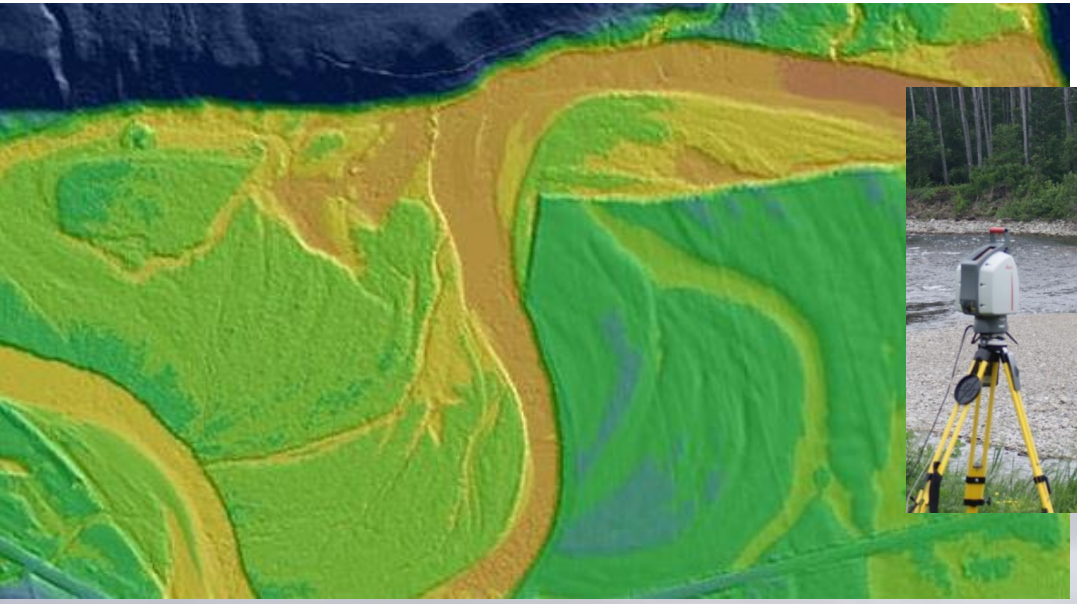
Évolution de l'approche hydrogéomorphologique au Québec

cartographie des zones inondables

Thomas Buffin-Bélanger, Sylvio Demers et Clément Besnard,
Université du Québec à Rimouski







Évolution de l'approche hydrogéomorphologique au Québec

cartographie des zones inondables

1. **Contexte d'émergence**

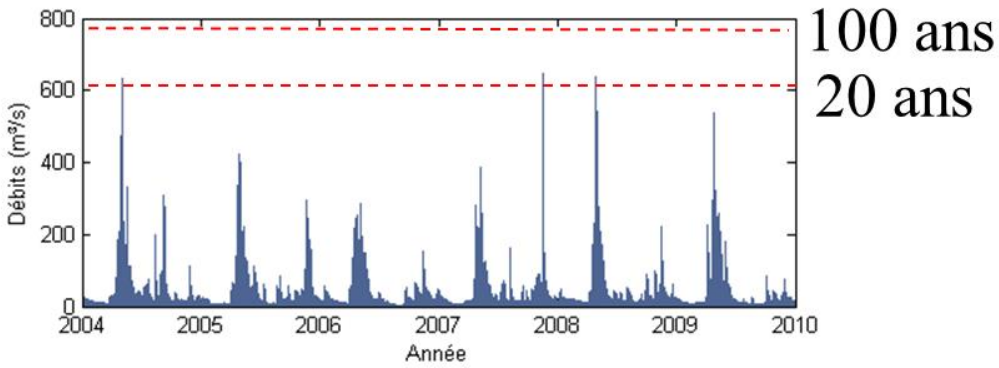
2. **Évolution de l'approche HGM au Québec**

3. **Exemples d'intégrations législative et institutionnelle**

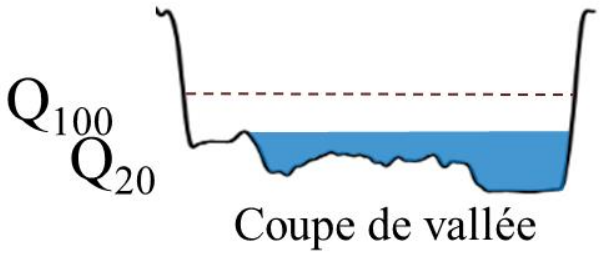
1. Contexte d’émergence

Cartographie des zones inondables par la méthode hydraulique/hydrostatistique

Étape 1 : Calcul de la récurrence des crues 20 et 100 ans



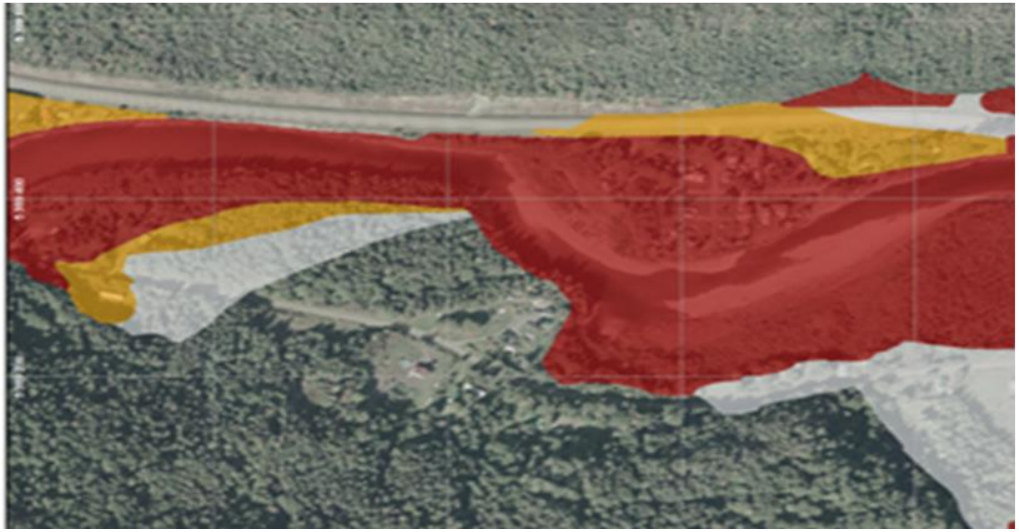
Étape 2 : Modélisation de la hauteur d'eau atteinte basée sur la topographie et la rugosité du chenal et de la plaine.



Étape 3 : Rapporter les côtes de crues sur un modèle numérique de la vallée

$Q_{0\text{-}20}$ $Q_{20\text{-}100}$







Crédit Photo : Jacques Joseph

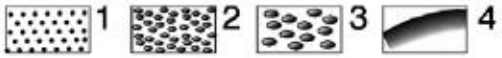
Rivière au Renard, 2007

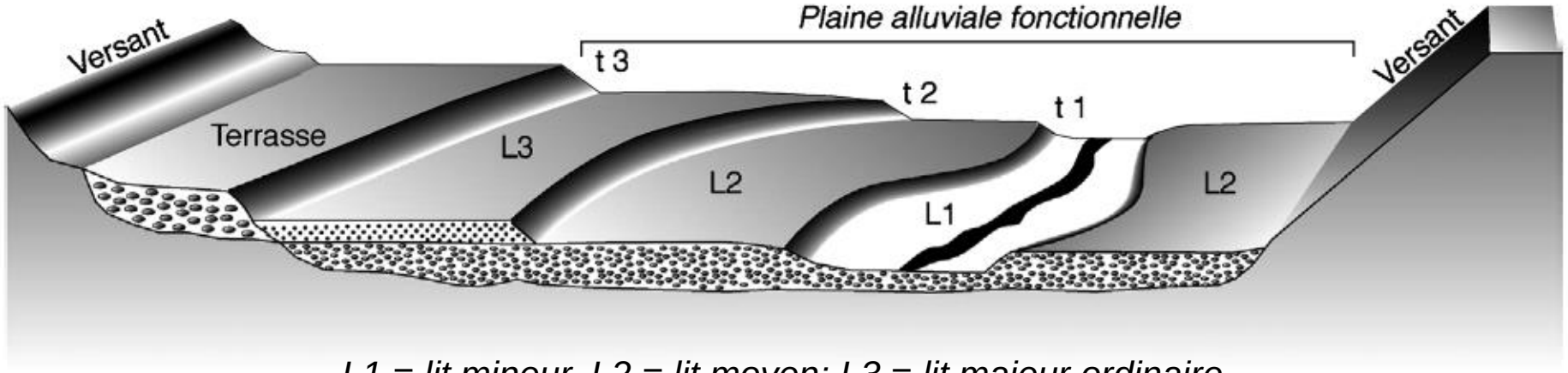
1. Contexte d'émergence

Une Méthode HGM française comme approche alternative

Principe : cartographie basée sur des *unités topographiques (lits)*

Objectif : aider les acteurs locaux à prendre des décisions





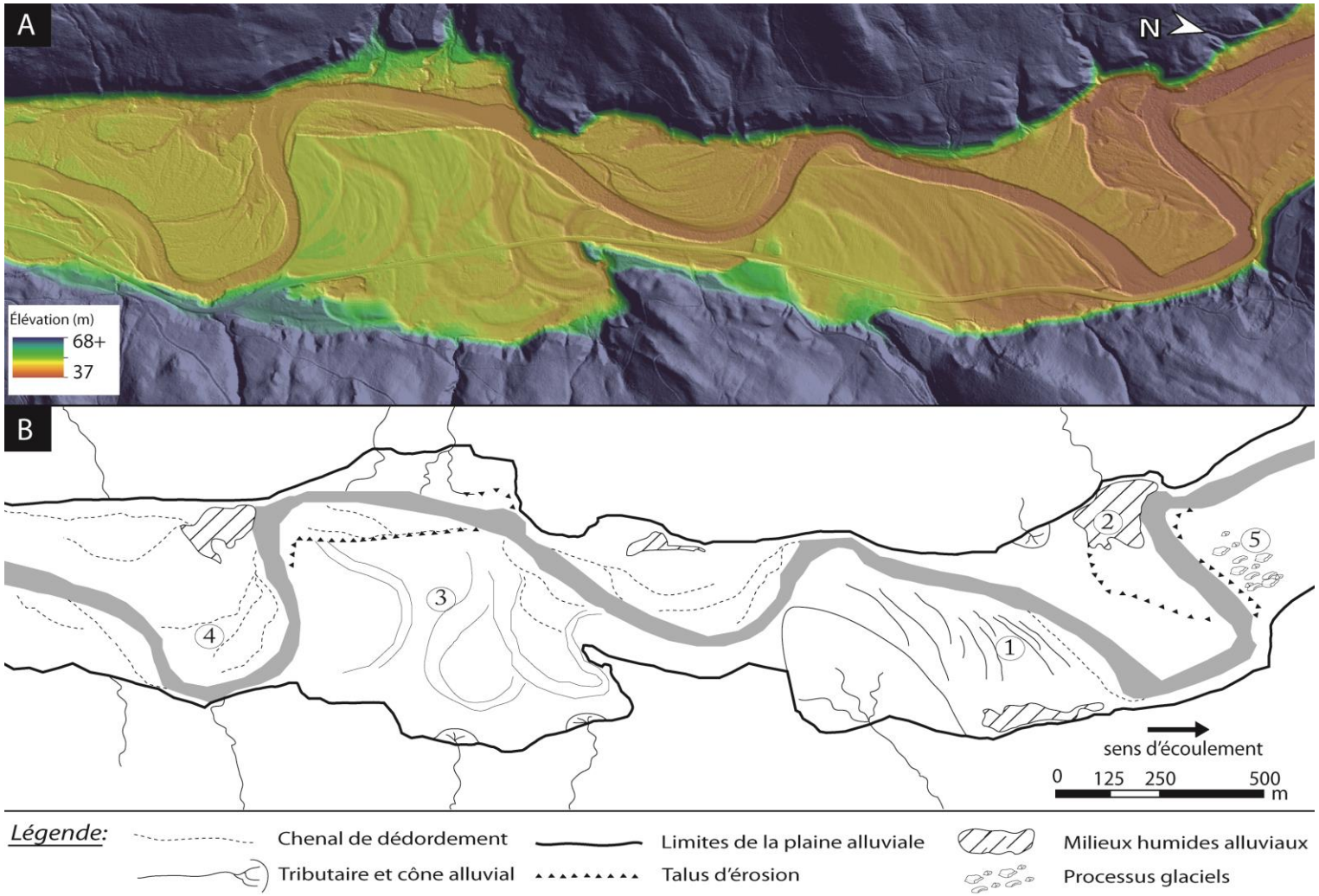
L1 = lit mineur, L2 = lit moyen; L3 = lit majeur ordinaire

Intérêt du modèle français:

lit mineur et moyen = fréquence élevée
lit majeur ordinaire = rare à exceptionnelle?

Délimitation basée sur la topographie, la sédimentologie et …

Principe de base: les inondations laissent des marques …

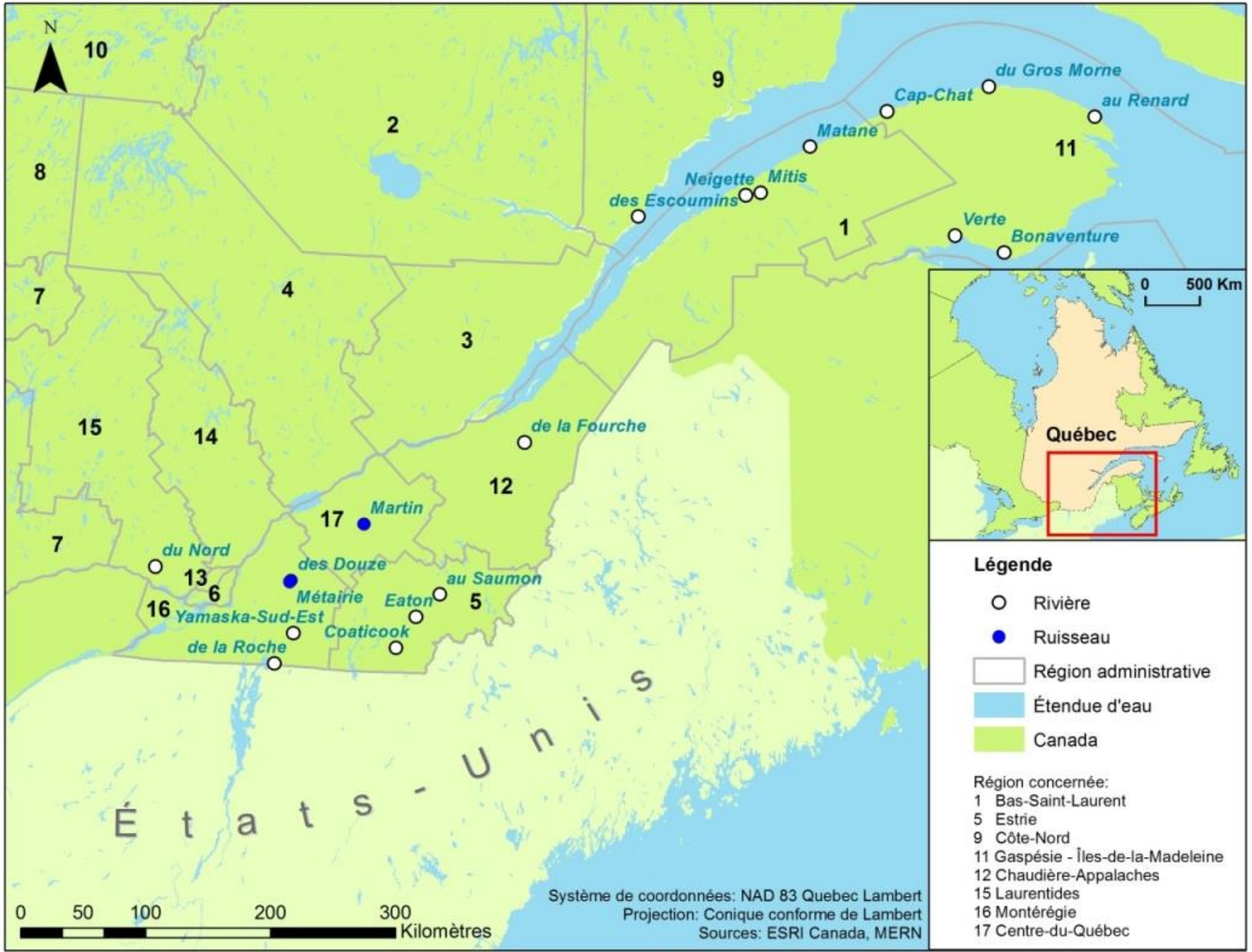


LiDAR de la rivière Matane

Figure 3 : La plaine alluviale de la rivière Matane : a) Modèle numérique de terrain (LiDAR aéroporté) d'un tronçon situé dans la partie aval du bassin versant; et b) Interprétation géomorphologique de ce tronçon : (1) : rides et sillons; (2) : milieux humides alluviaux; (3) : paléochenaux (méandres abandonnés); (4) : chenaux de débordements; (5) : encoche d'érosion provoquée par le passage des glaces.

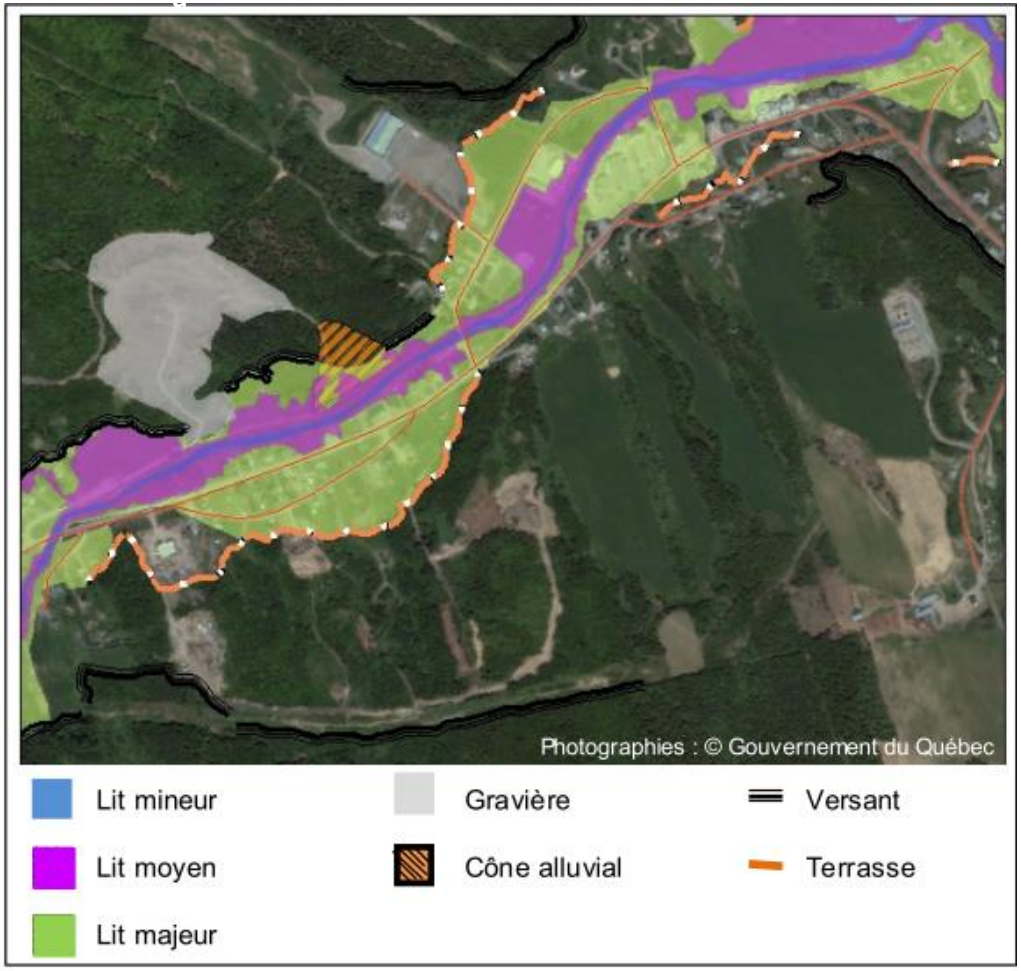
2. Évolution de l’approche HGM au Québec

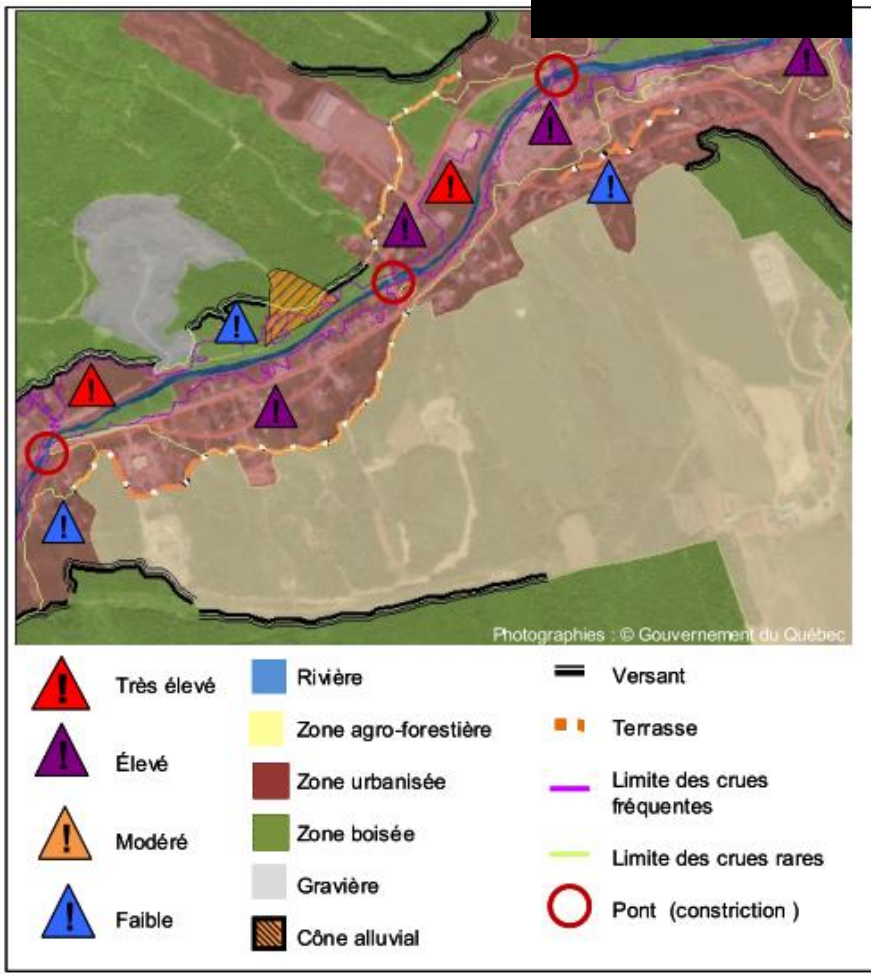
2. Évolution de l'approche HGM au Québec



2. Évolution de l'approche HGM au Québec

2008



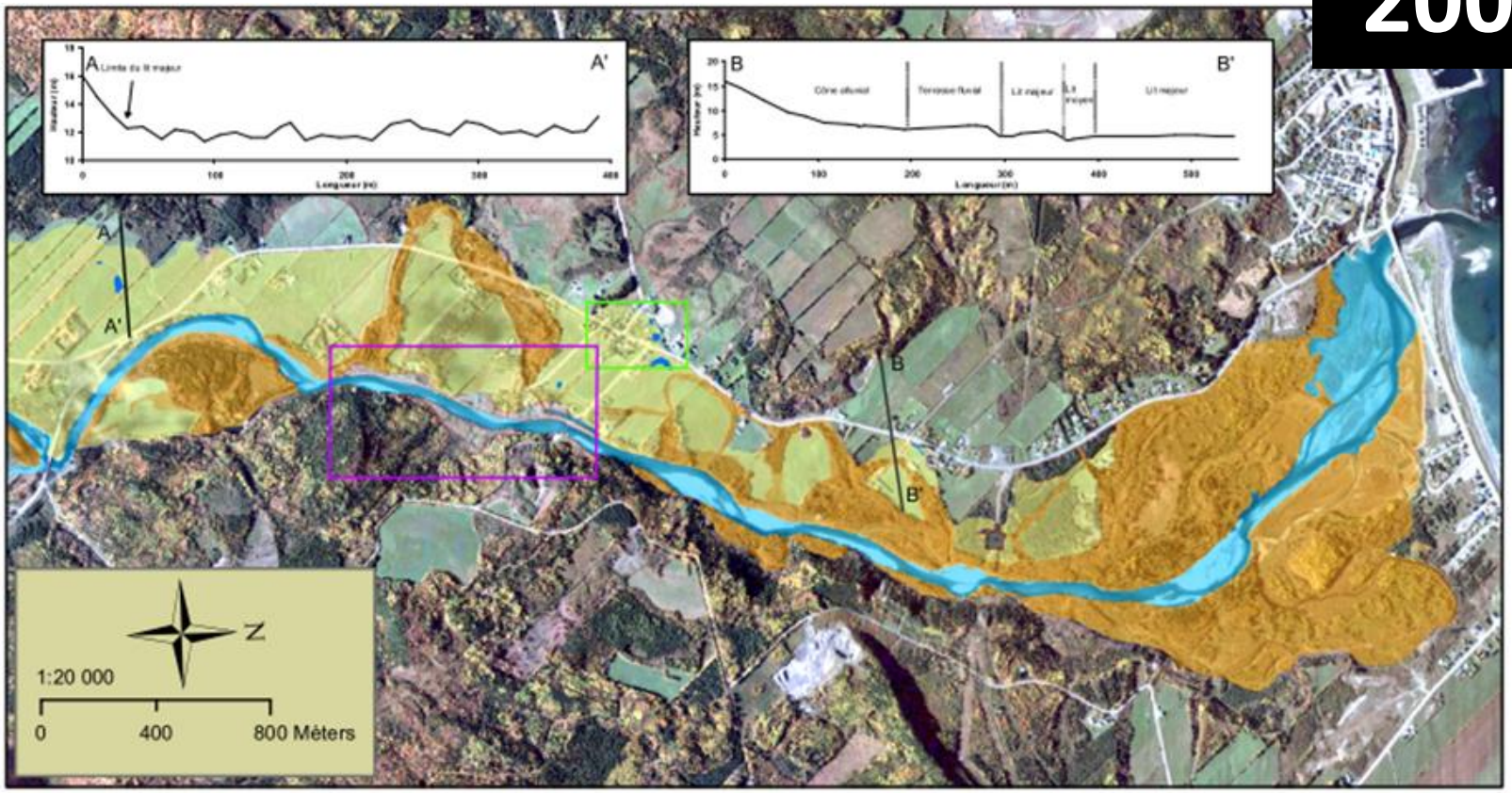


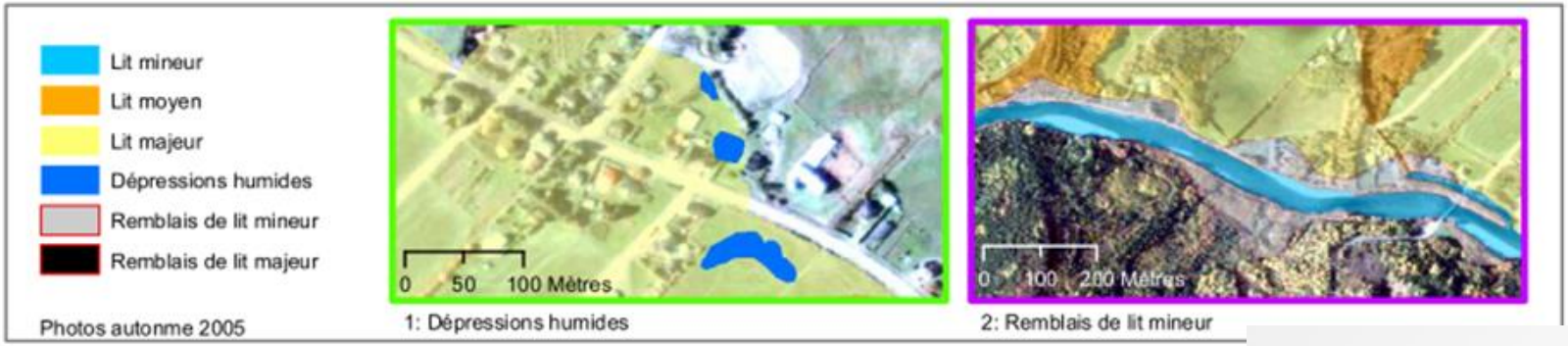
Cartographies morphologique (a) et des risques d'inondation (b) dans un secteur de la vallée de la rivière au Renard. Source : Lelièvre et al., 2008.

Sécurité publique Québec

2. Évolution de l'approche HGM au Québec

2009





Cartographie des lits de la rivière Cap-Chat. Source : Demers et al., 2009.

Sécurité publique Québec

2012


Géomorphologie fluviale
Dynamique glacielle
Historique
Écologie végétale
Pédologie
Ingénierie hydrostatistique et hydraulique

2. Évolution de l'approche HGM au Québec

2012

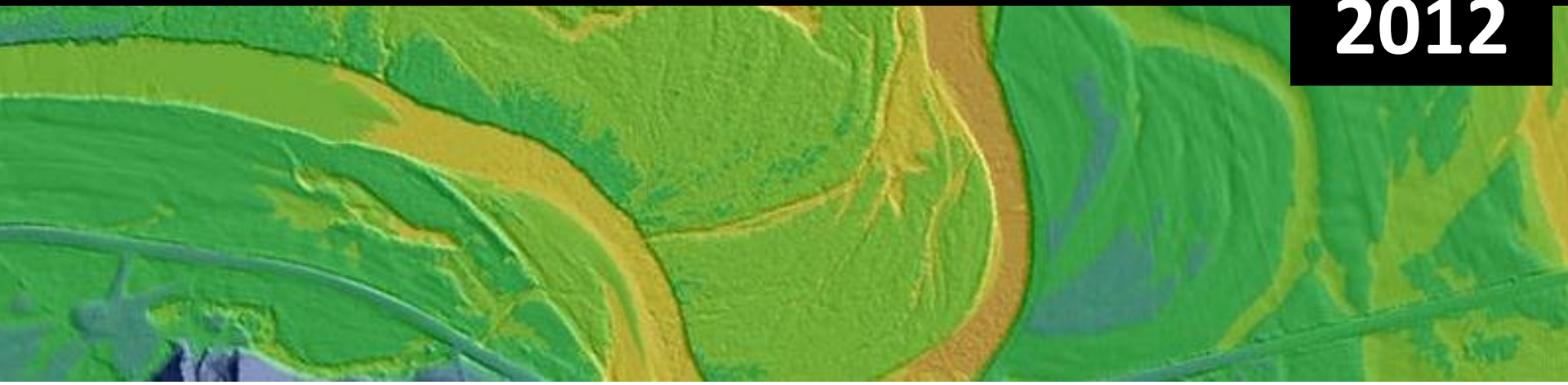


Tableau 2. Caractéristiques de l'aléa d'inondation auxquelles la cartographie HGM renvoie

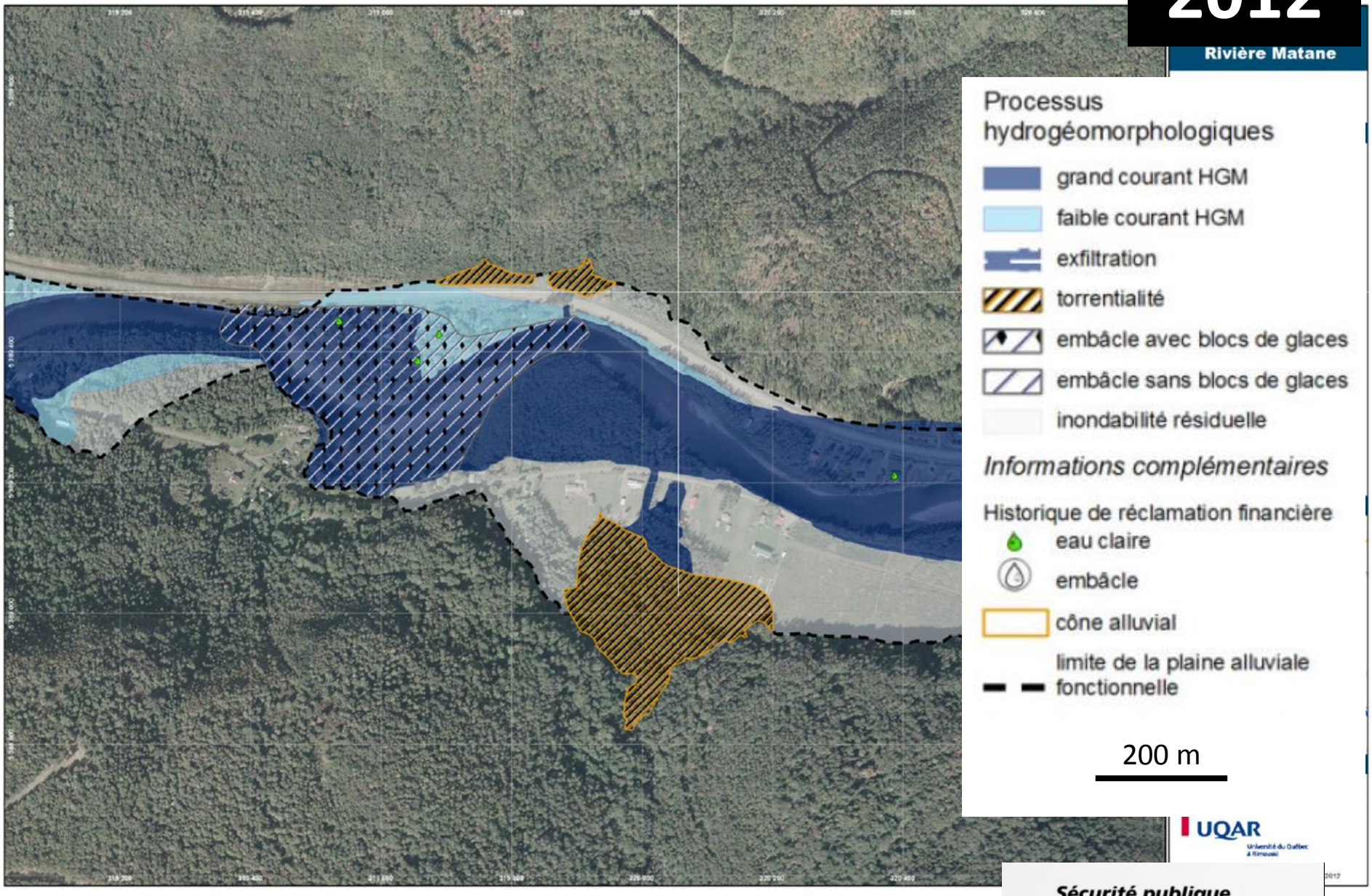
types d'inondations	aléas	fréquence†	puissance	impacts glaciels	débris	durée
débordements à l'eau claire	grands courants HGM	<0-20	↑	n/a	√	*
	faibles courants HGM	*	*	n/a	X	*
	inondabilité résiduelle	>100	*	n/a	X	*
par embâcles de glaces	avec blocs de glaces	inc	*	√	√	*
	sans blocs de glaces	Inc	↓	X	X	*
par exfiltration	exfiltration	<0-20	↓	n/a	X	↑
par torrentialité	torrentialité	inc	↑	n/a	√	↓

(↑ : élevé; ↓ : faible; √ : présence de; X : absence de; * : est variable; n/a : non-applicable; inc : inconnu).
† : la fréquence indiquée a été déterminée par les analyses de la section 4.1.

Source : Demers et al., 2012.

2. Évolution de l'approche HGM au Québec

2012

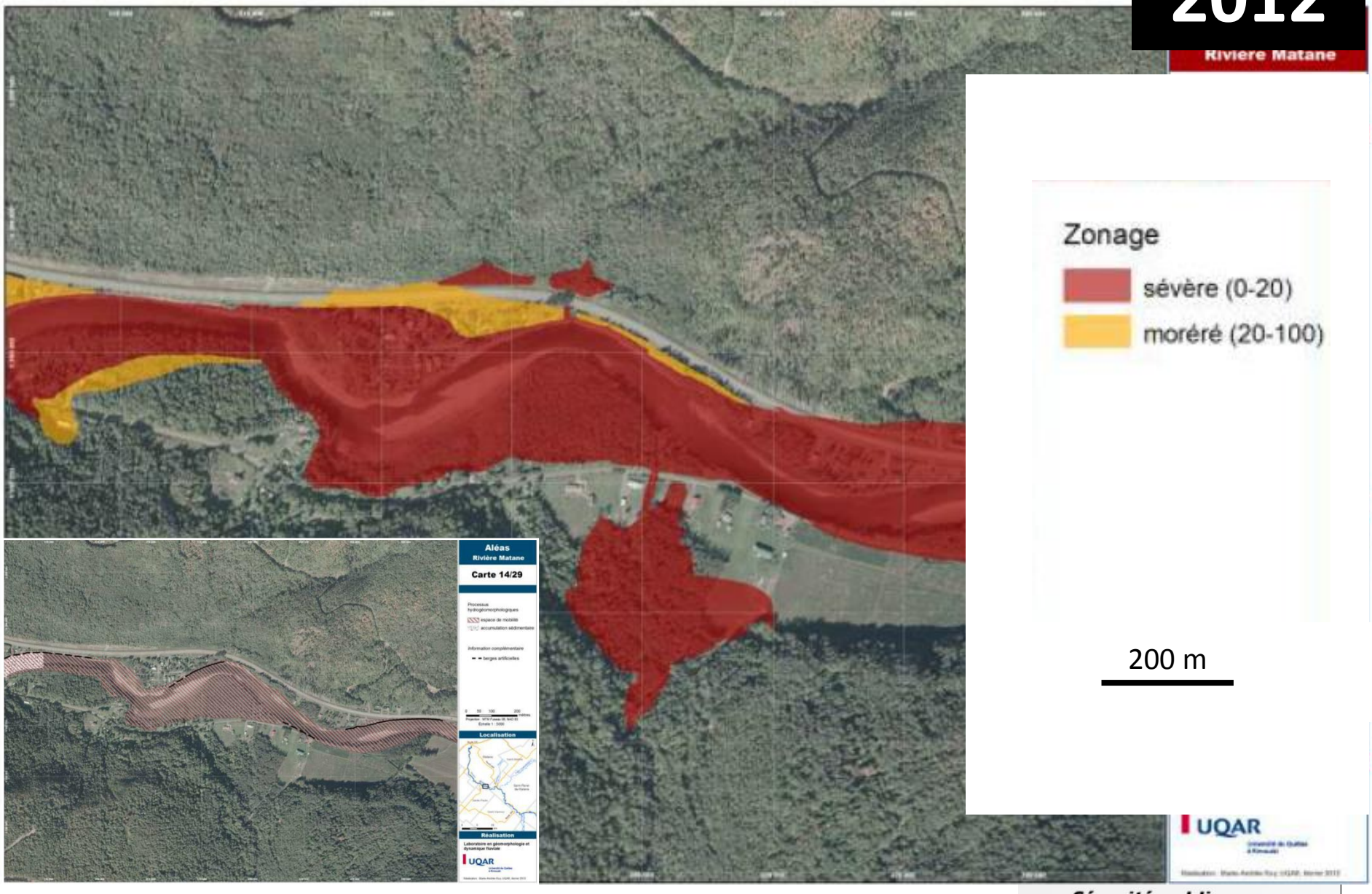


La cartographie des zones inondables par une approche HGM pour un tronçon de la rivière Matane. Source : Demers et al., 2012.

Sécurité publique Québec

2. Évolution de l'approche HGM au Québec

2012



La cartographie des zones inondables par une approche HGM pour un tronçon de la rivière Matane. Source : Demers et al., 2012.

Sécurité publique Québec

2013 - 2014

Tableau II : Clef hydrogéomorphologique des quatre modelés de la plaine alluviale fonctionnelle et des milieux humides alluviaux.

Typologie	Morphologie	Granulométrie	Pédogenèse (indice Buntley-Westin)	Végétation
modelé d'érosion résultant d'écoulements compétents (mode de transport de charge de fond et en suspension)	topographie irrégulière chenaux de débordements formes profilées talus d'érosion	hétérométrique	B-W < 10	arbustive ou arborescente
modelé de sédimentation résultant d'écoulements lents (mode de transport en suspension)	topographie arrondie	limons	B-W < 10	
modelé stable	topographie arrondie plaine inclinée dans la direction de la migration	limons	B-W > 10	
modelé glaciel formes construites par les glaces	*bechevnik* (encoche d'érosion et/ou plan incliné)	hétérométrique		cicatrices glacielles
milieux humides alluviaux	paléochenaux	limons		espèces hygrophiles

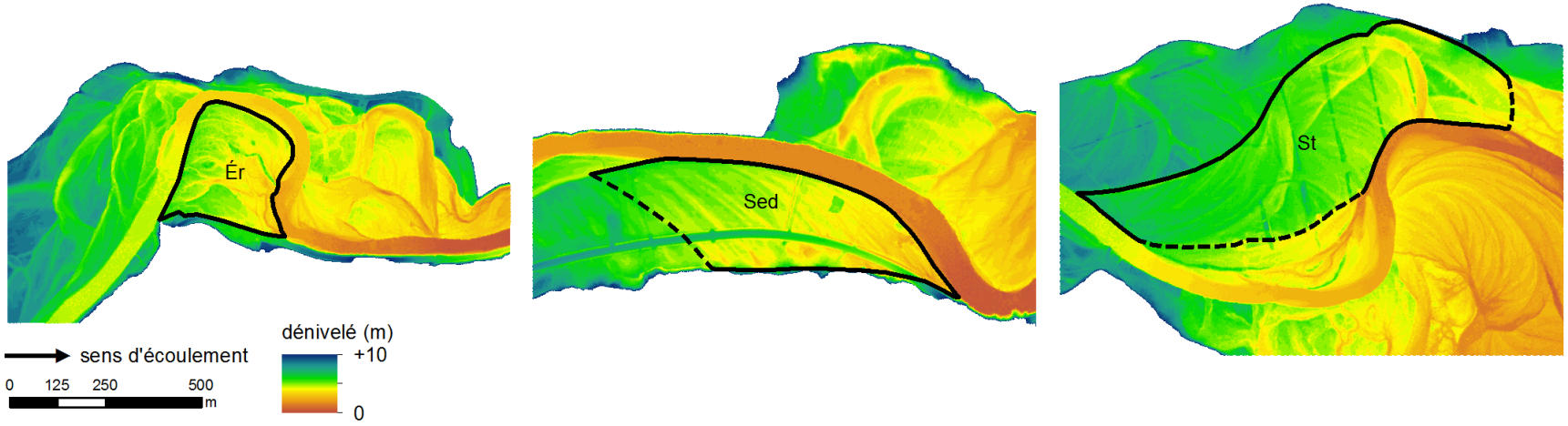


Figure 4 : Exemples d'indicateurs morphologiques pour trois types de modelé de la plaine alluviale de la rivière Matane. Ér : érosion; Sed : sédimentation; St : stable. Le trait pointillé indique une limite en transition.

2013 - 2014

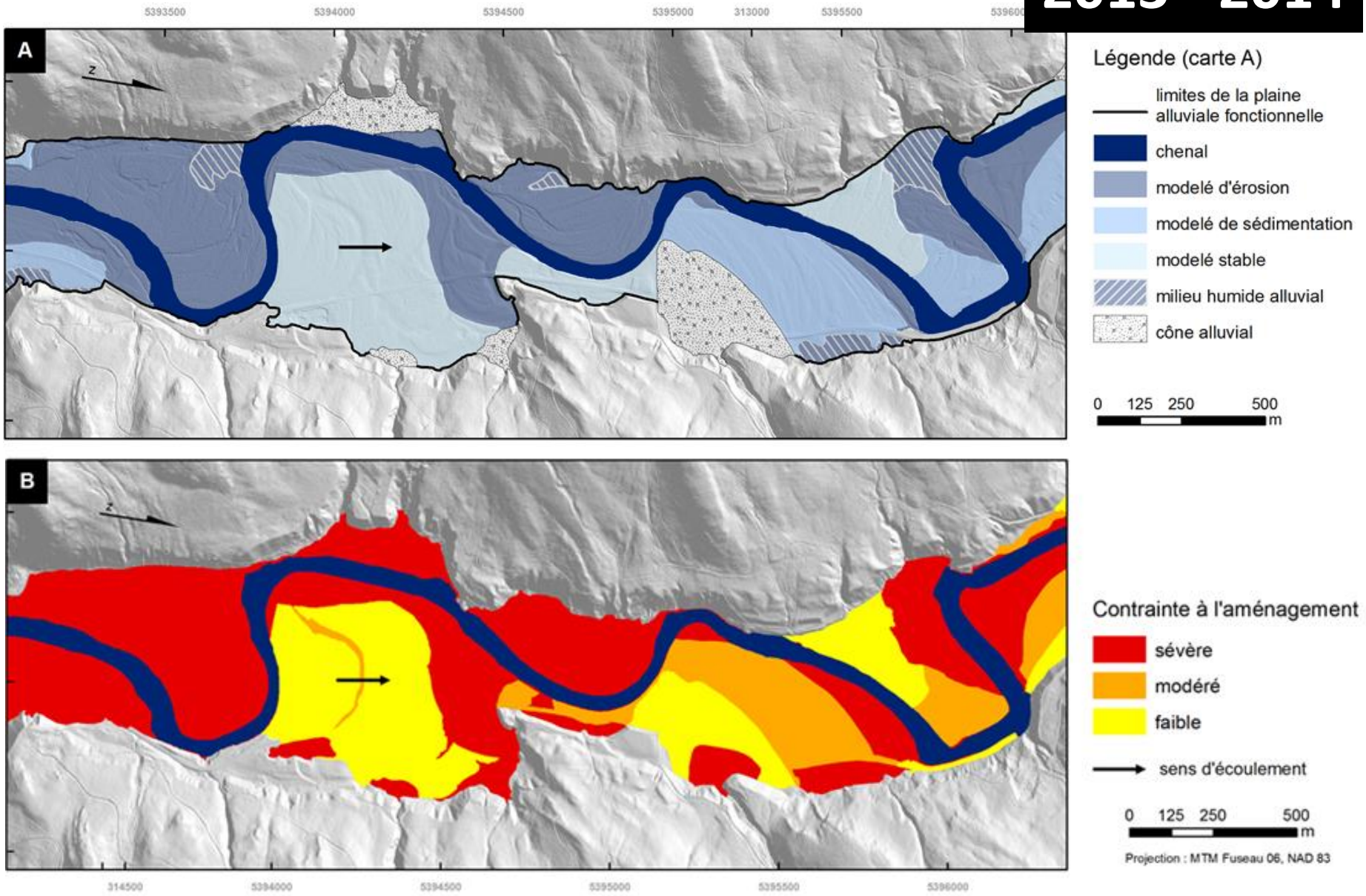
Tableau III : Intégration des approches méthodologiques pour la cartographie de l'aléa d'inondation et l'application de cadres normatifs pour l'aménagement du territoire

Approches méthodologiques		Interprétation des processus		Contrainte à l'aménagement
		fréquence	puissance	
modélisation hydraulique		0-20 ans	*	sévère
		20-100 ans	*	modéré
cartographie HGM	modelé d'érosion	↑	↑	sévère
	modelé de sédimentation	*	*	modéré
	modelé stabilisé	↓	↓	faible
	modelé glaciel	↑	*	sévère
	milieu humide riverain	↑	*	sévère
	cône alluvial	*	↑	sévère
approche historique	cicatrices glacielles[a]	↑	*	sévère

(↑ : élevé; ↓ : faible; * : variable; [a] : cote d'inondation fixée par l'élévation des cicatrices glacielles).

2. Évolution de l'approche HGM au Québec

2013 - 2014



Cartographies des modelés de la plaine alluviale de la rivière Matane et des zones de contrainte à l'aménagement (B) qui leur sont associées. Source : Demers et al., 2014.

2. Évolution de l'approche HGM au Québec

2013 - 2014

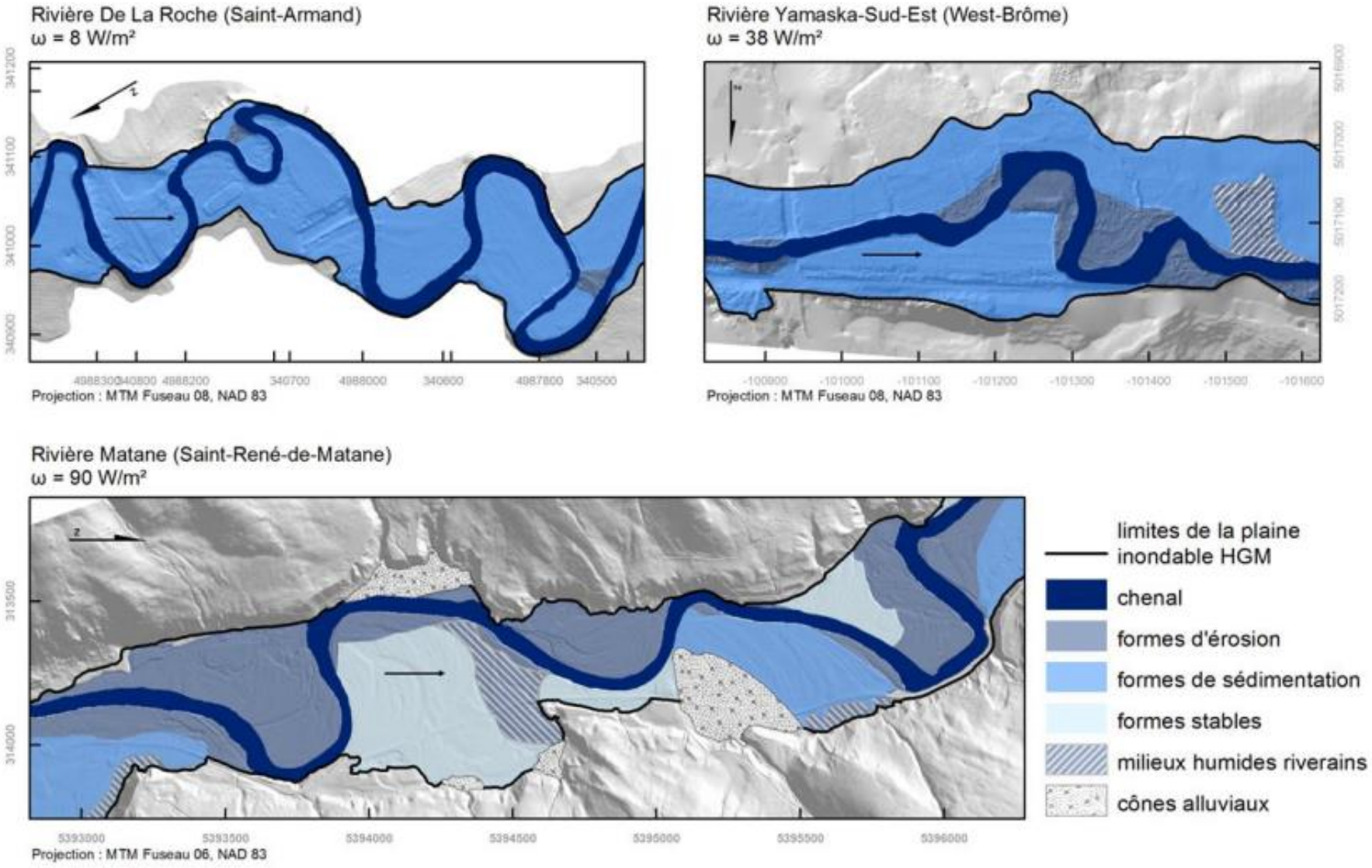


Figure 4.10 Exemples de cartographies hydrogéomorphologiques appliquées aux rivières de la Roche, Yamaska Sud-Est et Matane.

Biron et al. 2013

3. Exemples d’intégrations législative et institutionnelle

3. Exemples d'intégrations législative et institutionnelle

2014

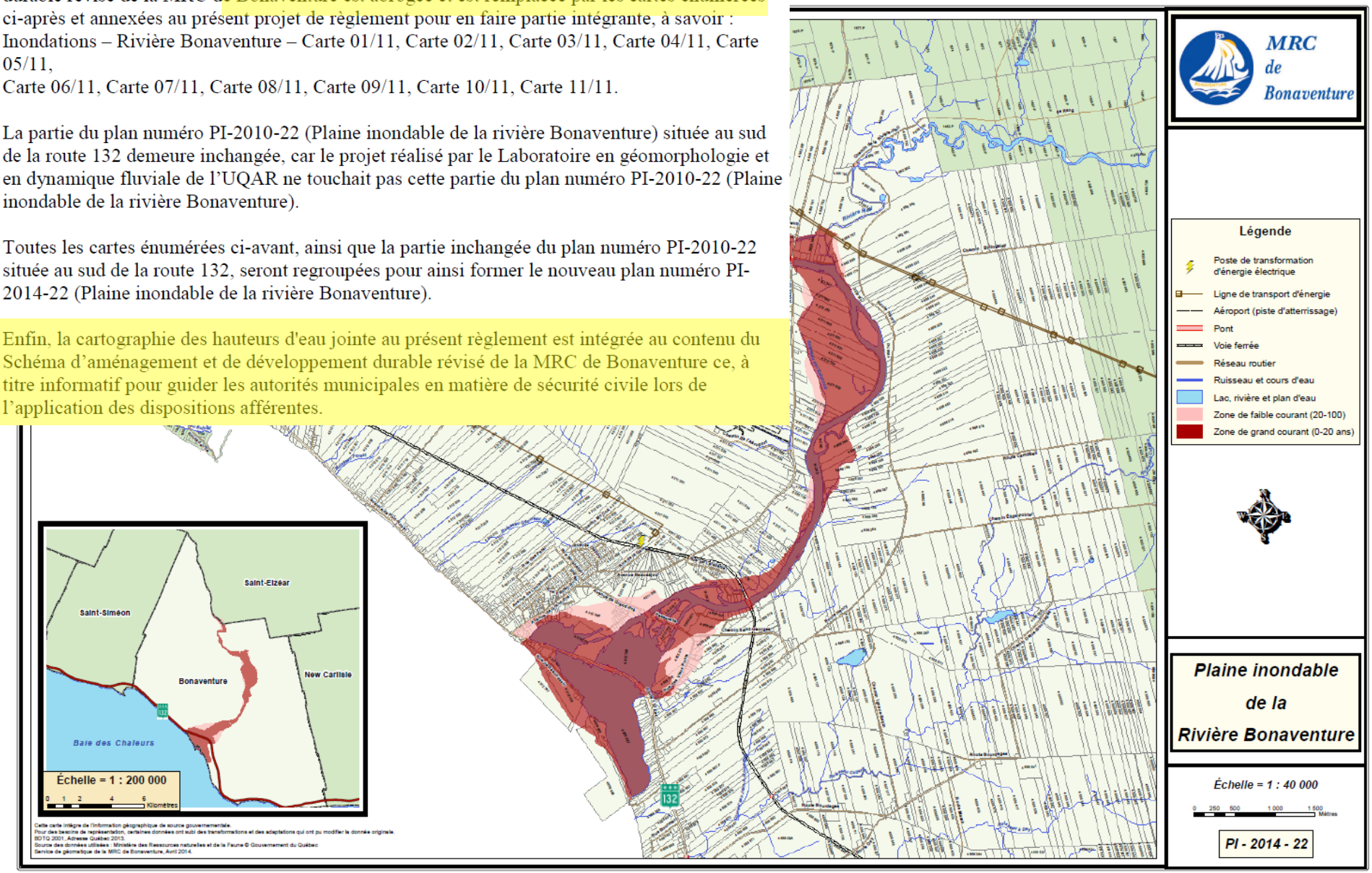
Article 3

La partie située au nord de la route 132 du plan numéro PI-2010-22 (Plaine inondable de la rivière Bonaventure) faisant partie intégrante du Schéma d'aménagement et de développement durable révisé de la MRC de Bonaventure est abrogée et est remplacée par les cartes énumérées ci-après et annexées au présent projet de règlement pour en faire partie intégrante, à savoir :
Inondations – Rivière Bonaventure – Carte 01/11, Carte 02/11, Carte 03/11, Carte 04/11, Carte 05/11,
Carte 06/11, Carte 07/11, Carte 08/11, Carte 09/11, Carte 10/11, Carte 11/11.

La partie du plan numéro PI-2010-22 (Plaine inondable de la rivière Bonaventure) située au sud de la route 132 demeure inchangée, car le projet réalisé par le Laboratoire en géomorphologie et en dynamique fluviale de l'UQAR ne touchait pas cette partie du plan numéro PI-2010-22 (Plaine inondable de la rivière Bonaventure).

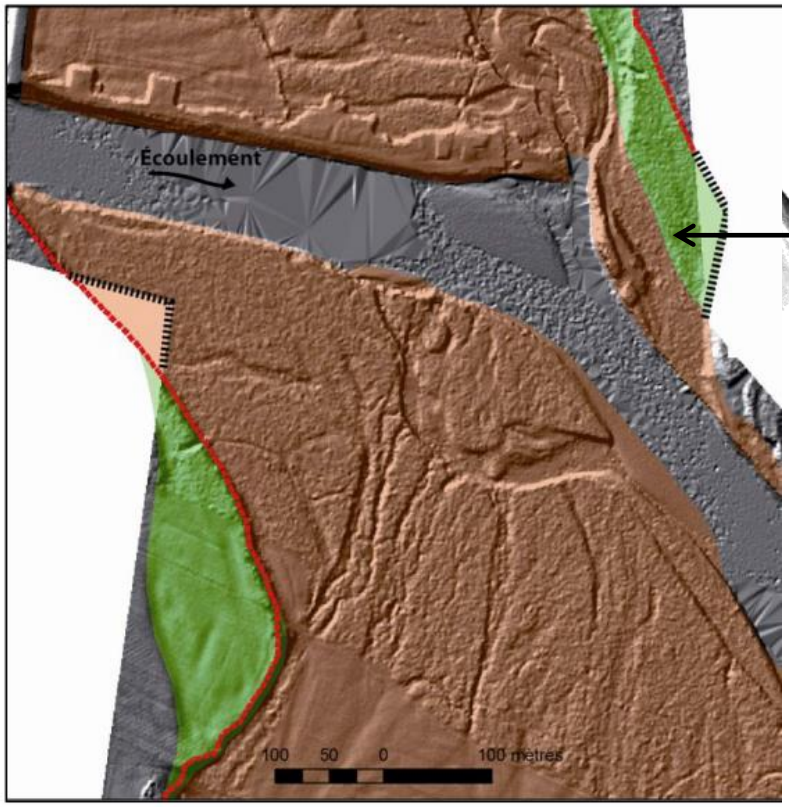
Toutes les cartes énumérées ci-avant, ainsi que la partie inchangée du plan numéro PI-2010-22 située au sud de la route 132, seront regroupées pour ainsi former le nouveau plan numéro PI-2014-22 (Plaine inondable de la rivière Bonaventure).

Enfin, la cartographie des hauteurs d'eau jointe au présent règlement est intégrée au contenu du Schéma d'aménagement et de développement durable révisé de la MRC de Bonaventure ce, à titre informatif pour guider les autorités municipales en matière de sécurité civile lors de l'application des dispositions afférentes.

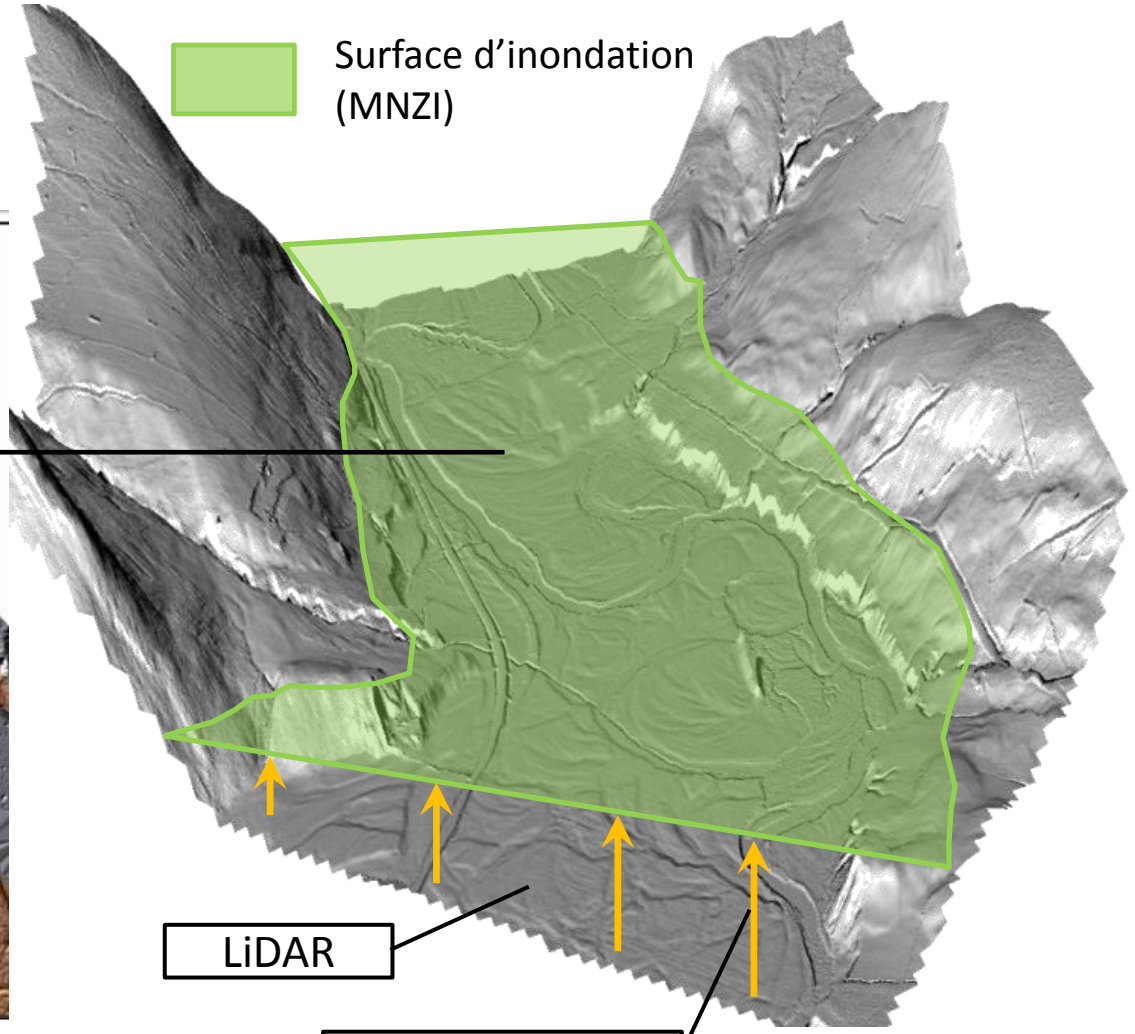


2014

Modelé d'érosion

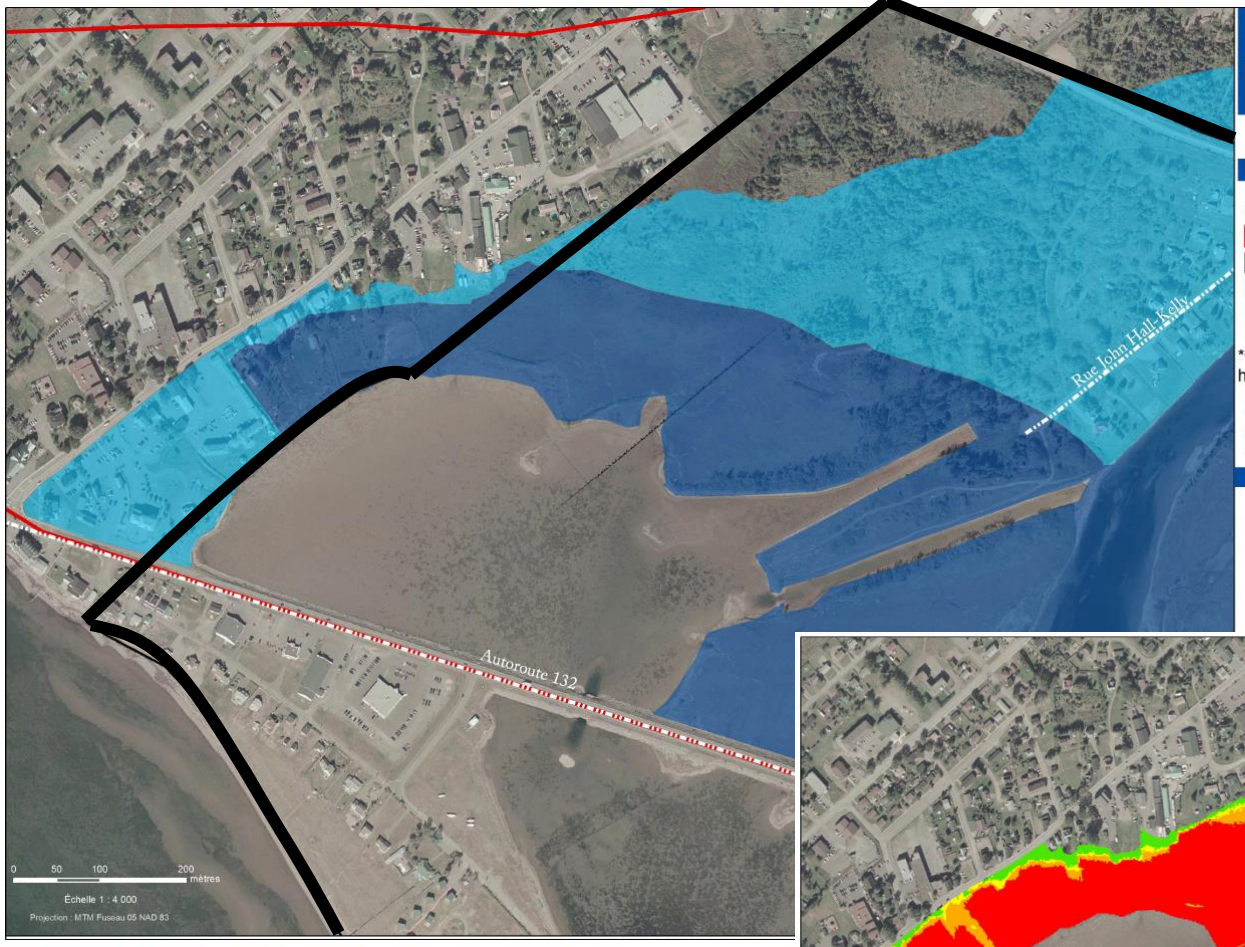


Surface d'inondation (MNZI)



Marchand et al. (2014).

2014



INONDATIONS
Rivière Bonaventure

Carte 01/11

Symbologie

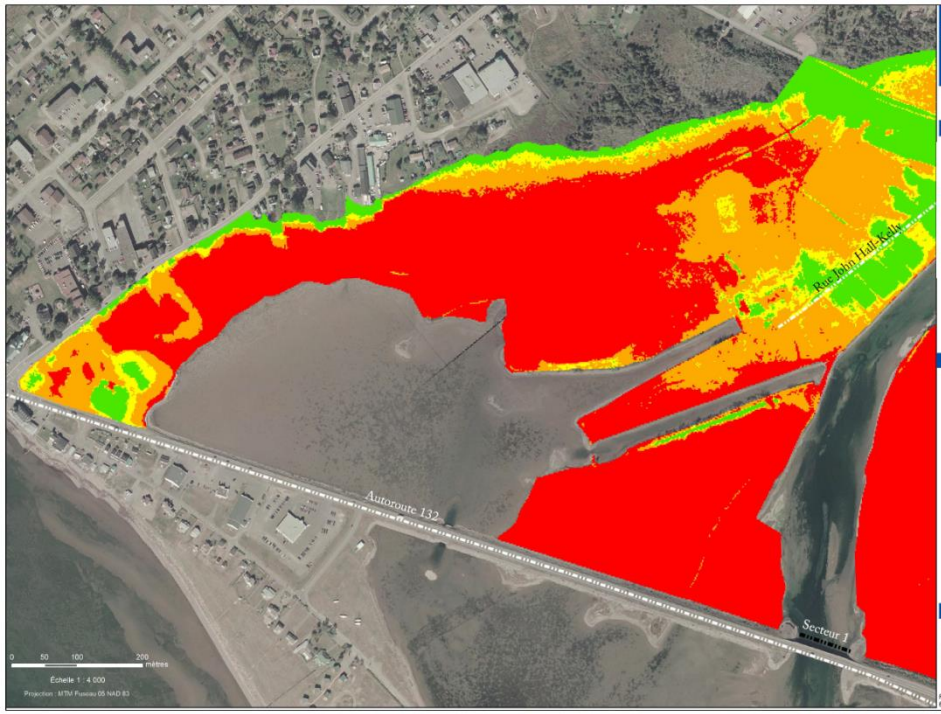
- Limite de secteur
- Encaissant
- Pinceau large
- Zone 1_GCHG*
- Zone 2_FCHG*

*Grands et faibles courants hydrogéomorphologiques

Le fond de carte est une mosaïque de 2009 de 0,20m² de résolution

Localisation





HAUTEUR D'EAU
Rivière Bonaventure

Carte 01/11

Symbologie

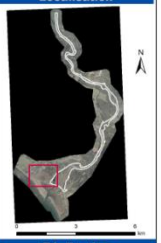
- Limite de secteur

Hauteur d'eau

- 1 m et plus
- entre 0,5 et 1 m
- entre 0,3 et 0,5 m
- moins de 0,3 m

Le fond de carte est une mosaïque de 2009 de 0,20m² de résolution

Localisation



Réalisation

Laboratoire en géomorphologie et dynamique fluviale

UQAR

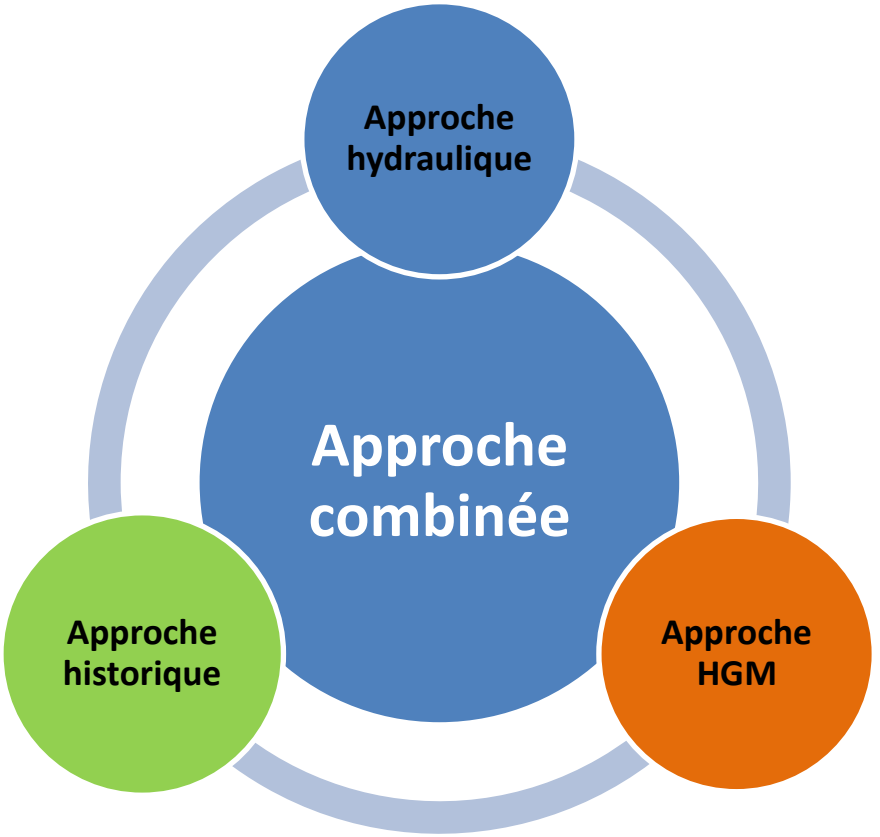
Réalisation : Jean-Philippe Marchand, UQAR, 6 janvier 2014

Marchand et al. (2014).

3. Exemples d'intégrations législative et institutionnelle

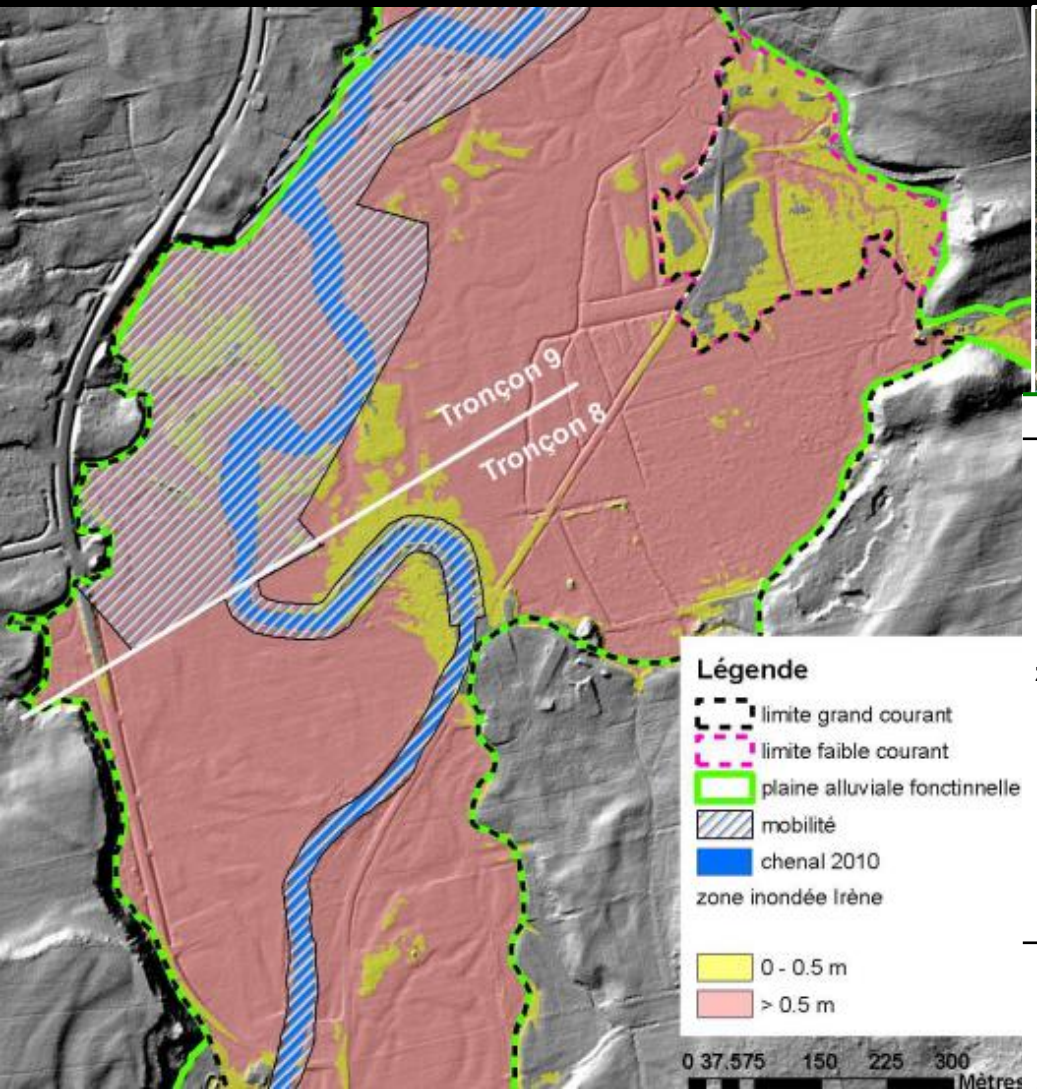
2015

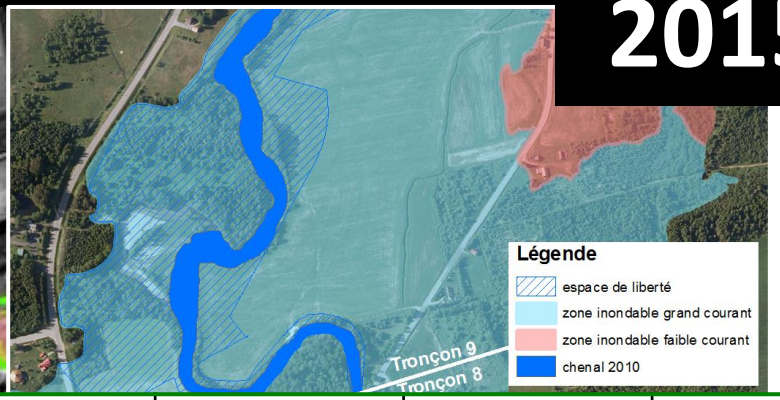




Intégratrice → spécifique

3. Exemples d'intégrations législative et institutionnelle



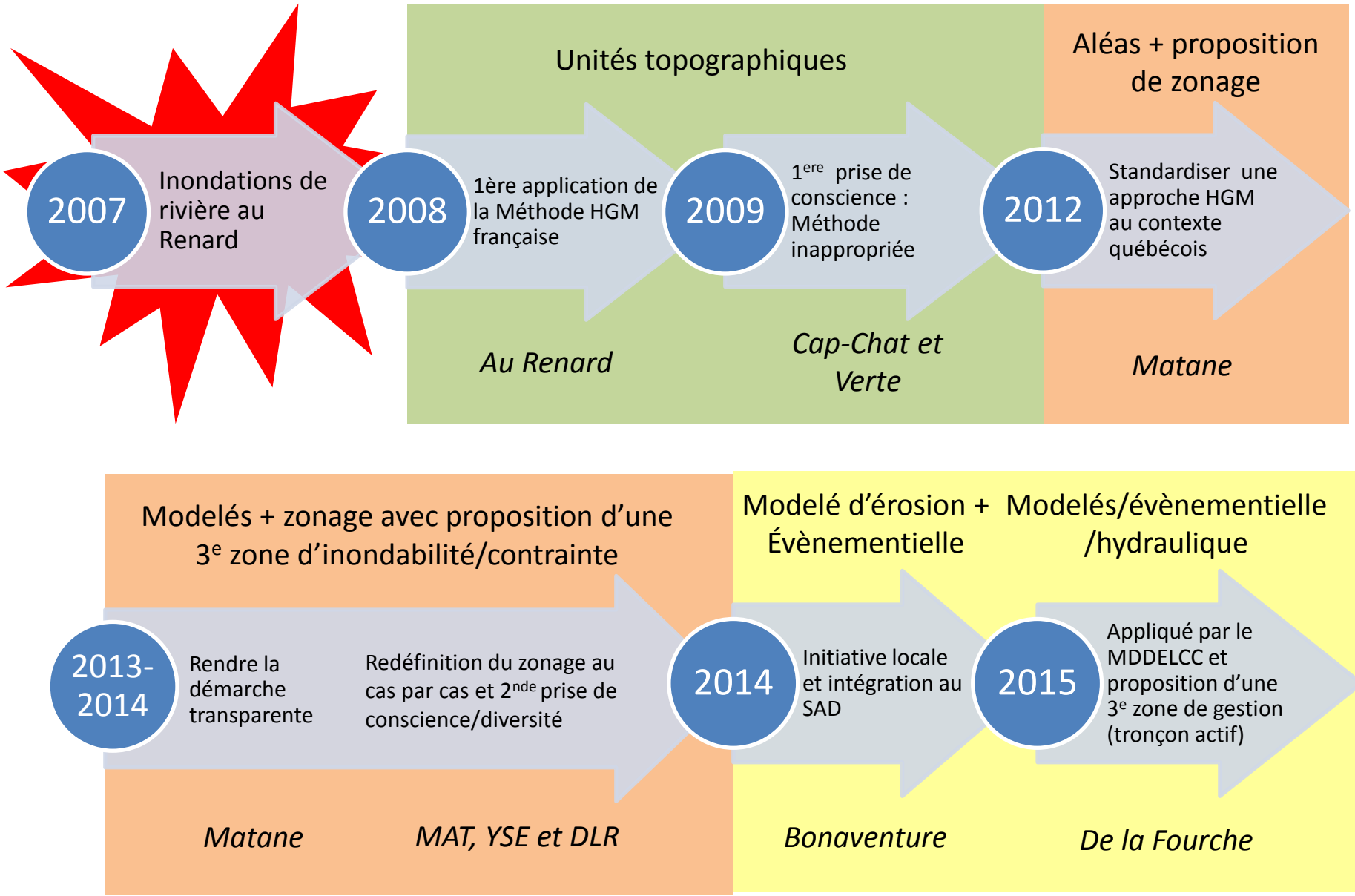


	Tronçons actifs	Tronçons stables	Tronçons sans MNE
Zone de grand courant	Espace de mobilité + PAF avec modelés indicatifs de courants dynamiques + Milieux humides + Zone inondée par la crue Irène (niveau eau > 0,5 m[1])	Zones inondables simulées de récurrence 20 ans + Zone inondée par la crue Irène (niveau eau > 0,5m[1])	Espace de mobilité + PAF
Zone de faible courant	Zone inondée par la crue Irène* (niveau eau < 0,5 m[1]) + PAF sans modelés**	Zone inondée par la crue Irène * (niveau eau < 0,5 m[1]) + PAF sans modelés**	
Espace de liberté	Espace de mobilité		

Hydrogéomorphologique
Évènementielle
Hydraulique

D'après MDDELCC (2015).

Pour conclure :



Pour conclure :

Depuis 2015

- Poursuite de l'application de l'approche HGM à travers le concept d'espace de liberté

- Développement d'un diagnostic HGM

- Transfert d'expertise HGM vers le secteur privé

Projet découlant du PACC 2013-2020 et financé par le Fonds vert, avec la participation du ministère de la sécurité Publique

Références

- Ballais J. L., Chave S., Dupont N., Masson É. et Penven M.J. (2011b) La méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables. *Physio-Géo*, vol. 5 (2011), Varia 2011, 168 p.
- Demers S., Olsen T. et Dubé J. (2012) La cartographie des zones inondables par une approche hydrogéomorphologique : Volume 2 Guide méthodologique. Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique du Québec, 32 p.
- Demers S., Olsen T., Buffin-Bélanger T., Marchand J.-P., Biron P. et Morneau F. (2014) L'hydrogéomorphologie appliquée à la gestion de l'aléa d'inondation en climat tempéré froid : l'exemple de la rivière Matane (Québec). *Physio-Géo*, vol. 8 (2014), Varia 2014, pp. 67-88
- Demers S. (2015) Communication personnelle. Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale, Département de biologie, chimie et géographie, Université du Québec à Rimouski.
- Lelièvre M.-A., Buffin-Bélanger T. et Morneau F. (2008) L'approche hydrogéomorphologique pour la cartographie des zones à risque d'inondation dans les vallées de petites et moyennes tailles : un exemple commenté pour la vallée de la Rivière-au-Renard. In: Locat J., Perret D., Turmel D., Demers D. et Leroueil S. 2008. Comptes rendus de la 4e Conférence canadienne sur les géorisques: des causes à la gestion. Proceedings of the 4th Canadian Conference on Geohazards : From Causes to Management. Presse de l'Université Laval, Québec, 594 p.
- Marchand J.-P., Didier D., Buffin-Bélanger T. et Bernatchez P. (2014b) Cartographie des zones inondables et des zones de submersion à l'aide d'une méthode hydrogéomorphologique pour le secteur de la rivière Bonaventure. Rapport de recherche remis à la municipalité de Bonaventure, 82 p.
- MDDEFP (2014) - Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, R.L.R.Q. c. Q-2, r.35 dans le cadre de la Loi sur la qualité de l'environnement (R.L.R.Q., c. Q-2). Ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs. Publications du Québec, Québec.
- MDDELCC (2015) Détermination des zones inondables par une approche combinée – Rivière de la Fourche. Direction de l'expertise hydrique, Québec, DEH 4132-0231-05-1401, 83 p. et 7 annexes.
- Biron, P., Buffin-Bélanger, T., Larocque, M., Demers, S., Olsen, T., Ouellet, M. A., Choné, G., Cloutier, C. A. et Needelman, M. (2013) Espace de liberté: Un cadre de gestion intégrée pour la conservation des cours d'eau dans un contexte de changements climatiques. Rapport remis à Ouranos. 122 pages + annexes.
- Demers S., Dubé J. et Olsen T. (2009) Application de l'approche hydrogéomorphologique pour l'évaluation des aléas fluviaux dans des tronçons de la rivière Cap-Chat et de la rivière Verte en Gaspésie. Réalisé par l'équipe de recherche en dynamique fluviale de l'université du Québec à Rimouski. Rapport remis au Service de l'atténuation des risques, Ministère de la Sécurité publique. 52 p. + annexes.