

16

**PROBLEME
D'ENVASEMENT, DE
SEDIMENTATION ET/OU DE
COMBLEMENT**

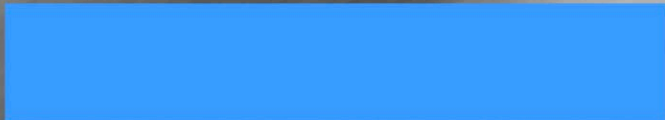
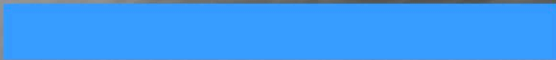
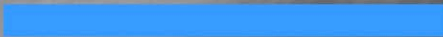


TABLE DES MATIÈRES

1. Description factuelle du problème	3
2. Conséquences principales	4
2.1. Conséquences sur l'humain.....	4
2.2. Conséquences sur la faune et son habitat	6
3. Localisation du problème	7
3.1. Sites de sédimentation dans la ZGIE	7
3.2. Modélisation de la connectivité des sédiments.....	10
4. Causes du problème	14
4.1. Gestion des eaux de ruissellement.....	14
4.2. Pratiques forestières et agricoles	15
4.3. Réseau routier et entretien traditionnel des fossés.....	15
4.4. Artificialisation des bandes riveraines en milieu de villégiature.....	16
4.5. Nautisme	17
5. Conclusion	17
6. Références	18

**PRIORISATION
DU PROBLEME
PAR LES ACTEURS**

Priorisé

PRINCIPAUX ENJEUX

Qualité de l'eau

FICHE 11. PROBLÈME D'ENVAISEMENT, DE SÉDIMENTATION ET/OU DE COMBLEMENT

1. DESCRIPTION FACTUELLE DU PROBLÈME

La sédimentation est un processus qui conduit au dépôt de particules transportées sur une plus ou moins longue distance, en milieu terrestre ou aquatique. Dans les plans d'eau, la sédimentation est fortement liée au dépôt des produits d'érosion (ex : sable, argile). Dans ce processus, les particules de sol ou de roche sont délogées soit par l'érosion naturelle ou par des activités humaines, puis transportées par le ruissellement vers les plans d'eau (Environnement Canada, 2016) et les particules fines deviennent alors des matières en suspension (MES). Le débit du plan d'eau et la grosseur des particules affectent la distance de transport des sédiments : un débit élevé peut amener les sédiments fins sur de longues distances, alors que des particules grossières seront déposées plus rapidement (Hotte & Quirion, 2003). Lorsque le débit de l'eau ne suffit plus pour transporter les particules, celles-ci se déposent sur le lit du cours d'eau ou du plan d'eau et forment une accumulation, appelée sédimentation dans le plan d'eau.

Les MES comprennent toutes les particules organiques ou minérales véhiculées par les eaux. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou par les eaux pluviales, ou encore d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues) (Environnement Canada, 2016).

L'érosion des sols par la pluie, le vent et le ruissellement de l'eau sont des processus naturels conduisant à l'accumulation de sédiments dans les cours d'eau et sont essentiels au bon fonctionnement des dynamiques fluviales (Vachon, 2003). Ils permettent aux méandres de se déplacer graduellement au sein de leur espace de mobilité, un processus reconnu pour augmenter la qualité de l'habitat faunique (Choné & Biron, 2016). Les rivières Rouge et du Diable sont notamment des rivières à méandres très dynamiques. Les processus d'érosion et de sédimentation naturellement présents y sont donc très importants et observables. La sédimentation et la présence de MES sont aussi importants pour la faune. Par exemple, les MES sont un vecteur de nourriture important pour plusieurs invertébrés présents dans la colonne d'eau. De plus, les sédiments sont indispensables aux cycles de vie de plusieurs espèces de poissons (Kemp et al., 2011).

En situation d'équilibre, les apports en sédiments qui surviennent et fluctuent au cours d'un cycle annuel normal ne modifient pas l'écosystème aquatique de façon significative, car les systèmes aquatiques présentent une certaine résilience à ces variations. Toutefois, chacun d'entre eux affiche une quantité de perturbations maximale au-delà de laquelle il ne peut plus rétablir son

équilibre. Lorsque l'importance et la nature des perturbations dépassent la capacité du système à y réagir, l'équilibre se rompt (Heede & Rinne, 1990; Stauffer & Hocutt, 1980).

Le type de sédimentation identifié comme une problématique dans la ZGIE n'est pas celui qui se produit naturellement dans les cours d'eau, mais plutôt celui causé ou accentué par les activités humaines et qui dépasse la capacité d'équilibre des écosystèmes. Dans ce cas, la sédimentation peut engendrer des problèmes de nature écologique et anthropique. Des exemples de problématiques liées à ce processus sont des accumulations de sédiments en « delta » à la jonction de cours d'eau et de lacs, qui peuvent devenir assez importantes pour obstruer le passage de l'eau et/ou la navigation à certains moments de l'année. D'autres exemples concernent le colmatage de ponceaux, où les sédiments s'accumulent à tel point qu'ils obstruent l'infrastructure. Des interventions deviennent alors nécessaires pour permettre le libre écoulement de l'eau.

Lorsque la sédimentation se traduit en un dépôt de sédiments fins (limon, argile) sur un substrat plus grossier (ex : gravier), il s'agit d'envasement du lit du cours d'eau. Ce type de colmatage est reconnu pour avoir des effets importants sur les communautés de poissons (Kemp et al., 2011). Dans certains états américains, l'envasement excessif des rivières depuis les cent dernières années est considéré comme le facteur principal de la constriction de l'aire de répartition de 78 % des espèces de poisson, de même que de la disparition de plusieurs espèces indigènes (Vachon, 2003). La rupture de barrage de castor peut également être considérée comme un apport non négligeable de sédiments dans les cours d'eau (Morin, 2012). En effet, la construction d'un barrage, et conséquemment l'inondation en amont provoquée par la hausse du niveau de l'eau conduit à la dégradation de la matière organique, dont le produit se dépose au fond de l'étang. En cas de bris, cette matière est déversée en aval, pouvant induire un relargage important de sédiments.

2. CONSÉQUENCES PRINCIPALES

Cette section présente les conséquences des processus de sédimentation dans les plans d'eau qui sont considérés problématiques par les acteurs de l'eau. Ainsi, les processus naturels de sédimentation et leurs conséquences ne sont pas abordés dans cette section. Les conséquences ont été réparties dans deux catégories, soit celles affectant l'humain et celles touchant la faune et ces habitats.

2.1. Conséquences sur l'humain

L'accumulation de sédiments dans les infrastructures est un type de problème qui requiert fréquemment l'intervention des instances municipales dans la ZGIE. Un ponceau partiellement ou complètement obstrué par des sédiments peut représenter un risque pour la sécurité des biens et des personnes. En effet, si le niveau d'eau augmente rapidement, par exemple suite à de fortes pluies, et que l'eau ne peut pas s'écouler rapidement, il peut y avoir débordement du fossé ou du cours d'eau, causant possiblement des dommages aux infrastructures (routes, habitations, etc.). La structure du ponceau elle-même peut être emportée ou détruite par le courant. Un

exemple de ce type de situation est illustré à la Figure 14–1A. Cette photo a été prise par Jean-Marie Savard à la suite des précipitations historiques du 30 juin 2021, à Lac-Supérieur. Le débordement du fossé n'a pas nécessairement été causé par une accumulation de sédiments, mais la situation illustre bien les risques encourus en cas de débordement. En plus de représenter un risque pour la sécurité publique, l'entretien des ponceaux représente un coût pour les instances municipales. En effet, la surveillance ainsi que l'intervention liées à l'obstruction des ponceaux impliquent un déploiement de ressources humaines et matérielles. Un exemple de ponceau obstrué est illustré à la Figure 14–1B.



Figure 14–1. Exemples de A) ponceau et route emportés suite aux précipitations historiques de juin 2021* et B) ponceau partiellement obstrué par les sédiments

*Crédit photo : Jean-Marie Savard/reproduction interdite.

L'accumulation de sédiments dans le fond de l'eau a pour effet de modifier les caractéristiques morphologiques du plan d'eau, notamment sa profondeur, mais aussi le type de méandre lorsqu'il s'agit d'un cours d'eau (Biron, 2015). La diminution de la profondeur d'un plan d'eau engendre à long terme des répercussions majeures au niveau de la sécurité publique. En effet, de nouvelles zones peuvent être inondées lors des périodes de crues sans que les débits de pointe aient varié. Les risques d'inondation sont donc plus élevés suite à une sédimentation accrue des plans d'eau et des cours d'eau.

La navigation se trouve aussi affectée par cette baisse de profondeur. Parfois, un dragage est nécessaire aux endroits où une circulation doit s'effectuer par bateau. Toutefois, cette pratique est loin d'être une solution optimale à long terme. En effet, lorsqu'un abaissement des fonds est généré mécaniquement par le dragage, l'équilibre sédimentaire des berges est perturbé, et on constatera à long terme un affaissement de ces berges avec transport particulaire vers le fond du cours d'eau. Le cours d'eau retrouvera alors son équilibre. Ainsi, les travaux de dragage, qui peuvent par moment s'avérer essentiels, ne représentent pas une solution ultime; le dragage sera toujours à recommencer. De plus, cette pratique a pour effet de remettre en suspension une partie des sédiments, ce qui peut changer la dynamique du cours d'eau (MDDEFP, 2012).

Une autre conséquence relative à la sédimentation des cours d'eau est l'impact sur l'approvisionnement en eau, pour la consommation ou des utilisations autres (agriculture, industries, etc.). Tout approvisionnement nécessite un système impliquant une machinerie

spécifique. Avec une grande concentration de sédiments dans l'eau, l'approvisionnement pour les besoins humains peut s'avérer difficile (RAPPEL, 2018). Comme l'augmentation des particules de sols dans l'eau accentue la turbidité de l'eau, un surplus de sédiments use plus rapidement le matériel servant à l'approvisionnement en eau comme les pompes, les tuyaux et les filtres. Des systèmes de traitement de l'eau plus performants ou mieux adaptés à une grande quantité de sédiments doivent être installés. Cela engendre des coûts plus importants liés à des entretiens de plus grande envergure et potentiellement plus fréquents, dépendamment du système mis en marche (MDDEFP, 2012).

Finalement, les effets de la sédimentation sur les poissons (voir section 2.2) peuvent résulter en une diminution du potentiel de pêche. Cela peut avoir des répercussions socio-économiques puisque la pêche sportive est un moteur économique d'importance au Québec. À titre d'exemple, la pêche de la truite mouchetée représente 153 millions de dollars en retombées économique annuellement (MFFP, 2022).

2.2. Conséquences sur la faune et son habitat

Puisque les sédiments proviennent principalement des eaux de ruissellement de surface, ils peuvent se lier à différentes substances polluantes comme des sels de déglacage, des métaux lourds et de l'huile en milieu urbain, ou des fertilisants et/ou pesticides en milieu agricole. Cela engendre des conséquences au niveau de la biodiversité aquatique, mais aussi de la qualité de l'eau. De plus, les sédiments font office de compartiment, c'est-à-dire qu'ils peuvent cumuler de grandes quantités de polluants « stockés », qui ne sont pas détectés lors des analyses de prélèvement de l'eau en surface. Il devient donc difficile d'identifier les secteurs problématiques et de les prendre en charge par la suite. Ces « compartiments » peuvent éventuellement se vider lorsque les conditions environnantes le permettent (MELCC, 2020). C'est le cas par exemple du phosphore qui peut être stocké dans les sédiments au fond des lacs, et relargué si un manque d'oxygène dans la strate profonde du lac (hypolimnion) se produit (Souchu Philippe et al., 2018).

Lorsque la sédimentation se produit sur le lit d'un cours d'eau et qu'il y a envasement, la circulation de l'eau entre les particules de gravier est réduite. Cela se traduit en une diminution de l'oxygène disponible. Pour certaines espèces de poissons, cette diminution d'oxygène peut tuer les œufs. Si elle survient plus tard dans le cycle reproductif, elle peut affecter l'émergence des alevins. Ces effets négatifs sur la reproduction des poissons se produisent à court et à long terme, car les sites de ponte (frayères) endommagés peuvent rester inutilisables pendant des années (Cloutier & Potvin, 2002).

Une forte concentration de matières en suspension dans le milieu aquatique augmente la turbidité. Lorsque la turbidité augmente, les rayons du soleil passent plus difficilement à travers l'eau, ce qui diminue la production primaire, soit la production de biomasse par les organismes photosynthétiques. De plus, les dépôts de sédiments accumulés dans le fond des plans d'eau empêchent les algues de bien se fixer au substrat, contribuant ainsi à la diminution de production primaire par le périphyton. Par conséquent, il y a moins de nourriture disponible pour les invertébrés phytoplanctivores et l'hydrodynamisme assuré par les plantes aquatiques n'est pas exercé à son plein potentiel (Caux et al., 1997; Kemp et al., 2011). Pour les poissons, un frottement des tissus et

du mucus par les particules en suspension peut se produire, ce qui affaiblit leurs barrières naturelles de protection contre les maladies et les infections (Kemp et al., 2011).

3. LOCALISATION DU PROBLÈME

3.1. Sites de sédimentation dans la ZGIE

Les problèmes de sédimentation ne sont pas répertoriés de façon exhaustive dans la ZGIE. Dans les secteurs éloignés, de nombreux ponceaux sont abandonnés et peuvent s'avérer problématique. Toutefois, pour les secteurs où il y a de la circulation humaine, les municipalités locales et les MRC ont de bonnes connaissances quant aux sites problématiques qui représentent une menace aux infrastructures puisqu'elles en assurent généralement le suivi et l'entretien, lorsque nécessaire.

Certains sites de sédimentation qui ont été identifiés par les MRC dans la ZGIE sont listés au Tableau 14-1. Parmi ceux-ci, plusieurs sont localisés à la Figure 14-2. Les données sont non exhaustives et puisque les efforts de recensement des sites sur le territoire ne sont pas homogènes, il est important de ne pas considérer l'absence de donnée comme une absence de la problématique. La MRC de Papineau ne tient pas de registre des sites de sédimentation sur son territoire. Pour les MRC des Pays-d'en-Haut et des Laurentides, les données ont été recueillies par des sondages auprès des municipalités locales dans le cadre du Plan régional des milieux humides et hydriques (PRMHH).

Tableau 14-1. Brève description des sites de sédimentation connus dans la ZGIE

No du site Fig. 14-2	MRC	Type de donnée	Lieu
1	Pays-d'en-Haut	Site identifié par les municipalités dans le PRMHH	Grand lac Noir
2	Pays-d'en-Haut	Site identifié par les municipalités dans le PRMHH	Chemin Spotz
3	Pays-d'en-Haut	Site identifié par les municipalités dans le PRMHH	Tributaire du lac Fraser
4	Laurentides	Site identifié par les municipalités dans le PRMHH	Lac Munich
5	Laurentides	Site identifié par les municipalités dans le PRMHH	Lac Sauvage
6	Laurentides	Site identifié par les municipalités dans le PRMHH	Lac Maskinongé
7	Laurentides	Site identifié par les municipalités dans le PRMHH	Lac Gélinas
8	Laurentides	Site identifié par les municipalités dans le PRMHH	Lac Supérieur
9	Antoine-Labelle	Site actif de sédimentation	Tributaire du lac Vert
10	Antoine-Labelle	Site actif de sédimentation	Lac Barrière, à la décharge du Grand Lac Nominique

ENJEU QUALITE DE L'EAU - FICHE DIAGNOSTIQUE #11

PROBLEME D'ENVASEMENT, DE SEDIMENTATION ET/OU DE COMPLEMENT

N.d.	Argenteuil	Site de sédimentation ayant requis des travaux en 2018 ou 2019	Canal de Grenville
N.d.	Argenteuil	Site de sédimentation ayant requis des travaux en 2018 ou 2019	Rivière Perdue

ENJEU QUALITE DE L'EAU - FICHE DIAGNOSTIQUE #11
 PROBLEME D'ENVASEMENT, DE SEDIMENTATION ET/OU DE COMBLEMENT

**Sites connus de
sédimentation dans la
ZGIE**

Plan directeur de l'eau

1 : 900 000

Projection
NAD 1983 CSRS UTM Zone 18N

Légende

-  Site de sédimentation
-  Zone de gestion RPNS
-  Route principale
-  Plan d'eau
-  Cours d'eau
-  Limites des MRC

Sources :
MRC des Laurentides (2021), MRC
des Pays-d'en-Haut (2021), MRC
d'Antoine-Labelle (2023)



Réalisation 2023

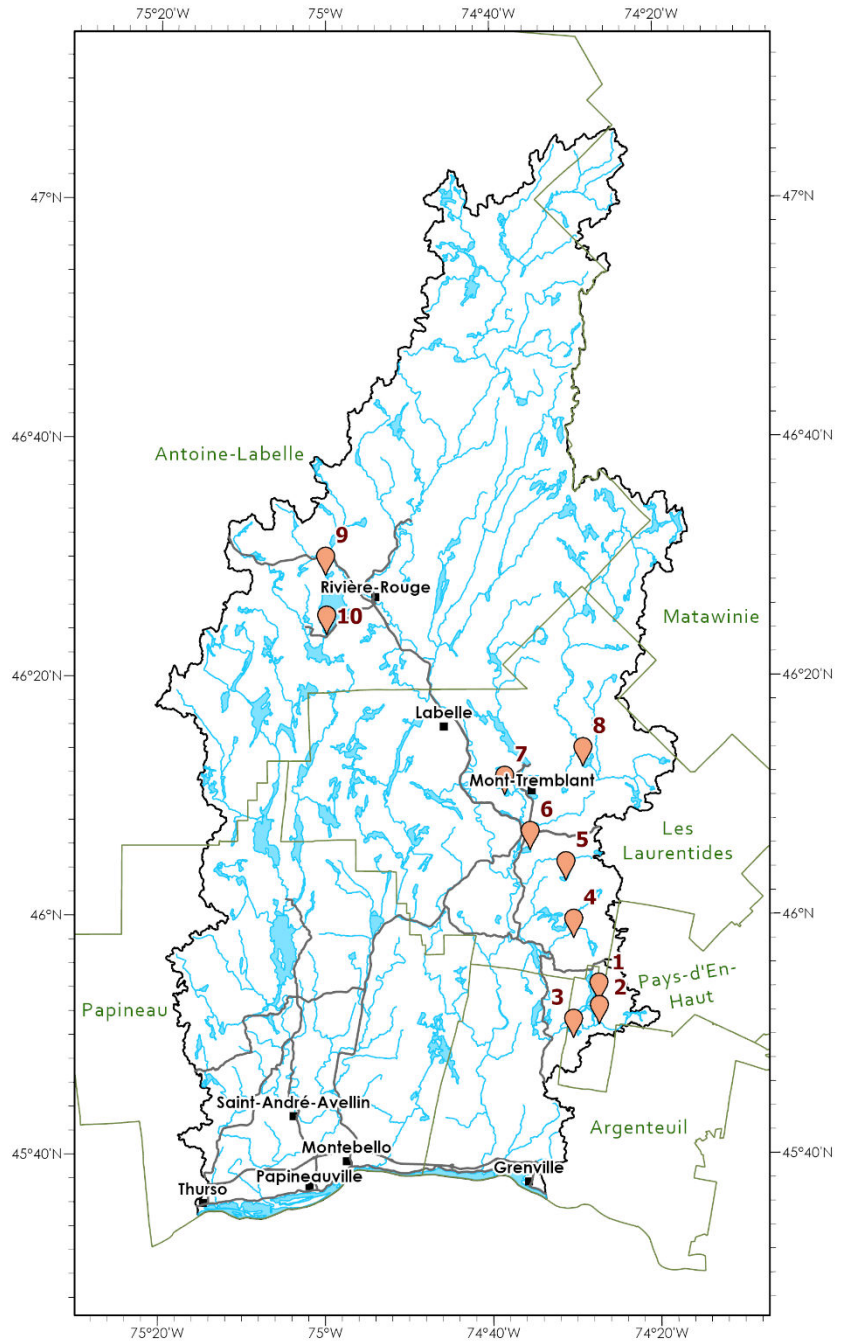


Figure 14-2. Sites connus de sédimentation dans la ZGIE

3.2. Modélisation de la connectivité des sédiments

L'indice de connectivité des sédiments (ICS) représente la probabilité que le matériel issu de l'érosion à un site A atteigne le réseau hydrographique en un site B. Cet indice dépend de la quantité de sédiments potentiellement disponibles au site A (Composant Amont) et des caractéristiques du chemin d'écoulement entre les sites A et B (Composant Aval). Le calcul de l'ICS est basé sur les études de Borselli et al., 2008 et de Cavalli et al., 2013. Le concept général est illustré à la Figure 14-3. Le composant amont tient compte de la pente (S) en amont du site A et de la superficie de territoire drainée (A) vers ce point. Ces deux paramètres sont pondérés selon une valeur moyenne associée au degré d'imperméabilisation (W) du territoire drainé vers le site A. Le composant aval, quant à lui, dépend de la distance entre le site A et le site B (d) (en suivant le sens d'écoulement de l'eau), de la pente sur ce chemin (S) et du degré d'imperméabilisation du territoire sur ce chemin (W).

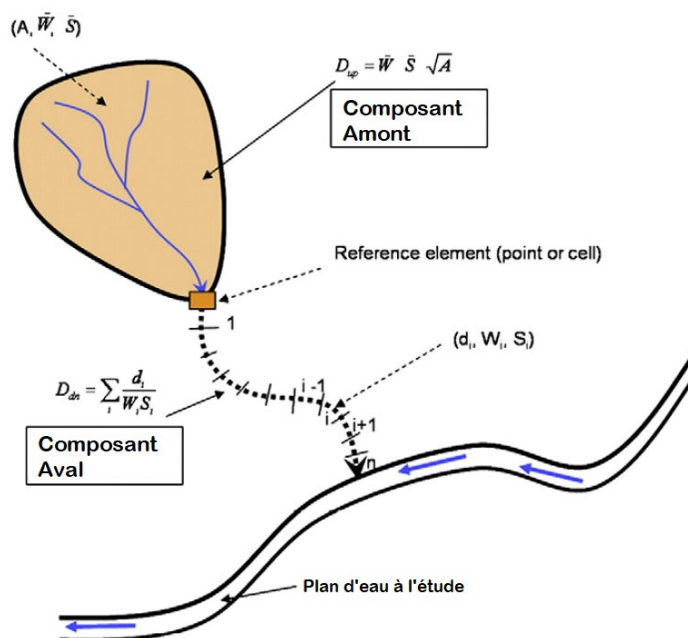


Figure 14-3 : Calcul de l'ICS
(Source : Borselli et al., 2008)

La méthodologie pour calculer l'ICS avec le logiciel ArcGIS Pro a été développée par Guérolé Choné, géomaticien spécialiste des rivières et chercheur à l'Université Concordia (Choné, 2021). Le modèle a été appliqué à une résolution spatiale de 5 m. Le MNT issu de relevés LiDAR (MFFP, 2019) a été utilisé pour calculer la pente et l'aire de drainage de chaque pixel de territoire. Afin d'estimer le degré d'imperméabilisation du territoire, les poids suivants ont été appliqués aux catégories d'utilisation du territoire d'une résolution de 30 m (MDDELCC, 2017) :

- Milieux humides : 1
- Surfaces anthropiques : 6

ENJEU QUALITE DE L'EAU - FICHE DIAGNOSTIQUE #11**PROBLEME D'ENVAISEMENT, DE SEDIMENTATION ET/OU DE COMBLEMENT**

- Terres agricoles : 5
- Forêts : 2
- Opérations forestières : 5
- Arbustes, friches et prairies : 3
- Sols nus : 8

De plus, les milieux humides de type eau peu profonde et les lacs se voyaient attribuer un poids de 0,5, les routes avec revêtement, un poids de 8 et celles sans revêtement, un poids de 9. Bien que les routes asphaltées s'avèrent plus imperméables que leurs homologues non asphaltées, un poids plus important est donné à ces dernières en raison de la plus grande quantité de sédiments potentiellement transportée par le ruissellement.

Pour faciliter la visualisation de l'ICS, des manipulations de lissage ont été effectuées sur le résultat final et un reclassement des données a été effectué pour déterminer des secteurs de faible, moyenne et forte connectivité des sédiments avec un milieu récepteur d'intérêt. Pour cette étude, les milieux récepteurs sont tous les lacs, cours d'eau et milieux humides, afin d'identifier les secteurs pouvant contribuer plus fortement à l'accumulation de sédiments dans le réseau hydrographique.

L'ICS étant issu d'un modèle prédictif, il est important de considérer qu'il s'agit d'un outil pour cibler des secteurs sensibles, mais que d'autres paramètres non pris en compte par le modèle ou des imperfections au niveau des données utilisées en font une donnée qui peut comporter certaines erreurs. Les résultats du modèle n'ont pas été validés sur le terrain sur l'ensemble de la ZGIE.

La Figure 14-4 illustre les secteurs où l'ICS est de niveau faible, moyen ou fort. Des zones d'ICS de ces trois niveaux sont présentes dans tous les secteurs de la ZGIE, avec une plus grande concentration dans la région du Mont Tremblant. Ceci s'explique par la grande superficie occupée par les pentes de ski dans ce secteur considéré comme fortement anthropisées sur les cartes d'occupation du territoire du gouvernement du Québec. Toutefois, cette situation illustre une anomalie du modèle puisque les pentes de ski si elles sont bien stabilisées, peuvent ne pas contribuer aux apports de sédiments dans les cours d'eau. Le secteur au nord du Mont Tremblant indique La Figure 14-5 représente la proportion des sous-bassins versants pour lesquelles l'ICS est de niveau faible, moyen ou fort, en termes de superficie. Cette figure illustre que le bassin versant du ruisseau Lavoie est celui avec le plus grand pourcentage de superficie susceptible de mobiliser des sédiments vers les plans d'eau (8%), suivi par le bassin versant du ruisseau Pesant (7%). Les bassins versants Petite Nation Sud, Papineau, Petite Blanche, Saint-Amédée et du ruisseau Hébert ont, quant à eux, un recouvrement de 6% par ces secteurs plus vulnérables. De façon générale, les bassins versants les plus au nord de la ZGIE sont ceux présentant le moins de zones montrant un ICS faible, moyen ou élevé.

ENJEU QUALITE DE L'EAU - FICHE DIAGNOSTIQUE #11

PROBLEME D'ENVASEMENT, DE SEDIMENTATION ET/OU DE COMPLEMENT





Indice de connectivité
des sédiments

Plan directeur de l'eau

1 : 900 000

Projection
NAD 1983 CSRS UTM Zone 18N

Légende

-  Zone de gestion RPNS
-  Route principale
-  Plan d'eau
-  Cours d'eau

Indice de connectivité des
sédiments

-  très faible
-  faible
-  moyen
-  fort

Sources
OBV RPNS (2022), à partir d'une
méthodologie de Choné G. (2021),
GRHQ (2019), CIC et MELCC (2020),
MELCC (2019)



Réalisation 2023

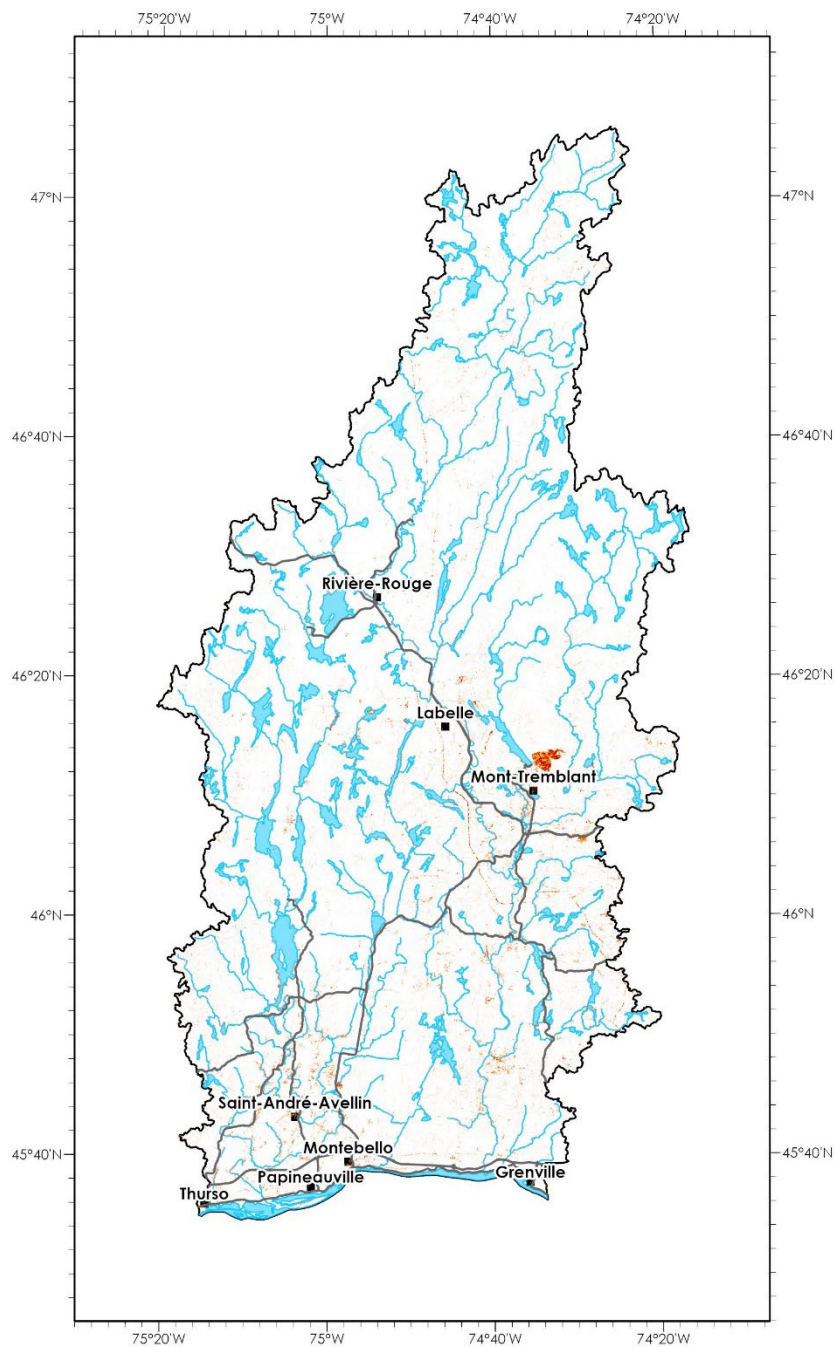


Figure 14-4. Indice de connectivité des sédiments dans la ZGIE

ENJEU QUALITE DE L'EAU - FICHE DIAGNOSTIQUE #11

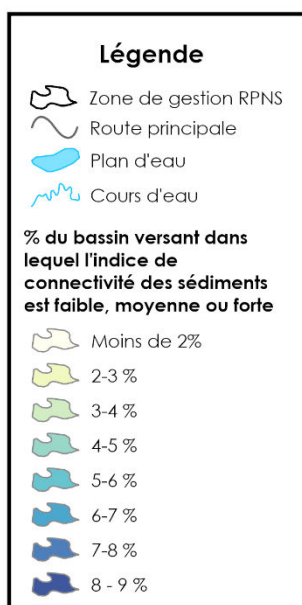
PROBLEME D'ENVASEMENT, DE SEDIMENTATION ET/OU DE COMBLEMENT

Pourcentage de superficie des sous-bassins versants dans lesquels l'indice de connectivité des sédiments est faible, moyen ou fort

Plan directeur de l'eau

1 : 900 000

Projection
NAD 1983 CSRS UTM Zone 18N



Source
OBV RPNS (2022), à partir
d'une méthodologie de
Choné G. (2021)



Organisme de bassins versants
des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon

Réalisation 2023

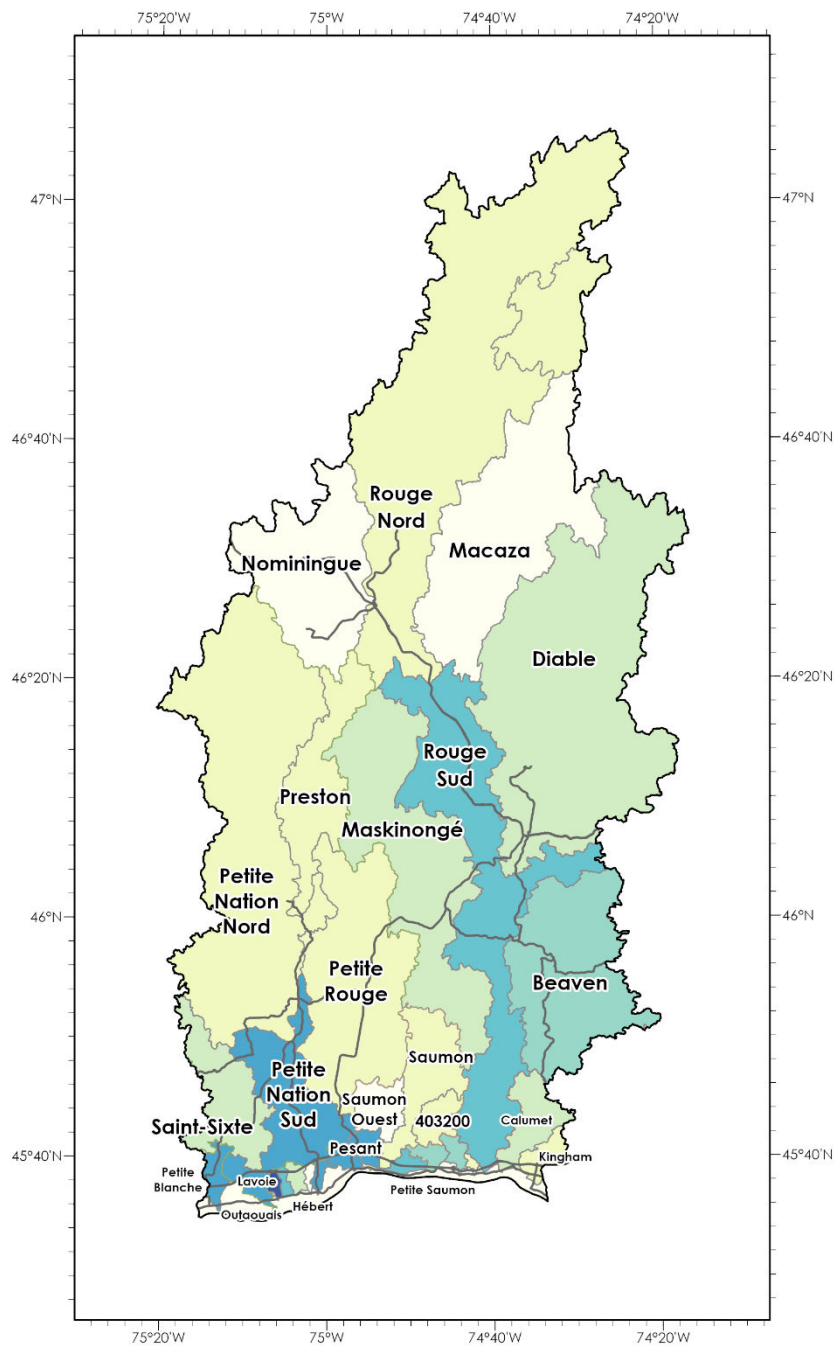


Figure 14-5. Pourcentage de superficie des sous-bassins versants dans lesquels l'indice de connectivité des sédiments est faible, moyen ou fort

4. CAUSES DU PROBLÈME

Un excès d'apport en sédiments dans les plans d'eau est causé de façon générale par les processus d'érosion et de ruissellement, et ces derniers peuvent être associés à une multitude de facteurs. La majorité des cas d'érosion sont générés par des diverses pratiques anthropiques dans le bassin versant. Les pratiques inadéquates en agriculture, en foresterie, de gestion des eaux de ruissellement, de construction ou d'entretien du réseau routier et des fossés, la dénaturalisation des bandes riveraines en milieu de villégiature ainsi que le nautisme sont tous des causes possibles qui accentuent la sédimentation des plans d'eau.

4.1. Gestion des eaux de ruissellement

En milieu naturel, lors de précipitations, l'eau de pluie qui ruisselle suit des chemins variés au sol. Elle s'infiltré, rejoint la nappe phréatique ou s'écoule sous la surface du sol et termine sa trajectoire vers les cours d'eau. Elle peut aussi être interceptée par la végétation ou bien ruisseler en surface et se diriger également vers les cours d'eau. Une partie de la quantité d'eau interceptée par le couvert végétal et les plans d'eau peut retourner dans l'atmosphère par évapotranspiration (Boucher, 2010). Dans ces conditions, un équilibre entre les quantités d'eau provenant des précipitations et celles infiltrées ou évapotranspirées est normalement observé, ce qui rend négligeable la quantité d'eau qui ruisselle en surface. L'urbanisation dans un bassin versant, même en faible proportion, peut engendrer des changements importants dans le cycle naturel de l'eau (ROBVQ, n.d.). L'augmentation de surfaces imperméables (rues, toits, stationnements, etc.) entraîne une diminution de la quantité d'eau qui s'infiltré dans les sols ou qui est interceptée et évaporée par la végétation. Ceci peut donc entraîner une augmentation de l'eau du ruissellement ou de l'écoulement de surface. Ces eaux de ruissellement, qui proviennent des précipitations de pluie et de neige, représentent des sources importantes d'apports en sédiments dans les milieux récepteurs, les plans d'eau. Effectivement, ces eaux ruissellent par les stationnements, les rues, les sites de dépôt de neige usée et des sols à nu et emportent les particules de sols avec elles (MDDEFP, 2012).

Outre les particules de sols, les sables et graviers utilisés à titre d'abrasifs l'hiver peuvent aussi contribuer au surplus de sédiments trouvés dans les milieux aquatiques récepteurs des eaux de ruissellement. En effet, de plus en plus, les sables et les graviers sont utilisés sur les routes et trottoirs de beaucoup de villes et municipalités afin d'assurer la sécurité de la population lors de ses déplacements. Toutefois, lorsque lessivés dans les cours d'eau, ces sables et graviers (particulièrement les sédiments grossiers) peuvent participer à la sédimentation des plans d'eau (MDDEFP, 2012).

Les bassins de rétention utilisés pour réduire cet apport en sédiment ne font bien souvent que ralentir le débit du ruissellement sans nécessairement retenir les particules par faute de manque d'entretien et/ou d'une installation inadéquate (MDDEFP, 2012).

4.2. Pratiques forestières et agricoles

L'utilisation du bois comme matériau se révèle un choix judicieux et intéressant, considérant son statut de ressource renouvelable. Cependant, les infrastructures essentielles aux activités de l'industrie du bois, telle que la construction de routes, les ponceaux ou encore la présence d'aires d'empilement, peuvent impacter les autres ressources. La préparation du site pour le reboisement, la construction et l'entretien des routes d'accès souvent à proximité des cours d'eau et l'utilisation de machineries lourdes sont aussi des facteurs qui amplifient le ruissellement de l'eau et l'érosion. Au Canada, la sédimentation dans les plans d'eau est reconnue dans les provinces où l'exploitation forestière est importante, incluant donc le Québec (Environnement Canada, 2016). Cependant, bien que les travaux sylvicoles diffèrent d'un endroit à l'autre et que les traitements n'aient pas tous le même impact, la construction de chemins ainsi que l'aménagement forestier peuvent contribuer à la dégradation des milieux aquatiques. L'érosion des routes, des ponts et des ponceaux est le facteur responsable de cette dégradation (MFFP, 2013).

Au Québec, sur une période de 10 ans, des cas d'érosion ont été répertoriés sur 20 000 kilomètres de chemins forestiers et sur 12 000 ponts et ponceaux. Plus de la majorité des cas d'érosion ciblent le talus de remblai et la surface de roulement. Les autres cas d'érosion sont surtout remarqués au niveau des fossés en bordure des routes (MFFP, 2013).

Le *Règlement sur l'Aménagement durable des Forêts du domaine de l'État* (RADF) vise à assurer une exploitation durable de la ressource. Plusieurs dispositions visent à limiter l'impact des activités forestières sur les milieux humides et hydriques. Le règlement décrit toutes les méthodes de travail qui doivent être appliquées lors de la récolte du bois en terre publique, des lisières boisées à l'installation des ponceaux, en passant par la gestion des eaux de ruissellement (MFFP, 2023). Quant aux boisés privés, ceux-ci sont administrés sous un autre régime, soit les règlements municipaux ou régionaux dans le cas de certaines MRC.

Concernant les pratiques agricoles, la largeur réglementaire minimale de trois mètres des bandes riveraines constitue un problème pour les plans d'eau (Université de Moncton, 2011); (Environnement Canada, 2016). Un jumelage d'une bande riveraine végétalisée et élargie à de bonnes pratiques culturales (ex : travail réduit du sol, semis direct, cultures intercalaires, engrais verts/cultures de couverture, etc.) est idéal pour réduire l'érosion en milieu agricole (Moreau-Richard, 2017). Dans certains cas, la présence du bétail en bordure des cours d'eau dégrade la végétation en rives par le broutage et le piétinement. Cela a pour effet de diminuer l'efficacité des rôles joués par les bandes riveraines, et par conséquent, d'accélérer l'érosion des berges et le ruissellement vers les plans d'eau (Vachon, 2003).

4.3. Réseau routier et entretien traditionnel des fossés

Les réseaux routiers et l'entretien traditionnel des fossés sont des facteurs importants à considérer dans la prise en compte des causes de la sédimentation des plans d'eau. D'abord, la présence croissante de routes et d'autoroutes amène davantage de surfaces imperméabilisées. En conséquence, le ruissellement est amplifié, puis des fossés sont requis pour une gestion des eaux de ruissellement générées par cet étalement urbain (MTQ, 1997). Dans certains cas, la planification de l'aménagement des routes peut donner lieu à de nombreux cas d'érosion et les

sédiments libres qui en résultent finissent par s'accumuler dans les milieux hydriques. Des foyers d'érosion, des ponceaux non stabilisés, des descentes de bateaux mal conçues, l'absence de fossés et d'ouvrages de stabilisation sont tous des exemples d'une mauvaise gestion de la conception et de l'entretien des routes sur un territoire (MRC des Laurentides & CRE Laurentides, 2011).

Jusqu'à la mise en action de la nouvelle méthode d'entretien des fossés, ces derniers étaient entretenus d'une façon laborieuse au niveau de la main-d'œuvre déployée et faramineuse au niveau des coûts. Cette ancienne méthode est encore utilisée sur des chemins municipaux, mais elle est de plus en plus remplacée par la méthode d'entretien des fossés appelée la « méthode du tiers inférieur » (MTQ, 1997).

La méthode traditionnelle d'entretien des fossés consiste en un nettoyage par creusage afin d'améliorer l'évacuation de l'eau et le drainage de la route. De cette façon, un creusage intensif entraîne le décollement des sédiments sur les parois du fossé et l'accumulation de ces derniers au fond. Le creusage peut se faire sur une base régulière et donc continuellement remettre en suspension les sédiments fins qui se retrouveront éventuellement dans le plan d'eau par ruissellement (MTQ, 1997). Alors que la méthode traditionnelle fait encore partie des pratiques de certains services de voirie, d'autres utilisent la méthode du « tiers inférieur », qui permet de diminuer de manière importante l'érosion des fossés et le transport de sédiments qui s'ensuit. Effectivement, le volume de sédiments érodés suite à la pratique du tiers inférieur peut être 15 fois moins que celui généré par la méthode traditionnelle et s'avère être la plus efficace lorsqu'il est question de fossés en pentes fortes (MTQ, 2011). De plus, au niveau économique, la méthode du tiers inférieur est en moyenne 50% moins dispendieuse que la méthode traditionnelle, plus respectueuse de l'environnement en diminuant la quantité de sédiments transportés, mais elle consiste tout de même à creuser au fond du fossé. Elle doit également s'effectuer à l'intérieur de conditions particulières pour qu'elle puisse se démarquer de la méthode traditionnelle (MTQ, 2011).

4.4. Artificialisation des bandes riveraines en milieu de villégiature

Une bande riveraine bien végétalisée constitue une solution efficace pour contrôler les apports en sédiments vers les plans d'eau, car elle peut retenir une grande partie de ce qui ruisselle en amont et agir comme filtreur (Université de Moncton, 2011). Une rive comprenant une diversité floristique adéquate retient les eaux de ruissellement, ou du moins les ralentit notamment à l'aide du réseau racinaire qu'elle procure au sol. Ainsi, la quantité de sédiments transportés par l'eau vers les lacs et les rivières est moins importante. Ce rôle écologique diminue donc les impacts causés par l'apport en particules de sols dans les milieux aquatiques. Les racines permettent également un soutien des berges et participent à la diminution du processus d'érosion par les vagues durant la saison estivale et la fonte des glaces au printemps.

Un problème récurrent avec les bandes riveraines est l'aversion qu'elles peuvent générer. En effet, la dénaturalisation des rives en milieu de villégiature représente une problématique courante au sein des municipalités où une forte concentration de propriétés est située en bordure d'un plan d'eau. En plus d'enlever une majorité ou la totalité des végétaux naturellement présents en rive, certains riverains créent des plages artificielles en ajoutant du sable provenant de l'extérieur. Ainsi, non seulement cet apport est une source supplémentaire de sédiments pouvant être lessivée par

l'action des vagues, mais aussi une portion de sol instable au pourtour du plan d'eau (MAMR, 2007).

En somme, la bande riveraine est un allié important dans la lutte contre l'envasement des plans d'eau par une sédimentation accélérée. À cet effet, une bande riveraine conforme permet de réduire le taux de particules de sols acheminés dans un plan d'eau de 89,7%. Une bande riveraine est encore plus efficace pour retenir les sédiments que le phosphore, qui est retenu à 79,7% (Université de Moncton, 2011).

4.5. Nautisme

En été, certaines embarcations motorisées, par leur vitesse et/ou leur passage dans des zones étroites et peu profondes, participent non seulement à la dégradation du milieu aquatique, mais aussi à l'accélération de l'érosion des berges. Plusieurs études montrent qu'ils existent un lien entre la quantité de sédiments dans un plan d'eau et le niveau d'activités sur ce dernier (Coops et al., 1996; Gélinas, 2005).

Selon le type d'embarcation, l'intensité des vagues varie, mais il n'en faut que très peu pour causer une érosion importante d'une rive moins végétalisée. En effet, une étude stipule qu'une vague atteignant une hauteur de 30 centimètres seulement peut accroître la quantité de particules de sols dans l'eau. Si les écosystèmes aquatiques ont la capacité de réguler la turbulence des vagues provenant du vent, celles créées par les bateaux ont tendance à se faire sentir à des profondeurs beaucoup plus importantes qui peuvent dépasser la capacité de régulation naturelle des écosystèmes. Cette érosion des berges engendre un apport important de sédiments dans le plan d'eau et le mouvement généré par le bateau contribue à la remise en suspension des sédiments accumulés au fond (Coops et al., 1996; Gabel et al., 2017).

Le nautisme de villégiature sur les plans d'eau aura ainsi pour effet d'augmenter les matières en suspension et favoriser le relargage de nutriments sédimentés par le brassage des eaux, contribuant ainsi aux effets de la sédimentation.

5. CONCLUSION

Des problèmes de sédimentation dans les plans d'eau sont reportés à différents endroits de la ZGIE. Ce type de sédimentation est considéré problématique parce qu'il dépasse la capacité naturelle des écosystèmes de se réguler, et que des interventions humaines peuvent devenir nécessaires pour retirer les excès de sédiments. De plus, l'augmentation des MES et des sédiments sont reconnus pour générer des conséquences importantes sur la faune et la flore. L'implantation de meilleures pratiques de gestion des eaux pluviales par les municipalités, les villégiateurs, les producteurs agricoles et l'industrie forestière est incontournable pour adresser cette problématique dans la ZGIE. Cela permettra aussi d'augmenter la résilience des communautés et des écosystèmes dans un contexte de changements climatiques, car l'augmentation d'évènements de fortes précipitations risque d'augmenter la problématique dans le futur.

6. RÉFÉRENCES

- Biron, P. (2015). *Hydrogéomorphologie et gestion des inondations : S'attaquer à la source des problèmes plutôt qu'aux symptômes.*
https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/colloques/2015/presentations/biron2015.pdf
- Borselli, L., Cassi, P., & Torri, D. (2008). Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape : A GIS and field numerical assessment. *CATENA*, 75(3), 268-277.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2008.07.006>
- Boucher, I. (2010). *La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, coll. «Planification territoriale et développement durable», 118 p.*
https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/urbanisme/guide_gestion_eaux_pluie_complet.pdf
- Caux, P. Y., Moore, D. R. J., & MacDonald, D. (1997). *Ambient Water Quality Guidelines (Criteria) for Turbidity, Suspended and Benthic Sediments.* <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/wqgs-wqos/approved-wqgs/turbidity-tech.pdf>
- Cavalli, M., Trevisani, S., Comiti, F., & Marchi, L. (2013). Geomorphometric assessment of spatial sediment connectivity in small Alpine catchments. *Geomorphology*, 188, 31-41.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.05.007>
- Choné, G. (2021). *Calcul de l'indice de connectivité des sédiments sur le territoire de l'OBV RPNS. Outil géomatique.*
- Choné, G., & Biron, P. (2016). Assessing the relationship between river mobility and habitat. *River research and applications*, 32(4), 528-539.
- Cloutier, M., & Potvin, G. (2002). *L'aménagement des ponts et des ponceaux dans le milieu forestier : Guide.* Ministère des ressources naturelles ; [Ministère de l'environnement et de la faune.

- Coops, H., Geilen, N., Verheij, H. J., Boeters, R., & van der Velde, G. (1996). Interactions between waves, bank erosion and emergent vegetation : An experimental study in a wave tank. *Aquatic Botany*, 53(3-4), 187-198. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(96\)01027-3](https://doi.org/10.1016/0304-3770(96)01027-3)
- Environnement Canada. (2016). *Pollution de l'eau : Érosion et sédimentation. L'eau—Agent de transport*. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-aperçu/pollution-causes-effects/erosion-sedimentation.html#sec1>
- Gabel, F., Lorenz, S., & Stoll, S. (2017). Effects of ship-induced waves on aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment*, 926-939.
- Gélinas, R. (2005). *Analyse des impacts des embarcations de plaisance sur la perturbations des sédiments au lac Saint-Augustin*. <http://www.obvcapitale.org/wp-content/uploads/2013/07/Ville-de-Qu%C3%A9bec-2005-Impacts-des-bateaux-sur-le-LSA.pdf>
- Heede, B. H., & Rinne, J. N. (1990). Hydrodynamic and fluvial morphologic processes : Implications for fisheries management and research. *North American Journal of Fisheries Management*, 10(3), 249-268.
- Hotte, M., & Quirion, M. (2003). *Guide technique no 15. Traverses de cours d'eau. Fondation de la faune du Québec et Fédération des producteurs de bois du Québec, Sainte-Foy, 32 pages*. https://belsp.uqtr.ca/id/eprint/1289/1/Hotte%20et%20Quirion_2003_Guide_am%C3%A9nagement_faune_A.pdf
- Kemp, P., Sear, D., Collins, A., Naden, P., & Jones, I. (2011). The impacts of fine sediment on riverine fish. *Hydrological Processes*, 25(11), 1800-1821. <https://doi.org/10.1002/hyp.7940>
- MELCC. (2022). *Utilisation du territoire* [Géodatabase]. Données Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/utilisation-du-territoire>
- MFFP. (2019). *LiDAR - Modèles numériques de terrain* [Géodatabase]. Données Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/produits-derives-de-base-du-lidar>
- MFFP. (2023). *Guide d'application du Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'état*. <https://mffp.gouv.qc.ca/RADF/guide/chapitre-v/article-67/>
- Ministère de l'Environnement, du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). (2012). *Guide de gestion des eaux pluviales, Chapitre 2: Impacts et justifications*. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/pluviales/chap2.pdf>

Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des bassins versants (RAPPEL). (2018). *L'érosion*. <https://www.rappel.qc.ca/publications/informations-techniques/bassin-versant/lerosion.html>

Regroupement des organismes de bassins versants du Québec (ROBVQ). (n.d.). *L'eau de pluie et le ruissellement*.

Souchu Philippe, Cochenne-Laureau Nathalie, Ratmaya Widya, Retho Michael, Andrieux-Loyer Françoise, Le Merrer Yoann, Barillé Laurent, Barillé Anne-Laure, Goubert Evelyne, Plus Martin, & Laverman Anniét. (2018). *Diagnostic étendu de l'eutrophisation (DIETE). Rôle des sédiments dans le cycle des nutriments et impacts sur l'eutrophisation de la baie de Vilaine (2014-2017)* (p. 237).

Stauffer, J. R., & Hocutt, C. H. (1980). Inertia and recovery: An approach to stream classification and stress evaluation. *Water Resources Bulletin*, 16(1), 72-78.

Université de Moncton. (2011). *Les bandes riveraines et la qualité de l'eau: Une revue de la littérature*. <http://www.cuslm.ca/ccse-swcc/publications/francais/bandes.pdf>

Vachon, N. (2003). *L'envasement des cours d'eau: Processus, causes, effets sur les écosystèmes avec une attention particulière aux Catostomidés donc le chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi)*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, Rapport technique 16-13, vi + 49 p. <https://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs66831>