nadeau sont principalement arborescente (88%). En regard de leur largeur, 53% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est noté sur plus de 5% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 4%, 18% et 19%. L'absence où la faible largeur de BVR est principalement associée aux milieux agricoles, bâti et miniers.

En regard des sites d'érosion en berge, on note la présence de 1 sapement et 2 ravinements tous concentrés en milieu minier.

Aucun processus d'érosion des haldes n'a été observé dans cette section. À noter que la halde localisée à proximité de l'embouchure du ruisseau Nadeau est une halde à palier dont les pentes inférieures sont végétalisées.

Tableau 10 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section ruisseau Nadeau

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	5.26%	0.22%	2.10%	0.11%	0.00%	2.44%
Arbustive	na	1.56%	2.39%	0.71%	0.00%	4.65%
Arborescente	na	2.68%	13.81%	18.29%	52.87%	87.65%
Total	5.26%	4.46%	18.30%	19.11%	52.87%	100.00%

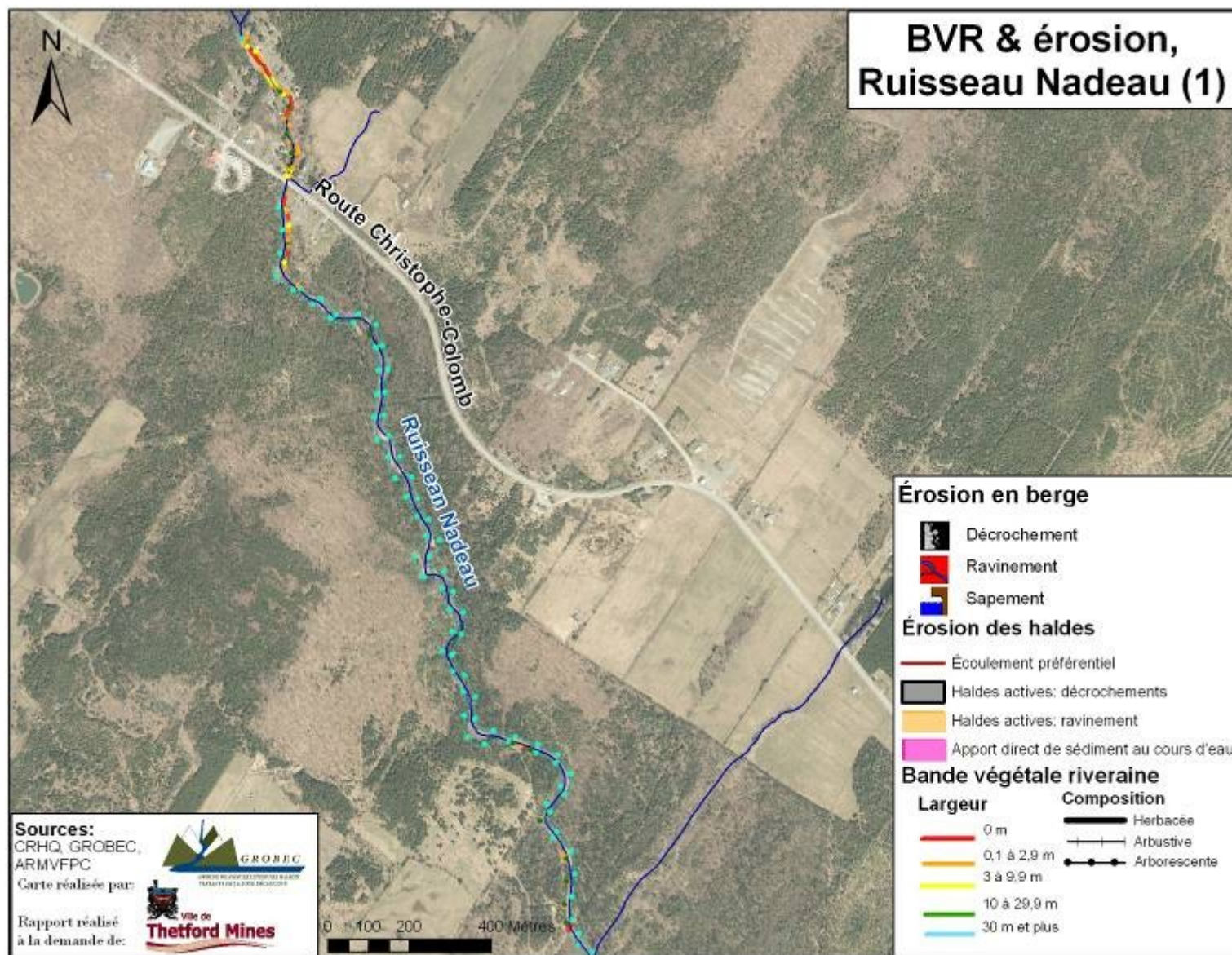


Figure 26 Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Nadeau (1)

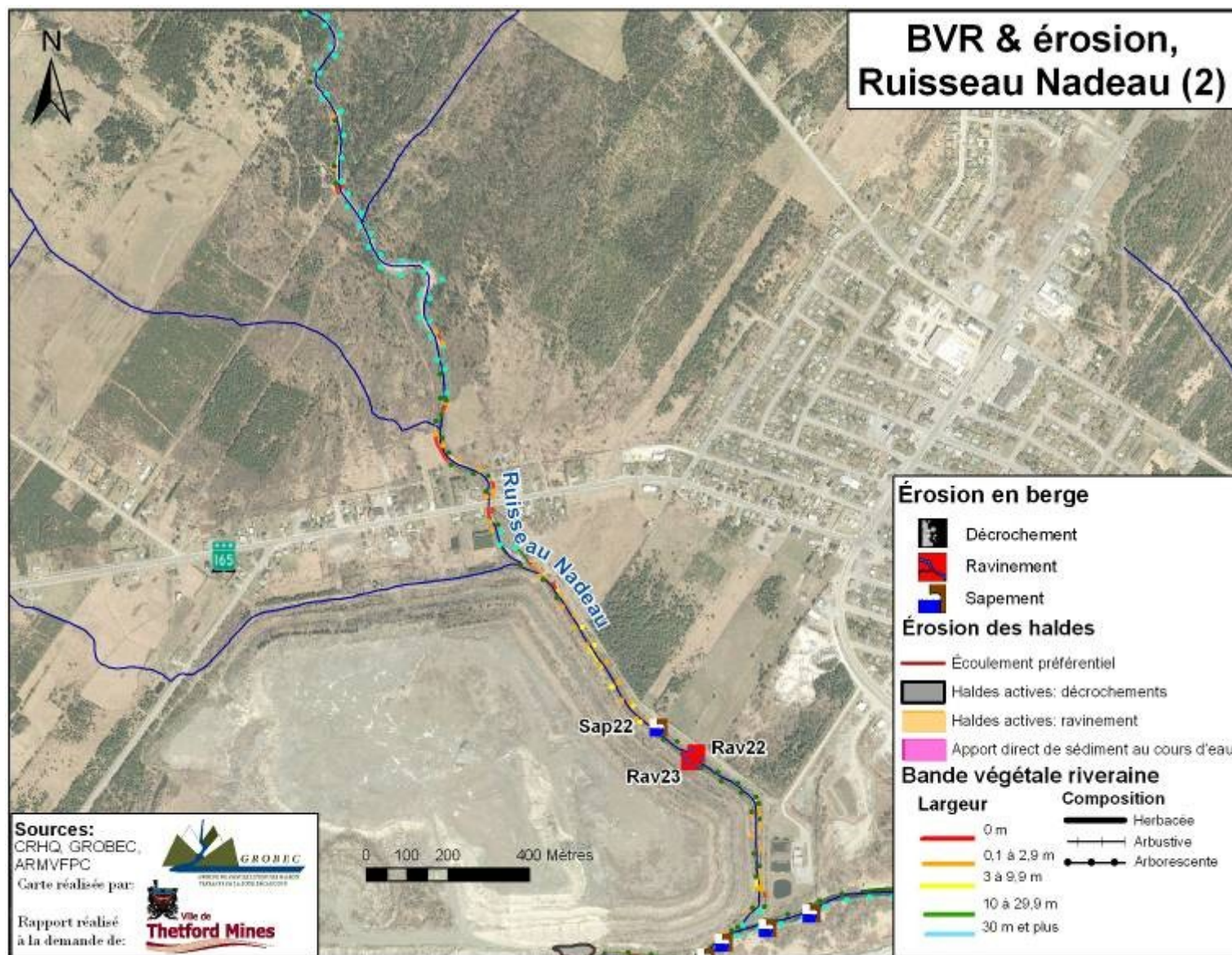


Figure 27 Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Nadeau (2)

4.1.2.7. Sans nom (Thetford Mines)

La Figure 28 permet d'observer l'état des BVR et des sites d'érosion de la section aval du cours d'eau Sans nom (Thetford Mines). Dans cette section à l'étude, le cours d'eau traverse des milieux miniers boisés et des infrastructures routières du secteur de Thetford-Sud. À l'origine le secteur était relativement plat, mais il est maintenant façonné par la présence de haldes localisées en marge du cours d'eau.

Le Tableau 11 permet de constater que les BVR de l'aval du cours d'eau Sans Nom (Thetford Mines) sont principalement arborescentes (67%). En regard de leur largeur, 53% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est notée sur près du 6% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 2%, 17% et 22%. L'absence ou la faible largeur de BVR est principalement associée aux infrastructures routières.

En regard de l'érosion en berge, aucun site de décrochement, ravinement ou sapement n'a été répertorié sur ce cours d'eau.

Cependant, la halde présente en marge de ce cours d'eau est soumise à des processus de ravinement.

Tableau 11 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section Sans Nom (Thetford)

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	5.57%	0.80%	7.52%	14.24%	0.89%	23.45%
Arbustive	na	1.26%	2.45%	0.00%	0.00%	3.72%
Arborescente	na	0.00%	7.21%	8.10%	51.95%	67.27%
Total	5.57%	2.06%	17.18%	22.34%	52.84%	100.00%

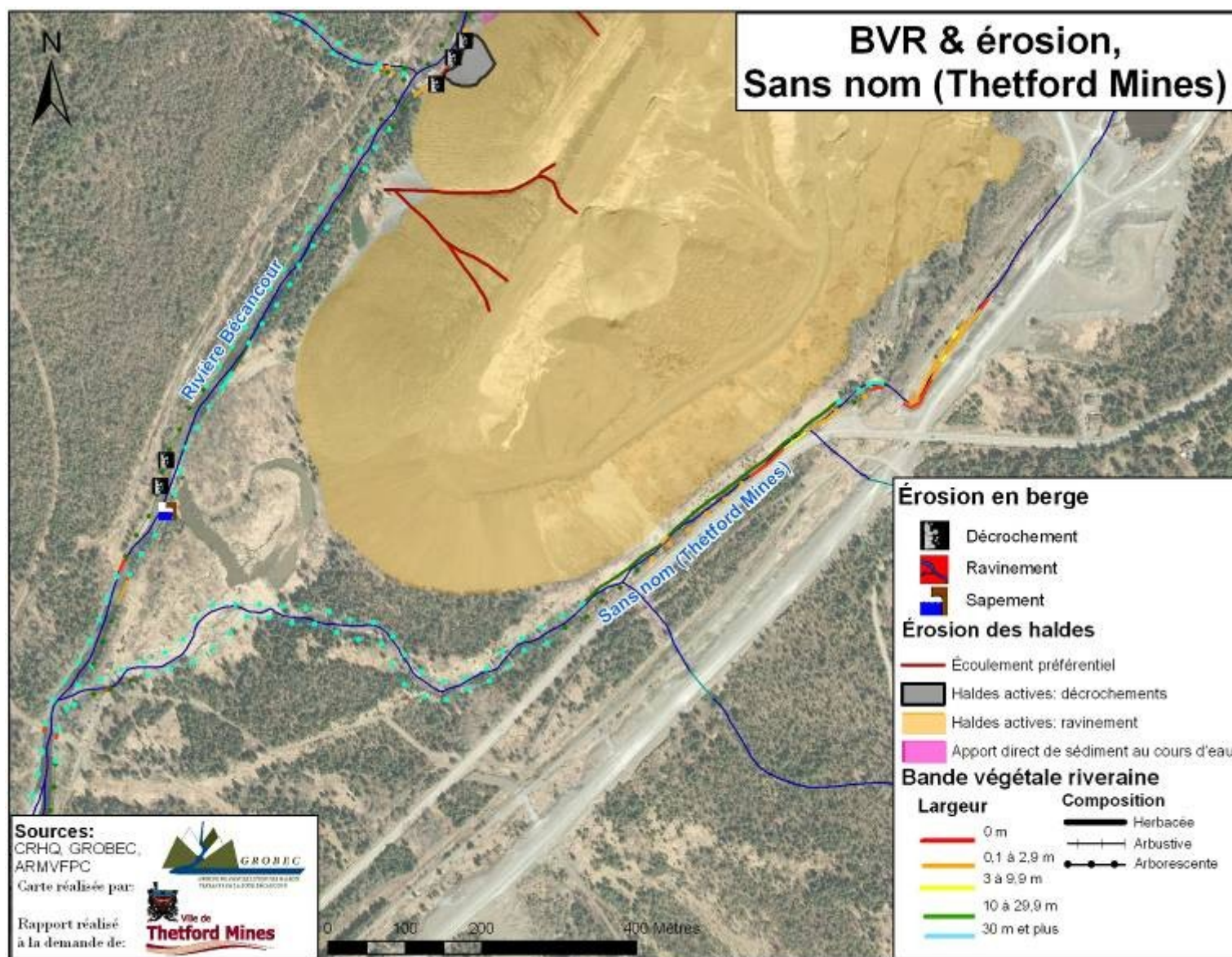


Figure 28 Carte des BVR et sites d'érosion de la section du cours d'eau Sans nom (Thetford Mines)

4.1.2.8. Sans nom (Black Lake)

La Figure 29 permet d'observer l'état des BVR et des sites d'érosion de la section aval du cours d'eau Sans nom (Black Lake). Dans cette section à l'étude, le cours d'eau traverse un important milieu minier, ainsi que des milieux boisés et des infrastructures routières du secteur de Black Lake. À l'origine le secteur était relativement plat, mais il est maintenant façonné par la présence de haldes localisées en marge du cours d'eau. En plus de modifier la topographie de cette section, les activités minières ont mené à une canalisation, voire même un ensevelissement complet de certaines portions du cours d'eau.

Le Tableau 12 permet de constater que les BVR de l'aval du cours d'eau Sans Nom (Black Lake) sont principalement herbacées (42%). En regard de leur largeur, seulement 17% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est notée sur près de 15% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 2%, 35% et 31%. L'absence ou la faible largeur de BVR est principalement associée aux milieux miniers et aux infrastructures routières.

En regard de l'érosion en berge, aucun site de décrochement, ravinement ou sapement n'a été répertorié sur ce cours d'eau.

Cependant, des processus d'érosion des haldes ont été cartographiés dans ce secteur, soit des chenaux d'écoulement préférentiel, des haldes soumises à des processus de ravinement et 1 site de décrochement.

Tableau 12 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section Sans Nom (Black Lake)

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	14.83%	1.45%	27.96%	12.38%	0.00%	41.78%
Arbustive	na	0.00%	3.07%	0.32%	0.00%	3.38%
Arborescente	na	0.64%	4.21%	18.39%	16.76%	40.01%
Total	14.83%	2.09%	35.23%	31.09%	16.76%	100.00%

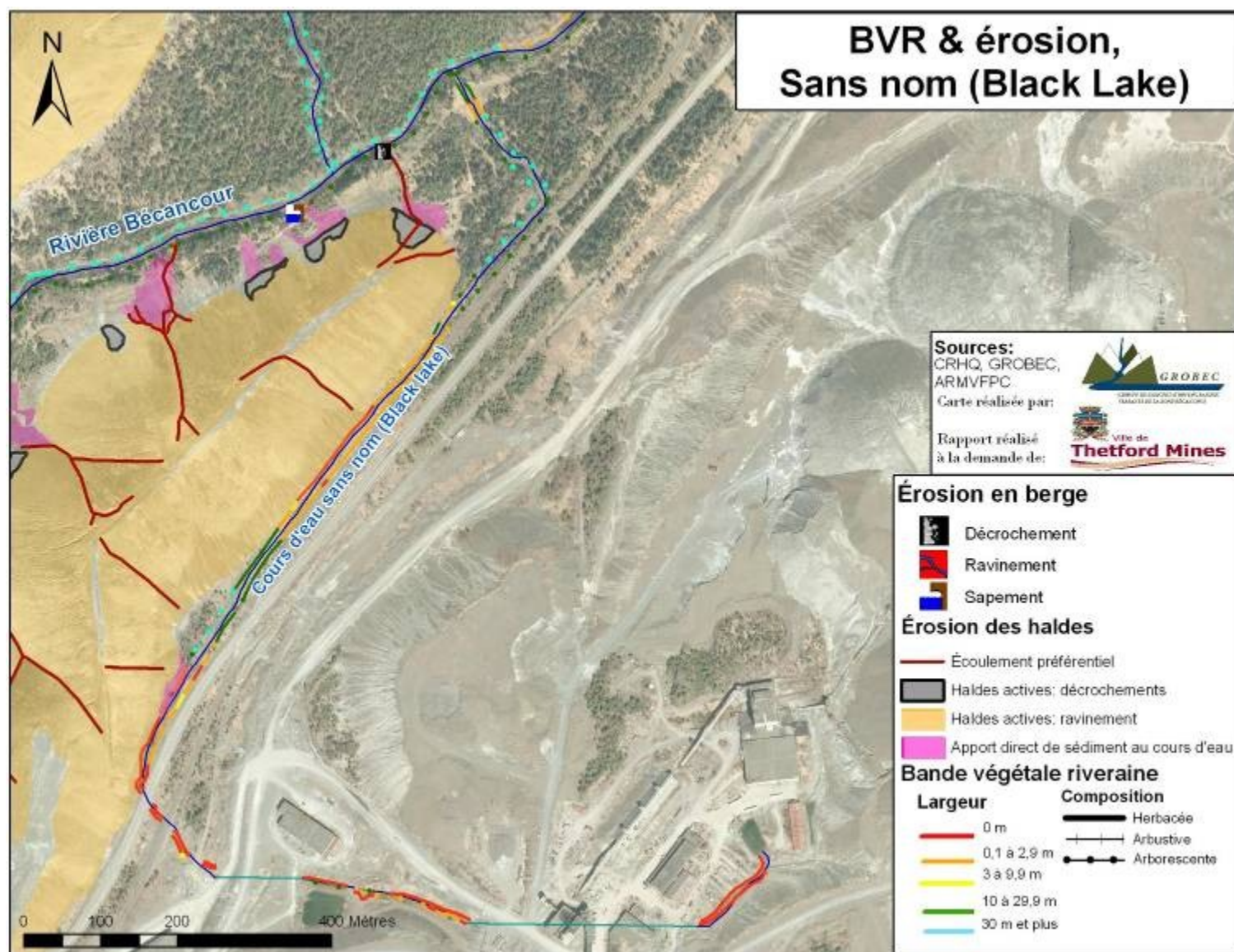


Figure 29 Carte des BVR et sites d'érosion de la section du cours d'eau Sans nom (Black Lake)

4.1.2.9. *Ruisseau Poirier*

La Figure 30 et Figure 31 permet d'observer l'état des BVR et des sites d'érosion de la section aval du ruisseau Poirier, soit du lac Noir jusqu'à son embouchure sur la rivière Bécancour. Dans cette section à l'étude, le cours d'eau se trouve presque entièrement en milieu minier, tout en ayant une portion de sa rive ouest dont l'usage est plutôt de type forestier. Le secteur est très accidenté, en plus du dénivelé naturel de près de 170 m entre le lac Noir et l'embouchure du ruisseau Poirier. De nombreuses haldes et mines à ciel ouvert façonnent ce paysage. En plus de modifier la topographie de cette section, les activités minières sont à l'origine même de ce cours d'eau. En effet, le ruisseau Poirier a été aménagé afin de détourner les eaux alimentant le lac Noir directement vers la rivière Bécancour et ainsi permettre l'assèchement de ce lac. Le ruisseau Poirier est donc fortement canalisé et certaines portions sont complètement ensevelies sous les résidus miniers. Le niveau du ruisseau Poirier entre le lac noir et sa canalisation est contrôlé artificiellement, ce qui a pour effet de limiter l'érosion en berge et favoriser la déposition des sédiments provenant des haldes. Récemment, le ruisseau Poirier s'est retrouvé tout près du nouveau tracé de la route 112.

Le Tableau 13 permet de constater que les BVR de l'aval du ruisseau Poirier sont principalement arborescentes (49%). En regard de leur largeur, 25% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est cependant notée sur la plus grande proportion des rives, soit sur plus de 39%, alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 2%, 21% et 13%. L'absence ou la faible largeur de BVR est principalement associée aux milieux miniers.

Cependant, plusieurs processus d'érosion des haldes ont été cartographiés sur la halde près du lac Noir, soit plusieurs chenaux d'écoulement préférentiel, des processus de ravinement et 2 site d'apport direct de sédiments aux cours d'eau. La halde située près de l'embouchure du ruisseau Poirier a quant à elle été stabilisée en 2014 suite aux importants travaux de la relocalisation de la route 112 du ministère des Transports. Certains sites d'érosion en berge identifiés sur les orthophotographies ont déjà été stabilisés par le ministère du Transport. Ces sites d'érosion n'ont donc pas été conservés dans l'analyse du projet. Ainsi, aucun site d'érosion n'a été repéré dans la section entre le Lac Noir et sa canalisation en amont de la route 112.

Tableau 13 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, section ruisseau Poirier

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	39.16%	0.19%	2.28%	0.21%	0.53%	3.22%
Arbustive	na	0.12%	8.61%	0.38%	0.00%	9.12%
Arborescente	na	1.95%	10.06%	11.99%	24.51%	48.50%
Total	39.16%	2.26%	20.95%	12.58%	25.04%	100.00%

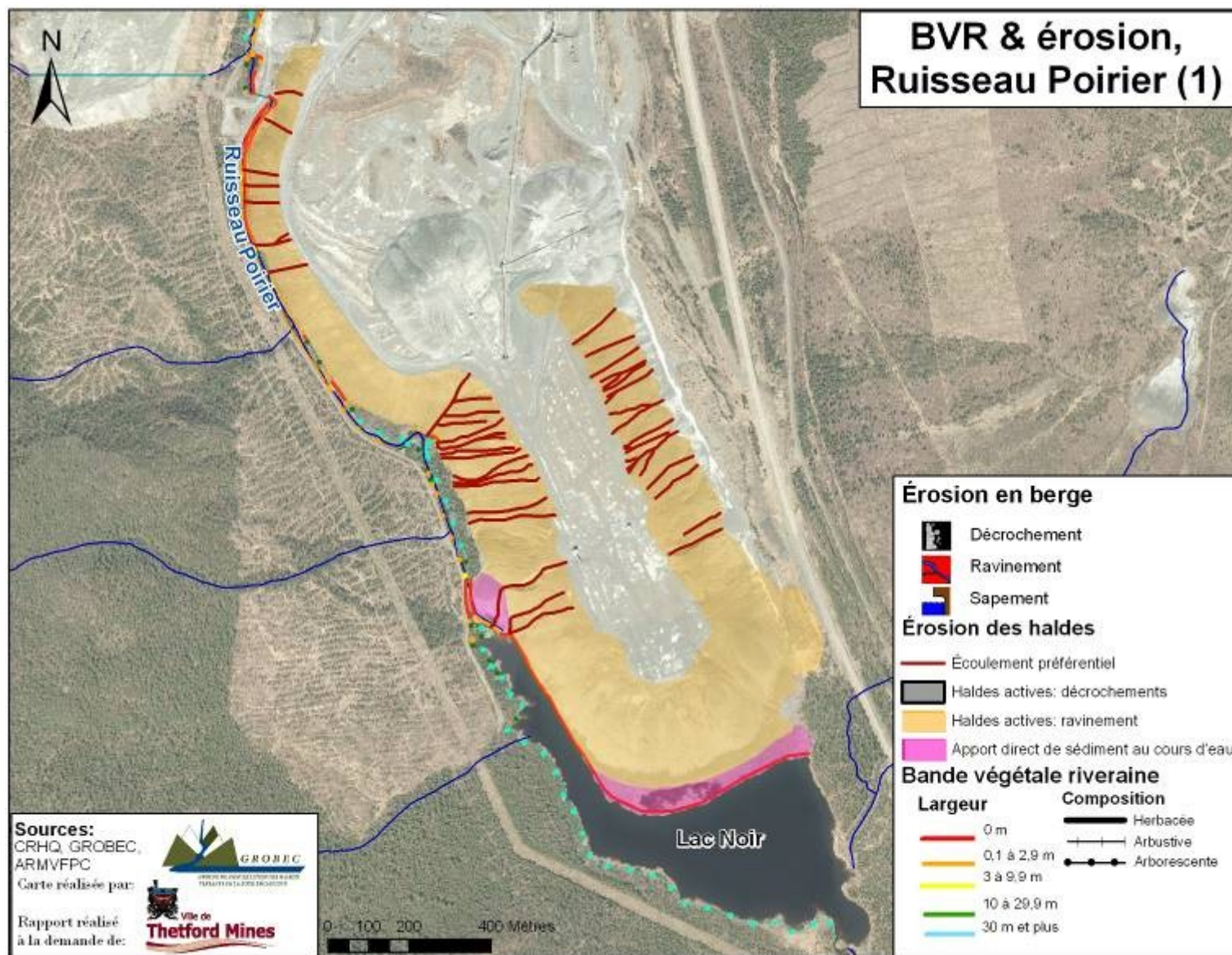


Figure 30

Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Poirier (1)

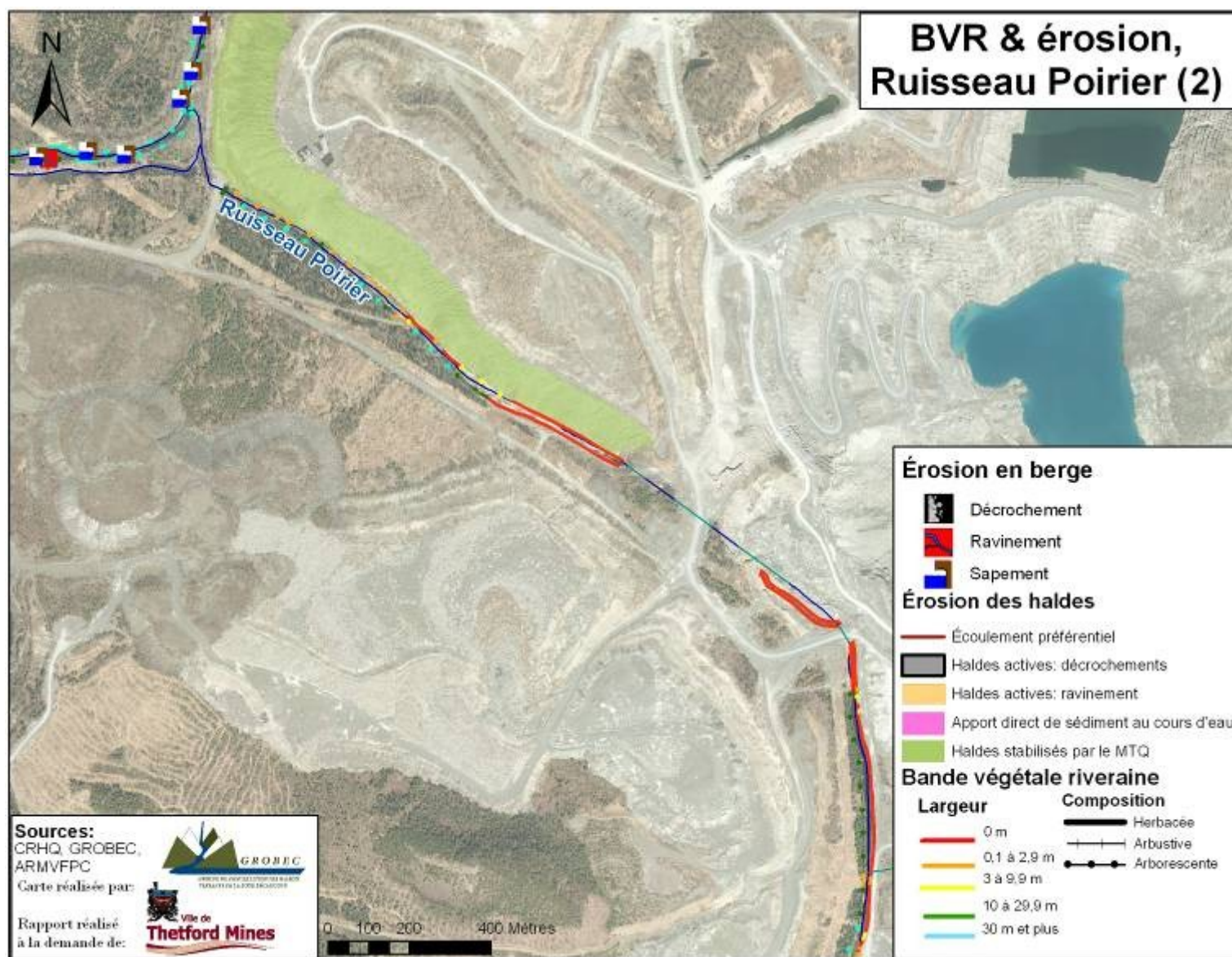


Figure 31

Carte des BVR et sites d'érosion de la section du ruisseau Poirier (2)

4.1.3. Ensemble de la zone d'étude

Au total, pour l'ensemble de la zone d'étude, la caractérisation des bandes végétales riveraines, de l'érosion en berge ainsi que de l'érosion des haldes a été réalisée en marge de 62,96 km de cours d'eau.

Le Tableau 14 permet de constater que les BVR pour l'ensemble de la zone d'étude sont principalement arborescentes (79%). En regard de leur largeur, 49% des BVR ont une largeur supérieure à 30 mètres. L'absence de BVR est cependant notée sur plus du 10% des rives alors que les classes 0,1-3m; 3,1-10m et 10,1-30m sont respectivement de 2%, 15% et 23%. L'absence ou la faible largeur de BVR est principalement associée aux milieux miniers ainsi qu'aux milieux urbains Tableau 15.

Tableau 14 Composition et largeur de la bande végétale riveraine, ensemble de la zone d'étude

Composition	Largeurs					Total
	0m	0,1-3m	3,1-10m	10,1-30m	>30m	
Herbacée	10.50%	0.49%	3.01%	1.51%	0.99%	5.99%
Arbustive	na	0.91%	3.06%	0.74%	0.16%	4.88%
Arborescente	na	1.06%	8.78%	20.90%	47.89%	78.63%
Total	10.50%	2.46%	14.85%	23.15%	49.05%	100.00%

Tableau 15 Répartition de l'absence de bandes végétales riveraines selon l'utilisation du sol

Utilisation du sol	Répartition de l'absence de BVR
Agricole	4.3%
Transport	15.8%
Minier	51.2%
Industriel	4.3%
Urbain	24.4%
Total	100.0%

En regard des sites d'érosion en berge, on note la présence de 58 décrochements, 94 sapements et 24 ravinements pour l'ensemble de la zone d'étude (Tableau 16). La section rivière Bécancour aval présente la plus grande densité de site d'érosion en berge (nombre de sites d'érosion sur la longueur du tronçon caractérisé) avec 7,3 sites d'érosion par km linéaire de cours d'eau. Ensuite viennent les sections rivière Bécancour centre, rivière Bécancour amont, ruisseau Lessard, ruisseau Madore, ruisseau Gingras, rivière Blanche et ruisseau Nadeau (respectivement : 3.5 - 2.7 - 2.7 - 1.7 - 1.5 - 1.1 et 0.6 site(s) d'érosion par km. Pour le ruisseau Poirier et les cours d'eau Sans nom (267, Thetford et Black Lake), aucun site d'érosion n'a été répertorié. La densité de site d'érosion en berge par km de cours d'eau pour l'ensemble de la zone d'étude est de 2.8 sites par km.

Tableau 16 Occurrence des type d'érosion en berge par section de l'ensemble de la zone d'étude

Section	Longueur caractérisé (km)	Décrochement en berge	Sapement	Ravinement	Densité (nb/km)
Rivière Bécancour amont	7.52	5	15	0	2.7
Rivière Bécancour centre	15.97	20	22	14	3.5
Rivière Bécancour aval	9.62	15	49	6	7.3
Ruisseau Poirier	5.35	0	0	0	0
Sans Nom (267)	0.72	0	0	0	0
Sans Nom (Thetford Mines)	1.42	0	0	0	0
Sans Nom (Black Lake)	1.26	0	0	0	0
Ruisseau Nadeau	5.05	0	1	2	0.6
Rivière Blanche	3.59	0	4	0	1.1
Ruisseau Madore	4.17	5	1	1	1.7
Ruisseau Gingras	5.30	6	1	1	1.5
Ruisseau Lessard	2.98	7	1	0	2.7
Total	62.96	58	94	24	2.8

Les processus d'érosion des haldes ont été cartographiés pour l'ensemble des haldes présentes dans la zone d'étude, soit une superficie de 1 391 ha (Tableau 17). Au total, il s'agit de 147 chenaux d'écoulement préférentiel qui ont été observés pour une longueur totale de 19 456 m de chenaux (Tableau 17). La section du ruisseau Poirier est celle où la densité des chenaux d'écoulement préférentiel est la plus élevée, soit plus de 18 m de chenaux par hectare de haldes. Tandis que la section du ruisseau Lessard est celle où la densité est la plus faible avec près de 10 m de chenaux par hectare de haldes. Pour l'ensemble de la zone d'étude la densité est de 14 m de chenaux d'écoulement préférentiel par hectare de haldes.

Les sites d'apport direct de sédiments aux cours d'eau sont situés entre les haldes et le cours d'eau et sont généralement alimentés par un chenal d'écoulement préférentiel. On dénombre 36 de ces sites dans l'ensemble de la zone d'étude pour une superficie totale de près de 14 ha (Tableau 17). La section de la rivière Bécancour Centre (Thetford Mines à Black Lake) est celle où l'on observe le plus grand nombre de sites d'apport direct de sédiments aux cours d'eau, soit 27 sites. Cependant, en termes de superficie, il s'agit des sections du ruisseau Poirier et de la rivière Bécancour aval de Black Lake qui possèdent la proportion la plus élevée avec 1.3% de superficie d'apport direct par rapport à la superficie totale des haldes de la section, tandis que la proportion pour l'ensemble de la zone d'étude est de 1%.

Des processus de ravinement sont en cours sur plusieurs haldes de la zone d'étude. Les analyses cartographiques ont permis de dénombrer 18 zones pour un total de près de 260 ha de haldes soumises à des processus de ravinement actif (Tableau 18). En plus du ravinement, 21 sites de décrochement de haldes ont été observés pour une superficie totale de près de 5 ha de résidus miniers qui se sont détachés des haldes. Ces deux processus d'érosion, soit le ravinement et le décrochement, indiquent une instabilité des haldes. Ensemble, ils affectent 19% de la superficie totale des haldes et vont même jusqu'à toucher 26% de la superficie des haldes dans la section de la rivière Bécancour centre (Thetford Mines à Black Lake).

D'un autre côté, des travaux de stabilisation ont été réalisés sur certaines haldes des sections du ruisseau Poirier et de la rivière Bécancour à l'aval de Black Lake par le ministère des Transports. Ces travaux ont permis de stabiliser 3 haldes pour une superficie totale de près de 35 ha.

Tableau 17 Description des chenaux d'écoulement préférentiels et des apports direct de sédiments aux cours d'eau pour l'ensemble de la zone d'étude

Section	Écoulement préférentiel		Apport direct de sédiments aux cours d'eau		Haldes	Densité écou. pref.
	Long. (m)	Nb	Sup.(ha)	Nb	Sup. (ha)	m/ha
Ruisseau Lessard	1257	11	0,22	2	129,18	9,7
Bécancour Centre	7014	53	5,12	27	591,47	11,9
Ruisseau Poirier	5850	46	3,95	2	315,52	18,5
Bécancour Aval	5335	37	4,63	5	355,15	15,0
Total	19456	147	13,92	36	1391,32	14,0

Tableau 18 Descriptions des haldes actives et des haldes stabilisées par le MTQ

Section	Haldes	Haldes actives, Ravinement		Haldes actives, Décrochement		Haldes Stabilisés par le MTQ		Haldes instables	Proportion Instables
	Sup. (ha)	Sup.(ha)	Nb	Sup.(ha)	Nb	Sup.(ha)	Nb	Sup.(ha)	
Ruis. Lessard	129,18	6,66	1	1,03	1	0	0	7,69	6%
Béc. Centre	591,47	151,06	11	2,84	16	0	0	153,9	26%
Ruis Poirier	315,52	57,86	1	0	0	15,55	1	57,86	18%
Béc. Aval	355,15	44	5	1,06	4	19,32	3	45,06	13%
Total	1391,32	259,58	18	4,93	21	34,87	4	264,51	19%

4.2 Granulométrie de surface et structure des haldes

Pour la granulométrie de surface des haldes, la zone d'étude a été regroupée en trois secteurs, soit la rivière Bécancour secteur Amont qui correspond à un léger élargissement de la section du ruisseau Lessard (Figure 32), la rivière Bécancour secteur Centre qui correspond à la section rivière Bécancour centre - Thetford Mines à Black Lake (Figure 33), et la rivière Bécancour secteur Aval qui correspond aux sections rivière Bécancour à l'aval de Black Lake et ruisseau Poirier (Figure 34).

La granulométrie de surface a donc été classifiée pour 51 haldes de la zone d'étude pour un total de près de 1 524 ha (Tableau 19). La surface de la majorité des haldes, soit 25 haldes (745 ha) est donc composée de résidus miniers hétérogènes. Les résidus fins de traitement couvrent aussi une grande proportion des haldes, soit 22 haldes pour une superficie de 628 ha, tandis que les résidus moyens de traitement sont plus marginaux avec 4 haldes et une superficie de 152 ha.

Les haldes sont principalement constituées en formes de cône, dont les pentes sont souvent très abruptes (50 degrés et plus). Par ailleurs, 3 des 25 haldes de résidus miniers hétérogènes du secteur Black Lake ont été structurées en paliers pour une superficie totale de près de 156 ha. La construction de paliers lors de l'érection des haldes permet d'adoucir la pente totale et conséquemment améliore la stabilité des haldes.

Tableau 19 Nombre de haldes et superficies pour chacune des classes de granulométrie des résidus de surface

Classe de résidus	Haldes	
	Nombre	Superficie (ha)
Résidus fins de traitement	22	627,52
Résidus moyens de traitement	4	151,52
Résidus miniers hétérogènes	25	744,71
Total	51	1523,75

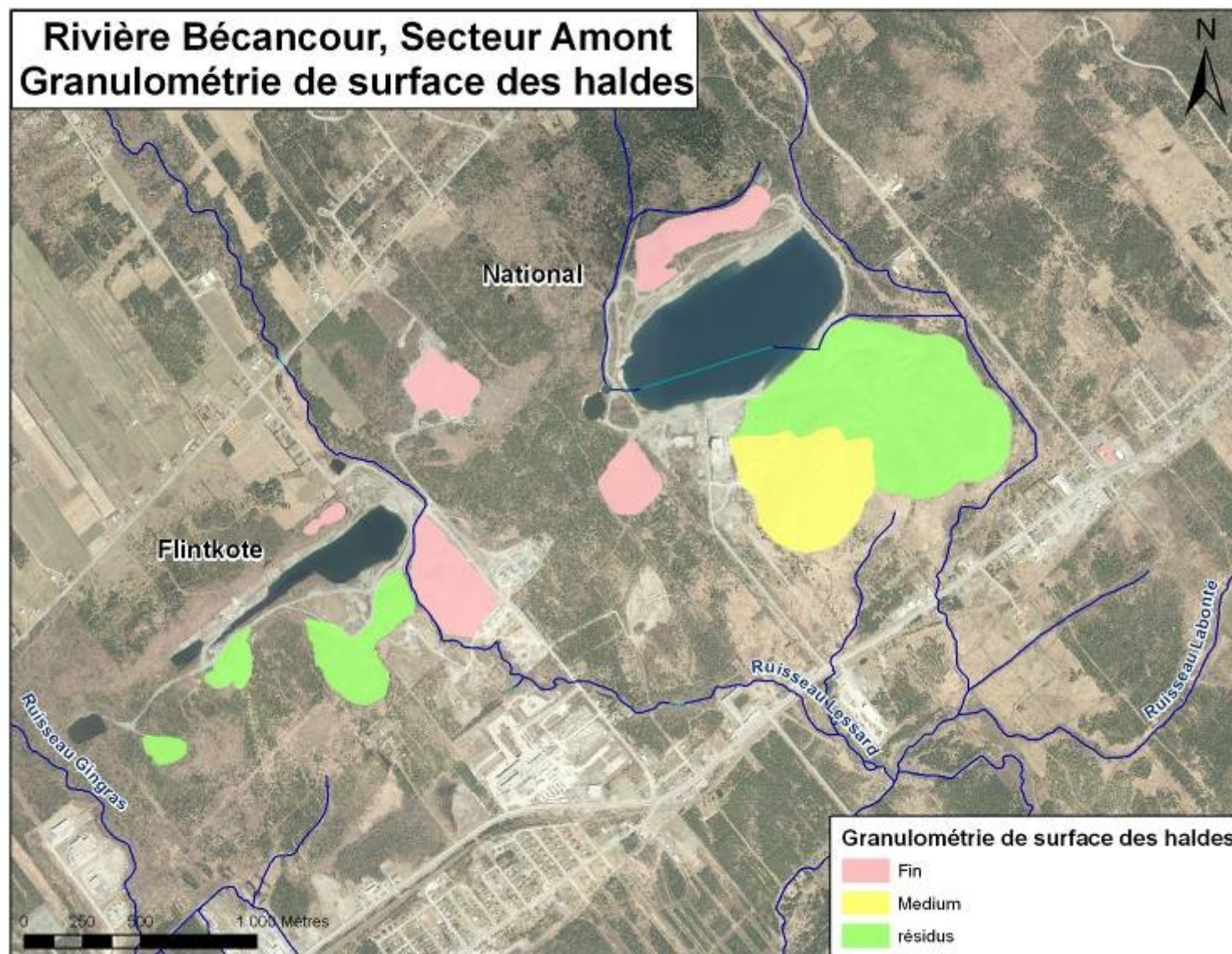


Figure 32 Granulométrie de surface du secteur amont de la rivière Bécancour

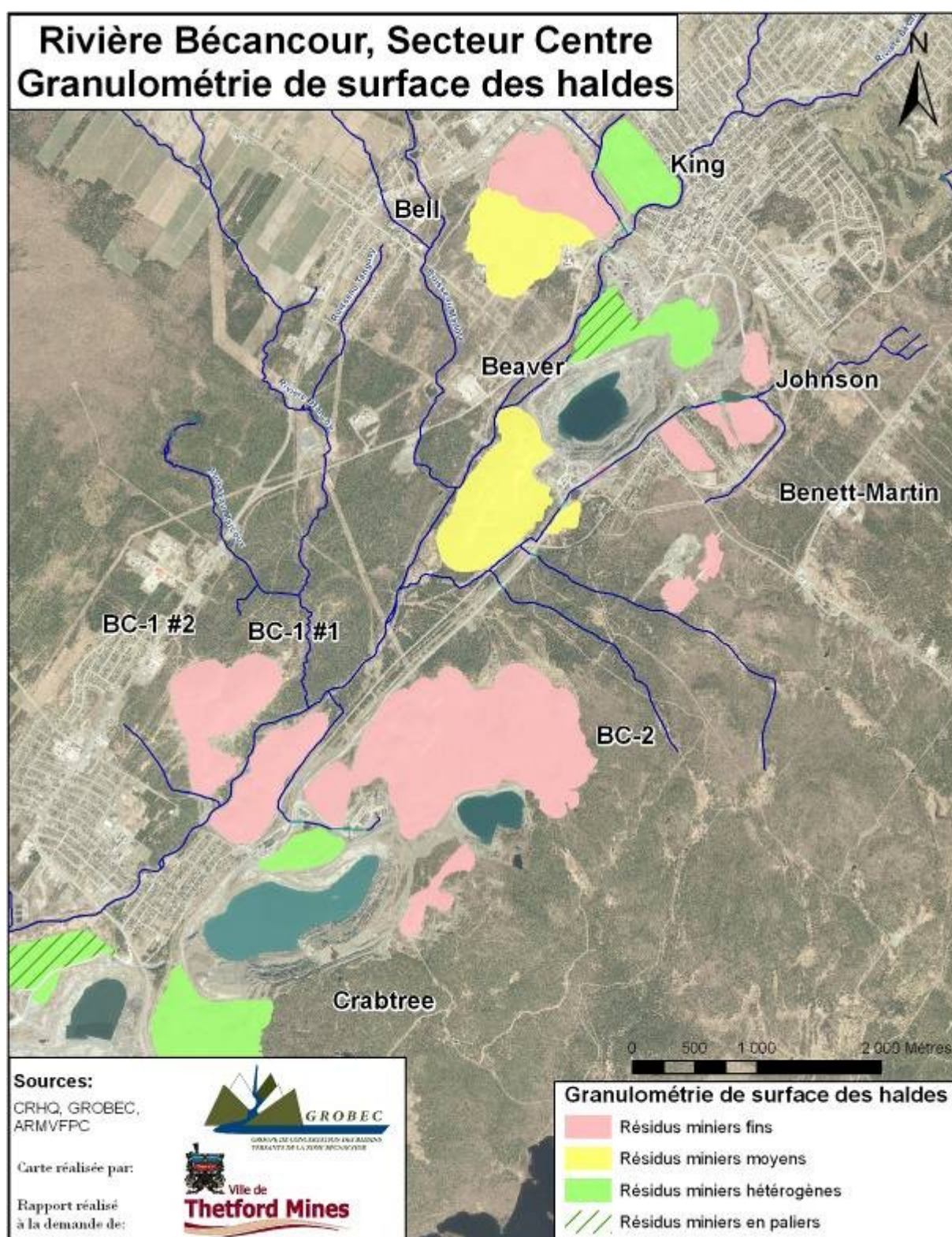


Figure 33 Granulométrie de surface du secteur centre de la rivière Bécancour

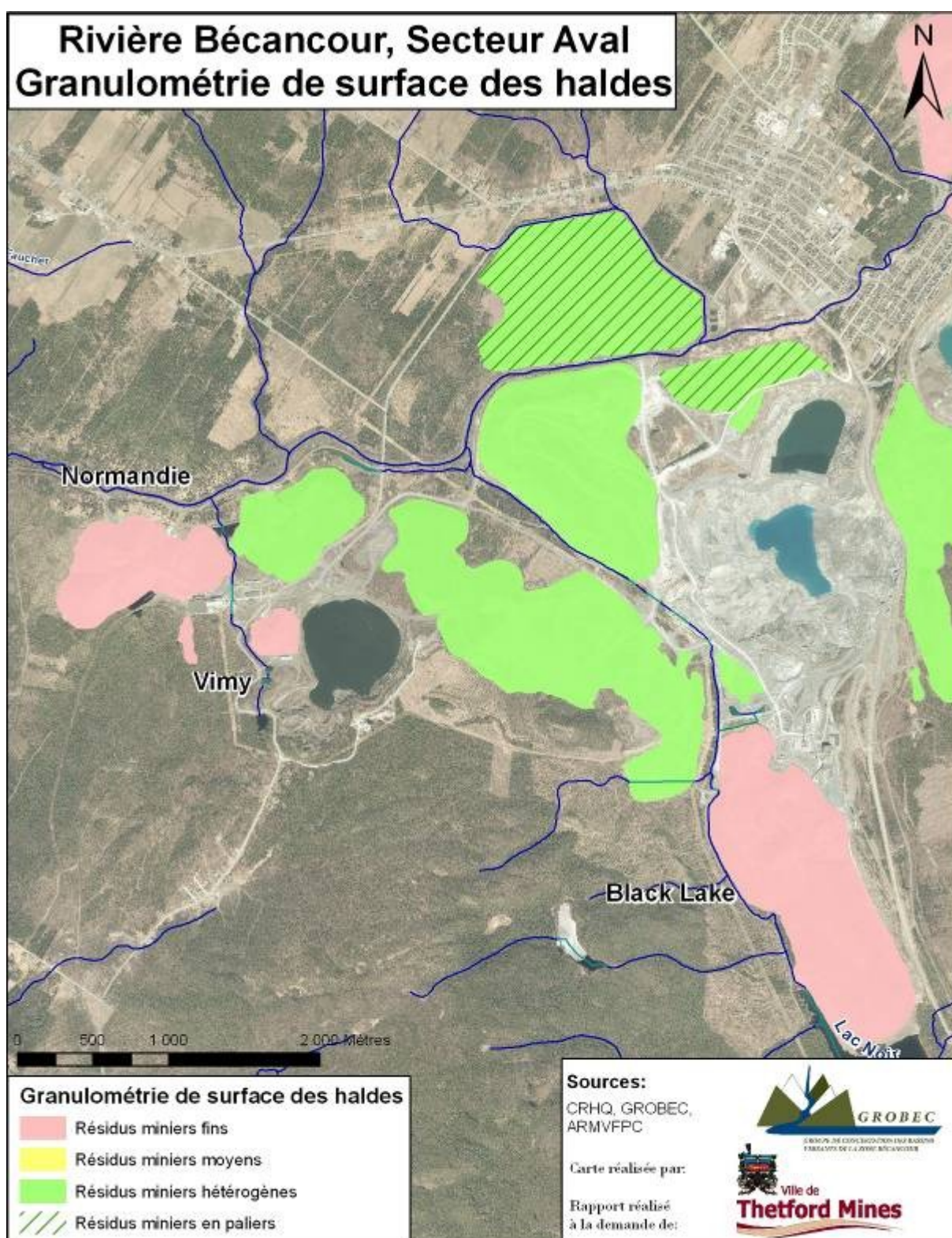


Figure 34 Granulométrie de surface du secteur aval de la rivière Bécancour

5. Analyse et Discussion

5.1 Utilisation du sol

L'utilisation du sol de part et d'autre des cours d'eau a été classée en 8 catégories, soit : agricole, énergie (ligne de transport d'énergie), forestier (milieu boisé et chemin forestier), humide (milieu humide et milieu humide forestier), industriel, minier (halde, mine à ciel ouvert et chemin minier), transport (route, chemin de fer et piste de VTT) et urbain (résidentiel et commercial). Le milieu forestier représente la plus grande proportion des berges avec 35%, suivi des infrastructures de transport (22%), du milieu minier (18%) et urbain (15%) (Tableau 20). Les 9% restant sont partagés entre les milieux humides, agricoles, industriels et les lignes de transport d'énergie.

L'érosion en berge survient dans 35% des cas en milieu forestier, mais puisque le milieu forestier représente 35% de l'utilisation globale du sol, il est probable qu'il s'agisse ici d'érosion liée à la dynamique des cours d'eau (Tableau 20). Le milieu minier représente quant à lui 33% des sites d'érosion en berge, mais seulement 18% de l'utilisation globale du sol. Ce secteur d'activité semble donc occasionner une hausse de l'érosion en berge dans les cours d'eau.

Tableau 20 Longueur et proportion des bandes végétales riveraines ainsi que nombre et proportion des sites d'érosion en berge selon l'utilisation du sol

Utilisation du sol	BVR		Érosion en berge	
	Long (m)	%	Nb	%
Agricole	2693,22	2%	6	3%
Énergie	2610,13	2%	3	2%
Forestier	43981,27	35%	62	35%
Humide	3841,23	3%	11	6%
Industriel	2948,54	2%	9	5%
Minier	22825,71	18%	58	33%
Transport	27282,39	22%	14	8%
Urbain	18741,21	15%	13	7%
Total	124923,71	100%	176	100%

5.2 Granulométrie de surface des haldes

Les processus érosifs des haldes sont plus importants lorsque la surface de ces dernières est composée de résidus broyés fins ou de taille moyenne. Un seul processus érosif a été observé sur les haldes dont la surface est constituée de résidus miniers hétérogènes. Ces derniers sont des résidus souvent composés de blocs dont les interstices sont comblés par des particules de différentes tailles. Cette hétérogénéité assure une meilleure stabilité et permet de réduire l'érosion des haldes.

5.3 Structure des haldes

Sur les 51 haldes analysées, 48 sont structurées en forme de cône et seulement 3 en paliers. Ces dernières sont toutes composées en surface de résidus miniers hétérogènes et présentent moins de processus d'érosion en surface. De plus, les analyses des orthophotographies permettent de constater le rétablissement et le maintien de la végétation sur ce type de haldes (bouleaux et peupliers), contrairement aux haldes en formes de cône qui sont en grande majorité complètement dénudées.

5.4 Stabilisation, mesures d'atténuation et revégétalisation

Afin de restreindre les impacts vers l'aval, des interventions doivent être posées sur les sites problématiques dans un cours horizon. Le type d'action à poser pour solutionner le problème peut être relativement simple sur certains sites mais être beaucoup plus complexe sur d'autres. En particulier, les terrains miniers posent des défis importants. La hauteur des haldes riveraines, les pentes présentes, leurs niveaux d'instabilité, le pH alcalin des sols ou l'absence de sol pour la prise de végétation doivent, dans la plupart des cas, être documentés avant de poser des actions efficaces et durables. Voici quelques actions qui pourraient éventuellement être prises:

- Reconfiguration des pentes des haldes (1/3, voire 1/4) ;
- Création de paliers sur les pentes des haldes ;
- Stabilisation du pied des haldes ;
- Mise en place d'une barrière rocheuse entre le cours d'eau et les haldes ;
- Reconfiguration du réseau de drainage sur et adjacent aux haldes ;
- Intégration de bassins de sédimentation avec entretien ;
- Revégétalisation des haldes.

5.4.1. Bassin de sédimentation

Afin de limiter l'apport d sédiments au cours d'eau, l'intégration de bassins de sédimentation en marge des haldes est un option envisageable à court terme, particulièrement sur les terrains miniers. Les présentes analyses ont permis d'identifier 3 bassins de sédimentation dans la section rivière Bécancour à l'aval de Black Lake. Leur comblement sédimentaire affecte cependant l'efficacité et un entretien est nécessaire. La mise en place de bassins de sédimentation supplémentaires à des endroits stratégiques et leur entretien récurrent pourraient permettre de réduire l'apport sédimentaire aux cours d'eau.



Figure 35 Bassin de sédimentation, Secteur de la mine Normandie

5.5 Dossier de la Route 112

En 2011, des mouvements de sol importants ont mené à la fermeture définitive de l'ancienne route 112 qui passait près des mines entre Thetford Mines et Saint-Joseph-de-Coleraine. Le nouveau tronçon de la route 112 est actuellement en construction. D'une longueur de 10,3 km, il se situera à l'ouest du ruisseau Poirier et longera la rive sud de la rivière Bécancour pour finalement l'enjamber à proximité de la station d'épuration de la ville de Thetford Mines et rejoindre le boulevard Frontenac (MTQ, 2015). Les travaux de construction devraient se terminer en 2015.

Afin d'accueillir la route 112, plusieurs travaux de déblai et de stabilisation des haldes ont dû être réalisés dans le secteur. Au total ce sont près de 625 000 m³ de résidus répartis dans 6 haldes qui ont été déplacés (MTQ, 2013) et près de 35 ha de haldes qui ont été stabilisées. Lors des travaux de déblai, les résidus très hétérogènes et peu usuels des haldes ont amené des modifications à la conception des pentes afin d'assurer une stabilité à long terme (MTQ, 2013).

6. Priorisation

6.1 Bandes végétales riveraines

Les sites d'intervention prioritaires pour les bandes végétales riveraines ont été déterminés selon deux critères, soit l'absence complète de BVR et la longueur de cette absence. Ainsi, les 15 sites pour lesquels l'absence de la BVR est la plus longue ont été ciblés comme prioritaires (Tableau 21; voir carte).

Tableau 21 Description des 15 sites prioritaires pour les bandes végétales riveraines de l'ensemble de la zone d'étude

Position	BVR (m)	Utilisation du sol
1	1029	Haldes
2	426,6	Haldes
3	401,1	Haldes
4	365,9	Haldes Chemin
5	314,4	VTT
6	313	Haldes
7	313	Industriel
8	312	Route
9	296,5	Agricole
10	369,2	Urbain
11	249,5	Urbain
12	249,1	Haldes
13	243,7	Haldes
14	208	Haldes
15	205,9	Haldes

6.2 Érosion en berge

Les sites d'érosion en berge prioritaires ont été déterminés selon deux critères, soit le type d'érosion et la taille du site d'érosion. Ainsi, les 15 sites pour lesquels l'érosion en berge était soit un décrochement ou un sapement et dont les superficies étaient les plus grandes ont été définies comme prioritaires (Tableau 22; voir carte). Il est possible de constater que 7 des plus grands sites d'érosion sont situés où l'utilisation du sol est minière (haldes).

Tableau 22 Description des 15 sites prioritaires pour l'érosion en berge de l'ensemble de la zone d'étude

Code	Type	Sup. (m ²)	Utilisation du sol
Dec29	Décrochement	1040.39	Haldes
Dec35	Décrochement	731.14	Forêt
Dec10	Décrochement	607.78	Route
Dec41	Décrochement	601.73	Industriel
Sap38	Sapement	239.20	Milieu humide
Dec17	Décrochement	235.76	Haldes
Dec15	Décrochement	231.76	Haldes
Dec38	Décrochement	220.18	Forêt
Dec25	Décrochement	213.43	Urbain
Dec53	Décrochement	182.17	Industriel
Dec43	Décrochement	180.37	Industriel
Dec19	Décrochement	176.80	Haldes
Dec52	Décrochement	168.75	Haldes
Rav2	Décrochement	167.27	Haldes
Dec23	Décrochement	157.00	Haldes

6.3 Érosion des haldes

Les sites d'érosion des haldes prioritaires ont été déterminés selon deux critères, soit le type d'érosion et la taille du site d'érosion. Ainsi, les 15 sites d'apport direct de sédiments aux cours d'eau pour lesquels les superficies étaient les plus grandes ont été définies comme prioritaires. (Tableau 23; voir carte).

Tableau 23 Description des 15 sites prioritaires pour l'érosion des haldes de l'ensemble de la zone d'étude

Position	Apport de sédiments (hectares)	utilisation du sol
1	3,03	Haldes
2	1,76	Haldes
3	1,03	Haldes
4	0,97	Haldes
5	0,91	Haldes
6	0,76	Haldes
7	0,58	Haldes
8	0,5	Haldes
9	0,41	Haldes
10	0,29	Haldes
11	0,27	Haldes
12	0,23	Haldes
13	0,22	Haldes
14	0,22	Haldes
15	0,21	Haldes

Synthèse des problèmes et sites prioritaires d'intervention, projet de caractérisation de l'état des BVR et de l'érosion du secteur urbain et minier de la Ville de Thetford Mines

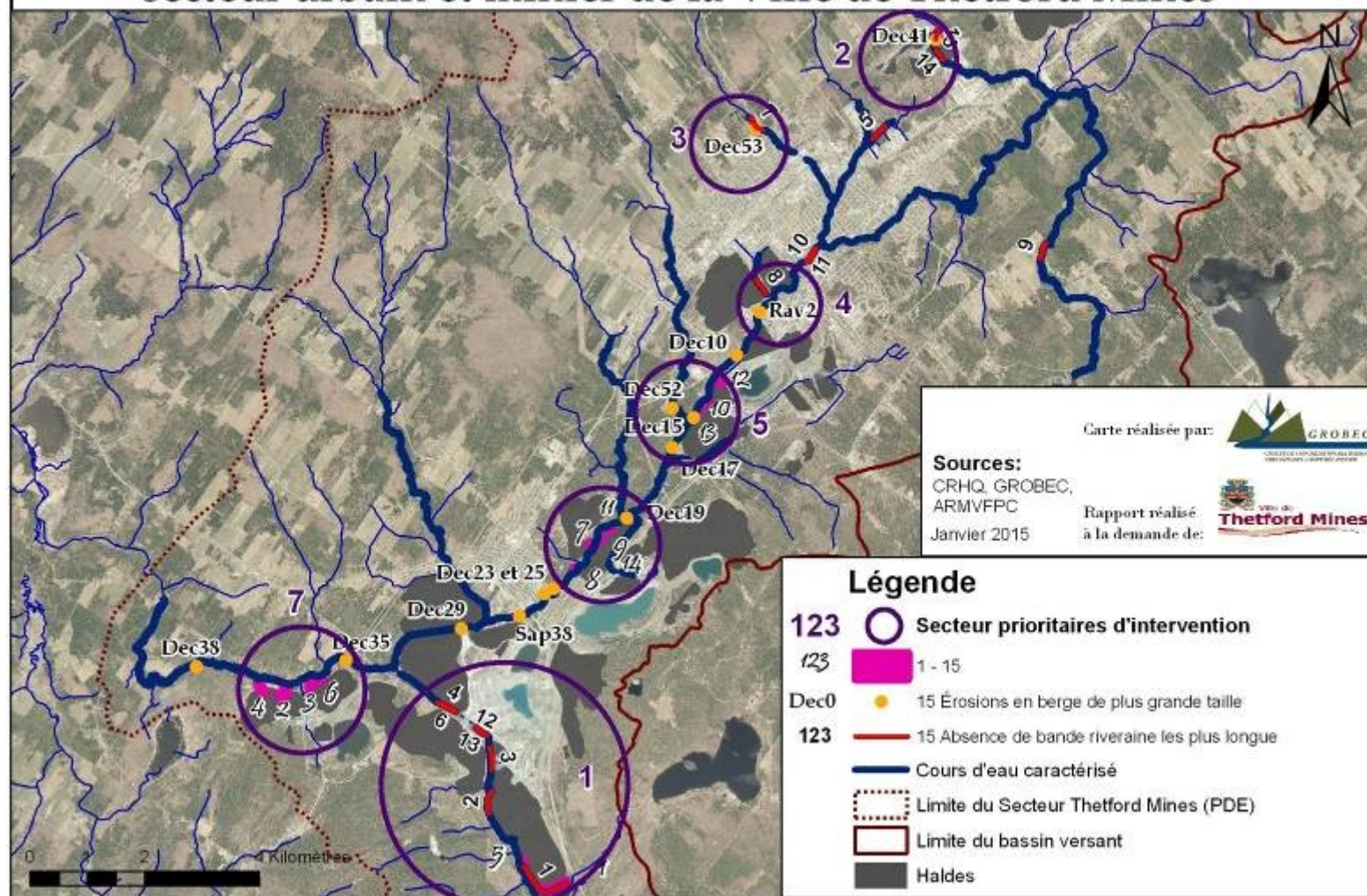


Figure 36 Carte de la synthèse des problèmes et des sites prioritaires d'intervention

6.4 Secteurs prioritaires d'intervention

Au total, 7 secteurs prioritaires d'intervention ont été ciblés. Il s'agit de secteur ayant une concentration des plus importants sites problématiques de BVR ou érosion. La priorisation suit une approche amont / aval.

En ordre de priorité, il s'agit du ruisseau Poirier, ruisseau Lessard, ruisseau de l'Aqueduc, du secteur de la mine Bell-King, du secteur de la Mine Beaver, du secteur des haldes BC-1 #1 & #2 et de la haldesNormandie à Black Lake.

Tableau 24 Description des sites prioritaires d'intervention pour l'ensemble de la zone d'études

#	Sites Prioritaires	Nombre de sites d'érosion	Nombre de sites d'érosion prioritaires	Longueur de BRV absente (m)	Haldes actives ravinement (ha)	Haldes actives décrochement (ha)
1	Ruisseau Poirier	0	0	4034.44	57.86	0.00
2	Ruisseau Lessard	1	1	672.33	6.66	0.00
3	Ruisseau de l'Aqueduc	1	1	407.69	0.00	0.00
4	Bell-King	5	1	1181.11	0.00	0.38
5	Beaver	14	3	345.04	66.24	0.71
6	Crabtree	18	1	1303.02	84.20	1.76
7	Black Lake-Normandie	20	1	0.00	44.00	0.80

7. Recommandation

7.1 Intervenir de l'amont vers l'aval

Dans la logique d'écoulement de l'eau par bassin versant, il est approprié d'effectuer des travaux et correctifs en passant de l'amont vers l'aval et en axant les travaux ou correctifs sur les sites les plus importants. Cette façon de procéder peut par contre être plus difficile à appliquer en raison de l'accessibilité des sites (absence de chemin d'accès), la présence d'activités particulières (champs en culture), la volonté des acteurs et propriétaires d'intervenir, etc. Malgré les contraintes éventuelles, nous recommandons une intervention le plus possible de l'amont vers l'aval.

7.2 Maintenir une BVR adéquate et appliquer la PPRLPI et réglementation associée

L'ensemble des citoyens riverains, que ce soit les particuliers ou les entreprises, ont la responsabilité de maintenir une BVR adéquate. De leur côté, les municipalités locales, la MRC et les autorités ministérielles concernées se doivent d'appliquer la réglementation en vigueur en vertu de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI). Si la Ville désire aller plus loin, elle détient les pouvoirs lui permettant de créer un règlement plus spécifique ou contraignant pour la bande riveraine, particulièrement pour les terrains miniers.

7.3 Documenter la dynamique des haldes et des terrains miniers

Le secteur minier est spécifique et comporte des défis techniques de génie particuliers. Dans le cadre du présent projet, les traces de surface ont été identifiées mais le détail des forces sous-jacentes n'a pu être précisé. Avant d'agir, les processus dynamiques des haldes et des forces en place doivent être mieux documentés. En particulier, une étude géotechnique incluant des recommandations de stabilisation devrait être complétée.

7.4 Établir un plan de stabilisation et de revégétalisation pour l'ensemble du secteur Thetford

Afin d'être réaliste et efficace, l'élaboration d'un Plan global des travaux devrait être complété. Les propriétaires des terrains, dont les industries minières, se doivent d'être impliqués dans le dossier. De même, les ministères concernés et autres partenaires d'intérêt devraient être aussi impliqués. Le Plan élaboré devrait intégrer les coûts et un échéancier détaillé. Dans l'optique d'obtenir un maximum d'appui politique, technique et financier, il serait nécessaire de faire connaître les problèmes et le Plan à la population.

Conclusion

Dans son ensemble, l'étude a permis d'analyser l'état des bandes végétales riveraines (BVR) et l'érosion en berge sur près de 63 km linéaire de cours d'eau du secteur Thetford Mines. Bien que majoritairement arborescente (79%), l'absence complète de BVR a été observée sur plus de 10% des rives. En regard des sites d'érosion en berge, on note la présence de 58 décrochements, 94 sapements et 24 ravinements pour l'ensemble de la zone d'étude. L'occurrence moyenne est de 2,8 sites d'érosion par km linéaire de cours d'eau, mais peut monter jusqu'à 7,3 dans les sections plus problématiques telles que la section rivière Bécancour à l'aval de Black Lake. De plus, les analyses d'utilisation du sol indiquent une hausse de la proportion de sites d'érosion en berge dans les zones d'activités minières.

En plus des berges, l'étude a caractérisé les processus érosifs en cours sur près de 1400 ha de haldes situées en marge des cours d'eau. Au total, 19,5 km de chenaux d'écoulement préférentiel ont été cartographiés, 260 ha de haldes ont été identifiés comme étant soumises à des processus de ravinement actif et une surface de près de 5 ha de résidus miniers a été répertoriée comme s'étant détachée des haldes. Finalement, près de 14 ha situés en marge des cours d'eau ont été classés comme des sites d'apport direct de sédiments vers le réseau hydrique.

En se basant sur les 15 sites d'intervention prioritaires de BVR, d'érosion en berge et d'érosion en haldes, une priorisation des 7 secteurs d'intervention a été effectuée dans une optique amont/aval.

A très court terme, la Ville de Thetford Mines doit poursuivre voir renforcer l'application de la PPRLPI et voir au maintien de la BVR. Pour certains terrains particuliers, notamment ceux miniers, une étude géotechnique devait être complétée afin de bien comprendre les forces en place et d'identifier des solutions de génie viables et durables. Afin de planifier adéquatement l'ensemble des interventions, un Plan global de stabilisation et de revégétalisation, réalisé de paire avec les intervenants concernés tel que les compagnes minières, devrait être complété et présenté à la population.

Références

- Boissonneault, Y. (2006). Intégrité écologique des principaux cours d'eau du bassin versant de la rivière Bécancour déterminée par l'indice IDEC, rapport complet. (Rapport déposé au Groupe de concertation du bassin versant de la rivière Bécancour (GROBEC), Ed.).
- Chauvette, L. (2009). Diagnostic du bassin versant de la rivière Bécancour. Groupe de concertation du bassin de la rivière Bécancour (GROBEC).
http://www.grobec.org/pdf/projets/grobec_diagnostic_bassin_versant_riv_becancour_2009.pdf
- Fortin, C. (2012). Projet d'analyse des métaux lourds des cours d'eau du secteurs Thetford Mines. Chaire de recherche du Canada en Biogéochimie des éléments traces. INRS. Données non publiées.
- Huot, F. G., Beaudoin, R. Hébert, M. Constantin, G. Bonin. & G. M. Dipple. Evaluation of Southern Québec (Canada) serpentine mine residues for CO₂ sequestration by mineral carbonation: preliminary results. (2003). Conférence présenté au GAC-MAC-SEG. Vancouver, 2003.
- Masi, M.-E., & Bourget, D. (2007). Diagnostic sur les ressources et les usages de la Haute-Bécancour, Rapport technique. (Canards Illimités Canada, Ed.). Québec.
- Ministère des Transport du Québec (MTQ) (2015). Relocalisation de la route 112 près de la mine à ciel ouvert de Saint-Joseph-de-Coleraine.
<http://www.mtq.gouv.qc.ca/infrastructures-transport/p-routiers-100M/chaudiere-appalaches/Pages/relocalisation-rte-112.aspx>
- Ministère des Transport du Québec (MTQ) (2013). Grands projets transport Québec: Le 112.
http://www.mtq.gouv.qc.ca/centredocumentation/Documents/Infrastructures/projets-routiers/chaud-appalaches/Le112_decembre2013.pdf

Annexe

Annexe 1 Description des sites d'érosion en berge, ensemble de la zone d'étude

Code	Type	Taille	Utilisation du sol
Dec29	Décrochement	1040.39	Haldes
Dec35	Décrochement	731.14	Forêt
Dec10	Décrochement	607.78	Route
Dec41	Décrochement	601.73	Industriel
Sap38	Sapement	239.20	Milieu humide
Dec17	Décrochement	235.76	Haldes
Dec15	Décrochement	231.76	Haldes
Dec38	Décrochement	220.18	Forêt
Dec25	Décrochement	213.43	Urbain
Dec53	Décrochement	182.17	Industriel
Dec43	Décrochement	180.37	Industriel
Dec19	Décrochement	176.80	Haldes
Dec52	Décrochement	168.75	Haldes
Rav2	Décrochement	167.27	Haldes
Dec23	Décrochement	157.00	Haldes
Dec20	Décrochement	152.03	Haldes
Dec36	Décrochement	139.40	Chemin forestier
Dec13	Décrochement	136.22	Haldes
Dec18	Décrochement	123.09	Forêt
Sap39	Sapement	115.44	Forêt
Sap24	Sapement	110.19	Chemin forestier
Sap54	Sapement	108.30	Forêt
Sap50	Sapement	105.39	Haldes
Sap75	Sapement	98.61	Forêt
Dec37	Décrochement	97.51	Forêt
Sap36	Sapement	93.03	Haldes
Sap23	Sapement	88.22	Route
Dec7	Décrochement	87.69	Piste de VTT
Sap62	Sapement	86.52	Forêt
Sap40	Sapement	84.63	Forêt
Sap81	Sapement	83.03	Milieu humide forestier
Dec54	Décrochement	80.27	Forêt
Sap60	Sapement	77.85	Forêt

Code	Type	Taille	Utilisation du sol
Dec42	Décrochement	77.84	Industriel
Sap29	Sapement	76.91	Milieu humide forestier
Dec11	Décrochement	74.27	Forêt
Sap70	Sapement	73.61	Forêt
Sap58	Sapement	72.60	Haldes
Sap68	Sapement	71.12	Chemin de haldes
Dec24	Décrochement	70.98	Forêt
Sap14	Sapement	70.74	Milieu humide
Dec30	Décrochement	68.11	Haldes
Sap51	Sapement	60.86	Forêt
Sap35	Sapement	60.52	Haldes
Dec4	Décrochement	59.01	Chemin forestier
Sap56	Sapement	58.81	Milieu humide
Sap65	Sapement	57.55	Chemin de haldes
Sap46	Sapement	56.47	Haldes
Sap33	Sapement	55.90	Haldes
Sap30	Sapement	54.19	Chemin forestier
Sap52	Sapement	52.52	Haldes
Sap79	Sapement	51.66	Forêt
Sap13	Sapement	51.49	Forêt
Sap74	Sapement	51.34	Forêt
Dec27	Décrochement	51.33	Haldes
Dec31	Décrochement	51.19	Haldes
Sap78	Sapement	50.96	Forêt
Sap82	Sapement	50.70	Forêt
Dec40	Décrochement	49.81	Forêt
Sap32	Sapement	49.23	Haldes
Sap91	Sapement	48.77	Lighe à haute tention
Dec21	Décrochement	47.61	Haldes
Sap63	Sapement	46.80	Chemin de haldes
Sap12	Sapement	46.28	Forêt
Sap76	Sapement	46.01	Forêt
Sap4	Sapement	45.75	Forêt
Sap47	Sapement	44.89	Haldes
Sap59	Sapement	44.41	Forêt
Dec1	Décrochement	44.14	Forêt
Sap77	Sapement	43.84	Forêt
Sap48	Sapement	41.43	Haldes
Sap83	Sapement	40.30	Industriel

Code	Type	Taille	Utilisation du sol
Sap80	Sapement	40.12	Forêt
Dec55	Décrochement	39.76	Industriel
Dec26	Décrochement	39.75	Milieu humide
Sap49	Sapement	39.15	Forêt
Dec6	Décrochement	38.69	Route
Sap57	Sapement	38.67	Milieu humide
Sap43	Sapement	38.31	Milieu humide
Sap55	Sapement	37.28	Forêt
Sap72	Sapement	36.74	Forêt
Sap7	Sapement	36.50	Forêt
Dec22	Décrochement	34.81	Haldes
Sap84	Sapement	34.30	Résidentiel
Sap26	Sapement	34.29	Haldes
Sap85	Sapement	33.98	Résidentiel
Sap31	Sapement	33.64	Forêt
Sap61	Sapement	32.58	Chemin forestier
Dec34	Décrochement	31.98	Haldes
Dec45	Décrochement	31.65	Piste de VTT
Sap37	Sapement	31.44	Urbain
Sap28	Sapement	31.25	Haldes
Sap27	Sapement	30.72	Haldes
Sap71	Sapement	30.69	Chemin forestier
Dec33	Décrochement	30.01	Haldes
Dec5	Décrochement	29.75	Route
Sap66	Sapement	29.62	Forêt
Sap90	Sapement	29.35	Forêt
Sap10	Sapement	29.03	Forêt
Sap22	Sapement	28.61	Chemin de fer
Sap64	Sapement	27.47	Chemin de haldes
Sap19	Sapement	27.41	Route
Sap11	Sapement	27.08	Forêt
Sap16	Sapement	27.06	Urbain
Dec32	Décrochement	26.94	Haldes
Sap20	Sapement	26.62	Route
Sap25	Sapement	26.52	Haldes
Dec9	Décrochement	26.19	Route
Dec8	Décrochement	26.05	Urbain
Sap53	Sapement	24.88	Forêt
Sap34	Sapement	24.07	Haldes
Dec57	Décrochement	23.95	urbain
Dec3	Décrochement	23.91	Forêt

Code	Type	Taille	Utilisation du sol
Sap67	Sapement	23.18	Chemin de haldes
Sap42	Sapement	23.03	Haldes
Sap21	Sapement	22.86	Forêt
Dec44	Décrochement	22.82	Forêt
Sap17	Sapement	22.65	Route
Sap73	Sapement	22.22	Forêt
Sap44	Sapement	22.22	Haldes
Sap5	Sapement	22.01	Forêt
Sap89	Sapement	21.99	Agricole
Dec48	Décrochement	21.74	Agricole
Sap41	Sapement	21.71	Milieu humide
Dec50	Décrochement	20.58	Forêt
Sap69	Sapement	18.59	Chemin de haldes
Sap9	Sapement	18.28	Piste de VTT
Sap93	Sapement	18.11	Lighe à haute tention
Sap1	Sapement	18.03	Forêt
Sap8	Sapement	17.63	Milieu humide
Sap6	Sapement	17.06	Forêt
Dec12	Décrochement	16.10	Chemin forestier
Sap94	Sapement	16.08	Urbain
Dec58	Décrochement	15.91	urbain
Sap45	Sapement	14.99	Haldes
Sap15	Sapement	14.44	Forêt
Dec16	Décrochement	14.02	Forêt
Dec51	Décrochement	13.34	Forêt
Sap87	Sapement	12.65	Agricole
Sap92	Sapement	12.29	Lighe à haute tention
Sap3	Sapement	12.17	Agricole
Dec46	Décrochement	11.45	Industriel
Dec14	Décrochement	11.43	Forêt
Sap88	Sapement	11.11	Agricole
Dec47	Décrochement	10.96	Forêt
Dec2	Décrochement	10.26	Forêt
Dec56	Décrochement	9.32	Industriel
Dec28	Décrochement	8.98	Milieu humide
Dec39	Décrochement	8.91	Forêt
Sap2	Sapement	8.08	Agricole
Sap86	Sapement	8.00	Résidentiel
Sap18	Sapement	7.88	Urbain

Code	Type	Taille	Utilisation du sol
Dec49	Décrochement	7.56	Forêt
Rav4	Ravinement	N.d.	Ex-urbain
Rav20	Ravinement	N.d.	Forêt
Rav15	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav6	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav5	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav17	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav18	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav9	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav14	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav7	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav19	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav16	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav23	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav13	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav12	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav11	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav10	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav8	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav21	Ravinement	N.d.	Haldes
Rav24	Ravinement	N.d.	Industriel
Rav22	Ravinement	N.d.	Chemin de fer
Rav3	Ravinement	N.d.	Route
Rav1	Ravinement	N.d.	Urbain