



Dynamique des cours d'eau

Fiche 1 : Morphodynamique : érosion, sédimentation et embâcles

Fiche 2 : Régime hydrique : crues, inondation et étiage



Le Conseil de l'eau du
Nord de la Gaspésie

Fiche 1 : Morphodynamique : érosion, sédimentation et embâcles

■ Niveau de priorité élevé

1. DESCRIPTION

La section morphodynamique regroupe trois problématiques liées à la morphologie et la dynamique des rivières : l'érosion, la sédimentation et les embâcles de bois.

Les cours d'eau sont dynamiques et continuellement en évolution. Face à une perturbation naturelle ou humaine, ils adaptent leur largeur, leur pente, leur profondeur et leur sinuosité afin d'assurer le transit optimal des débits liquides et solides. L'érosion et la sédimentation sont les processus naturels leur permettant de retrouver un équilibre (Gangbazo, 2011).

Érosion des berges

L'érosion des berges est un processus par lequel les matériaux (sols) de la berge d'un cours d'eau sont arrachés. Il y a érosion des berges lorsque la force du courant arrive à vaincre le poids et la cohésion des sols. Toute perturbation modifiant la direction de l'eau et augmentant sa vitesse peut créer des foyers d'érosion (AAC et MAPAQ, 2008). Le type de sol, le niveau d'eau de la nappe phréatique, les obstacles à l'écoulement favorisent tous l'érosion du sol (Paquette, 2010). Au printemps, la rupture et l'écoulement des glaces peuvent aussi entraîner l'érosion des berges. De plus, avec les changements climatiques, les couverts de glace sont souvent plus faibles, augmentant l'érosion hivernale des berges (Paquette, 2010). Les actions humaines sur le territoire (agriculture et urbanisation) participeront à accentuer la vitesse de ce processus (Rivard *et al.*, 2011 et Paquette, 2010).

Sédimentation

La sédimentation c'est l'accumulation de sédiments à un endroit donnée qui a lieu lorsque la vitesse d'écoulement ralentit ou que les végétaux de la bande riveraine favorisent le dépôt des sédiments (Goupil, 2002). Les zones d'accumulation sédimentaire peuvent être des ruptures de pente, une augmentation de la surface de la section transversale, une augmentation dans la rugosité du lit, une zone de séparation et de recirculation de l'écoulement, une obstruction (obstacle) à l'écoulement ou la diminution du débit. La sédimentation rehausse le lit du cours d'eau et peut entraîner un déplacement du lit du cours d'eau et l'érosion des berges.

Embâcle de bois

Un embâcle est un amoncellement local de bois mort (débris végétaux, arbres) faisant obstacle à l'écoulement d'un cours d'eau. Ils sont constitués, au minimum, de trois morceaux de bois

mort d'un diamètre supérieur à 10 cm et d'une longueur supérieure à 30 cm (Boivin et Buffin-Bélanger, 2010). Les embâcles de bois peuvent se faire et se défaire naturellement. Parfois, ils persistent et deviennent très stables (Therrien *et al.*, 1997). Un embâcle total obstrue la largeur totale du cours d'eau (Hébert, 2006). Un embâcle partiel n'obstrue qu'une partie de la largeur du cours d'eau. Il modifie peu ou pas le niveau d'eau et limite peu ou pas la migration du poisson. Il peut jouer plusieurs rôles (Hébert, 2006) :

- Capturer certains débris transportés par le cours d'eau;
- Stabiliser et protéger les berges instables;
- Diversifier l'habitat du poisson;
- Procurer un abri pour la faune;
- Éviter le déplacement du lit du cours d'eau.

Trois étapes mènent à la formation d'embâcles de bois (Boivin et Buffin-Bélanger, 2010) et divers facteurs naturels et anthropiques interviennent à l'une ou l'autre de ces étapes :

1. L'alimentation du cours d'eau en bois mort par divers processus.
2. Le transport du bois mort vers des zones d'accumulation. Les bois morts peuvent aussi rester en place.
3. La mise en place des embâcles de bois, soit l'accumulation des bois morts.

Comprendre la dynamique fluviale

Plusieurs éléments sont importants à connaître avant de commencer l'analyse des problématiques morphodynamiques de la région. La dynamique fluviale est régie par de nombreux facteurs naturels prédominants.

Les trois zones du système fluvial

Premièrement, il est important de comprendre le modèle conceptuel des trois zones d'un système fluvial : la zone de production, la zone de transfert et la zone d'accumulation. Ces zones sont en étroite relation avec la topographie, la géologie, le volume de sédiment et le débit qui dictent la puissance de l'écoulement et le transport

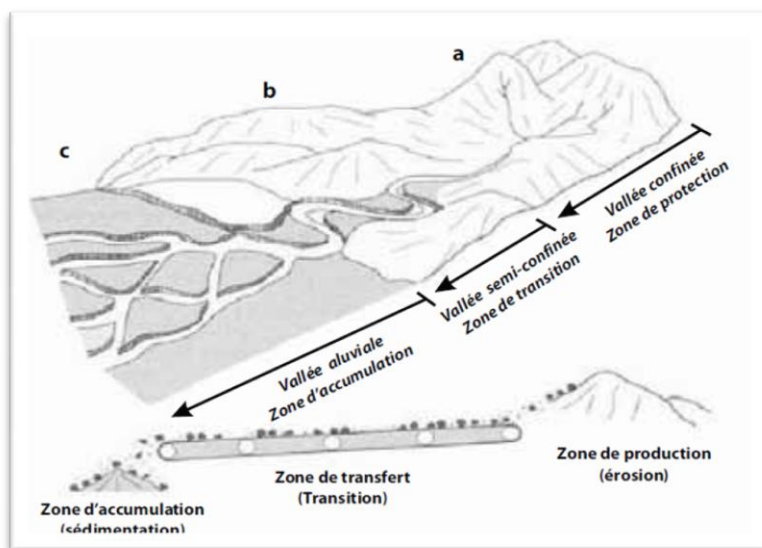


Figure 1.1 Les trois zones du système fluvial. (source : Gangbazo, 2011. Adapté de Brierley et Fryirs, 2005.

sédimentaire (Gangbazo, 2011). La tête des bassins versants, au cœur des Chics-Chocs et des monts McGerrigles, représente la zone de production, où les pentes sont plus importantes et propices à l'érosion. Le transport des sédiments aura lieu dans la zone médiane du bassin versant, pour finalement se déposer près de l'embouchure, où les pentes sont faibles dans la plaine alluviale.

Le régime torrentiel des cours d'eau de la ZGIE est expliqué par le fait qu'ils prennent leur source dans les hauts sommets appalachiens et parcourent de courtes distances avant de se jeter dans le golfe du Saint-Laurent, au niveau de la mer. Ils présentent des pentes relativement régulières et fortes. Plusieurs bassins versants possèdent très peu de plans d'eau et de milieux humides, limitant ainsi leur capacité à laminer les écoulements d'eau. Les cours d'eau sont alors caractérisés par un temps de réponse rapide aux précipitations d'importance, provoquant de fortes crues. Celles-ci favorisent l'érosion des berges et du lit des cours d'eau, ainsi que la formation d'embâcles (CIC, 2008).

Styles fluviaux

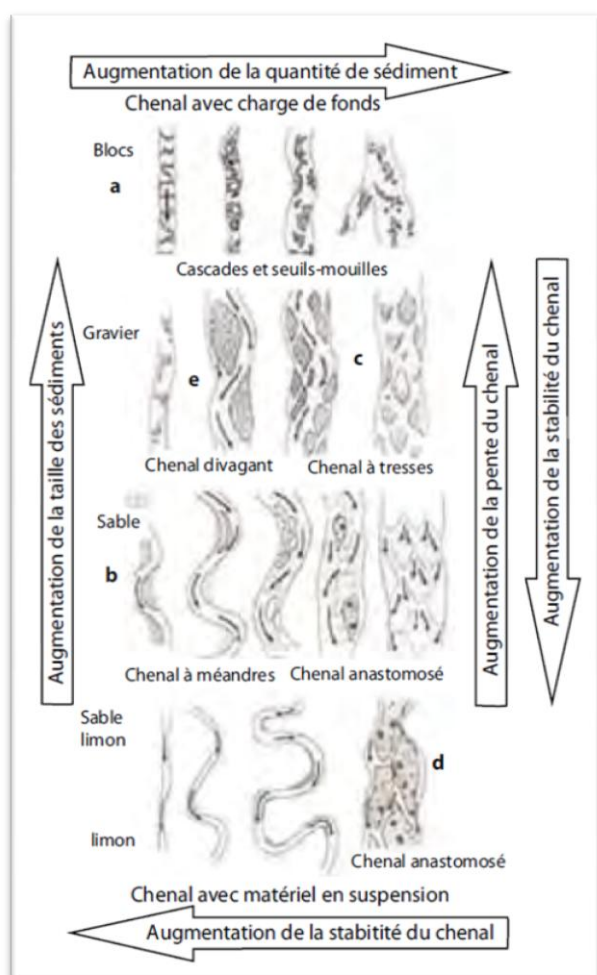


Figure 1.2. Les styles fluviaux (source : Gangbazo, 2011. Adapté de Church, 2005.

Les styles de cours d'eau reflètent la dynamique et l'écoulement dominant. Church (2006) a décrit les styles principaux selon le transport sédimentaire et la taille granulométrique ainsi que la stabilité du chenal (Figure 1.2) (Gangbazo, 2011) :

- Le chenal le plus stable avec les sédiments les plus grossiers et la pente la plus importante sera de style linéaire. On le retrouve à la tête des cours d'eau de la ZGIE et dans les zones où le lit du cours d'eau est formé de berges rocheuses (Boivin et Buffin-Bélanger, 2010).
- Le chenal à méandre, pour sa part, se retrouve dans les plaines alluviales avec des sédiments moyens à fins, présentant une puissance d'écoulement modérée qui agit comme zone de transport de sédiments. C'est le style dominant dans la plaine alluviale des rivières de la baie de Gaspé.
- Le cours d'eau à tresse a un transport de sédiments très élevé, c'est la zone d'accumulation du cours d'eau. La pente étant plutôt faible favorise l'accumulation de sédiments et crée des

îlots et des bancs d'accumulations divisant l'écoulement de la rivière. Ce style de cours d'eau est très mobile et dépendant des conditions hydrauliques.

- Le style anastomosé est semblable au dernier, avec les chenaux multiples et les bancs d'accumulation. Par contre, l'énergie de l'écoulement est plus faible, augmentant la stabilité du cours d'eau. Ce style est présent à l'embouchure des rivières de la baie de Gaspé (Boivin et Buffin-Bélanger, 2010).

Il est important de tenir compte des caractéristiques naturelles dans la planification d'aménagement à proximité d'un cours d'eau. Le degré de mobilité du cours d'eau permet de comprendre et d'évaluer les risques et aléas présents en bordure de la rivière.

Le concept d'équilibre

Il a déjà été mentionné plus haut, les cours d'eau sont des éléments dynamiques qui évoluent dans l'espace et le temps. La balance de Lane (Figure 1.3) illustre bien les éléments influençant la recherche d'équilibre dans un tronçon de rivière. D'un côté, on retrouve le débit solide et de l'autre, le débit liquide. Lorsqu'un ou l'autre augmente, le déséquilibre de la balance pointe vers une incision ou une aggradation du lit de la rivière. Les variables ajoutées de chaque côté de la pendule expliquent le sens du basculement : la taille des sédiments (fins à grossier), le ratio largeur/profondeur, et la pente du chenal (faible à élevée). Cette illustration peut aider à comprendre les variables jouant sur la dynamique d'un secteur précis du cours d'eau.

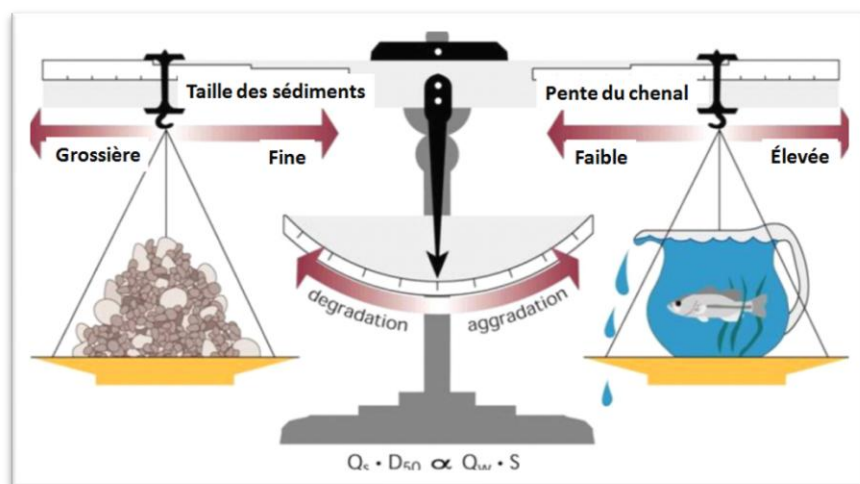


Figure 1.3. La balance de Lane (source adaptée de Lane, 1955)

Espace de liberté

L'espace de liberté, c'est « l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux (lit mineur) peuvent faire des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres » (Malavoi *et al.*, 1998). C'est donc l'espace nécessaire au cours d'eau pour assurer une série de

services écologiques et de sécurité publique tout en optimisant les avantages économiques. Il peut être utilisé pour la gestion et l'aménagement du territoire, puisqu'il permet de mieux identifier les secteurs à risques d'inondations, d'érosion, d'accumulation et de recouplement de méandres (Gangbazo, 2011).

2. PRÉSENCE DE LA PROBLÉMATIQUE SUR LE TERRITOIRE

Les problématiques énumérées dans le tableau qui suit ont été mentionnées lors des consultations publiques ou proviennent des études réalisées sur certaines rivières de la ZGIE Gaspésie-Nord. Une description plus élaborée des problématiques connues suit le tableau. Dans le portrait du Plan directeur de l'eau, à la section 2.5.3, on introduit également ces zones problématiques.

Tableau 1.1 Problématiques d'érosion, de sédimentation ou d'embâcles présents sur le territoire

Bassin versant associé	Description du problème	Statut	Type de morphodynamique
Mont-Louis	39 zones d'érosion sur 16,9 km	Existant	Érosion
	20 embâcles de bois	Existant	Embâcle
	37 zones de dépôts de sédiments sur la rive opposée des érosions	Existant	Sédimentation
Grande-Vallée	Zone d'érosion avec risque pour la sécurité secteur Parc Alexis Caron	Existant	Érosion
	Embâcle de bois mentionné	Perçu – potentiel	Embâcle
Saint-Jean	32 % des berges en érosion sur 60 km de rivières	Existant	Érosion
	Augmentation du nombre d'embâcles de 2010 à 2012 dans le corridor fluvial	Existant	Embâcle
	Embâcle terminal dans le delta, embâcle de bois localisés dans les bras nord, centre et sud du delta, plusieurs petits embâcles dans les chenaux secondaires	Existant	Embâcle
	29 % de berges en accumulation	Existant	Sédimentation
Toute la ZGIE	Zones d'érosions problématiques : zones de dépôts meubles et absence de végétation sur les rives. Préoccupations : Cap-Chat, Sainte-Anne, Mont-Saint-Pierre, Anse-Pleureuse, Gros-Morne	Potentiel	Érosion
	Zones de sédimentation problématiques : rupture de pente, bassins de sédimentation. Préoccupations : Petite Cap-Chat, Marsoui, à Claude,	Potentiel	Sédimentation

Bassin versant associé	Description du problème	Statut	Type de morphodynamique
	Anse-Pleureuse, Gros Morne, Manche d'Épée (besoin de creuser le lit à l'embouchure des rivières)		
	Formations d'embâcles problématiques : hauts fonds, zones de faible courant, rétrécissement du cours d'eau. Préoccupations : Anse-Pleureuse	Potentiel	Embâcle
	Présence de pont et ponceaux inadéquats Sur 278 infrastructures étudiées dans les MRC Haute-Gaspésie et Côte-de-Gaspé, 66 ponts et ponceaux sont susceptibles de créer de l'érosion et/ou des embâcles.	Existant	Érosion et embâcle

Rivière de Mont-Louis

Érosion

Les zones d'érosion de la rivière Mont-Louis ont été identifiées lors d'un inventaire en 2004 (Hébert, 2006). Trente-neuf (39) zones d'érosion des berges ont été répertoriées sur 16,9 km de rivière (annexe A, tableau 2 : Érosion Mont-Louis). Les zones d'érosion sont plutôt uniformément réparties sur le territoire couvert. En moyenne, il y a 2,3 zones d'érosion par kilomètre de rivière. À certains endroits, les berges ont été stabilisées artificiellement (annexe A, tableau 3 : Stabilisation berges Mont-Louis). Ces interventions stabilisent des secteurs précis et de petites tailles. Souvent, les problèmes d'érosion ont été déplacés à d'autres endroits.

Embâcle

Les embâcles de bois de la rivière de Mont-Louis ont été identifiés lors d'un inventaire en 2004. (Hébert, 2006). Vingt (20) embâcles de bois ont été recensés sur la section aval de la branche est et le tronçon principal de la rivière de Mont-Louis (annexe A, tableau 7 : Embâcles Mont-Louis). Les embâcles étaient généralement bien répartis le long des sections de rivière, à l'exception d'un secteur. Beaucoup de débris ligneux étaient distribués tout au long de la rivière. Des travaux ont été réalisés en 2003 et 2004 sur les embâcles problématiques afin de les transformer en trappes à bois. En 2005, il n'y avait aucun embâcle total majeur et nuisible. Dans les prochaines années, l'UQAR désire réaliser un nouvel inventaire des embâcles sur la rivière Mont-Louis pour analyser l'évolution de celles-ci dans le temps.

Sédimentation

La hausse du taux de sédiments en suspension dans l'eau de la rivière Mont-Louis est reliée à la hausse du niveau de l'eau de la rivière. La variation du taux de sédiments en suspension semble démontrer que la rivière Mont-Louis est sensible à l'érosion et à la sédimentation. Pour les 39

zones d'érosion, 37 zones de dépôt de sédiments ont été localisées sur la rive opposée (accumulation de sédiment sur une rive forçant la rivière à refaire son chemin en érodant la rive opposée). Les zones de dépôt de sédiments sont principalement composées de matériel de dimension moyenne (galet, gravier et cailloux) et d'une certaine quantité de sédiments fins (sable) (Hébert, 2004).

Rivière de la Grande Vallée

Érosion

Une zone d'érosion présentant des risques pour la sécurité publique a été localisée sur la rivière de la Grande Vallée dans le schéma d'aménagement de la MRC de La Côte-de-Gaspé (MRC C-d-G, 2005). Une petite bande le long de la rivière, sur la rive gauche dans le secteur du parc Alexis Caron (Annexe A, tableau 4 : Zones érosions Grande-Vallée). La pente de la berge est faible et le niveau de risque d'érosion et de dommages aux infrastructures est faible.

Dans ce schéma d'aménagement, il est mentionné que toutes les constructions, tous les ouvrages et travaux (incluant déblais et remblais) sont interdits dans les zones d'érosion à l'exception des travaux nécessaires à la stabilisation de la berge et des équipements récréatifs et touristiques légers (MRC C-d-G, 2005).

Embâcle

Des embâcles sur la rivière de la Grande-Vallée ont été mentionnés lors des consultations publiques. Par contre, aucune information n'est disponible pour confirmer et appuyer ces préoccupations.

Rivière Saint-Jean

Érosion

Une étude hydrogéomorphologique réalisée en 2010 sur la rivière Saint-Jean a répertorié les berges en érosion sur les 60 premiers kilomètres à partir du delta de la rivière (Boivin et Buffin-Bélanger, 2010). Plus de 43 kilomètres de berges, soit environ 21 km de rivière ou 32 % des berges étudiées, sont en érosion (Figure 1.4). Les berges en érosion sont situées sur l'ensemble de la rivière, mais se concentrent dans les tronçons centraux (km 30 à 54) et près de l'embouchure. Elles se trouvent généralement dans les berges concaves (berge extérieure d'un méandre).

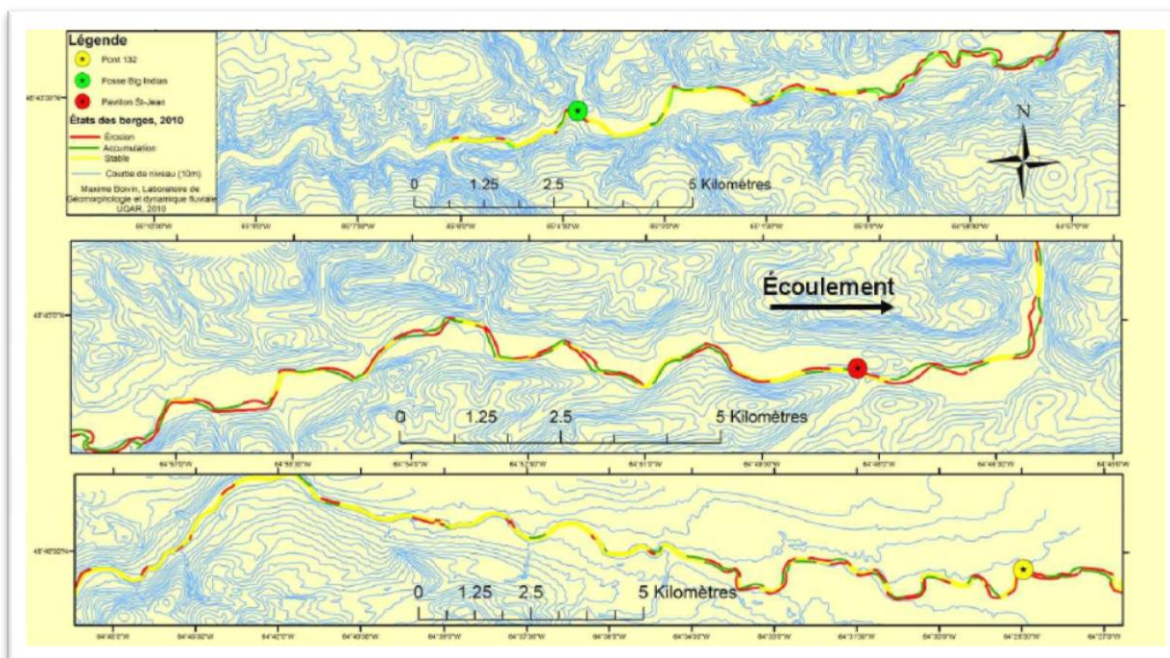


Figure 1.4. Segmentation fluviale de l'état des berges (accumulation (vert), érosion (rouge) et stable (jaune)) dans le corridor fluvial de la rivière Saint-Jean en 2010. (source : Boivin et Buffin-Bélanger, 2010)

Embâcles

La rivière Saint-Jean est caractérisée par des embâcles de bois dans son corridor fluvial, ainsi que par un phénomène d'embâcle terminal dans son delta. L'étude hydrogéomorphologique réalisée en 2010, ainsi qu'un suivi en 2011 et 2012, ont répertorié les embâcles sur les 60 premiers kilomètres à partir du delta de la rivière (Boivin et Buffin-Bélanger, 2010; Boivin et Buffin-Bélanger, 2013). Des études de caractérisation des embâcles dans le delta ont aussi été réalisées par GÉNIVAR en 2010 et 2011 (GÉNIVAR, 2010; GÉNIVAR, 2011). Dans le corridor fluvial, le nombre d'embâcles et de bois mort en rivière a significativement augmenté depuis 2010 (Tableau 1.2).

Tableau 1.2. Dénombrement des embâcles de bois et des bois morts en rivière pour les années 2010 à 2012

Année	Nombre d'embâcles de bois	Nombre de bois mort en rivière	Nombre de troncs	Volume de bois (m ³)
2010	97	139	11 716	4 304
2011	288	684	17 235	6 597
20 121	345	626	20 000	7 505

¹ Analyses préliminaires non terminées

(Boivin et Buffin-Bélanger, 2013)

La localisation des embâcles de bois (annexe A, tableau 8 : Embâcles rivière Saint-Jean) démontre qu'en 2010, ils se concentraient dans le secteur du Pavillon Saint-Jean. Par la suite, en 2011 et 2012 leur répartition était sur l'ensemble du tracé fluvial à l'étude.

La situation dans le delta est illustrée à la figure 5. Les embâcles de bois sont localisés dans les bras nord, du centre et sud du delta. Il y a aussi plusieurs petits embâcles dans les chenaux secondaires. L'embâcle du chenal central ne semble pas se modifier. Le chenal est complètement obstrué depuis les années 1970.

Entre 2001 et 2010, le taux moyen d'allongement des embâcles dans les bras nord et sud était de 105 m par an (annexe A, tableau 9 : Embâcles delta Saint-Jean_2010). Après la crue exceptionnelle de décembre 2010, l'embâcle s'est allongé jusque dans le chenal principal de la rivière Saint-Jean (annexe A, tableau 10 : Embâcles delta Saint-Jean_2011). Une plus faible accumulation de bois est observée entre janvier 2011 et l'été 2012 (figure 1.5) (Boivin et Buffin-Bélanger, 2013).

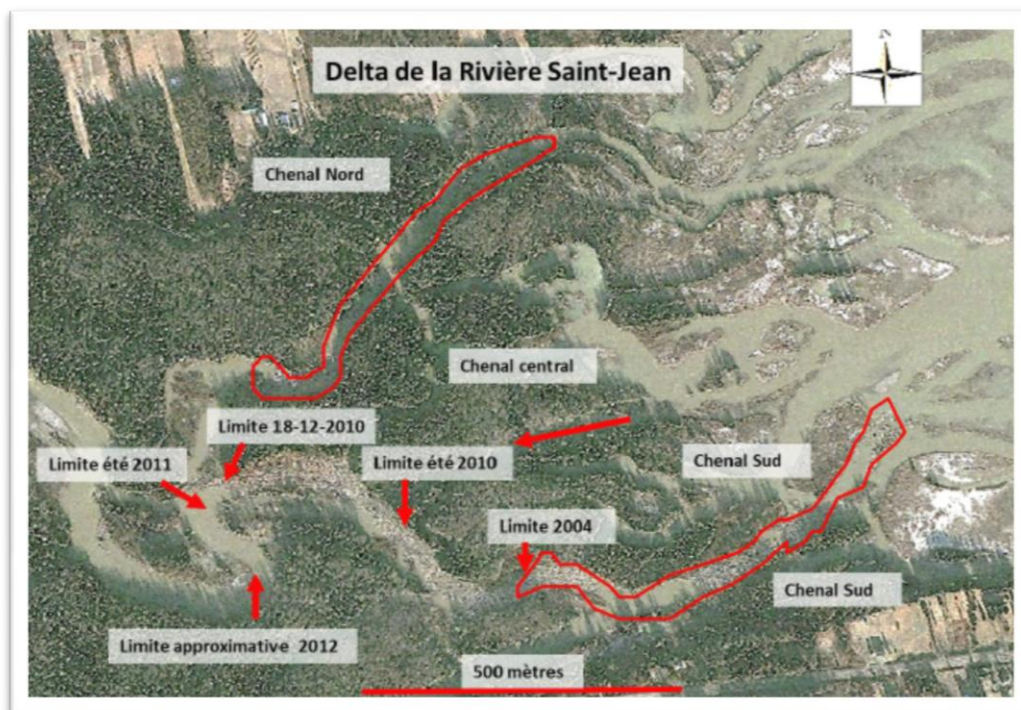


Figure 1.5. Évolution des embâcles dans le delta de la rivière Saint-Jean (source : Boivin et Buffin-Bélanger, 2013)

Sédimentation

Sur la rivière Saint-Jean, on retrouve 103 bancs d'accumulation en 1963 contre 132 en 2004. Leur superficie totale monte de 668 000 m² à 848 000 m² en 2004. Le positionnement des bancs relativement identique entre ces deux périodes. La densité de bancs est plus importante dans deux tronçons : près du pavillon Saint-Jean et près de l'embouchure (Boivin et Buffin-Bélanger, 2010).

Autres rivières

Lors des consultations publiques tenues à l'automne 2012, des cas d'érosion des berges ont été mentionnés pour les rivières :

- Cap-Chat;
- Sainte-Anne;
- De Mont-Saint-Pierre;
- De l'Anse Pleureuse;
- Du Gros Morne.

Des cas d'embâcles de bois ont aussi été mentionnés pour la rivière de l'Anse-Pleureuse. Aucune donnée ne permet actuellement de décrire ces problèmes d'embâcles de bois.

Certaines rivières auraient des problématiques quant à la sédimentation. Canard Illimité Canada (2008) mentionne dans son portrait des milieux humides que la rivière Petite Cap-Chat, Gros-Morne, à Claude, Marsoui et Manche d'Épée nécessitent le creusage du lit pour libérer l'embouchure des sédiments accumulés et éviter les inondations. Par contre, aucune étude ne permet d'appuyer cette information.

3. CAUSES POTENTIELLES, ÉLÉMENTS PERTURBATEURS ET LEURS EFFETS

Plusieurs causes expliquent les phénomènes d'érosion, de sédimentation et d'embâcle dans les cours d'eau. Les relations de cause à effet sur la morphologie et la dynamique des rivières sont premièrement dues à des aspects naturels du territoire. Le potentiel d'impact des causes anthropiques sur la dynamique des rivières en Gaspésie est présent, par contre une validation terrain plus précise devrait être effectuée pour confirmer l'ampleur de l'impact sur la morphodynamique de nos rivières.

Tableau 1.3 Liste des causes de la morphodynamique

3.1 Causes naturelles	3.2 Causes anthropiques potentielles
<ul style="list-style-type: none"> • Pente • Dépôts de surface • Glace • Peuplement forestier • Climat • Inondation • Glissement de terrain • Chablis • Embâcle de bois • Barrages de castors 	<ul style="list-style-type: none"> • Coupes forestières • Voirie forestière + ponts et ponceaux • Exploration et exploitation des mines et hydrocarbures • Urbanisation • Construction du réseau routier + son entretien • Linéarisation des cours d'eau

3.1 Les causes naturelles

Pente

La pente influence le ruissellement de surface et l'écoulement hypodermique (sous la surface du sol, mais au-dessus des nappes phréatiques permanentes). Plus la pente est élevée, plus le ruissellement de surface est accéléré. Une pente élevée empêche aussi l'infiltration de l'eau dans le sol. L'eau étant véhiculée beaucoup plus vite vers les cours d'eau, les débits de pointe qui en résultent sont plus élevés et sont observés plus vite (Gangbazo, 2011).

Les pentes les plus importantes (plus de 30 % : fortes et abruptes) se situent sur les versants des vallées des principales rivières et à la tête de certains bassins versants, dans les Chic-Chocs (carte 5 : topographie et portrait section 2.2). Dans la ZGIE, la superficie de plusieurs bassins versants est composée à plus de 25 % de pentes fortes et abruptes : Sainte-Anne, La Martre, Marsoui, à Claude, Mont-Saint-Pierre, Grande-Vallée, au Renard et Anse au Griffon. La topographie fait que les cours d'eau ont un régime torrentiel, ce qui constitue une des conditions propices à l'érosion dans la zone amont des rivières (Desrosiers et al., 2013). Les pentes moyennes ou faibles de certains tronçons des cours d'eau favorisent leur mobilité (création de méandres) (Hébert, 2006; Boivin et Buffin-Bélanger, 2010). Les secteurs d'accumulation des sédiments se retrouvent à l'embouchure, où la pente est plus faible et la plaine alluviale est plus large.

Dépôts de surface

Les cours d'eau influencent la composition et l'emplacement des dépôts de surface. Certains types de dépôts sont déposés par des cours d'eau ou dans des plans d'eau. Les cours d'eau et le ruissellement peuvent aussi entraîner l'érosion des dépôts de surface. Les risques d'érosion sont influencés par les caractéristiques des dépôts de surface telles que la pierrosité et la texture, ainsi que le régime hydrique du sol. La façon dont l'eau chemine sur ou dans le sol (patron d'écoulement) est liée à l'épaisseur et la nature des dépôts de surface (Jetté et al., 1998).

Les dépôts fluviatiles, glaciaires et fluvioglaciers bordent plusieurs cours d'eau (carte 4 : dépôts de surface et portrait section 2.1). Les berges de ces cours d'eau sont plus sensibles à l'érosion. Les berges des rivières pour lesquelles il y a eu une mention d'érosion sont formées d'un ou de plusieurs de ces dépôts de surface. Les rivières Mont-Louis et Grande-Vallée et Saint-Jean s'écoulent principalement sur des dépôts fluviatiles et fluvioglaciers.

Glace

En se formant, la glace emprisonne certains éléments présents sur les berges. Lorsque le niveau de l'eau s'élève, la glace se soulève et arrache ces éléments. Au printemps, la glace se brise en morceaux aux arêtes acérées qui, lorsqu'ils sont emportés par les courants forts des crues,

percutent et brisent les berges (AAC et MAPAQ, 2008). Ces actions peuvent contribuer à éroder les berges et augmenter les sédiments en suspension dans les rivières.

Peuplements forestiers

Le type et le stade de maturité du couvert forestier riverain influencent l'apport en bois mort (Hébert, 2006). Les feuillus intolérants vivent moins longtemps et génèrent des apports en bois plus fréquents. De plus, les vieux peuplements favorisent l'apport en bois mort dans les cours d'eau à cause de la plus grande présence d'arbres morts et moribonds.

Dans la ZGIE, des feuillus intolérants tels que le peuplier faux tremble (*Populus tremuloides*) et le bouleau blanc (*Betula papyrifera*) peuplent la sapinière à bouleau blanc et la sapinière à épinette noire. En 2004, 66 % de la ZGIE était couverte par des peuplements forestiers âgés entre 0 et 80 ans, la classe d'âge dominante étant celle de 41-60 ans (22,9 %) (portrait section 3.1.1, tableau 3.2). Les vieux peuplements couvrent donc une faible proportion du territoire.

Autres processus naturels

Différents processus naturels alimentent les cours d'eau en bois et peuvent être responsable des embâcles de bois mort (Boivin et Buffin-Bélanger, 2010) : arbres morts en place et tombants dans le cours d'eau, glissements de terrain, inondations, tempêtes (vents et verglas), chablis, dislocation des barrages de castors. La sédimentation dans les cours d'eau peut aussi être influencée par les barrages de castor et les embâcles de bois qui ralentissent la vitesse d'écoulement et créent un bassin de sédimentation directement en amont de la structure (GÉNIVAR, 2010). Un embâcle de bois partiel mal localisé ou un embâcle total peut forcer la rivière à prendre un autre chemin, favorisant ainsi le déplacement du lit du cours d'eau, donc l'érosion et la sédimentation (Hébert, 2006). Voir portrait, section

3.2 Les causes anthropiques

Coupes forestières et compaction du sol

Les ouvertures dans le couvert forestier diminuent la capacité de rétention des eaux, entraînant une augmentation des débits de pointe (Desrosiers et al., 2013; St-Onge et al., 2001). La compaction du sol par le passage de la machinerie qui crée de l'orniérage favorise aussi le ruissellement plus rapide vers les cours d'eau. Une augmentation de 20 à 50 % des débits de pointes déstabilise le lit et les rives du cours d'eau, modifie la morphologie du cours d'eau augmentant l'érosion et l'apport de sédiments dans le réseau hydrographique (Desrosiers et al., 2013).

Les aires équivalentes de coupe, comprenant les zones déboisées naturellement et coupées, devraient respecter une superficie maximale de 50 % par bassin versant et sous-bassin de plus de 10 km² (Desrosiers et al., 2013; Langevin et Plamondon, 2004). Cette superficie de coupe

assure un faible impact sur les débits de pointe (Desrosiers et al., 2013). Il est soulevé par les gestionnaires de rivières à saumon que certaines zones à risque pourraient bénéficier d'une aire équivalente de coupe plus restrictive.

En forêt publique, le plan d'aménagement forestier intégré tactique (PAFI-T) inclut des cibles pour limiter l'impact des activités forestières sur la qualité des sols et milieu aquatique (fiches VOIC R11-T-13-00012 et 00021) (MRN, 2014a). La fiche sur le maintien des fonctions écologiques des sols forestiers vise la protection des sols lors de la préparation du terrain et dans les pentes de plus de 40 %. La fiche sur la qualité du milieu aquatique cible les impacts des activités forestières et de la voirie forestière sur l'équilibre du régime hydrique, sur l'habitat aquatique, sur l'habitat du saumon et sur la qualité de l'eau. Les indicateurs qui seront utilisés sont, entre autres, des superficies d'AEC de 50 % avec consultation des TGIRT après 35 % d'AEC dans les sous-bassins versants, la protection des sols dans les pentes par l'application du Guide des saines pratiques forestières dans les pentes du Québec. Selon la planification opérationnelle, dans la ZGIE, six sous bassins versants comportent une AEC de plus de 35 % situés dans les bassins versants de la rivière Mont-Louis, de la rivière Madeleine, de la rivière York et de la rivière Dartmouth (entre 35,22 % et 43,88 %) (MFFP, 2014). Enfin, le règlement sur les normes d'intervention dans le domaine de l'état (RNI) et plus tard RADF s'applique et assure une saine gestion du couvert forestier dans le but de minimiser les impacts sur la qualité de l'eau (MRN, 2014). Il inclut des normes d'intervention sur la protection des rives, des lacs et des cours d'eau, sur la qualité de l'eau, sur le tracé et la construction des chemins, sur la superficie des cours et leur localisation, etc.

En forêt privée, certains propriétaires se munissent d'un plan d'aménagement et de soutien financier pour le réaliser et doivent ainsi répondre aux normes en vigueur. La ville de Gaspé a modifié son règlement de zonage pour intégrer des dispositions sur l'abattage d'arbres. Selon le type de travaux d'abattage d'arbre, un propriétaire doit appliquer une coupe de jardinage sur maximum 30 % de son terrain, ou une coupe progressive par bandes de cinq mètres, ou une coupe totale sur un maximum de quatre hectares avec reboisement séparés d'une lisière d'au moins 30 mètres (ville de Gaspé, règlement n° 1156-11-11).

Au Québec, toute personne ou entreprise qui construit des chemins en milieu forestier doit se conformer à des normes forestières (MRN, 2014). Les coupes pour les éoliennes et les lignes d'électricité sont donc faites selon le RNI. De plus, les règlements de zonage des municipalités de la MRC Côte-de-Gaspé comportent des dispositions sur les éoliennes et leurs chemins d'accès.

- Pour information sur les acteurs forestiers : Voir portrait sections 4.7.1 et 6.3.3

Voirie forestière, ponts et ponceaux

Le réseau routier forestier comprend les chemins forestiers, les sentiers de débardage et les jetées. Ce sont des surfaces compactées où le taux d'infiltration de l'eau dans le sol est diminué (Desrosiers et al., 2013). Elles favorisent le ruissellement de surface pouvant acheminer l'eau plus rapidement vers le réseau hydrographique (Langevin et Plamondon, 2004). Les débits de pointe qui en résultent sont plus élevés et sont observés plus vite que dans les conditions normales (Gangbazo, 2011).

Les ponts et les ponceaux sous-dimensionnés ou avec des assises instables favorisent l'érosion des berges et l'accumulation de débris ligneux (Therrien *et al.*, 1997, AAC et MAPAQ, 2008). Ils modifient le parcours de l'eau en créant une zone de restriction en période de fort débit. À la sortie du ponceau, la vitesse de l'eau et la turbulence sont accélérées, ce qui peut causer un élargissement et un approfondissement du lit du cours d'eau en aval. Des études démontrent un lien direct et positivement proportionnel entre le nombre de ponceaux et la quantité de sédiments en suspension dans les cours d'eau. De plus, suite à la construction, l'utilisation des chemins a une part de responsabilité importante dans l'apport de sédiments (St-Onge et al., 2001).

Dans les forêts publiques de la ZGIE, les méthodes de construction et d'entretien des chemins forestiers et des ponceaux sont régies par le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (MRN, 2014). L'application de ce règlement limite l'érosion des berges et du lit du cours d'eau et limite l'apport inutile en sédiment. Le Guide des saines pratiques – voirie forestière et installation de ponceaux illustre bien quelques éléments du RNI :

- aménagement de l'emprise d'un chemin : limiter la largeur et stabiliser les remblais;
- respect des courbes de niveau;
- aménagement de structure de drainage dans les dépressions naturelles reliées aux cours d'eau;
- évacuation de l'eau de ruissellement de la surface du chemin vers les fossés;
- entretien des chemins forestiers;
- conservation d'une bande riveraine de 20 mètres le long des cours d'eau;
- installation de ponceaux selon une planification environnementale, sur les crêtes d'élévation;
- détournement des eaux de fossés vers la végétation;
- respect de la pente du cours d'eau;
- stabilisation du lit du cours d'eau à l'entrée et la sortie du ponceau.

Il n'existe cependant aucune législation concernant la fermeture ou la remise en production des tronçons de chemins inutilisés (CRNT, 2009). Bien que l'application du RNI et des saines

pratiques soit respectée en Gaspésie, le problème représente surtout les ponceaux et les chemins aménagés avant ce règlement. Depuis 2013, la CRÉ-GIM a créé un comité de chemins multiusages qui s'est penché sur la problématique des ponts et ponceaux sur un réseau de chemins prioritaire (CRÉGIM, 2013). Sur les 26 ponts analysés dans MRC Haute-Gaspésie et les 14 ponts analysés dans la MRC Côte-de-Gaspé, respectivement 11 ponts (42 %) et 8 ponts (57 %) avaient des caractéristiques qui étaient jugées moyennes ou inadéquates. De plus, plusieurs ponts et ponceaux analysés étaient à risque par la présence de castors, ou à risque de créer des embâcles, de l'érosion ou une combinaison de deux facteurs. Pour la MRC Haute-Gaspésie, c'est 19 % des ponts et 27 % des ponceaux qui sont à risques, tandis que pour la MRC Côte-de-Gaspé, c'est 27 % des ponts et 22 % des ponceaux qui sont dans cette situation (CRÉGIM, 2013).

Malgré le suivi serré et les normes existantes sur la voirie forestière et l'installation des ponts et ponceaux, le Consortium en foresterie de la Gaspésie et les Îles a créé un répertoire sur les priorités de recherche forestières pour mieux comprendre l'impact des interventions forestières et des chemins sur la qualité de l'eau et les habitats aquatiques et riverains. Ils cherchent aussi à savoir si les normes d'installation de ponts et ponceaux sont bien adaptées à la réalité du territoire pour limiter l'apport en sédiment dans les cours d'eau (Consortium de foresterie, 2014).

Dans le bassin versant de Mont-Louis, à l'automne 2005, le réseau routier s'étendait sur 697,8 km, pour une densité moyenne de 2,32 km de chemin par km² (annexe 5 : Réseau routier Mont-Louis) (Hébert, 2006). De plus, l'étude a identifié 68 ponceaux conformes, sur un total de 242 sites nécessitant l'installation d'un ponceau conforme (annexe 6 : Ponceaux Mont-Louis). Seulement 28,1 % des ponceaux sont donc fonctionnels (Hébert, 2006).

En forêt privée, il n'y a pas de réglementation sur la construction des chemins forestiers et l'installation de ponceaux. La conformité des installations pour limiter les sources de sédimentation tant par le ruissellement que l'érosion ne peut être assurée. L'agence régionale de mise en valeur des forêts privées de la Gaspésie-Les-Îles (AFOGÎM) offre une aide financière pour la construction de chemins forestiers. Dans ce programme, le respect du guide Saines pratique – Voirie forestière et installation de ponceaux du MRN est obligatoire et des vérifications sont régulièrement faites sur le terrain pour s'en assurer. Le Consortium de foresterie a quelques projets de recherche sur les méthodes de suivi à développer en forêt privée et l'évaluation du travail sylvicole en forêt privée compte tenu des superficies de terrain beaucoup plus petites (2-3 hectares) (Consortium foresterie, 2014).

- Pour plus d'information sur le réseau routier de la ZGIE, voir portrait section 4.2

[Exploration et exploitation des mines de surface et des hydrocarbures](#)

En plus des coupes forestières, le territoire public est exploité par des entreprises minières de surface. Les substances minérales de surface comprennent, entre, autres, le sable, le gravier ou

la pierre. Dans la ZGIE, en 2011, il y avait 36 sites sur des terres publiques et 119 sites privés (voir portrait section 4.7.2). Plusieurs sites se retrouvent à proximité des cours d'eau et pourraient participer à l'augmentation des charges en suspension. Par contre, il est difficile d'évaluer avec justesse le nombre exact de sites dans cette situation. De plus, les activités liées à l'exploration minière et gazière sont importantes dans la ZGIE : en 2011, 376 propriétaires de claims miniers sur 16 % de la ZGIE (portrait). On retrouve aussi des claims d'hydrocarbures sur la totalité du territoire gaspésien.

La nature des travaux d'exploitation et d'exploration minière requiert d'importants ouvrages de machinerie qui pourraient affecter le régime hydrique de bassins versants et exposer le sol à l'érosion hydrique. Nous possédons très peu de données sur la nature et le suivi de ces travaux.

Urbanisation et réseau routier

Le déboisement des bandes riveraines pour l'accès au cours d'eau peut augmenter les risques d'érosion et modifier la stabilité du cours d'eau (Gangbazo, 2011). Aucune donnée précise n'existe dans la ZGIE sur le respect de cette politique et la qualité des bandes riveraines en milieu urbain (voir portrait section 3.3 et la Fiche 7 du diagnostic : dégradation des écosystèmes riverains). L'application de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, qui demande la protection de bandes riveraines, doit être insérée dans les schémas d'aménagement des MRC, et dans les règlements d'urbanisme des municipalités, par contre cette politique ne s'applique pas aux terrains dont le lotissement a été réalisé avant l'adoption du règlement par les MRC et municipalités (MDDEP, 2002).

L'imperméabilisation du sol par la construction de routes et de bâtiments augmente également le ruissellement vers les cours d'eau (Gangbazo, 2011). Le niveau d'imperméabilisation est très bas dans la ZGIE, mais localement, certaines zones pourraient devenir problématiques. (Voir portrait section 4.3)

Le réseau routier, en plus d'acheminer l'eau plus rapidement vers le réseau hydrographique, entraîne des sédiments en suspensions. Certaines méthodes sont prônées pour limiter cet apport. L'entretien des fossés routiers par la méthode du tiers inférieur consiste à recreuser le fossé seulement dans le fond du fossé, en conservant le talus végétalisé et intact (MTQ, 2011). Cette méthode doit être effectuée par temps sec pour limiter l'apport de sédiments, de l'aval vers l'amont du fossé. Les gains environnementaux et économiques ont été prouvés (Monast Robineau, 2008; MTQ, 2011).

L'excavation pour des travaux municipaux et privés peut aussi fournir des apports en sédiments inutiles.

Linéarisation

La recherche constante d'équilibre dans les cours d'eau est d'autant plus présente lors qu'il y a eu dragage ou linéarisation. Si l'entretien des rivières a été abandonné, la rivière cherchera à retrouver son cours normal et compenser la perte de sédiments sur certains tronçons.

Bien qu'il soit difficile de documenter la linéarisation des cours d'eau pour drave et l'agriculture, certaines rivières en ont subi les dommages. Ces actions ont été réalisées dans le passé, et aujourd'hui les rivières tentent de retrouver leur cours normal.

4. CONSÉQUENCES POTENTIELLES

Dégradation des habitats aquatiques

Les changements physiques causés par l'érosion des berges et l'apport de sédiments peuvent (Paquette, 2010; Prévost *et al.*, 2002) :

- Entraîner la disparition d'habitats;
- Altérer, déplacer ou détruire les lits de fraie;
- Nuire aux organismes benthiques;
- Affecter la capacité de production des habitats aquatiques;
- Diminution de la diversité et de l'abondance des espèces aquatiques;
- Diminution du succès de reproduction;
- Réduction des sources de nourriture;
- Envasement des cours d'eau et des lacs;
- Prolifération de plantes aquatiques (apport de nutriments).

Les embâcles totaux constituent un obstacle et peuvent limiter la circulation des poissons (Therrien *et al.*, 1997). Les poissons subissent un stress et se blessent en traversant les embâcles de bois. Les embâcles dans le delta de la rivière Saint-Jean sont reconnus comme perturbant la libre circulation du saumon atlantique (GÉNIVAR, 2011).

Voir la problématique de dégradation des habitats aquatiques et états des espèces piscicoles.

Dommages socio-économiques

L'érosion des berges cause (Hébert, 2006; Paquette, 2010) :

- Des dommages fréquents aux infrastructures existantes;

- Une perte nette de terrain entraînant une perte de valeur de la propriété et une diminution de la superficie disponible pour la construction de bâtiments;
- Une restriction dans l'utilisation ou les types d'utilisations possibles de la partie de terrain affectée par l'érosion.
- Sédimentation dans les conduites pluviales des réseaux municipaux

Les risques d'inondation augmentent avec la présence des embâcles de bois (Hébert, 2006; Boivin et Buffin-Bélanger, 2010). L'embâcle crée un refoulement des eaux en amont. Une étude a évalué que l'embâcle dans le delta de la rivière Saint-Jean pourrait causer des débordements dans les secteurs habités dans un horizon de 10 ans (GÉNIVAR, 2011b).

Les embâcles totaux diminuent les possibilités de navigation sur les cours d'eau (Hébert, 2006).

Voir la Fiche 2 du diagnostic : régime hydrique

Dégradation de la qualité de l'eau

- Diminution de la quantité d'oxygène dissous dans l'eau;
- Apport de nutriments (prolifération de plantes aquatiques);
- Apport de polluants;
- Augmentation de la turbidité de l'eau.

5. DONNÉES MANQUANTES

- Caractérisation des bandes riveraines des rivières non étudiées.
- Localisation, nature et densité des cas d'érosion du réseau routier forestier par bassin versant.
- Ponts et ponceaux par bassin versant (inventaire) et leur conformité – complétion du diagnostic chemins multiusages.
- Caractéristiques récentes du couvert forestier des bassins versants : pourcentage de territoire à couvert forestier réduit, aires équivalentes de coupe (AÉC).
- Superficie déboisée pour les lignes de transport d'électricité.
- Localisation et sensibilité à l'orniérage des bassins versants.
- Suivi de l'utilisation de la méthode du tiers inférieur pour l'entretien des fossés (routiers, forestiers, agricole).
- Localisation des carrières et sablières (proximité des cours d'eau et nature de l'environnement).

- Caractérisation des styles fluviaux des rivières (selon Church, 2005)
- Déterminer les espaces de liberté des rivières

6. OUTILS MIS EN PLACE SUR LE TERRITOIRE CONCERNANT LA PROBLÉMATIQUE

Réglementation

- **Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (LRQ, c. A-18.1)**
- **Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État** (RNI; LRQ, c. A-18.1, r.7) et Futur règlement sur l'aménagement durable des forêts (RADF) – entrée en vigueur prévue en avril 2015 – (MRN, 2013a)
- **Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables** (PPRLPI).
- Développement d'un **règlement d'abattage en forêt privée** par la MRC Côte-de-Gaspé

Guides

- **Guide des bonnes pratiques** : Protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Ministère de l'Environnement, Gouvernement du Québec, Québec, 174 p.
- **Guide des saines pratiques** – voirie forestière et ponceaux (Gaspésie).

Initiatives

- Mise en œuvre du Nouveau Régime Forestier : Plan Aménagement Forestier Intégré - Tactique et Opérationnels (PAFI-O).
- Entretien et restauration d'un réseau d'accès prioritaire en milieu forestier (comité chemin multiusages - CRÉGIM)
- Promotion de la certification forestière en milieu public et privée (Syndicat des producteurs de bois de la Gaspésie).
- Sujets d'études prioritaires proposés par le Répertoire sur les priorités de recherche forestière de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine 2014-2016 (Consortium en Foresterie) :
 - a. Réalisation d'études et analyse de solutions pour améliorer le suivi des interventions forestières en milieu privé.
 - b. Réaliser d'études pour évaluer le rendement des normes des ponts et ponceaux (durabilité, efficacité à limiter les sédiments, etc.)
 - c. Réalisation d'études sur l'impact du réseau routier et des interventions forestières sur la qualité des sols et de l'eau (érosion, qualité des sols, etc.)

7. PRIORISATION : ENJEU ET ORIENTATIONS CONCERNÉS

Cette problématique s'insère dans l'enjeu **Dynamique des cours d'eau** et les orientations qui y sont rattachées sont :

- **ORIENTATION 1** : Prévenir et diminuer l'érosion d'origine anthropique et l'apport de sédiments dans les cours d'eau.

8. RECOMMANDATIONS

- Encourager l'adoption de méthodes durable de foresterie (aménagement écosystémique, etc.) en milieu public et privé.
- Conserver des bandes riveraines de qualité selon la réglementation en vigueur en milieu forestier public et privé.
- Évaluer la possibilité de restaurer des bandes riveraines dégradées.
- Continuer de respecter le RNI (RADF) et les Saines pratiques en voirie forestière et installation de ponceaux et étudier l'efficacité des normes en vigueur.
- Appliquer les mesures d'harmonisation des aires équivalente de coupes proposées : maximum 50 % de superficie déboisée par sous-bassin de plus de 10 km².
- Mieux connaître l'ampleur des réseaux routiers forestiers dans la ZGIE (km de route/km²), leur état et leur conformité au RNI
- S'assurer que la responsabilité soit bien établie entre les usagers quant à l'entretien des chemins forestiers et des ponts et ponceaux.
- S'assurer que l'entretien des fossés routiers est fait selon la méthode du tiers inférieur.

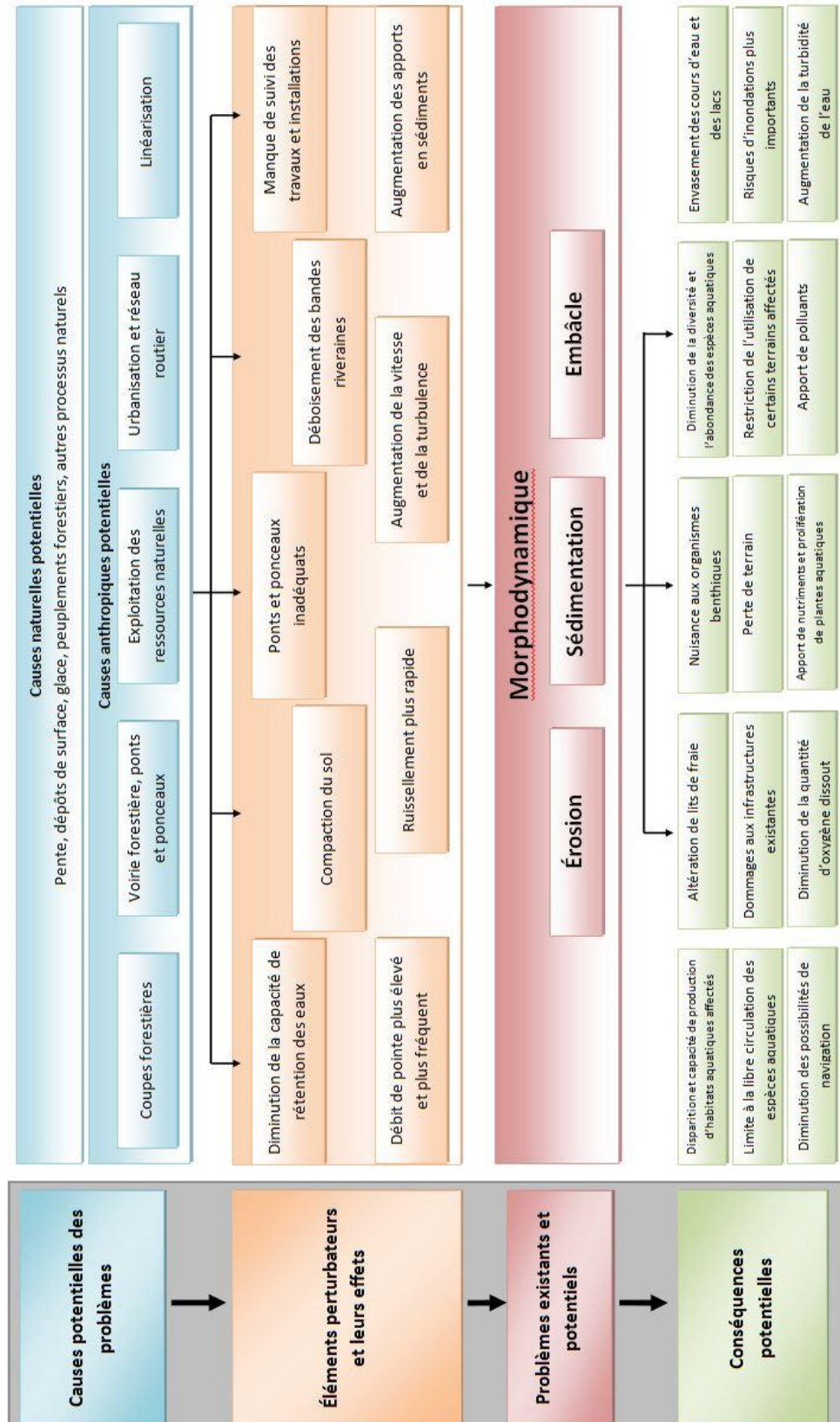


Figure 1.6 Schéma conceptuel des problématiques : Morphodynamique

9. RÉFÉRENCES

AAC et MAPAQ, 2008. Fiche technique : Diagnostic et solutions des problèmes d'érosion des berges de cours d'eau. Agriculture et Agroalimentaire Canada et ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. 14 p.

Boivin, M. et T. Buffin-Bélanger, 2010. Étude hydrogéomorphologique liée à la présence de bois morts dans le corridor fluvial de la rivière Saint-Jean, Gaspé. Rapport présenté à la Société de gestion des rivières de Gaspé inc. Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale. LGDF-001-UQAR. 99 pages.

Boivin, M. et T. Buffin-Bélanger, 2013. Modélisation de bilans ligneux de rivières semi-alluviales de la Gaspésie, Québec : Le cas de la rivière Saint-Jean. Rapport d'étape (2011-2012) présenté à la Société de Gestion des Rivières de Gaspé Inc. Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale. LGDF-003-UQAR. 16 pages.

Canards Illimités Canada (CIC), 2008. Plan de conservation des milieux humides et de leurs terres hautes adjacentes de la région administrative de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine. 100 p.

Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles. 2014. Répertoire sur les priorités de recherche forestière de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine 2014-2016. Gaspé, Québec : Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles. p.37.

CRÉGIM, 2013. Registres des infrastructures majeures et recommandations pour le réseau d'accès prioritaire de chemins multiusages. Conférence régionale des élus – Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine. 33 pages.

CRNT, 2009. Portrait régional de la Gaspésie. Version finale. Plan de développement intégré des ressources naturelles et du territoire. Commission des ressources naturelles et du territoire de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, PESCA Environnement, Conférence régionale des élu(e)s de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine. 110 pages et 6 annexes. En ligne. <http://www.cregim.net/images/stories/RNT/portrait%20regional.pdf>

Desrosiers M., O. Perrotte Caron, C. Lefrançois, L. Gagné. 2013. Documentation des enjeux fauniques identifiés dans le cadre du processus d'identification des préoccupations et d'entérinement des enjeux aux Plans d'aménagement forestier intégré (PAFI) de la Gaspésie – version 2. Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles, Gaspé (Québec), pour le compte du ministère des Ressources naturelles. 62 p.

Gangbazo, G., 2011. Guide pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau : un manuel pour assister les organismes de bassin versant du Québec dans la planification de la gestion intégrée des ressources en eau. Québec, Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 329 pages

GENIVAR, 2010. Impact des embâcles de bois sur le profil d'écoulement et la montaison de saumons dans l'estuaire de la rivière Saint-Jean – Rapport du volet 1. Rapport de GENIVAR Société en commandite à la Société de gestion des rivières du Grand Gaspé inc. 32 p. et annexes.

GENIVAR, 2011. Impact des embâcles de bois sur le profil d'écoulement et la montaison de saumons dans l'estuaire de la rivière Saint-Jean – Rapport du volet 2 – Travaux proposés. Rapport de GENIVAR inc. à la Société de gestion des rivières de Gaspé inc. 28 p. et annexes.

GENIVAR, 2011 b. Impact des embâcles de bois sur le profil d'écoulement et la montaison de saumons dans l'estuaire de la rivière Saint-Jean – Rapport du volet 3 – Impacts potentiels sur les infrastructures. Rapport de GENIVAR inc. à la Société de gestion des rivières de Gaspé inc. 18 p. et annexes.

Goupil, J.-Y., 2002. Protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Guide des bonnes pratiques. Ministère de l'Environnement, Gouvernement du Québec, Québec, 174 p.

Hébert, J.-S., 2004. Rapport concernant les activités réalisées dans le bassin versant de la rivière Mont-Louis pour la saison 2004, Activa Environnement inc. pour le Comité de bassin de la rivière Mont-Louis, Mont-Louis, Québec, 44 pages + annexes.

Hébert, J.-S., 2006. Bassin versant de la rivière Mont-Louis – Analyse des problématiques. Activa Environnement inc. pour le Comité de bassin de la rivière Mont-Louis, Mont-Louis, Québec, 340 p.

Jetté, J.-P., A. Robitaille, J. Pâquet et G. Parent, 1998. Guide des saines pratiques forestières dans les pentes du Québec. Québec, ministère des Ressources naturelles. 57 p.

Langevin, R. et A. P. Plamondon, 2004. Méthode de calcul de l'aire équivalente de coupe d'un bassin versant en relation avec le débit de pointe des cours d'eau dans la forêt à dominance résineuse, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier et Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, code de diffusion, 24 p.

Malavoi, J.-R., J.P. Bravard, H. Piégay, E. Héroin, & P. Ramez, 1998. Guide technique n°2 : détermination de l'espace de liberté des cours d'eau. Villette d'Anthon, France : Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse.

MDDEP, 2002. Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs – Eau. Consulté en ligne 3 avril 2014. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/index.htm>

MFFP, 2014. Planification opérationnelle Ministère des forêts, de la faune et des parcs. Consulté en ligne de 3 juin 2014. <http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/amenagement/amenagement-planification-PAFIO.jsp>

MNR, 2001. Saines pratiques : Voirie forestière et installation de ponceaux. Ministère des Ressources Naturelles, Direction régionale de la Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine.

Monast Robineau, P., 2008. Évaluation environnementale et économique de la méthode du tiers inférieur pour l'entretien des fossés routiers. Direction de la recherche et de l'environnement, pour le ministère des transports du Québec. 215 p.

MRC C-d-G, 2005. Projet de plan de gestion des matières résiduelles, Municipalité régionale de comté de La Côte-de-Gaspé. Préparé par BPR Groupe-Conseil Gaspé. 125 p + annexes.

MRN, 2014a. Plan d'aménagement intégré tactique. Région de la Gaspésie-Iles-de-la-Madeleine. UA 112-63 et UA 112-62. Ministère des ressources naturelles. 128 pages + annexes.

MRN, 2014. Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État. Ministère des ressources naturelles du Québec. Consulté en ligne le 04 avril 2014.
<http://www.mrn.gouv.qc.ca/forets/amenagement/amenagement-RNI.jsp>

MTQ, 2011. Méthode du tiers inférieur pour l'entretien des fossés routiers. Guide d'information à l'intention des gestionnaires des réseaux routiers. Ministère des transports du Québec, 24 p.

Paquette, M-H., 2010. La restauration des berges : l'utilisation d'indicateurs de performance comme outil d'aide à la décision. Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement. Université de Sherbrooke. 110 p.

Prévost, L., A. P. Plamondon, D. Lévesque, 2002. Méthodologie pour évaluer l'effet de l'installation d'un ponceau sur le substrat des frayères de l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*). Université Laval pour le ministère des ressources naturelles du Québec, la société de la faune et des parcs du Québec et la fondation de la faune du Québec. 43 p.

Rivard, G., et al, 2011. Guide de gestion des eaux pluviales. Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain. Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs du Québec. Chapitre 9 : Contrôle de l'érosion des cours d'eau. 19 p.

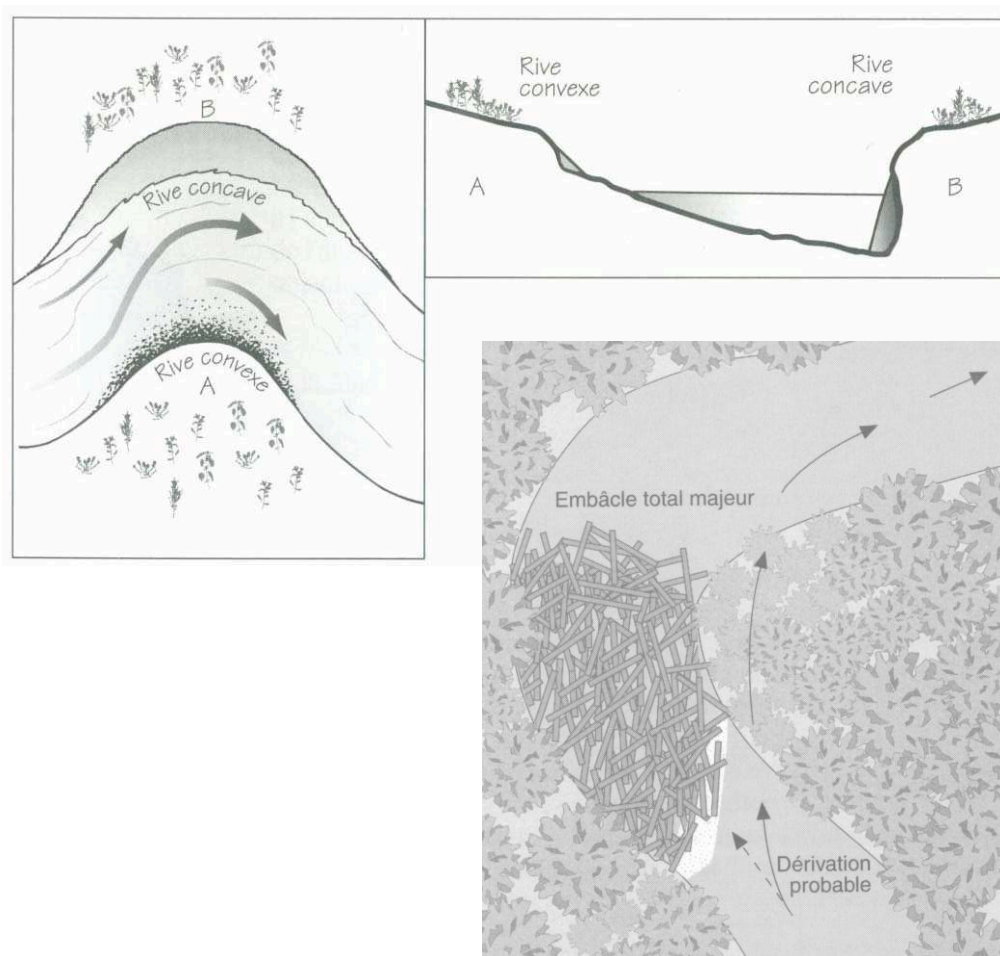
St-Onge, I., P. Bérubé et P. Magnan. 2001. Effets des perturbations naturelles et anthropiques sur les milieux aquatiques et les communautés de poissons de la forêt boréale : Rétrospective et analyse critique de la littérature. *Le Naturaliste Canadien*, 125 (Automne) : 81-95.

Therrien, J., G. Bourgeois et R. Lalumière, 1997. Guide technique sur le démantèlement d'embâcles. Fondation de la faune du Québec, Sainte-Foy, 55 p.

ANNEXE A : Dynamique des cours d'eau

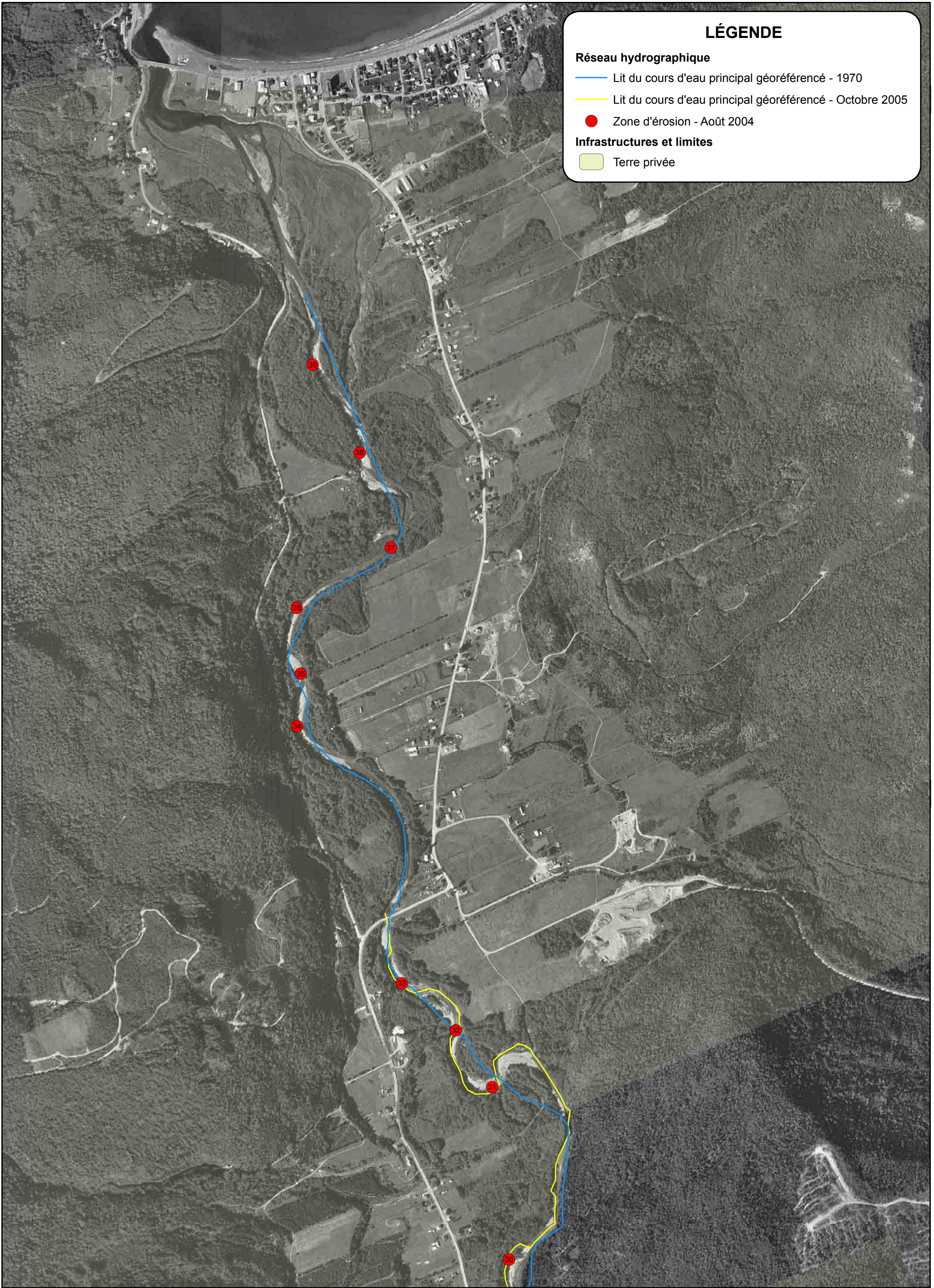
- 1 – Processus d'érosion
- 2 – Érosion sur la rivière Mont-Louis
- 3 – Stabilisation des berges de la rivière Mont-Louis
- 4 – Zones d'érosion de la rivière Grande-Vallée
- 5 – Réseau routier du bassin versant de Mont-Louis
- 6 – Ponceaux du bassin versant de Mont-Louis
- 7 – Embâcles sur la rivière Mont-Louis
- 8 – Embâcles sur la rivière Saint-Jean
- 9 – Embâcles dans le delta de la Saint-Jean, 2010
- 10 – Embâcles dans le delta de la Saint-Jean, 2011

Annexe 5.2. Description sommaire du processus d'érosion



Adapté de : Goupil, 2002; Therrien *et al.*, 1997.

La présence d'embâcles totaux ou partiels peut également forcer la rivière à refaire son chemin ailleurs. Lorsqu'elle refera son chemin, la rivière érodera des sections de territoire et remettra en circulation des débris ligneux et des sédiments. Les débris ligneux pourront alors reformer un embâcle ailleurs et le cycle recommencera. Les sédiments pourront se déposer dans la section convexe d'un méandre et, avec le temps, forcer la rivière vers l'extérieur (section concave) du méandre et ainsi éroder la rive extérieure.



LÉGENDE

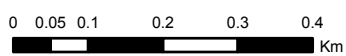
Réseau hydrographique

- Lit du cours d'eau principal géoréférencé - 1970
- Lit du cours d'eau principal géoréférencé - Octobre 2005
- Zone d'érosion - Août 2004

Infrastructures et limites

- Terre privée

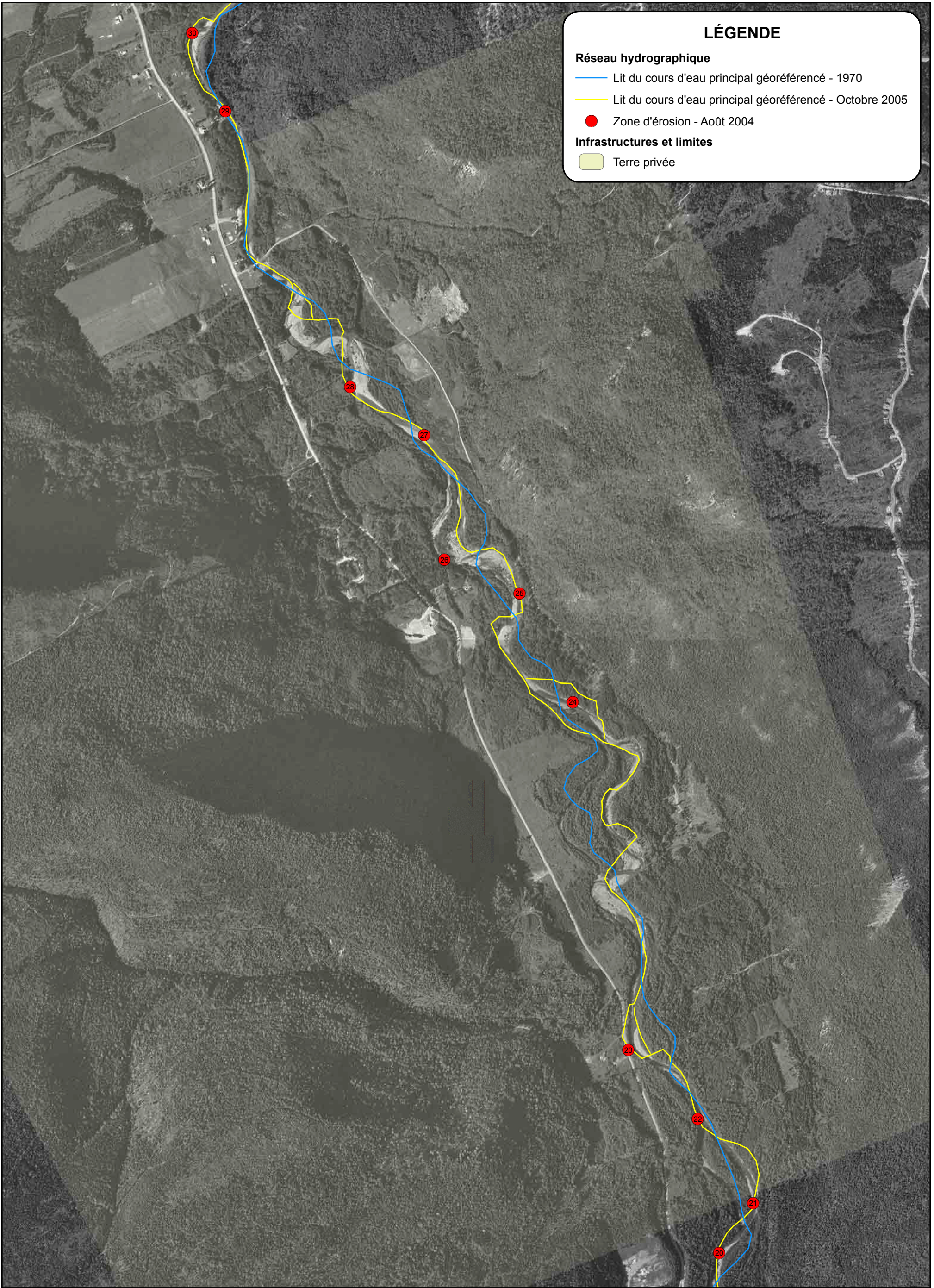
ANNEXE 3.1. LIT DE LA RIVIÈRE ET ZONES D'ÉROSION



Projection NAD 1983 MTM Zone 5
Date: Novembre 2005



Carte produite par
Activa Environnement inc.



LÉGENDE

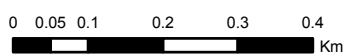
Réseau hydrographique

- Lit du cours d'eau principal géoréférencé - 1970
- Lit du cours d'eau principal géoréférencé - Octobre 2005
- Zone d'érosion - Août 2004

Infrastructures et limites

- Terre privée

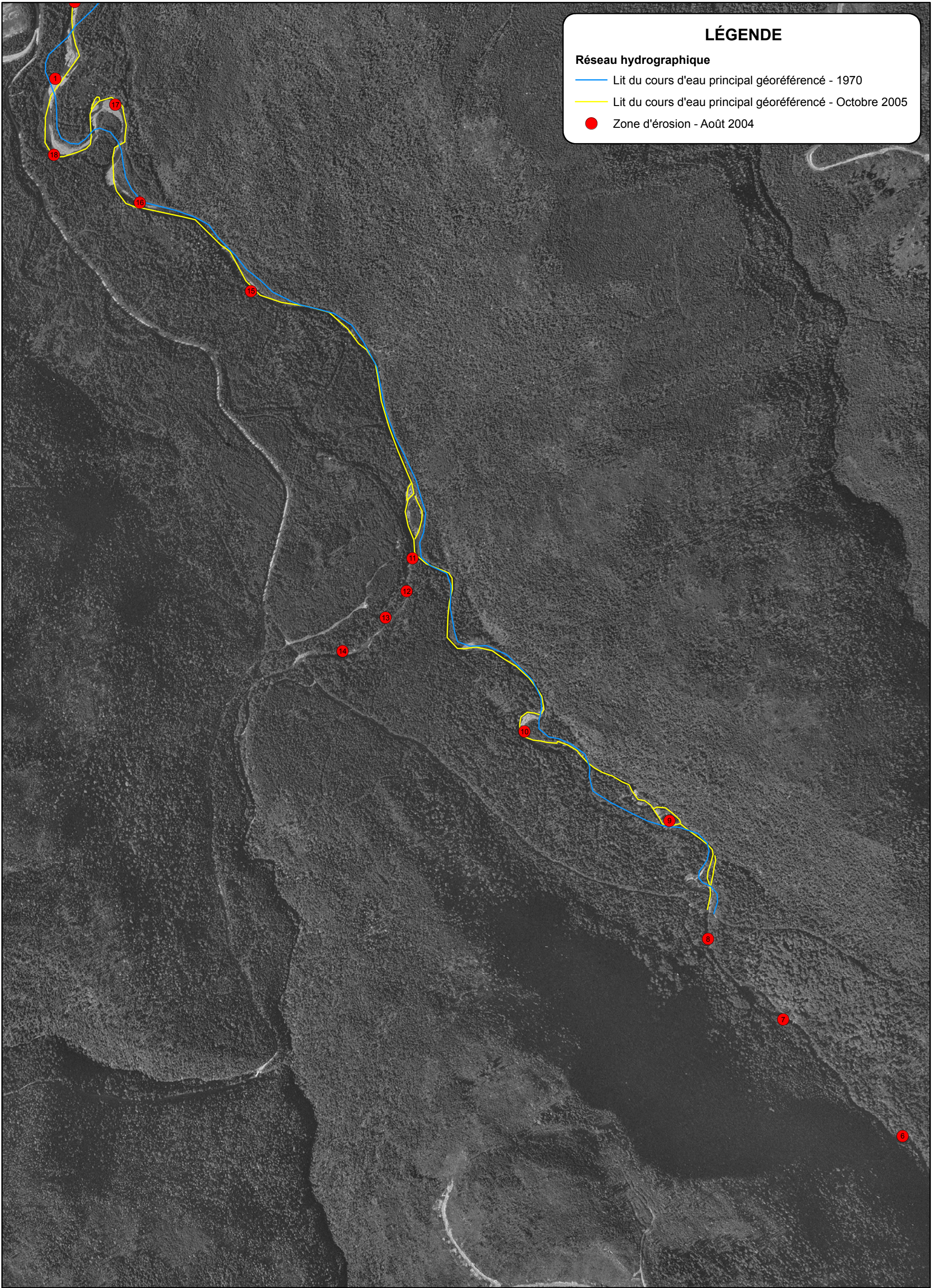
ANNEXE 3.1. LIT DE LA RIVIÈRE ET ZONES D'ÉROSION



Projection NAD 1983 MTM Zone 5
Date: Novembre 2005



Carte produite par
Activa Environnement inc.

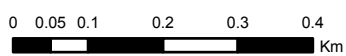


LÉGENDE

Réseau hydrographique

- Lit du cours d'eau principal géoréférencé - 1970
- Lit du cours d'eau principal géoréférencé - Octobre 2005
- Zone d'érosion - Août 2004

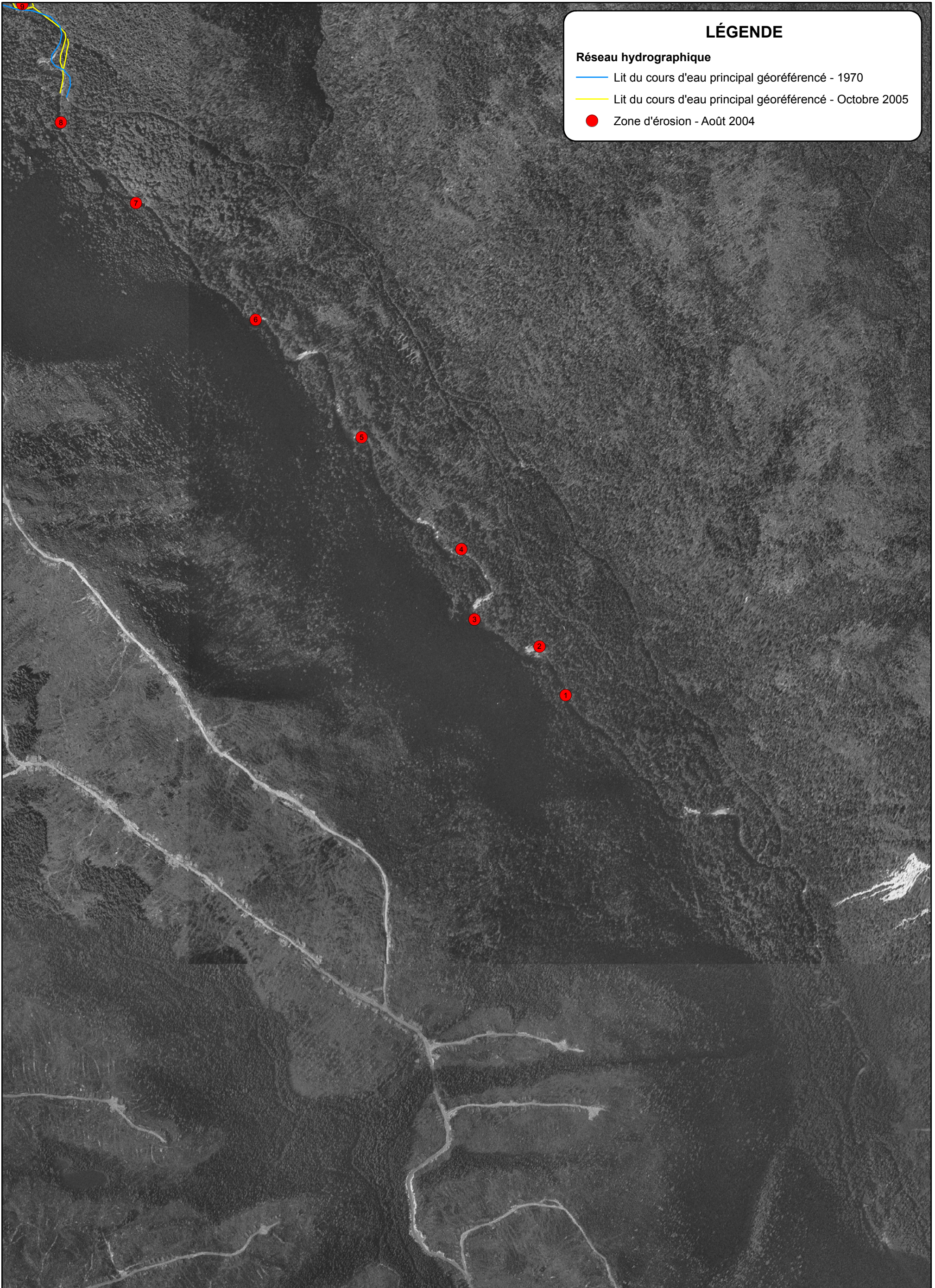
ANNEXE 3.1. LIT DE LA RIVIÈRE ET ZONES D'ÉROSION



Projection NAD 1983 MTM Zone 5
Date: Novembre 2005



Carte produite par
Activa Environnement inc.

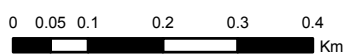


LÉGENDE

Réseau hydrographique

- Lit du cours d'eau principal géoréférencé - 1970
- Lit du cours d'eau principal géoréférencé - Octobre 2005
- Zone d'érosion - Août 2004

ANNEXE 3.1. LIT DE LA RIVIÈRE ET ZONES D'ÉROSION



Projection NAD 1983 MTM Zone 5
Date: Novembre 2005

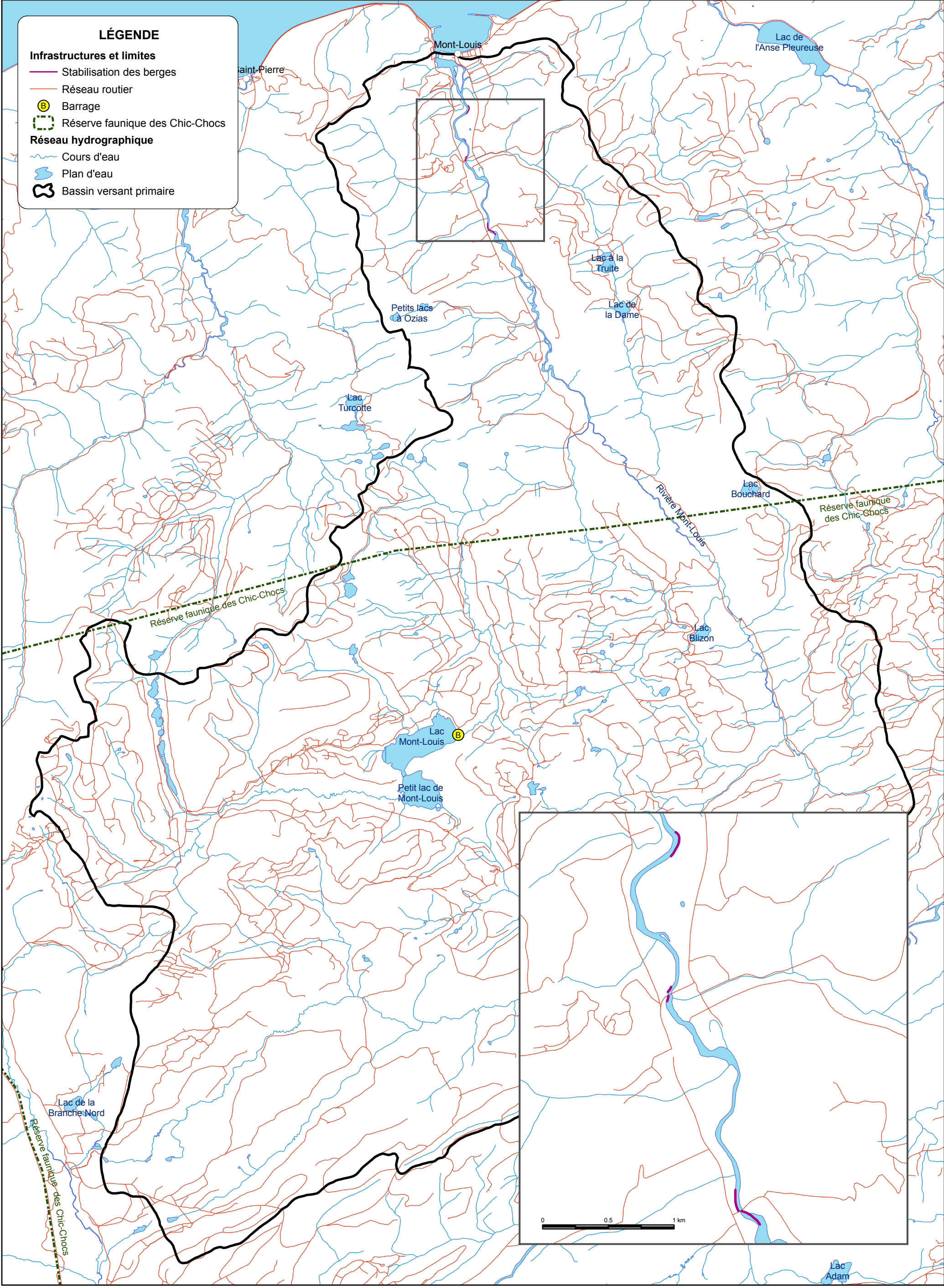


Carte produite par
Activa Environnement inc.

LÉGENDE

Infrastructures et limites

- Stabilisation des berges
 - Réseau routier
 - ⓑ Barrage
 - ⓓ Réserve faunique des Chic-Chocs
- ## Réseau hydrographique
- Cours d'eau
 - Plan d'eau
 - Ⓜ Bassin versant primaire



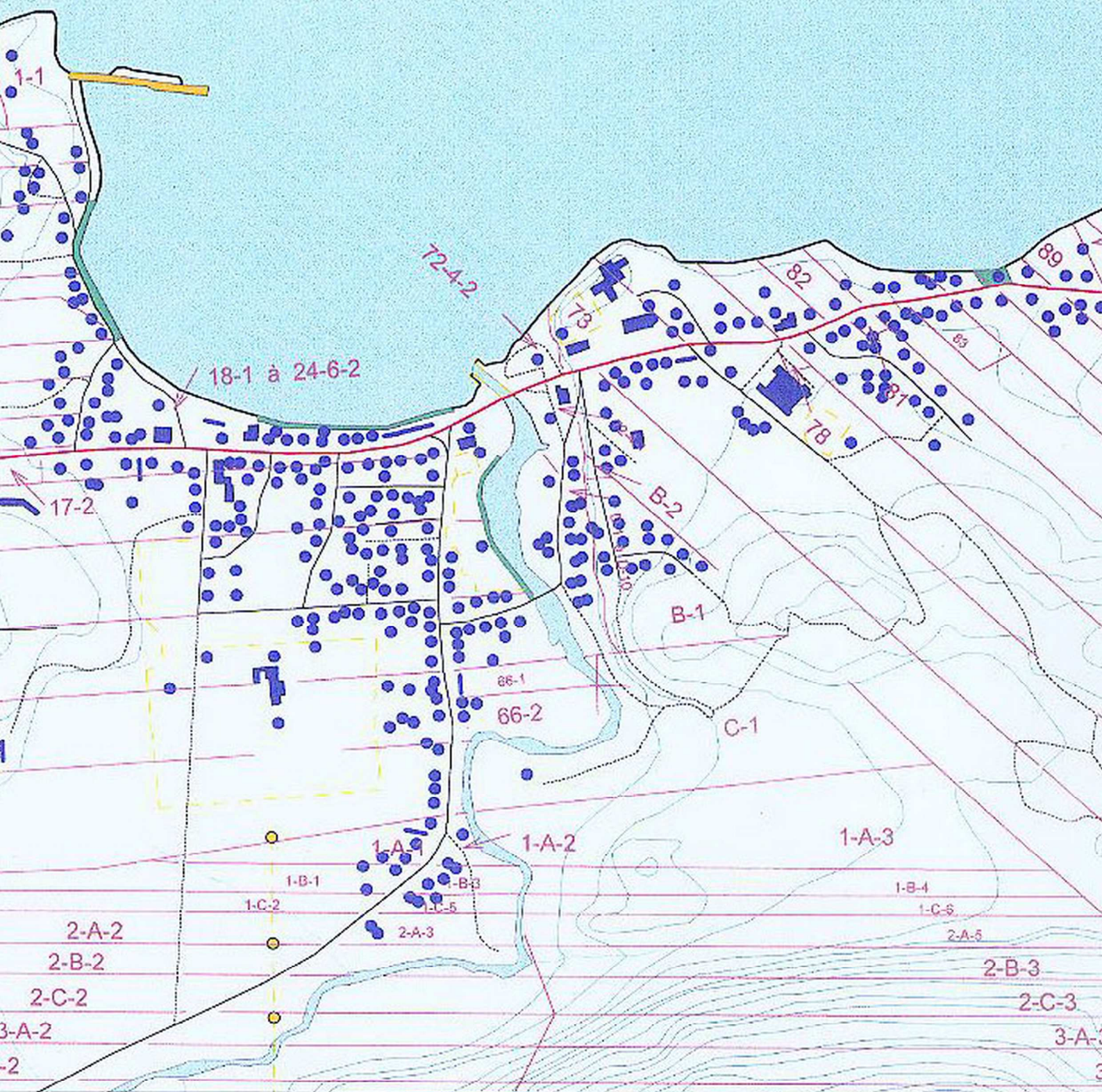
ANNEXE 5.1. MODIFICATIONS ANTHROPIQUES



Projection NAD 1983 MTM Zone 5
Date: Novembre 2005



Carte produite par
Activa Environnement inc.



Municipalité Régionale de Comté
de La Côte-de-Gaspé

GRANDE-VALLÉE

LÉGENDE



Zones d'érosion

ZONES D'ÉROSION

Plan 28

ÉCHELLE 1: 10 000

0.1 0 0.1 0.2 0.3 Kilom



Projection Mercator Transverse Modifiée,
Fueau 5.

Système de référence géodésique
nord-américain, NAD83.
Topographie et cadastre:
ministère des Ressources naturelles
du Québec, janvier 2000.

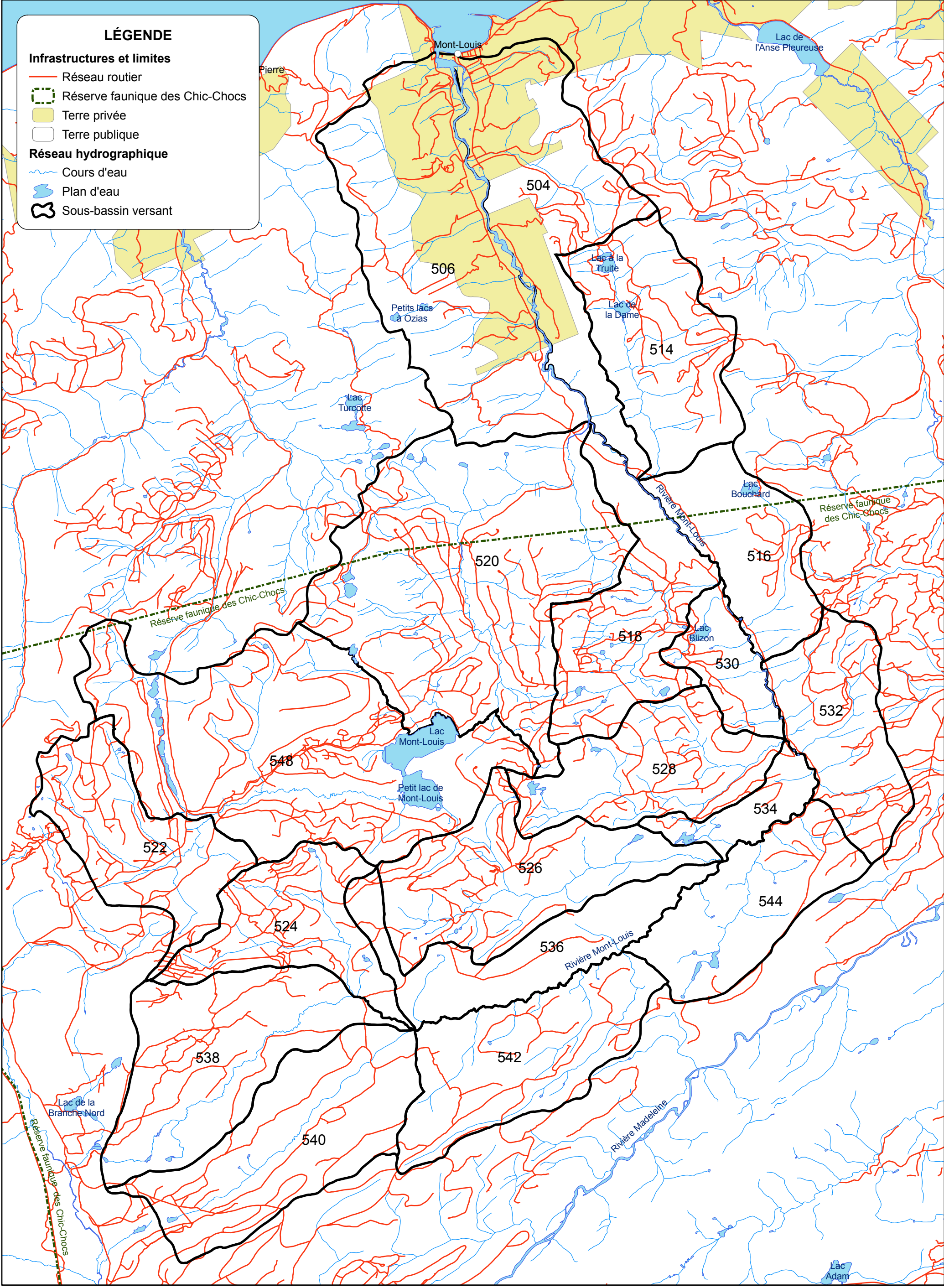
LÉGENDE

Infrastructures et limites

- Réseau routier
- ⬡ Réserve faunique des Chic-Chocs
- Terre privée
- Terre publique

Réseau hydrographique

- Cours d'eau
- Plan d'eau
- ⬡ Sous-bassin versant



ANNEXE 14.1. RÉSEAU ROUTIER ET LIMITES ADMINISTRATIVES



Projection NAD 1983 MTM Zone 5
Date: Novembre 2005



Carte produite par
Activa Environnement inc.

LÉGENDE

Infrastructures et limites

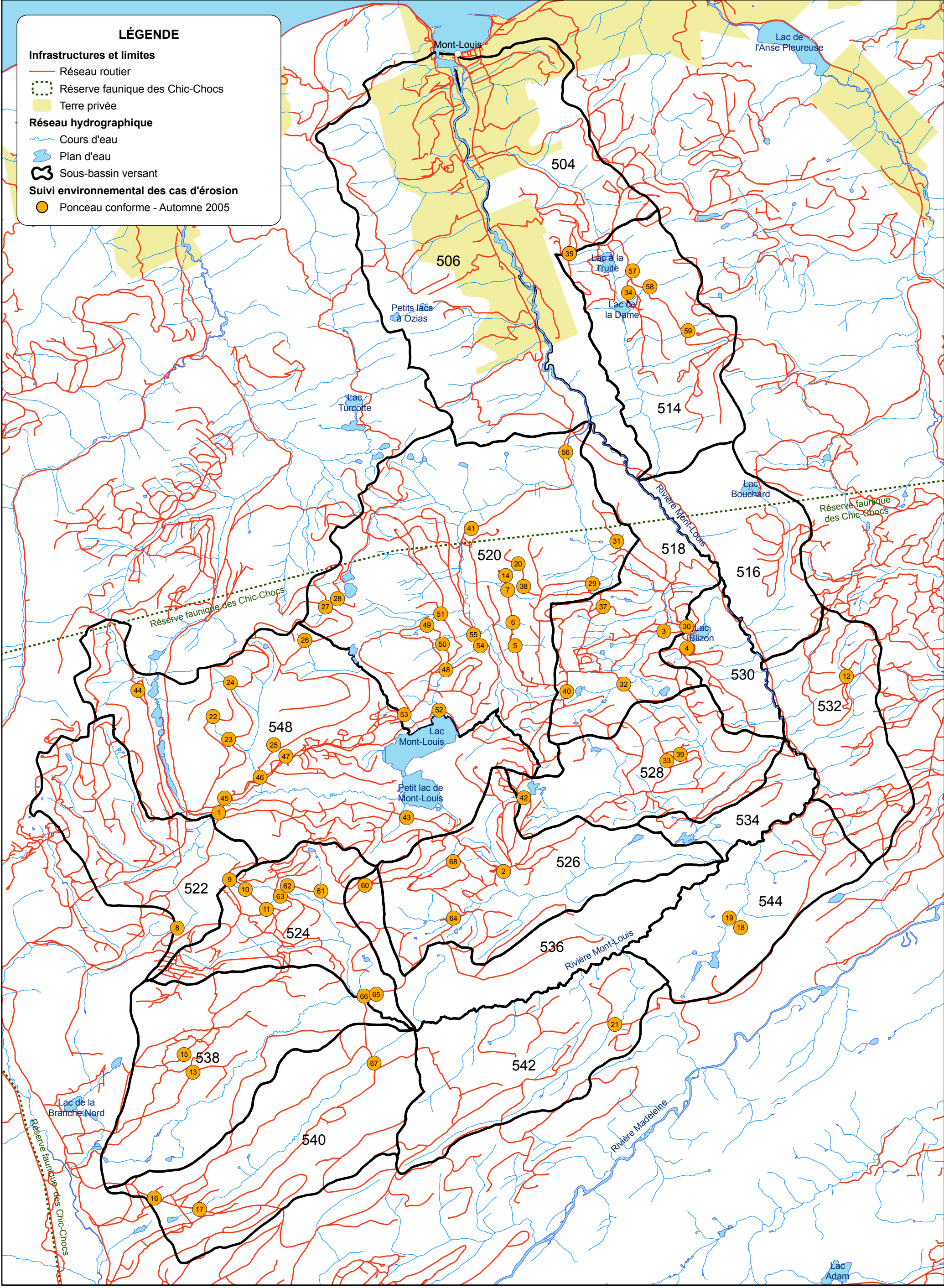
- Réseau routier
- Réserve faunique des Chic-Chocs
- Terre privée

Réseau hydrographique

- Cours d'eau
- Plan d'eau
- Sous-bassin versant

Suivi environnemental des cas d'érosion

- Ponceau conforme - Automne 2005



ANNEXE 14.5. PONCEAUX CONFORMES

0 0.5 1 2 3 4 5 km


Projection NAD 1983 MTM Zone 5
Date: Novembre 2005




Carte produite par
Activa Environnement inc.

LÉGENDE

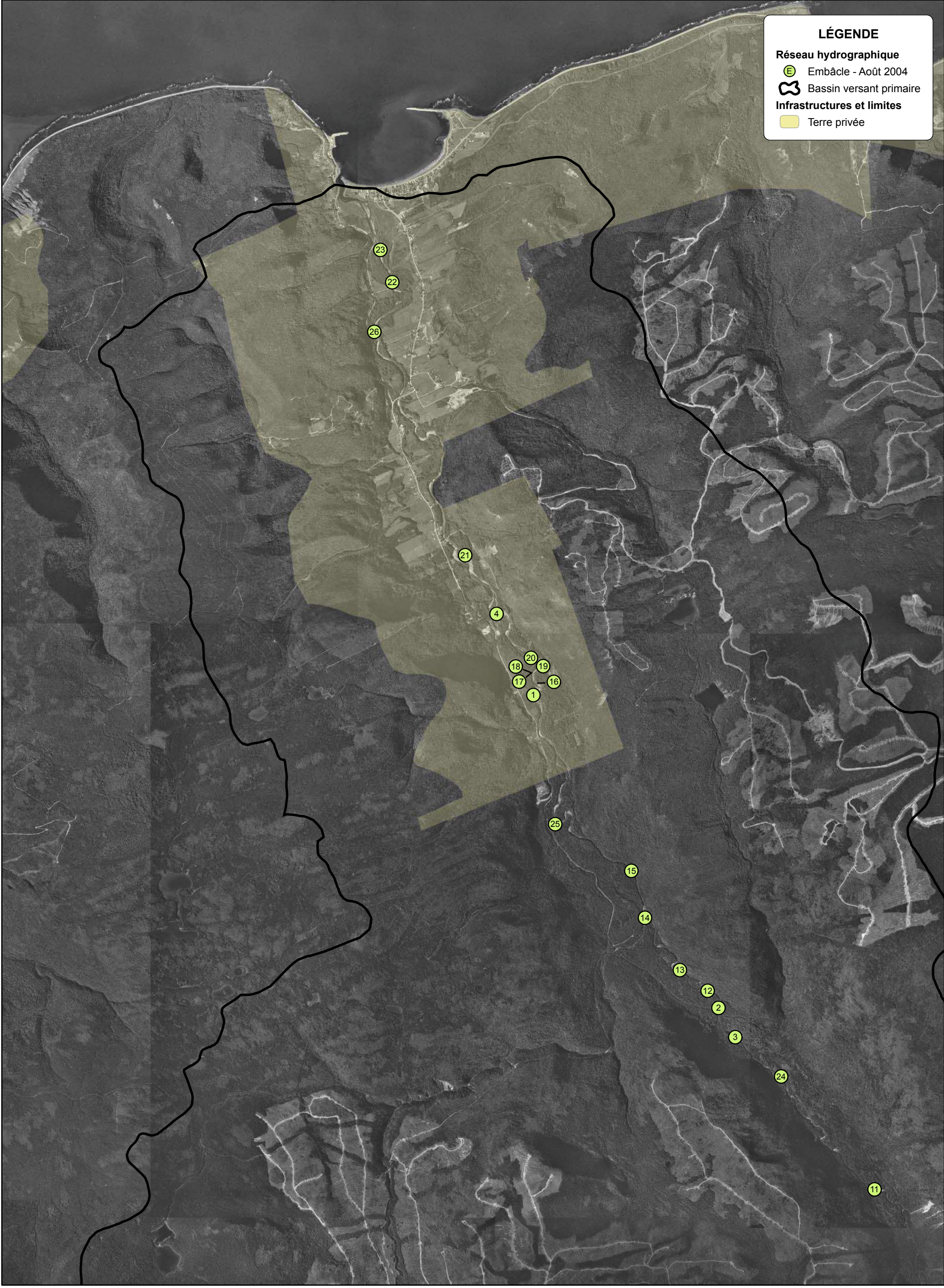
Réseau hydrographique

 Embâcle - Août 2004

 Bassin versant primaire

Infrastructures et limites

 Terre privée



**ANNEXE 6.1. LOCALISATION
DES EMBÂCLES**



Projection NAD 1983 MTM Zone 5
Date: Novembre 2005



Carte produite par
Activa Environnement inc.

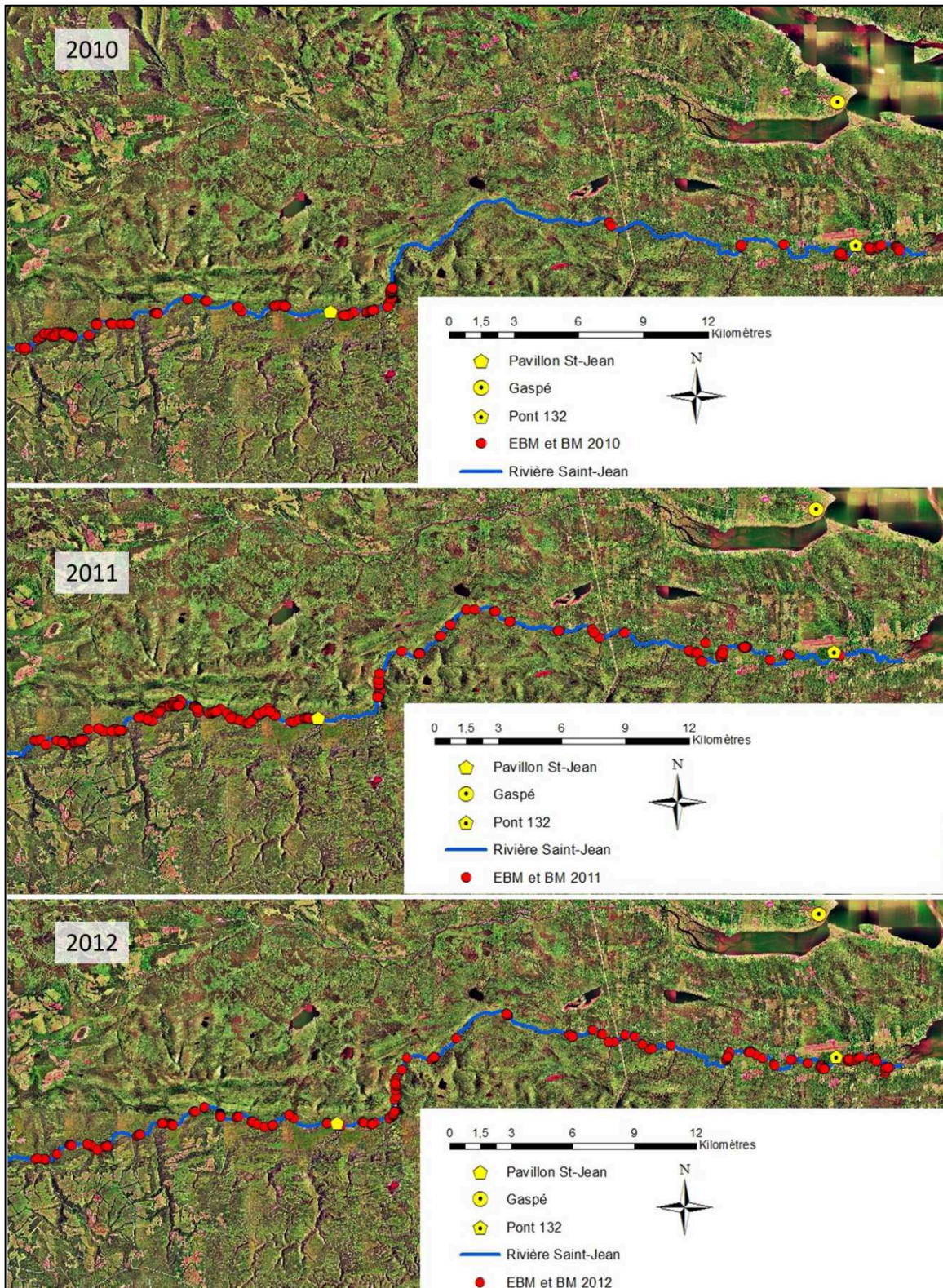
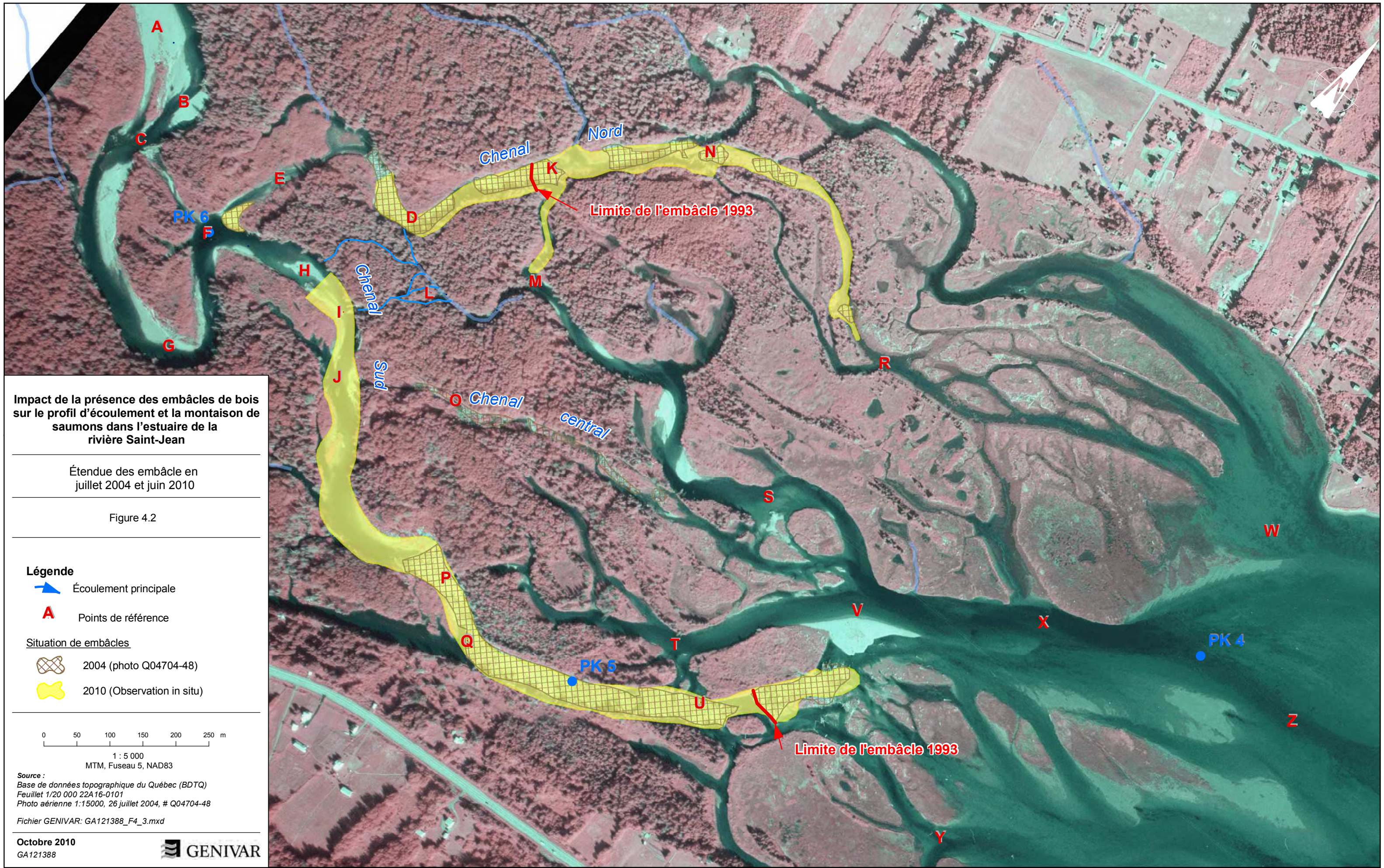


Figure 1 : Positionnement des accumulations de bois mort en 2010, 2011 et 2012



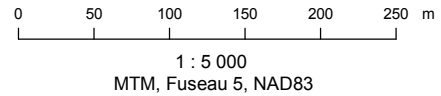
Impact de la présence des embâcles de bois sur le profil d'écoulement et la montaison de saumons dans l'estuaire de la rivière Saint-Jean

Étendue des embâcle en juillet 2004 et juin 2010

Figure 4.2

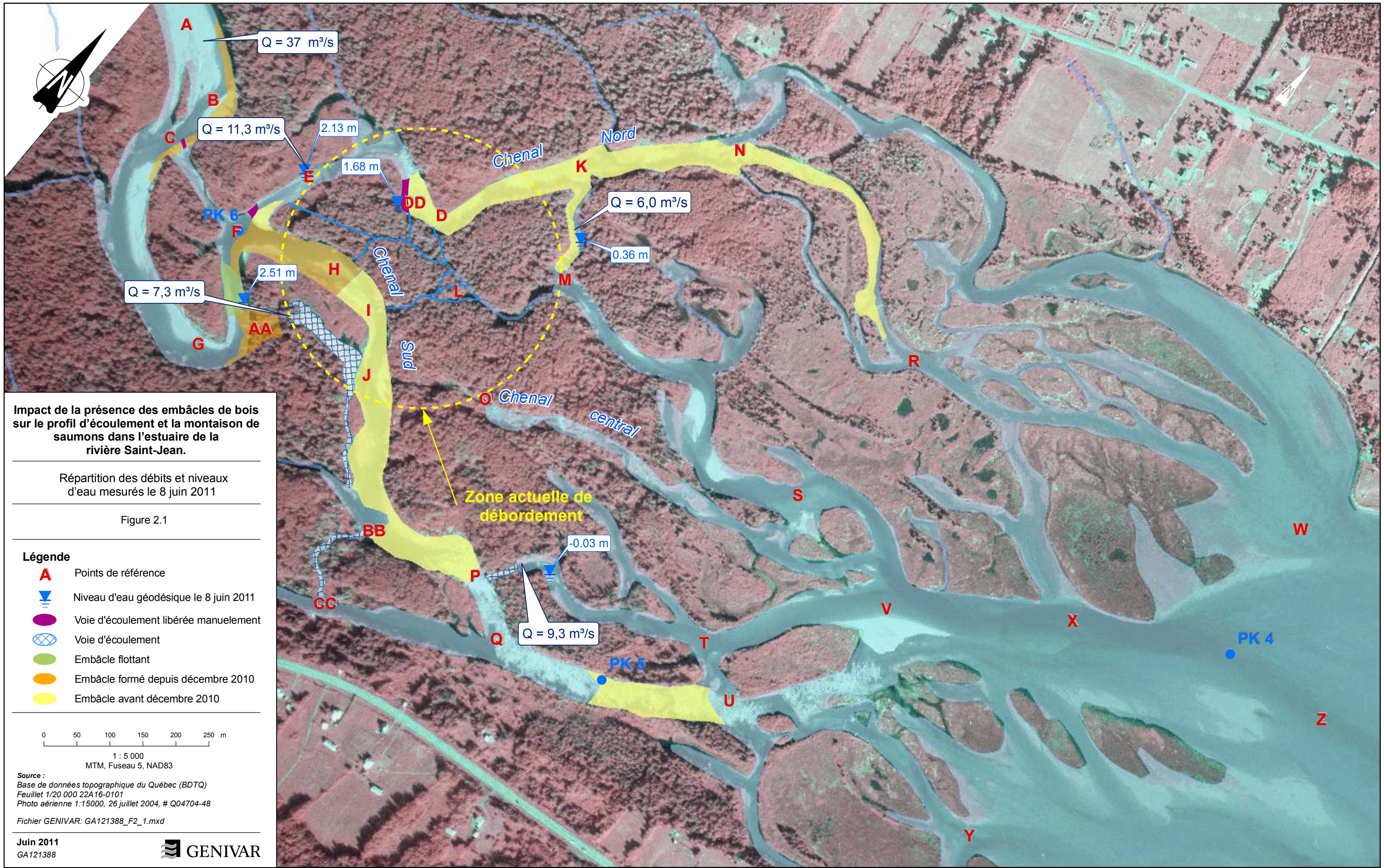
- Légende**
- Écoulement principale
 - A** Points de référence

- Situation de embâcles**
- 2004 (photo Q04704-48)
 - 2010 (Observation in situ)



Source :
 Base de données topographique du Québec (BDTQ)
 Feuillet 1/20 000 22A16-0101
 Photo aérienne 1:15000, 26 juillet 2004, # Q04704-48

Fichier GENIVAR: GA121388_F4_3.mxd



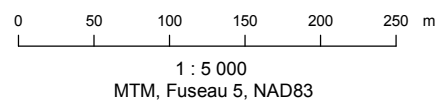
Impact de la présence des embâcles de bois sur le profil d'écoulement et la montaison de saumons dans l'estuaire de la rivière Saint-Jean.

Répartition des débits et niveaux d'eau mesurés le 8 juin 2011

Figure 2.1

Légende

- A Points de référence
- Niveau d'eau géodésique le 8 juin 2011
- Voie d'écoulement libérée manuellement
- Voie d'écoulement
- Embâcle flottant
- Embâcle formé depuis décembre 2010
- Embâcle avant décembre 2010



Source :
 Base de données topographique du Québec (BDTQ)
 Feuillet 1/20 000 22A16-0101
 Photo aérienne 1:15000, 26 juillet 2004, # Q04704-48

Fichier GENIVAR: GA121388_F2_1.mxd