

## **Restauration des processus hydrogéomorphologiques 25 ans après la crue majeure du *déluge* du Saguenay, Québec – Mise en place d’un suivi régional dans l’Est- Du-Québec en collaboration avec les gestionnaires de cours d’eau**

Hydrogeomorphological processes restoration 25 years  
after the major Saguenay flood event, Quebec -  
Implementation of regional monitoring in Eastern Quebec  
in collaboration with river managers

Maxime Boivin<sup>1, 2</sup>, Janie Vin-Deslaurier<sup>1, 2</sup>, Marianne Bouchard<sup>1, 2</sup>,  
Johan Bérubé<sup>1, 2</sup> et Guillaume Fantino<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Département des sciences humaines- Géographie, Université du Québec à Chicoutimi

<sup>2</sup>Laboratoire d’expertise et de recherche en géographie appliquée (LERGA)

<sup>3</sup>GéoPeka, Lyon, France

### **RÉSUMÉ**

Les rivières du Saguenay ont été grandement touchées par les événements de crue et d’inondation de juillet 1996 (crue de récurrence 200 ans). La réponse hydrologique intense de ces événements a eu comme conséquence de modifier la morphologie et la dynamique de plusieurs cours d’eau de l’Est-du-Québec. En réponse à ces nouvelles conditions, des enrochements et des rectifications de plusieurs plaines alluviales ont été réalisés. Les processus hydrogéomorphologiques (HGM) font partie des services écosystémiques des cours d’eau, et ce, autant pour l’habitat que pour la sécurité civile. L’enrochement des berges émane souvent d’une perception négative de l’érosion si bien qu’ils sont parfois réalisés alors que peu d’enjeux les justifient. Ces enrochements contribuent aux problèmes de déconnexions des marges fluviales engendrant des modifications aux systèmes fluviaux et à la diminution des sédiments nécessaires aux processus HGM. Depuis 2019, un système de suivi interannuel par des approches morphologiques directes (RFID - Radio Frequency IDentification) et indirectes (morphologiques) est mis en place dans la région du Saguenay. Dans le cadre de ces projets, l’objectif est de caractériser la dynamique sédimentaire actuelle et historique afin de rétablir les processus HGM et identifier la meilleure approche afin de restaurer l’espace de liberté de ces cours d’eau et restaurer les processus à l’échelle des bassins versants.

### **ABSTRACT**

The Saguenay rivers were greatly affected by the flooding and flooding events of July 1996 (200-year flood recurrence). The intense hydrological response to these events had the consequence of modifying the morphology and dynamics of several rivers in eastern Quebec. In response to these new conditions, embankment and rectifications of several alluvial plains have been carried out. Hydrogeomorphological processes (HGM) are part of the ecosystem services of rivers, both for habitat and for civil protection. The embankment of the fluvial margin often emanates from a negative perception of erosion, so that they are sometimes made when few stakes justify them. These embankments contribute to the problems of disconnections of river margins causing modifications to the river systems and the reduction of sediments necessary for HGM processes. Since 2019, an interannual morphological monitoring system using direct (RFID - Radio Frequency IDentification) and indirect (morphological) approaches has been implemented in the Saguenay region. The objective is to characterize the current and historical sedimentary dynamics in order to restore the HGM processes and identify the best approach to restore the freedom space of these rivers and restore the processes at the watershed scale.

### **MOTS CLES**

Hydrogéomorphologie ; crue majeure ; anthropisation ; restauration ; trajectoire historique

## 1 INTRODUCTION : PROBLÉMATIQUE

Les rivières du Saguenay ont été grandement touchées par les crues majeures de 1996. La réponse hydrologique intense de ces événements a eu comme conséquence de modifier la morphologie et la dynamique sédimentaire de plusieurs cours d'eau. En réponse à ces nouvelles conditions, des enrochements massifs de berges ont été réalisés. Les processus hydrogéomorphologiques (HGM), comme par exemple l'érosion des berges et le transport sédimentaire font partie des services écosystémiques des cours d'eau, et ce, autant pour l'habitat que pour la sécurité civile (Florsheim et al., 2008). L'enrochement des berges émane souvent d'une perception négative de l'érosion si bien qu'ils sont parfois réalisés alors que peu d'enjeux les justifient. Ces enrochements contribuent aux problèmes de déconnexions des marges fluviales engendrant des modifications aux systèmes fluviaux et à la diminution des sédiments nécessaires au maintien des processus HGM. Les objectifs de cette recherche sont d'améliorer la gestion et la restauration des rivières en intégrant les notions HGM afin de rétablir les processus naturels au sein de ces environnements et établir des scénarios durables pour améliorer l'habitat en rivière et diminuer les coûts d'entretiens annuellement pour les gestionnaires. Dans un contexte de restauration, il est essentiel d'intégrer la dynamique HGM afin d'effectuer des restaurations durables dans le temps afin de restaurer les processus à l'échelle d'un bassin versant (Dufour et Piégay, 2009). Les méthodes actuelles de restauration de l'habitat en rivière au Québec sont davantage axées sur la création de formes (seuil statique, zones de frayère...), mais sans restaurer les processus en amont. Cela engendre des formes qui ne perdurent pas ou très peu dans le temps et des coûts annuels élevés pour les gestionnaires (Biron et al., 2018).

## 2 MÉTHODE

### 2.1 Site d'étude

Le site d'étude principal se situe dans la région du Saguenay (Québec). Le bassin versant de la Rivière-à-Mars s'étend en grande partie dans la Réserve faunique des Laurentides sur un territoire relativement sauvage et qui représente une superficie de 664 km<sup>2</sup>. La géomorphologie du territoire à l'étude est majoritairement d'origine glaciaire, et le sol est composé majoritairement de dépôts alluviaux récents, de dépôts fluvio-glaciaires et d'argile marine. Le lit de cette rivière graveleuse est composé de sédiments grossiers, formant un pavage dans la majeure partie du tronçon. Le régime hydrologique de la rivière de type pluvio-nival avec un débit annuel moyen de 11 m<sup>3</sup>/s, comportant des périodes de crues pouvant dépasser 150 m<sup>3</sup>/s et d'étiages atteignant 1 m<sup>3</sup>/s.

### 2.2 Analyses historiques et interannuelles

La trajectoire historique est analysée à partir de photographies aériennes historiques et d'orthophotographie datant de 1964 jusqu'à aujourd'hui. En comparant les tracés fluviaux à différentes périodes sur le long terme, la dynamique HGM est analysée sous plusieurs aspects. Ainsi, il est possible de déterminer les changements dans le style fluvial, comptabiliser les superficies érodées versus en aggradation afin de réaliser un bilan sédimentaire partiel, comparer la largeur du chenal au niveau plein-bord et analyser le mouvement des bancs d'accumulation par exemple.

Trois campagnes de terrain (2019-2020-2021) ont été réalisées au total pour l'acquisition de mesures in situ par l'implantation d'un suivi morphologique par des transects installés à intervalle régulier sur l'entièreté du site à l'étude. Les transects sont suivis à l'aide d'un système DGPS Leica qui permet d'obtenir la bathymétrie et la topographie afin de quantifier les changements interannuels.

La technologie par transpondeurs passifs et actifs (RFID) a été déployée sur trois sites afin de suivre les distances de déplacement et pour estimer les taux de transport. Ainsi, des transpondeurs passifs et actifs ont été installés dans des galets de différentes tailles granulométriques (22 à 128 mm) afin d'effectuer le suivi annuel et sur le long terme en partenariat avec les gestionnaires locaux.

## 3 RESULTATS - IMPACTS D'UNE CRUE MAJEURE – 25 ANS APRES

L'analyse de la trajectoire historique montre que certains tronçons ont été grandement modifiés, particulièrement après les événements de 1996. La figure 1 montre un exemple de suivi morphologique historique des années 1964, 1979, 1996 (pendant le déluge), 1996 (après déluge), 1998, 2008 et 2018. On y constate par exemple que le style fluvial est passé d'un style divagant (à deux ou trois chenaux) avant le déluge à un style à tresse durant les événements de 1996, à méandre après le déluge suite aux enrochements, puis une tendance à revenir vers un style divagant dans les secteurs sans enrochements.

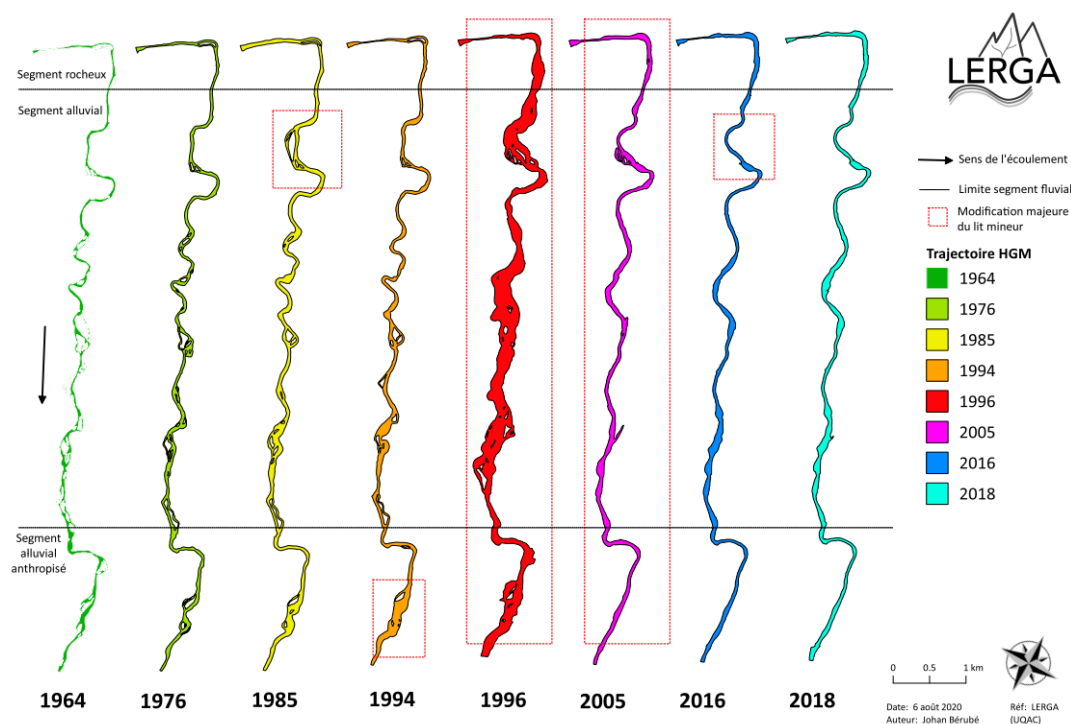


Figure 1 : Trajectoire historique, Rivière-à-Mars

Les suivis interannuels par transect montrent que la majorité des secteurs enrochés étudiés dans le cadre de nos projets sont en déficit sédimentaire avec des taux d'incision allant jusqu'à 4 mètres dans certains tronçons. Ce déséquilibre engendré par les modifications anthropiques (enrochement, seuil, remaniement de la plaine alluviale) post-crue 1996 engendre des problématiques de sécurité civile et une perte de l'habitat aquatique.

Finalement, les suivis par transpondeurs actifs et passifs montrent peu de transport sédimentaire sur les bancs d'accumulation malgré une crue de récurrence 2 ans et une de récurrence 10 ans. Les bancs semblent déconnectés du chenal augmentant les problématiques de déficit sédimentaire. Au niveau du chenal, les fractions sédimentaires les plus grossières (64 mm et plus) ont très peu bougé au fil des crues.

#### 4 DISCUSSION ET CONCLUSION

Les travaux majeurs effectués post-Déluge sur la rivière à Mars étaient nécessaires dans le contexte où il y avait urgence d'agir et où les méthodes préconisées respectaient les connaissances de l'époque au Québec. Cependant, 25 ans après les événements majeurs de 1996, il est primordial, de repenser les aménagements et de restaurer les processus naturels (érosion, mobilité latérale, retour à un style divagant, etc.) sur la rivière afin d'y améliorer les services écosystémiques. Il va de soi que des travaux effectués dans le but de rétablir une certaine naturalité du système doivent respecter les exigences de sécurité civile afin de ne pas créer de problématiques aux infrastructures et aux propriétaires riverains. Une approche par espace de liberté (bon fonctionnement) est essentielle pour s'assurer d'une restauration durable dans le temps, augmenter les services écosystémiques rendus par la rivière et augmenter la résilience des systèmes fluviaux dans le contexte des changements climatiques.

#### BIBLIOGRAPHIE (3 MAXIMUM)

- Biron, P., Buffin-Bélanger, T., and Demers, S. (2018). La restauration de l'habitat du poisson en rivière : l'angle de l'hydrogéomorphologie. *Vecteur Environnement*, 52 (02) : 34-39
- Dufour, S., and Piégay, H. (2009). From the myth of a lost paradise to targeted river restoration: forget natural references and focus on human benefits. *River research and applications*, 25: 568-581
- Florsheim, J.L., Mount, J.F., and Chin, A. (2008). Bank Erosion as a Desirable Attribute of Rivers. *BioScience*, Vol. 58: p. 519-529.