

Nom de la zone : Gaspésie-Nord

Date : 1 mars. 24

Catégorie de problématique : 4. Érosion des berges/érosion côtière

- **Autre catégorie #1 (facultatif) :** Au besoin, choisissez un élément
- **Autre catégorie #2 (facultatif) :** Au besoin, choisissez un élément

Autre(s) nom(s) pour cette catégorie dans le PDE (facultatif) : Érosion fluviale

Catégorie présente : ☒

Catégorie potentiellement présente : ☐

1) Les problématiques de cette catégorie se définissent dans la zone par les éléments suivants :

DESCRIPTION FACTUELLE :

Considérant le régime torrentiel des cours d'eau de la Zone de gestion intégrée de l'eau (ZGIE) du nord de la Gaspésie, l'érosion fluviale est omniprésente dans les bassins versants du territoire et se manifeste principalement au niveau des berges composées de substrats meubles. Au cours des dernières années, divers projets d'acquisition de connaissances ont contribué à documenter cette problématique dans plusieurs cours d'eau de la ZGIE.

État des berges de quelques rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie

De 2014 à 2019, l'état des berges de la portion aval de quatre (4) rivières a été caractérisé par le CENG, soit les rivières Marsoui / Marsoui Est (Lalande 2014a), de Mont-Saint-Pierre (Briand 2020), du Gros Morne (Claveau 2015) et de la Grande Vallée (Lalande 2014b). La figure 1 indique un taux d'érosion des berges variant de 27 à 37 % pour ces quatre tronçons. Alors que les taux d'érosion des rivières Marsoui/Marsoui Est et de la Grande Vallée sont plus faibles, les tronçons caractérisés des rivières de Mont-Saint-Pierre et du Gros Morne ont des taux d'érosion plus importants qui pourraient potentiellement être encore plus élevés en l'absence de portions de berge stabilisées artificiellement.

L'analyse d'un tronçon de 60 km de la rivière Saint-Jean à partir de son delta en 2010 a révélé un taux d'érosion de 32 % (Boivin et Buffin-Bélanger 2010). Ce taux d'érosion est comparable à ceux des quatre rivières caractérisées par le CENG.

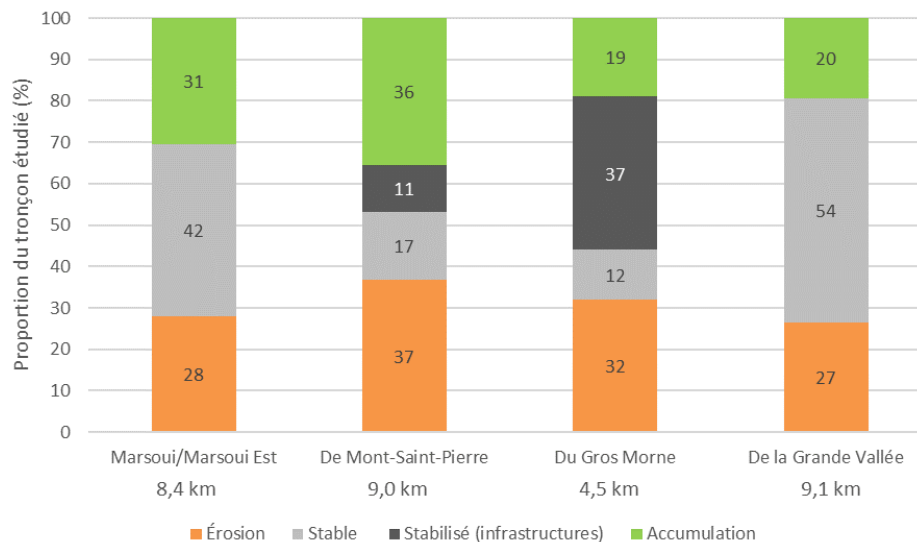


Figure 1. État des rives du tronçon aval de quatre (4) rivières de la ZGIE du nord la Gaspésie, soit les rivières Marsoui / Marsoui-Est (2014), de Mont-Saint-Pierre (2019), du Gros Morne (2015) et de la Grand-Vallée (2014) (Lalande 2014a et 2014b, Claveau 2015, Briand 2020).

Étude hydrogéomorphologique d'une dizaine de rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie

L'approche hydrogéomorphologique (HGM) contribue à une meilleure compréhension de la dynamique des cours d'eau. Cette approche se focalise sur la reconnaissance des formes façonnées par l'écoulement de l'eau pour mieux comprendre les processus qui les ont mises en place. Elle comporte à la fois une dimension spatiale et une dimension temporelle dans la compréhension des processus et des formes de la dynamique fluviale (Wohl 2018).

En vue de documenter les zones d'érosion entraînant la mobilité des principales rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie, un projet utilisant cette approche a été réalisé de 2019 à 2022 par le CENG et le Laboratoire de recherche en géomorphologie et dynamique fluviale de l'Université du Québec à Rimouski (LGDF-UQAR) avec le soutien financier du ministère de la Sécurité publique.

À partir notamment d'analyses de photographies aériennes, d'imagerie LiDAR et de travaux de terrain, le projet HGM nord de la Gaspésie a permis de caractériser les formes fluviales, les styles fluviaux ainsi que la mobilité de dix (10) rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie : Cap-Chat, Sainte-Anne, à Claude, de Mont-Louis, de l'Anse Pleureuse, de la Grande Vallée, au Renard, Dartmouth, York et Saint-Jean (CENG et LGDF-UQAR 2023; voir figure 4 de la section localisation). Les formes fluviales ont également été déterminées pour la rivière Marsoui.

Formes fluviales

Les formes fluviales résultent de l'évolution du tracé d'un cours d'eau dans le paysage sur de longues périodes. On reconnaît généralement les plaines alluviales, les terrasses alluviales, les cônes alluviaux et les deltas comme des formes fluviales. Leur identification permet d'exposer les dynamiques fluviales récentes liées à la liberté de mouvement du chenal. Par ailleurs, le transport et le remaniement des sédiments composant ces formes peuvent contribuer à l'évolution des styles fluviaux (Charlton 2007).

Une **plaine alluviale** résulte de l'accumulation d'alluvions (sédiments transportés par le cours d'eau) en fond de vallée. Elle constitue ainsi la zone dans laquelle la rivière est susceptible de se déplacer par des processus d'érosion. Les **terrasses alluviales** forment des plateaux surélevés par rapport à la rivière et sont localisées en marge de la plaine alluviale et donc moins susceptibles d'être affectées par l'érosion du cours d'eau principal (Charlton 2007).

Le tableau 1 montre la superficie de la plaine et des terrasses alluviales de onze (11) rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie. Les plaines alluviales de ces cours d'eau occupent entre 1,5 et 4,6 % de la superficie de leurs bassins versants respectifs alors que les terrasses alluviales ont une superficie cumulée largement inférieure.

Tableau 1. Superficie de la plaine et des terrasses alluviales et comparaison avec la superficie du bassin versant de onze (11) rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie (CENG et LGDF-UQAR 2023).

Rivière	Superficie du bassin versant (km ²)	Plaine alluviale		Terrasses alluviales	
		Superficie (km ²)	% du bassin versant	Superficie (km ²)	% du bassin versant
Cap-Chat	747	18,6	2,5	3,7	0,5
Sainte-Anne	831	19,7	2,4	6,7	0,8
Marsoui	158	2,4	1,5	1,0	0,7
À Claude	98	3,8	3,9	0,1	0,06
De Mont-Louis	298	6,8	2,3	1,0	0,3
De l'Anse Pleureuse	96	2,8	2,9	0,4	0,5
De la Grande Vallée	174	8,0	4,6	2,1	1,2
Au Renard	72	2,8	3,9	0,1	0,2
Dartmouth	969	19,0	2,0	3,2	0,3
York	1105	22,9	2,1	4,1	0,4
Saint-Jean	1156	27,5	2,4	7,1	0,6

Un **cône alluvial** est une forme dynamique d'accumulation de sédiments issue d'une rupture de pente lorsqu'un tributaire émerge d'un relief montagneux et se déverse dans la plaine alluviale d'un cours d'eau principal (voir l'exemple à la figure 2). Lorsqu'une crue torrentielle survient, le transport de sédiments et de débris ligneux peut obstruer le chenal d'écoulement principal du cône et provoquer des débordements. Ces débordements génèrent alors de l'érosion pouvant créer une avulsion, soit la migration du lit principal du cours d'eau dans un nouveau chenal (Buffin-Bélanger et Hétu 2008).

Les cônes alluviaux sont fréquents dans la ZGIE du nord de la Gaspésie, mais leur nombre et leur densité est variable d'un bassin versant à l'autre (tableau 2). Les rivières Sainte-Anne et Cap-Chat, avec leurs bassins versants de grandes superficies, se démarquent au niveau du nombre avec respectivement 29 et 18 cônes alluviaux identifiés. Deux bassins versants de petites superficies, soit ceux des rivières de l'Anse Pleureuse et à Claude, se démarquent au niveau de la fréquence des cônes alluviaux observée avec respectivement 0,8 et 0,7 cône alluvial identifié par km de tronçon étudié (cours d'eau principal).



Figure 2. A) Vue oblique d'un cône alluvial sur la plaine de la rivière du Gros Morne. Le trait hachuré de forme triangulaire suggère les limites approximatives du cône (Photo : Gérard Michaud, tiré de Claveau 2015); B) Chenaux potentiels à l'intérieur d'un cône alluvial (tiré de Buffin-Bélanger et Héту 2018).

Tableau 2. Cônes alluviaux présents dans les tronçons étudiés de onze (11) rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie (CENG et LGDF-UQAR 2023).

Rivière	Superficie du bassin versant (km ²)	Cônes alluviaux			
		Nombre	Superficie (km ²)	% du bassin versant	Nb/km de tronçon étudié
Cap-Chat	747	18	1,63	0,2	0,3
Sainte-Anne	831	29	3,23	0,4	0,4
Marsoui	158	4	0,83	0,5	0,2
À Claude	98	8	0,79	0,8	0,7
De Mont-Louis	298	6	1,04	0,3	0,2
De l'Anse Pleureuse	96	9	0,36	0,4	0,8
De la Grande Vallée	174	10	1,63	0,9	0,4
Au Renard	72	2	0,20	0,3	0,2
Dartmouth	969	11	2,88	0,3	0,1
York	1105	10	2,27	0,2	0,1
Saint-Jean	1156	7	2,64	0,2	0,1

Styles fluviaux

Tout au long de son tracé, un cours d'eau adopte diverses formes en fonction des processus qui le façonnent. Dans ce contexte, il est possible de segmenter un cours d'eau en tronçons homogènes à l'intérieur desquels une uniformité de formes et de processus est observable. Ces segments homogènes peuvent être classés en fonction de leur style fluvial. La reconnaissance des styles fluviaux permet donc de mieux cerner le dynamisme du chenal qui façonne la plaine alluviale (Boivin *et al.* 2009).

L'identification des styles fluviaux se fait en interprétant des photographies aériennes, mais aussi en analysant certaines composantes physiques telles que la sinuosité du cours d'eau et la présence d'unités morphologiques comme les bancs d'accumulation. Deux styles fluviaux sont principalement associés à l'érosion des berges et à la mobilité des cours d'eau, soit les styles à méandres dynamiques et divagant (Maltais *et al.* 2022).

Les tronçons à **méandres dynamiques** se caractérisent par une forte sinuosité et la présence de bancs d'accumulation non végétalisés. Le courant, plus lent sur la berge intérieure (convexe), dépose des sédiments et favorise l'expansion du banc d'accumulation, alors qu'à l'inverse, il est plus rapide sur la berge extérieure (concave) et mène à de l'érosion de ce côté (figure 3a). Dans certains cas, la mobilité latérale engendrée par l'érosion peut provoquer le recoupement d'un méandre.

Les tronçons **divagants** sont formés par un apport sédimentaire excédant la capacité de transport du cours d'eau lors de crues importantes, ce qui engendre le dépôt des sédiments partout sur le lit et la formation de bancs centraux. La rivière forme alors un grand chenal dynamique rempli de sédiments, au travers duquel l'eau s'écoule dans plusieurs petits chenaux qui divaguent au travers du chenal principal (figure 3b). Lors de crues subséquentes, l'érosion peut provoquer des changements brusques de la position du chenal principal alors que l'écoulement principal est dirigé dans le tracé d'un chenal secondaire.

D'autres styles fluviaux sont également présents dans les cours d'eau de la ZGIE du nord de la Gaspésie. Le style à méandres stables est caractérisé par une sinuosité et l'absence de bancs d'accumulation non végétalisés, alors que la mobilité latérale y est réduite. Finalement, le style anastomosé – observé à l'embouchure de certaines rivières – est caractérisé par la présence de plusieurs chenaux dont les tracés varient constamment en fonction des inondations.

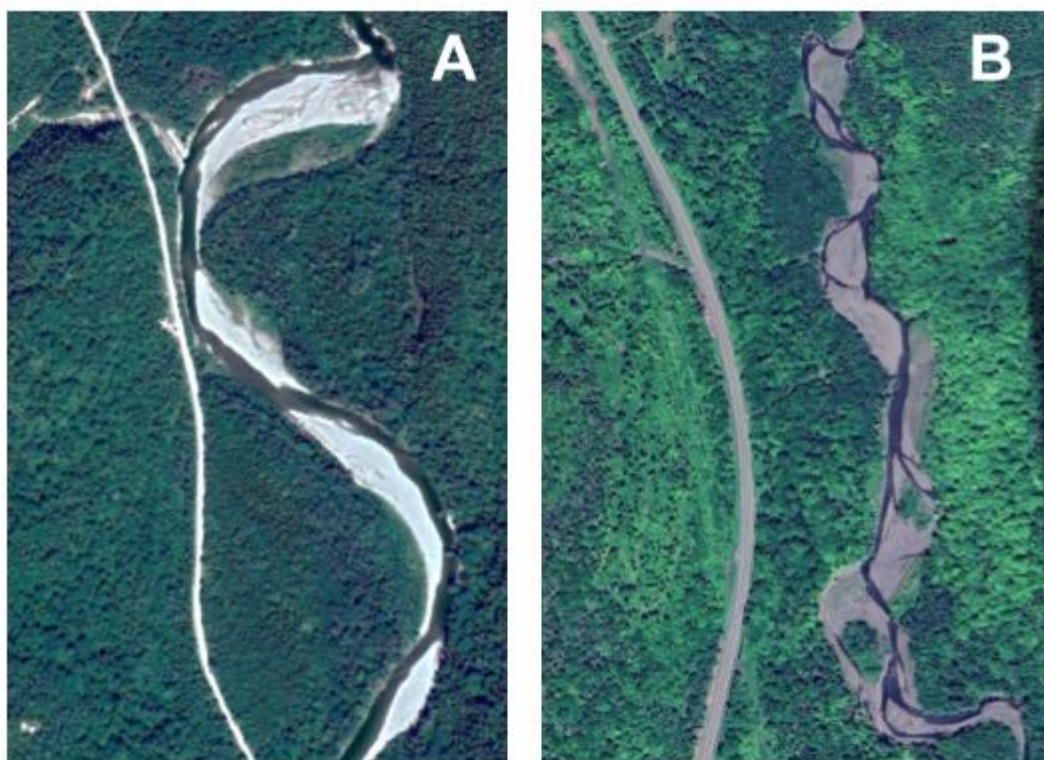


Figure 3. Exemples de styles fluviaux associés à l'érosion et à la mobilité latérale des berges dans la ZGIE du nord de la Gaspésie. A) Tronçon à méandres dynamiques de la rivière Cap-Chat; B) Tronçon divagant de la rivière de l'Anse Pleureuse (Images : Google Earth 2024).

La caractérisation des styles fluviaux des tronçons étudiés de dix (10) rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie indique une présence marquée des styles divagant et à méandres dynamiques (tableau 3; CENG et LGDF-UQAR 2023). Des tronçons divagants sont présents dans six (6) rivières sur dix, et ce, dans une proportion variant de 18 à 45 % de la longueur du tronçon étudié. La rivière Cap-Chat se démarque avec un taux de style divagant de 45 %, suivi des rivières à Claude et de Mont-Louis avec des taux de 35 %. L'ensemble des rivières caractérisées comportent des tronçons à méandres dynamiques dans une proportion variant de 6 à 65 % de la longueur du tronçon étudié. Les rivières à Claude, Saint-Jean et Dartmouth se démarquent avec des taux de style à méandres dynamiques respectivement de 65, 58 et 55 % (tableau 3).

On constate également que les tronçons étudiés de sept (7) rivières sur dix ont au moins la moitié de leur longueur en styles divagant ou à méandres dynamiques, démontrant ainsi leur potentiel à subir de l'érosion et de la mobilité. C'est particulièrement le cas des rivières à Claude, Cap-Chat, Dartmouth et de Mont-Louis ayant des taux cumulés de styles divagant et à méandres dynamiques respectivement de 100, 74, 73 et 71 %.

Finalement, les tronçons étudiés des rivières York et au Renard sont les moins sensibles à la mobilité. En effet, la rivière York comporte 94 % de son tronçon étudié en méandres stables, alors que la rivière au Renard en comporte 70 % de son tronçon étudié; une situation explicable dans son cas par la présence de berges stabilisées artificiellement confinant certaines portions de cette rivière (Maltais *et al.* 2022, CENG et LGDF-UQAR 2023).

Tableau 3. Proportion des styles fluviaux pour les tronçons étudiés de dix (10) rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie dans le cadre du projet HGM – nord de la Gaspésie (CENG et LGDF-UQAR 2023).

Rivière	Longueur totale (km)	Longueur du tronçon étudié (km)	Style fluvial (proportion (%) de la longueur du tronçon étudié)				
			Anastamosé	Divagant	Méandres dynamiques	Méandres stables	Lacs
Cap-Chat	72,7	52,5	5	45	29	21	0
Sainte-Anne	69,8	66,8	0	19	31	50	0
À Claude	24,9	10,8	0	35	65	0	0
De Mont-Louis	48,3	28,6	6	35	36	23	0
De l'Anse Pleureuse	24,5	11,0	0	30	37	15	18
De la Grande Vallée	35,5	28,1	0	0	47	53	0
Au Renard	18,4	8,5	0	0	30	70	0
Dartmouth	93,6	74,4	8	18	55	18	0
York	135,4	106,2	0	0	6	94	0
Saint-Jean	128,8	67,3	13	0	58	29	0

Mobilité des cours d'eau

L'érosion fluviale, sous la force hydraulique engendrée par l'écoulement de l'eau, arrache et mobilise des sédiments en provenance du pied des cours d'eau et de leurs berges concaves. Lorsque les berges et la plaine alluviale sont composées d'une matrice de gravier et de sable peu cohésive, comme c'est le cas pour plusieurs tronçons de rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie, l'érosion fluviale provoque la migration latérale des berges concaves alors que les bancs d'accumulation des berges convexes s'agrandissent (Maltais *et al.* 2022).

À partir de l'analyse de photographies aériennes historiques couvrant la période de 1963 à 2016, les taux de migration moyens projetés sur 20 ans ont été mesurés pour cinq (5) rivières du nord de la Gaspésie (tableau 4; Maltais *et al.* 2022). Dans tous les cas, sur un horizon de 20 ans, au moins 50 % des tronçons étudiés sont susceptibles de se déplacer de plus de 5 m, alors qu'au moins 10 % de ceux-ci pourraient se déplacer sur une largeur de plus de 15 m. En comparant les valeurs absolues de migration, les rivières plus larges (Cap-Chat, Sainte-Anne et Saint-Jean) sont les plus mobiles. Toutefois, les rivières plus étroites, telles que celles de la Grande Vallée et de Mont-Louis, subissent une érosion plus importante par rapport à la largeur moyenne de leur chenal (tableau 4).

Une **avulsion** se produit lorsque le chenal principal d'un cours d'eau change subitement de position, avec ou sans processus de migration latérale. Il existe plusieurs types d'avulsion (Maltais *et al.* 2022) :

- **Avulsion de type I** : dissection du banc d'accumulation d'un tronçon divagant, alors que l'écoulement de l'eau favorise un changement rapide de la position du chenal principal;
- **Avulsion de type II** : dissection de la plaine alluviale survenant dans les tronçons en aggradation, alors que le rehaussement du lit favorise les inondations et la formation de nouveaux chenaux;
- **Chenaux secondaires** : étape intermédiaire menant à la formation d'une avulsion;
- **Recoupement de méandres** : à la suite du rapprochement de deux méandres, migration du chenal principal d'un tracé sinueux à un tracé linéaire et plus court.

Tableau 4. Taux de migration moyens de cinq (5) rivières à lit graveleux de la ZGIE du nord de la Gaspésie mesurés à partir de photographies aériennes couvrant la période de 1963 à 2016, projection sur 20 ans (Maltais *et al.* 2022).

Rivière	Longueur du tronçon étudié (km)	Largeur moyenne (m)	Migration du chenal sur un horizon de 20 ans (% linéaire de cours d'eau)					
			Moyenne (m/20 ans)			% de la largeur du chenal		
			< 5 m	5-15 m	≥ 15 m	< 20 %	20-40 %	≥ 40 %
De la Grande Vallée	20	24	45	45	10	40	20	40
De Mont-Louis	22	29	18	64	14	10	67	24
Cap-Chat	50	50	34	44	22	60	30	10
Sainte-Anne	56	52	52	30	18	78	18	4
Saint-Jean	60	63	15	67	17	83	17	0

La dynamique sédimentaire des rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie favorise les événements d'avulsion. De 1963 à 2016, 72 avulsions ont été répertoriées dans les tronçons étudiés de huit (8) rivières de la ZGIE (tableau 5; Maltais *et al.* 2022). En comparant le nombre d'événements par km de tronçon étudié, on peut constater que les rivières ayant des bassins versants de plus petites superficies (< 300 km²) ont subi davantage d'avulsions que ceux de plus grande taille (à l'exception de la rivière Marsoui). De plus, la majorité des avulsions de type I et II sont survenues dans les plus petits bassins versants, alors que les recoupements de méandre ont majoritairement eu lieu dans les grandes rivières.

Tableau 5. Nombre et types d'avulsion survenus dans huit (8) rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie entre 1963 et 2016 (Maltais *et al.* 2022).

Rivière	Taille du bassin versant (km)	Longueur du tronçon étudié (km)	Type d'avulsion			Total	Événement par km
			Avulsion type I & II	Chenaux secondaires	Recoupement de méandres		
Au Renard	72	8	2	0	1	3	0,4
De l'Anse Pleureuse	96	9	8	0	2	10	1,2
Marsoui	157	9	2	0	1	3	0,3
De la Grande Vallée	174	25	4	7	0	11	0,4
De Mont-Louis	298	24	13	7	0	20	0,8
Cap-Chat	747	36	3	3	4	10	0,3
Sainte-Anne	831	30	0	3	3	6	0,2
Dartmouth	969	56	0	5	4	9	0,2

L'érosion fluviale et le bois en rivière

Puisque la Gaspésie est un territoire majoritairement forestier, il est normal et attendu qu'il y ait du bois le long des berges des cours d'eau. La mortalité naturelle, couplée aux processus dynamiques d'érosion et de migration des cours d'eau, peut apporter de grandes quantités de bois dans les rivières. Ce bois est ensuite transporté jusqu'à des zones d'accumulation où il peut former des embâcles qui continueront à évoluer dans le temps. Le bois en rivière est donc recruté, transporté et accumulé selon la dynamique hydrosédimentaire des cours d'eau et fait partie de l'équilibre naturel de cette dynamique (Boivin *et al.* 2019).

Les inventaires d'embâcles de bois réalisés dans six (6) rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie confirme le rôle joué par l'érosion fluviale dans l'apport de bois vers les cours d'eau (tableau 6; Claveau 2015, Maltais *et al.* 2019, Briand 2020).

Tableau 6. Embâcles de bois inventoriés dans six (6) rivières de la ZGIE du nord de la Gaspésie (¹Briand 2020, ²Maltais *et al.* 2019, ³Claveau 2015).

Rivière	Superficie du bassin versant (km ²)	Année de l'inventaire	Longueur du tronçon étudié (km)	Nombre d'embâcles de bois	Embâcles de bois par km
De Mont-Saint-Pierre ¹	140	2019	9	209	23,2
De Mont-Louis ²	298	2019	12	274	22,8
De l'Anse Pleureuse ²	96	2019	6	210	35,0
Du Gros Morne ³	30	2015	4,5	12	2,7
De la Grande Vallée ²	174	2019	15	98	6,5
Saint-Jean ²	1156	2019	55	342	6,2

CONSÉQUENCES PRINCIPALES :

Impacts socio-économiques

Les zones d'érosion localisées près de secteurs habités ou d'infrastructures routières occasionnent diverses conséquences socioéconomiques telles que la perte de terrain pouvant entraîner une diminution de valeur foncière, la perte d'accès au territoire, des dommages aux infrastructures ainsi que des coûts importants associés aux réparations de dégâts ou à la stabilisation des berges.

Lors du passage de la tempête post-tropicale Arthur sur la Haute-Gaspésie en 2014, la crue des eaux a occasionné de nombreux dégâts liés à l'érosion et à la mobilité des cours d'eau. Par exemple, l'obstruction de l'écoulement sous deux ponts enjambant les rivières Marsoui et du Gros Morne a provoqué le sectionnement de routes d'accès lorsque l'érosion a fait dévier l'écoulement de l'eau à côté de ceux-ci. De plus, l'important transport de sédiments et de débris ligneux dans des tributaires torrentiels a activé des cônes alluviaux dans les bassins versants des rivières de Mont-Louis et à Claude. La création de nouveaux chenaux d'écoulement au sein de ces cônes alluviaux a généré des dégâts sur des terrains privés en y déposant des quantités importantes d'alluvions et de débris (Olsen 2015).

Plusieurs effets psychosociaux documentés pour les inondations sont susceptibles de s'appliquer aux victimes d'aléas d'érosion (Maltais *et al.* 2022; voir la fiche diagnostique sur les inondations pour plus de détails). Lors de la crue, les risques de perte de terrain et les dégâts potentiels constituent des événements anxiogènes pour les propriétaires riverains. En cas de dommages réels, les sinistrés sont susceptibles d'éprouver de la détresse psychologique, de l'anxiété ou du stress post-traumatique. Lors de la phase de rétablissement, d'autres stressors peuvent contribuer à détériorer la santé mentale des victimes : la persistance des dommages dans le temps, le manque de soutien moral ou financier disponible et les pertes financières (Maltais *et al.* 2022).

Impacts environnementaux

L'érosion fluviale occasionne l'apport de sédiments et parfois de contaminants dans l'eau pouvant affecter sa qualité (turbidité, contamination, oxygène dissous) et celle de l'habitat aquatique (colmatage de frayères, croissance d'algues) (AGRCQ 2017). De telles conséquences sur la qualité de l'eau et sur les habitats aquatiques ne sont pas documentées pour la ZGIE du nord de la Gaspésie et restent potentielles. De plus, l'érosion peut entraîner une diminution de la stabilité du milieu riverain et favoriser l'apport de bois en rivière (tableau 6, Boivin *et al.* 2019).

LOCALISATION GÉNÉRALE :

L'érosion fluviale est présente à l'échelle de toute la ZGIE du nord de la Gaspésie. Cependant, ce ne sont pas toutes les rivières pour lesquelles cette problématique a été documentée. La figure 4 montre les bassins versants de la ZGIE pour lesquels des projets de caractérisation ont permis de documenter l'érosion et la mobilité de certains tronçons de rivières (Lalande 2014a et 2014b, Claveau 2015, Briand 2020, CENG et LGDF-UQAR 2023).

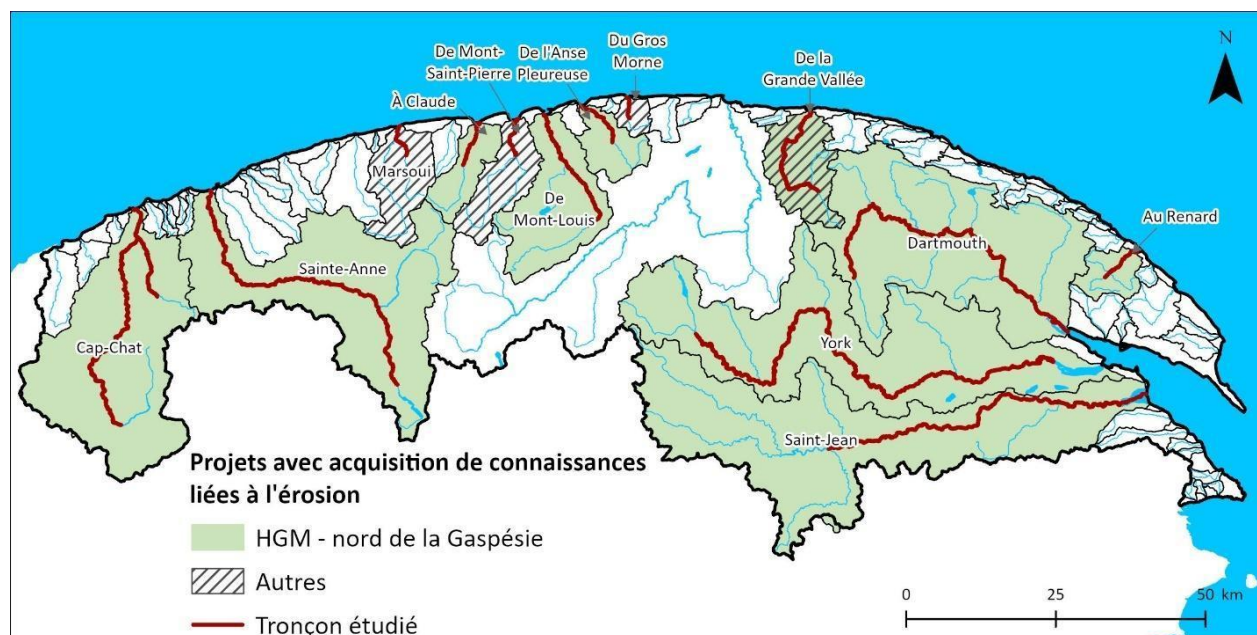


Figure 4. Bassins versants de la ZGIE pour lesquels des projets de caractérisation ont permis de documenter l'érosion et la mobilité de certains tronçons de rivières (tronçons étudiés en rouge) (Lalande 2014a et 2014b, Claveau 2015, Briand 2020, CENG et LGDF-UQAR 2023).

2) Les problématiques de cette catégorie sont causées par les éléments suivants dans la zone :

L'érosion des berges est d'abord un phénomène naturel des bassins versants de la ZGIE du nord de la Gaspésie pouvant potentiellement être amplifié par des facteurs anthropiques. Plusieurs composantes naturelles des rivières de la zone favorisent leur mobilité, l'érosion fluviale et les processus d'avulsion. Ces cours d'eau présentent une importante capacité de transport de sédiments, plusieurs tributaires torrentiels, une réponse hydrologique rapide ainsi qu'une forte dynamique de bois en rivière (Maltais *et al.* 2022).

Les fortes pentes des bassins versants du nord de la Gaspésie, combinées au régime de précipitations, favorisent une réponse hydrique torrentielle des cours d'eau lors de la fonte des neiges ou de pluies abondantes. En raison de la topographie accidentée du territoire, le réseau hydrographique y est ramifié et très dense et les milieux humides et les plans d'eau de grandes superficies y sont rares, ce qui contribue à cette réponse hydrologique rapide. La présence de dépôts meubles dans les plaines alluviales et dans les cônes alluviaux permet la mobilisation et le transport de quantités importantes de sédiments lors de crues, ce qui engendre une dynamique naturelle favorisant grandement l'érosion fluviale et la mobilité des rivières (Maltais *et al.* 2022).

À cette dynamique hydrosédimentaire s'ajoutent les effets variables engendrés par la présence d'embâcles de bois en rivière. Alors que l'érosion contribue initialement au recrutement du bois vers les cours d'eau, la présence d'embâcles de bois peut à son tour influencer les processus d'érosion et de mobilité. De manière positive, la présence d'embâcles peut contribuer à limiter localement l'érosion d'une berge en érosion. Dans d'autres cas, certains embâcles, selon leur taille et le niveau d'obstruction de l'écoulement de l'eau, peuvent dévier cet écoulement vers une berge et favoriser son érosion ou générer la création de nouveaux chenaux d'écoulement (avulsions) (Boivin *et al.* 2019).

Considérant la dynamique naturelle des cours d'eau, les zones d'érosion préoccupantes sont principalement associées à la présence d'infrastructures (bâtiments, routes, etc.) au sein des espaces de mobilité des cours d'eau de la ZGIE (CENG et LGDF-UQAR 2023). Dans certains bassins versants, des interventions de linéarisation des cours d'eau datant de plusieurs décennies – notamment pour la drave et le développement agricole – ont permis la construction de bâtiments et de routes à proximité de rivières dynamiques. Cette linéarisation des cours d'eau a fréquemment été accompagnée par le retrait systématique du bois dans certaines rivières jusque dans les années 1980 (Maltais *et al.* 2022). Avec l'abandon des interventions de maintien des tronçons linéarisés, les rivières s'ajustent et reviennent progressivement à leur configuration initiale, impliquant une mobilité naturelle mettant à risque plusieurs infrastructures. L'analyse de tracés historiques couvrant la période de 1963 à 2016 permet d'ailleurs d'observer que la sinuosité de plusieurs tronçons de rivière de la ZGIE du nord de la Gaspésie est actuellement en augmentation (Maltais *et al.* 2022).

Au-delà de la présence même d'infrastructures dans l'espace de mobilité des cours d'eau, d'autres facteurs anthropiques sont susceptibles d'amplifier les impacts de l'érosion fluviale. La diminution du couvert forestier, l'imperméabilisation des sols et la dégradation des milieux riverains ou humides sont susceptibles d'augmenter les débits de pointe des cours d'eau et l'ampleur de l'érosion (MDDELCC 2015). La contribution de ces facteurs à l'érosion dans la ZGIE du nord de la Gaspésie n'est toutefois pas documentée. La présence de traverses de cours

d'eau obstruant le libre écoulement de l'eau, ainsi que l'apport de sédiments et de débris ligneux lors des crues peuvent également favoriser l'érosion fluviale (AGRCQ 2017).

Dans l'avenir, les changements climatiques pourraient contribuer à exacerber les problématiques d'érosion fluviale dans les bassins versants de la ZGIE du nord de la Gaspésie. D'ailleurs, les changements climatiques ont déjà des impacts sur la réponse hydrique des cours d'eau de la zone; une augmentation des pluies hivernales et des pluies diluviennes a notamment été observée dans le secteur de Gaspé entre 1916 et 2010, se traduisant par des débits de crue en augmentation pour la rivière York entre 1946 et 2010 (Bernatchez *et al.* 2008).

À l'échelle du Québec, les scénarios climatiques prévoient une augmentation des précipitations, ainsi que de la fréquence et de l'ampleur des événements météorologiques extrêmes. Selon un scénario à émissions modérées (SSP2-4.5 CIMP6), le Portrait climatique généré par Ouranos pour la Gaspésie à l'horizon 2021-2050 prévoit une hausse annuelle des précipitations totales et des précipitations liquides sous forme de pluie (Ouranos 2024). Au niveau hydrique, selon un scénario à émissions modérées (RCP4.5 CIMP5), l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional prévoit une augmentation du débit annuel moyen de 1,6 à 4,8 % pour les principaux cours d'eau de la Gaspésie, à l'horizon 2011-2040. De plus, une augmentation du débit journalier maximal annuel plus marquée est prévue pour les occurrences les plus rares (p. ex. occurrences 20, 100 et 350 ans), ce qui laisse présager la possibilité de crues historiques de plus fortes intensités (MELCCFP 2022). De telles prévisions permettent d'appréhender l'augmentation de l'intensité des crues liées aux événements extrêmes de pluies abondantes, ce qui risque d'amplifier les problématiques d'érosion fluviale dans le futur.

En vue de mieux gérer les risques associés à l'érosion fluviale, l'acquisition de connaissances supplémentaires sur la dynamique des cours d'eau de la ZGIE est essentielle. Une compréhension accrue des dynamiques d'érosion fluviale et d'inondation des bassins versants permettrait d'envisager une meilleure cohabitation entre les communautés et les cours d'eau. Pour y parvenir, l'application du concept d'espace de liberté – intégrant l'espace de mobilité, l'espace d'inondabilité et les milieux humides riverains – constitue une approche qui pourrait être mise à profit pour y parvenir (Biron *et al.* 2013).

RÉFÉRENCES

- AGRCQ, 2017. *Guide sur la gestion des cours d'eau du Québec*. Association des gestionnaires régionaux des cours d'eau du Québec. Granby. 321 pages.
- BERNATCHEZ, P., FRASER, C., FRIESINGER, S., JOLIVET, Y., DUGAS, S., DREJZA, S. et A. MORISSETTE, 2008. *Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, UQAR. Rapport de recherche remis au Consortium Ouranos et au FACC. 256 pages.
- BIRON, P. M., BUFFIN-BÉLANGER, T., LAROCQUE, M., DEMERS, S., OLSEN, T., OUELLET, M. A., CHONÉ, G., CLOUTIER, C. A. et M. NEEDLEMAN, 2013. *Espace de liberté : un cadre de gestion intégrée pour la conservation des cours d'eau dans un contexte de changements climatiques*. Ouranos report #510014-101.
http://www.ouranos.ca/media/publication/299_RapportBironetal2013.pdf
- 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., MALTAIS, M. et T. BUFFIN-BÉLANGER, 2019. *Guide d'analyse de la dynamique du bois en rivière*. Guide scientifique présenté au Conseil de l'eau du Nord de la Gaspésie et à la Fondation de la Faune du Québec. UQAC et UQAR. 113 pages + annexes.
- BRIAND, Y., 2020. Rapport de caractérisation. *État des berges et qualité de la bande riveraine d'un tronçon de la rivière de Mont-Saint-Pierre*. Conseil de l'eau du nord de la Gaspésie. Saint-Maxime-du-Mont-Louis. 35 pages.
- CENG et LGDF-UQAR, 2023. *Projet HGM – nord de la Gaspésie*. Conseil de l'eau du nord de la Gaspésie et Laboratoire de recherche en géomorphologie et dynamique fluviale de l'Université du Québec à Rimouski (LGDF-UQAR).
- CHARLTON, B., 2007. *Fundamentals of fluvial geomorphology*. Routledge. 234 pages.
- CLAVEAU, S., 2015. *Caractérisation des aléas fluviaux sur un tronçon de la rivière du Gros Morne, Gaspésie, Québec*. Rapport réalisé dans le cadre du cours GEO41502 : stage en milieu de travail. Université du Québec à Rimouski. 25 pages.
- LALANDE, J., 2014a. *Caractérisation des bandes riveraines d'une portion de la rivière Marsoui*. Conseil de l'eau du nord de la Gaspésie. Saint-Maxime-du-Mont-Louis. 20 pages.
- LALANDE, J., 2014b. *Caractérisation des bandes riveraines d'une portion de la rivière de la Grande Vallée*. Conseil de l'eau du nord de la Gaspésie. Saint-Maxime-du-Mont-Louis. 21 pages.
- MALTAIS, D., GILBERT, S. et M. GÉNÉREUX, 2022. *Conséquences des inondations sur la santé physique et mentale des adultes Résultats d'une recension des écrits* (chapitre 13). Dans Buffin-Bélanger, T., Maltais, D. et M. Gauthier. *Les inondations au Québec Risques, aménagement du territoire, impacts socioéconomiques et transformation des vulnérabilités*. Presses de l'Université du Québec. Pages 291-306.
- MALTAIS, M., BUFFIN-BÉLANGER, T. et M. BOIVIN, 2019. *Démystifier la dynamique du bois en rivière : un guide d'analyse et un outil d'aide à la décision*. Présentation faite dans le cadre d'une formation tenue à Sainte-Anne-des-Monts le 19 septembre 2019. Diaporama. 94 pages.
- MALTAIS, M., BUFFIN-BÉLANGER, T. et M. BOIVIN, 2022. *Aléas fluviaux des cours d'eau mobiles dans l'est du Québec* (chapitre 3). Dans Buffin-Bélanger, T., Maltais, D. et M. Gauthier. *Les inondations au Québec Risques, aménagement*

du territoire, impacts socioéconomiques et transformation des vulnérabilités. Presses de l'Université du Québec. Pages 59-85.

MDDELCC, 2015. *Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction des politiques de l'eau. 131 pages.

MELCCFP, 2022. *Atlas hydroclimatique du Québec méridional, édition 2022*. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. Consulté en ligne le 14 février 2024.

<https://www.cehq.gouv.qc.ca/atlas-hydroclimatique/carte-indicateurs/index.htm>

OLSEN, T., 2015. *Aménagement des rivières de la MRC de La Haute-Gaspésie suite à la tempête post-tropicale Arthur*. Avis technique en géomorphologie fluviale déposé à la MRC de La Haute-Gaspésie. 33 pages.

OURANOS, 2024. *Portraits Climatiques, version 2.0*. Consulté en ligne le 20 février 2024.

<https://portraits.ouranos.ca/fr>

WOHL, E., 2018. « Geomorphic context in rivers ». *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 42(6) : 841-857.