

Les embâcles de glace :

acquisition de données de base (fréquence, intensité, localisation, impacts) à partir d'une approche éco-géomorphologique : le cas de la rivière Mistassini.

Étienne Boucher,
professeur, dept géographie, UQAM, GEOTOP

Stéphanie Morin
Annie Lagadec
Candidates à la Maîtrise en géographie, UQAM

Au printemps 2011

LE SUD DU QUÉBEC EST INONDÉ...



Faut vraiment que je fasse qqchose... mais quoi?



Au printemps 2011

**D'AUTRES RÉGIONS CONNAISSENT
AUSSI DE GRAVES PROBLÈMES
D'INONDATIONS...**

**... SAGUENAY LAC-ST-JEAN
(RIVIÈRE MISTASSINI)**

Cadre régional

Rivière
Mistassini (BV=9870 km²)

Lac St-Jean

20 km



Rivière Mistassini, mai 2011. Une situation d'alerte!!! (peu médiatisée)

Mise à jour le vendredi 5 mai 2011 à 17 h 01 HAE

Commenter 0 Partager 13



Un embâcle s'est formé sur la rivière Mistassini

La Ville de Dolbeau-Mistassini est toujours sur un pied d'alerte, craignant que l'embâcle de quatre kilomètres sur la rivière Mistassini cède et cause des inondations au nord-ouest de la municipalité.

Des policiers et pompiers ont averti les occupants de la dizaine de résidences situées dans la zone inondable des risques d'inondations.

Les responsables des travaux publics de Dolbeau-Mistassini et la Sûreté du Québec ont instauré une vigile du secteur où se trouve la prise d'eau de la municipalité.

L'embâcle a déjà entraîné le rehaussement du niveau de la rivière Mistassini dans les secteurs de Girardville et d'Albanel, causant d'importants dégâts.



Dans la municipalité d'Albanel, l'eau entoure toujours cinq résidences et une quinzaine de chalets des chemins Dumais et des Eaux Vives.

La municipalité empêche les résidents touchés de se rendre constater les dommages. Les autorités ignorent quand les familles évacuées pourront rentrer chez elles.

Images aériennes de la rivière Mistassini, à Albanel.
© Isabelle Fodry

L'ACTUALITÉ EN DIRECT

 Legault: il faut poser une date limite, ce lundi, pour mettre fin au conflit.
Basant Paggi
[Twitter](#)

 Les États-Unis sont « perturbés par les images de violences policières contre des manifestants pacifiques » en Russie et par la vague d'arrestations qui a eu lieu, a indiqué mardi le département d'État. Avec **AFP**
par La Presse le 05/05/2011

[Afficher en mode plein écran](#)

PUBLICITÉ



Et vous pourriez recevoir un cadeau de bienvenue de 100 \$ par chèque.

[Obtenez une soumission auto](#)

Voir les conditions d'éligibilité

DANS L'ACTUALITÉ

SAGUENAY-LAC-SAINTE-ANNE

Cours de natation obligatoires : une recommandation iréaliste

Des vœux de cuivre s'attaquent à des immeubles en construction

Embâcles sur la rivière Mistassini

Mai 2011

Une vingtaine de maisons détruites à Girardville et Albanel

Évacuation urgente des riverains

Pas d'alerte préventive



Impacts sur l'environnement



Impacts sur l'environnement



Impacts sur les habitations / infrastruct



Impacts sur les habitations / infrastruct



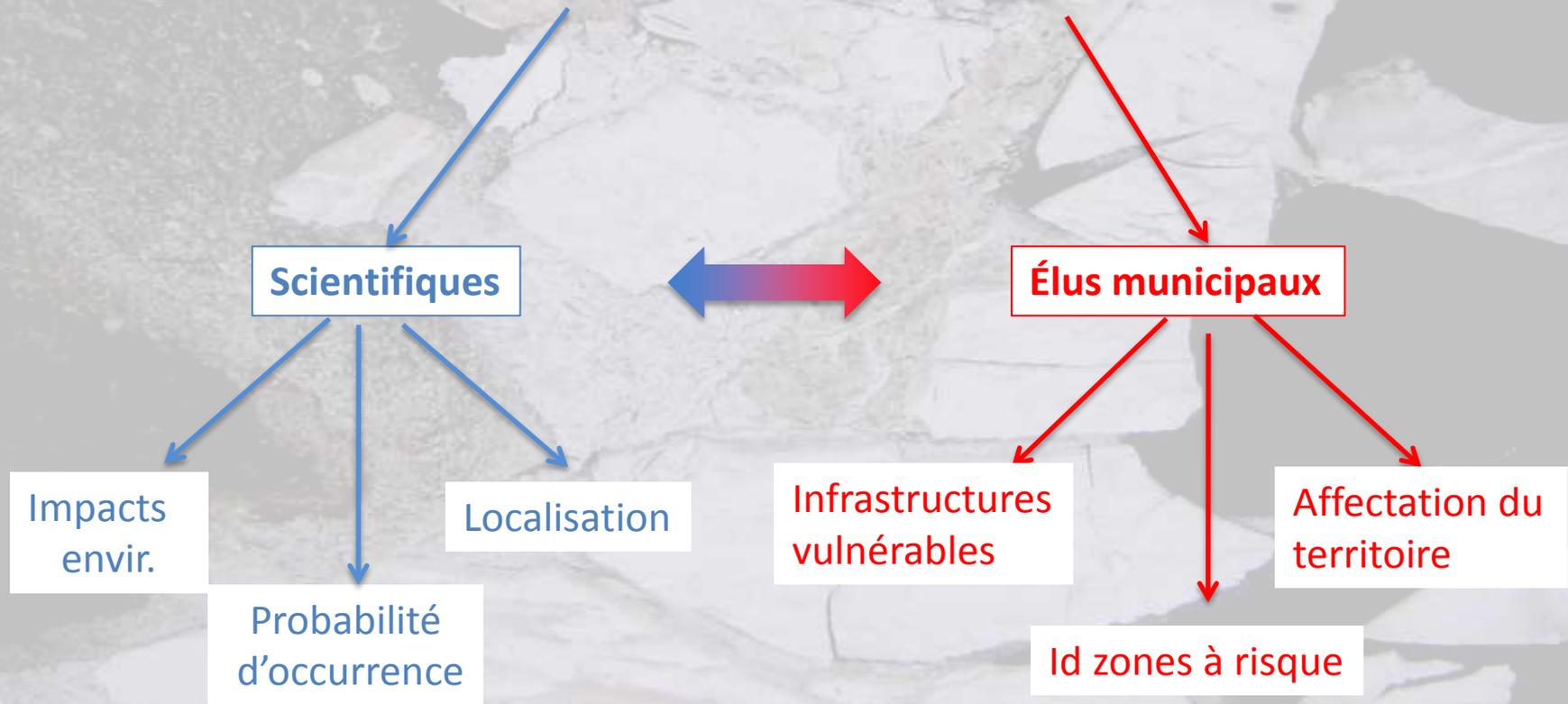
Les embâcles sur la Mistassini

Un phénomène *inévitable*...,
...mais dont le risque est *gérable*!

Gestion du risque = optimale si elle est appuyée
par de la *connaissance scientifique*

Risque d'inondation par embâcle

Risque = aléa * vulnérabilité



Objectif principal du projet

Acquérir des **connaissances scientifiques de base** sur les embâcles de glace, de manière à permettre une meilleure gestion du risque associée aux embâcles

Objectifs de recherche

Objectif 1

Où les embâcles se produisent-ils?

Objectif 2

Quand les embâcles se produisent-ils?

Objectifs de recherche

Objectif 1

Où à les embâcles se produisent-ils?

Tronçon fluvial

Morphologie

Infrastructures

Facteurs aggravants

Embâcles

Prédiction spatiale des embâcles

Dislocation
mécanique

Disponibilité de la
glace

Hydrogramme de
crue

Prédiction temporelle
des embâcles

Conditions
hydrométéorologiques

Objectif 2

Quand les embâcles se produisent-ils?

Obstacles à l'avancement de la connaissance

- **Aucune donnée sur les variations spatiales et temporelles** associées aux embâcles, et permettant de:
 - 1) **localiser** les embâcles récents et anciens
 - 2) connaître les variations dans **la fréquence et l'intensité** de ces événements
 - 3) connaître les **conditions hydrométéorologiques** associées au déclenchement des événements
 - 4) décrire et localiser **l'impact environnemental** associé aux événements
 - 5) évaluer le **risque d'inondation** par embâcle

L'approche dendrochronologique

- L'approche dendrochronologique permet **d'utiliser les arbres comme « témoins du passé »**



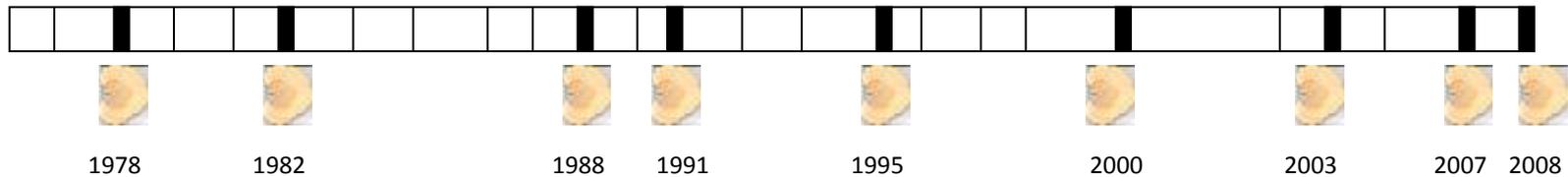
- Les dommages faits aux arbres (cicatrices) lors des crues par embâcles peuvent être datés avec les **cernes de croissance**



- Cette technique permet de **dater** et de **spatialiser** les événements d'embâcles passés

Dates, fréquence et intensité des embâcles

Reconstitués indirectement par dendrochronologie



Chronologie: 1978, 1982, 1988, 1991, 1995, 2000, 2003, 2007, 2008

Fréquence = Nb événements / période

$$= 9 \text{ ans} / (2008 - 1975) = 0,27 \text{ événements an}^{-1}$$

$$= 0.27 = 1 \text{ événement chaque } 3 \text{ ans}$$

Intensité = Hauteur des événements

L'approche géomorphologique

Permet de définir une **typologie** des types de berges

Rend possible l'**interprétation des processus** qui ont contribué à façonner ces berges

Permet d'identifier et de spatialiser les berges qui sont associées à un **régime d'embâcle de forte intensité**.



Le projet Mistassini



MRC de
MARIA-CHAPDELAINE

La dynamique spatio-temporelle des embâcles de la rivière Mistassini à partir d'analyse hydroclimatiques et dendrochronologiques **par Annie Lagadec**

La signature morphologique et les facteurs de prédisposition aux embâcles sur la rivière Mistassini **par Stéphanie Morin**



QUAND?

Morin, 2012



OÙ?

MRC Maria-Chapdelaine, 2011

Quand?

Quelles sont les conditions hydro-climatiques?

Problème

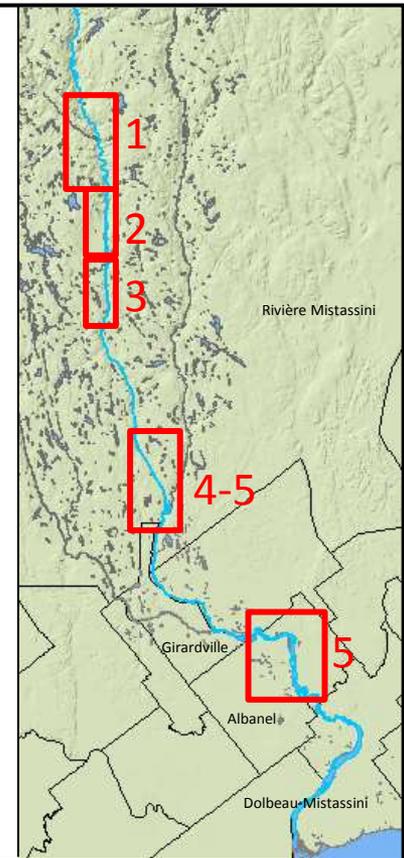
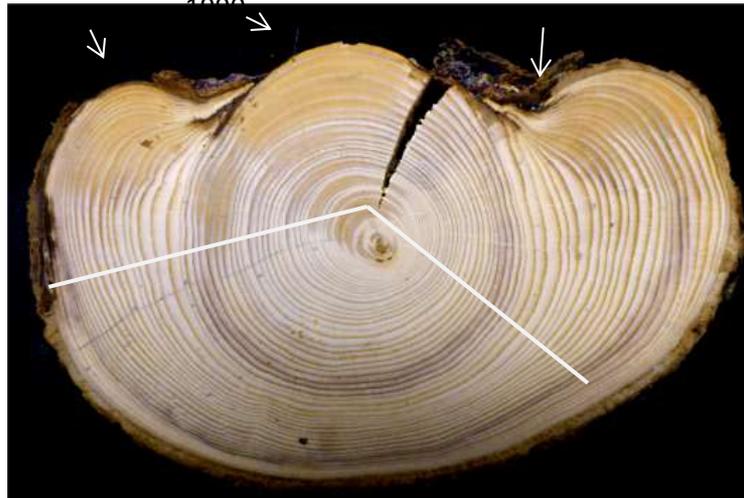
Absence de données sur la fréquence des événements

Manque de connaissances sur les causes hydro-climatiques

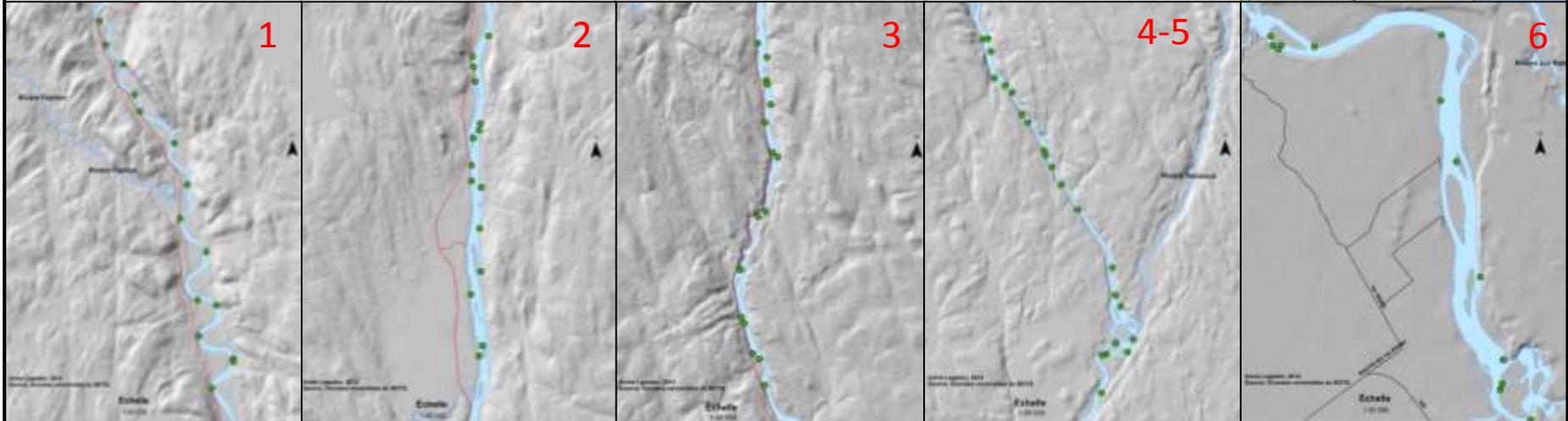


Dendrochronologie

Arbres avec des cicatrices glacielles



106 échantillons récolté sur 84 arbres répartis sur 78 km



Dendrochronologie

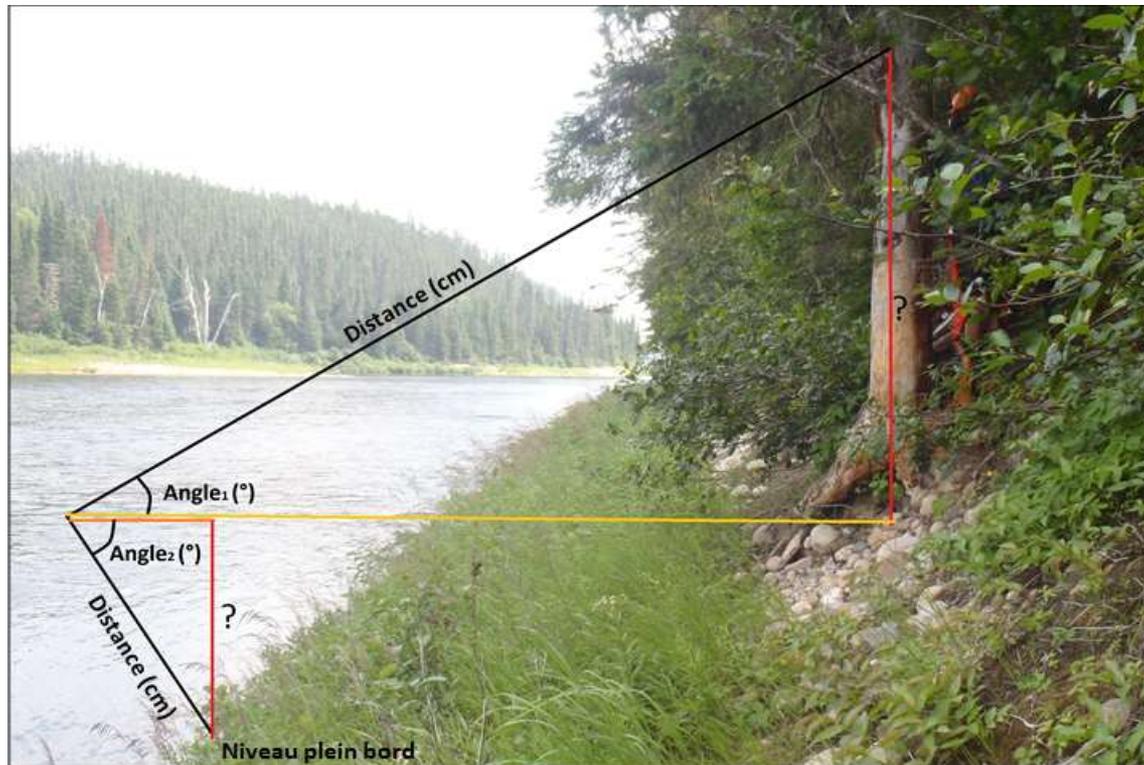
Mesure :

Tous les échantillons:

- La distance de la base de l'arbre selon le niveau plein bord
- La hauteur de l'échantillon

Tous les arbres cicatrisés par l'embâcle de 2011

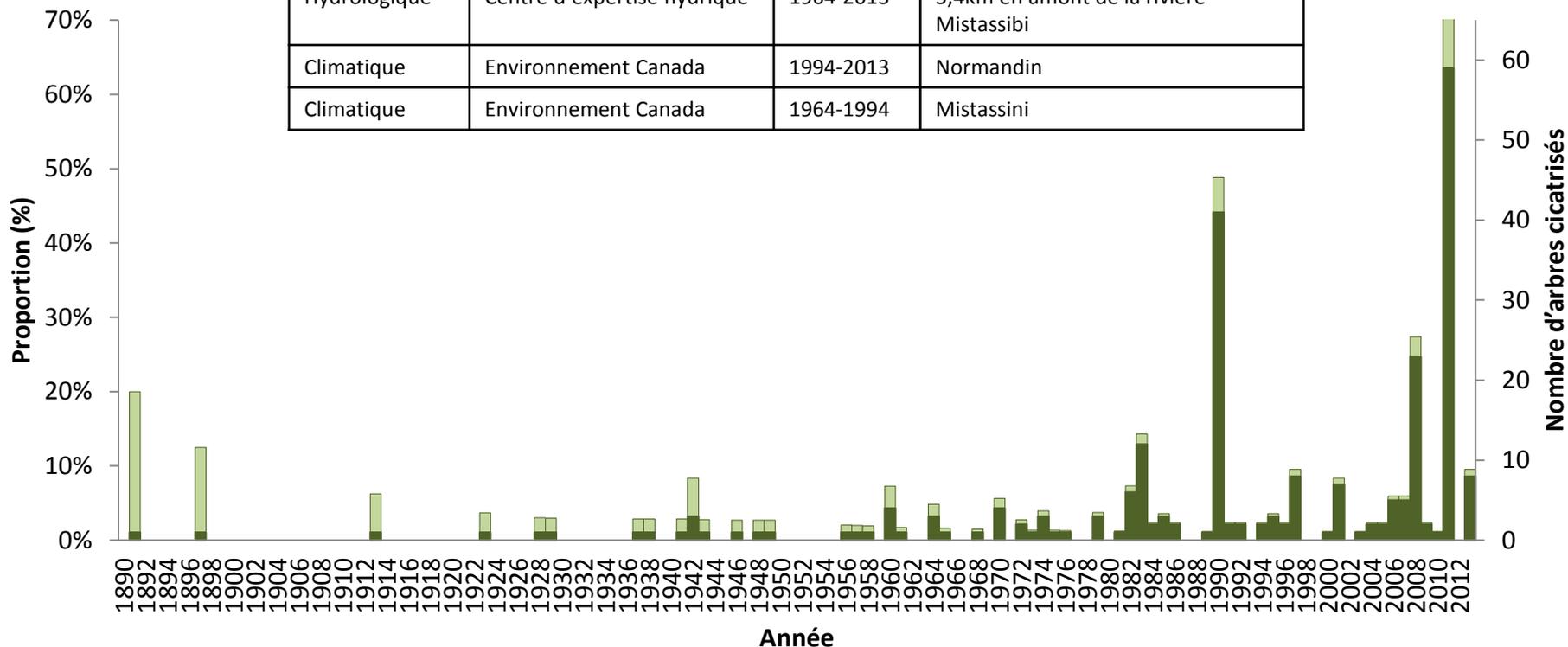
- 250 mètres pendant 50 mètres
- La hauteur maximale des cicatrices
- La distance de l'arbre selon le niveau plein bord



Proportion des arbres cicatrisés dans le BV

Les années d'embâcles sont couplées aux données hydrologiques et climatiques disponibles près de la rivière Mistassini

Catégorie	Source	période	Localisation
Hydrologique	Centre d'expertise hydrique	1964-2013	3,4km en amont de la rivière Mistassibi
Climatique	Environnement Canada	1994-2013	Normandin
Climatique	Environnement Canada	1964-1994	Mistassini



Deux scénarios menant à la formation d'embâcles

Tous les événements

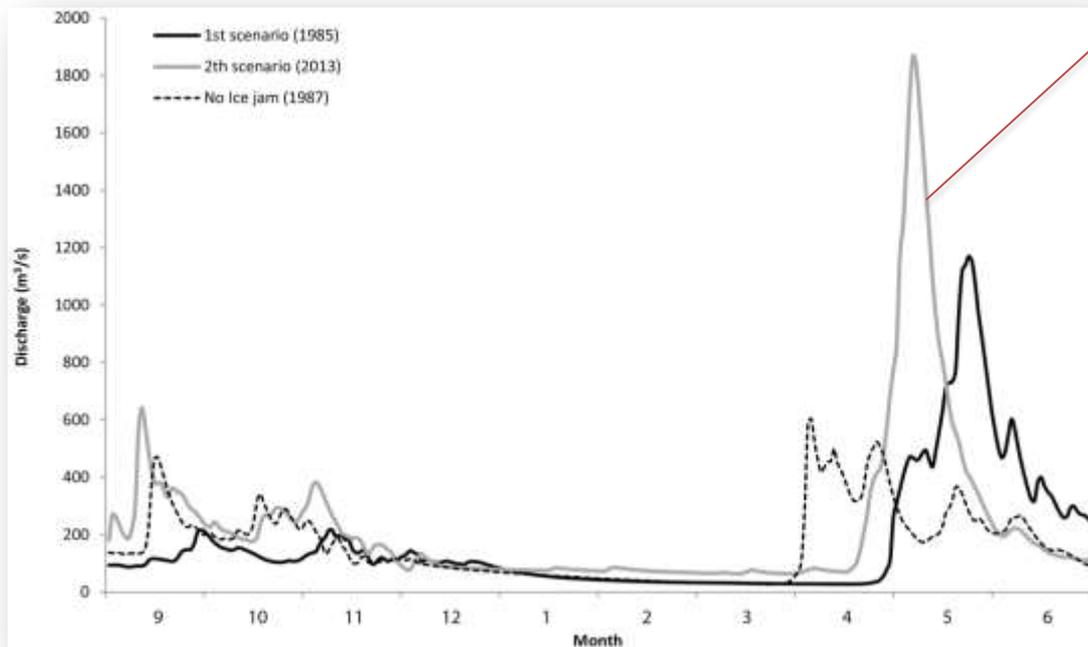
Absence	Presence
20	22

Contrôlés par les conditions de

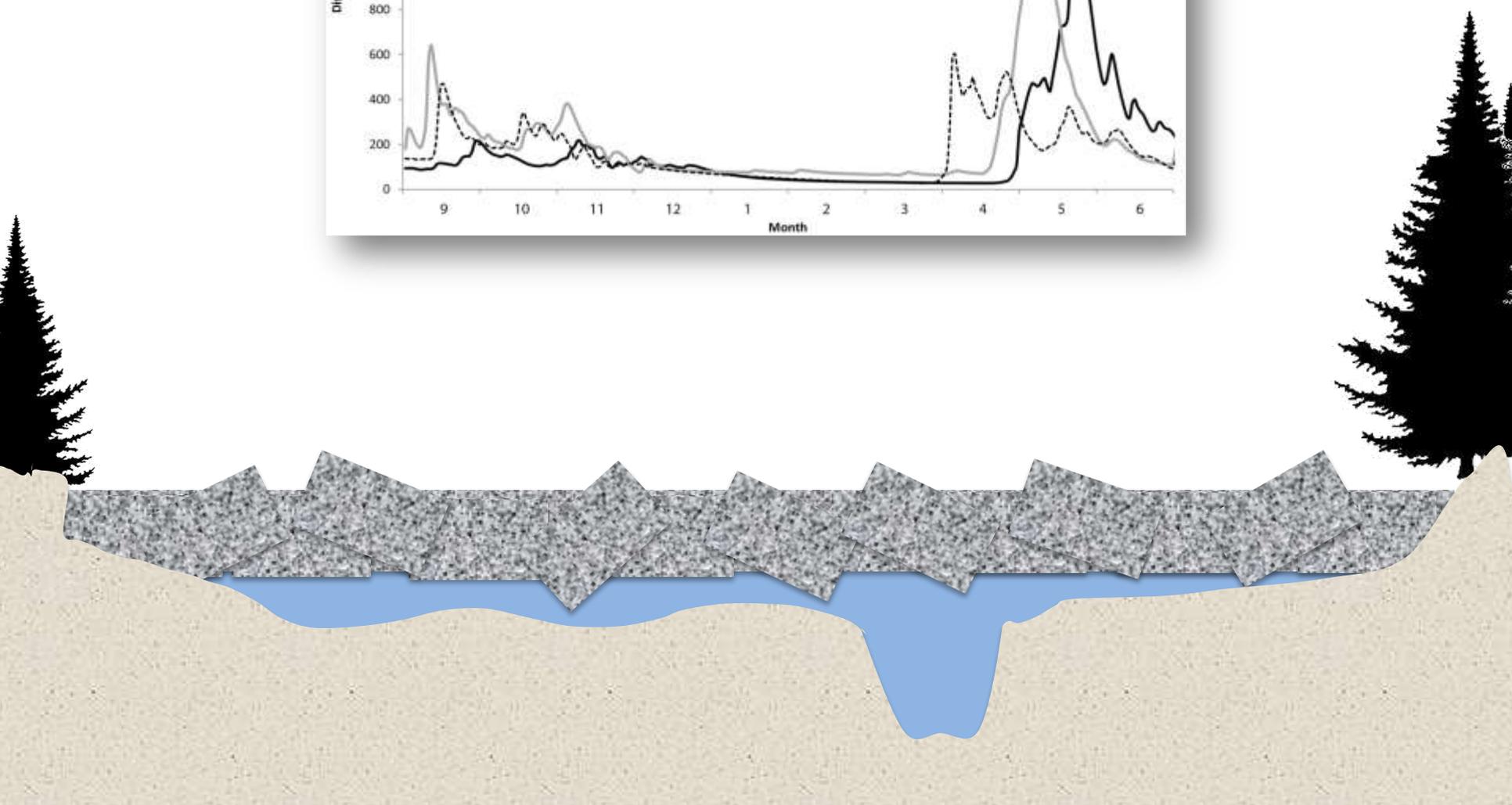
CRUE

Contrôlés par les conditions de

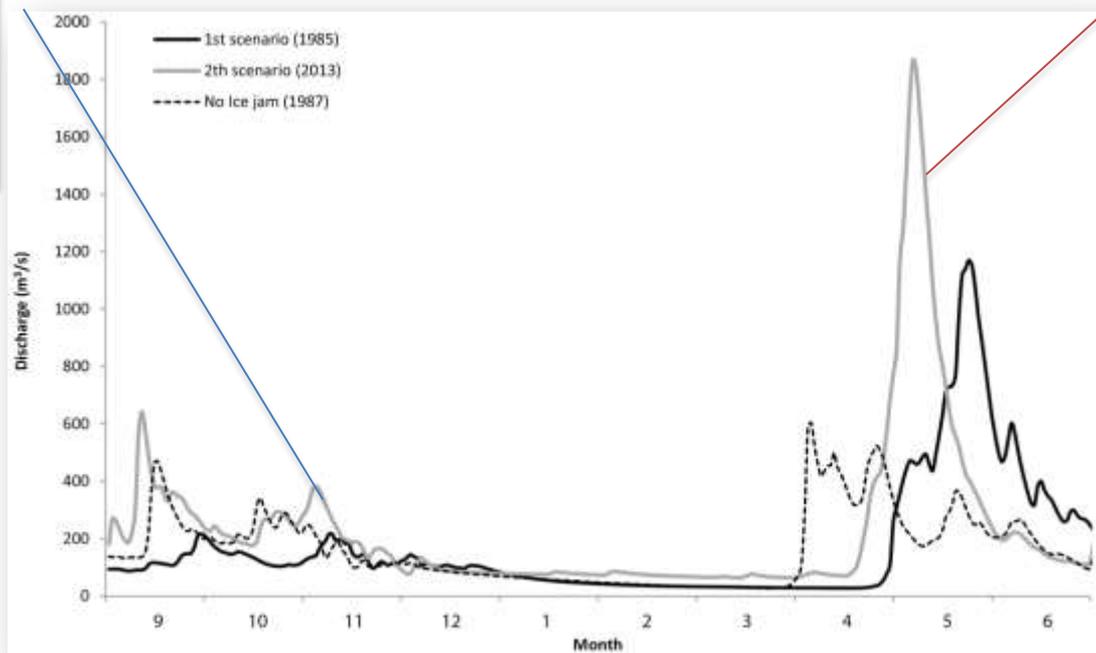
GLACE



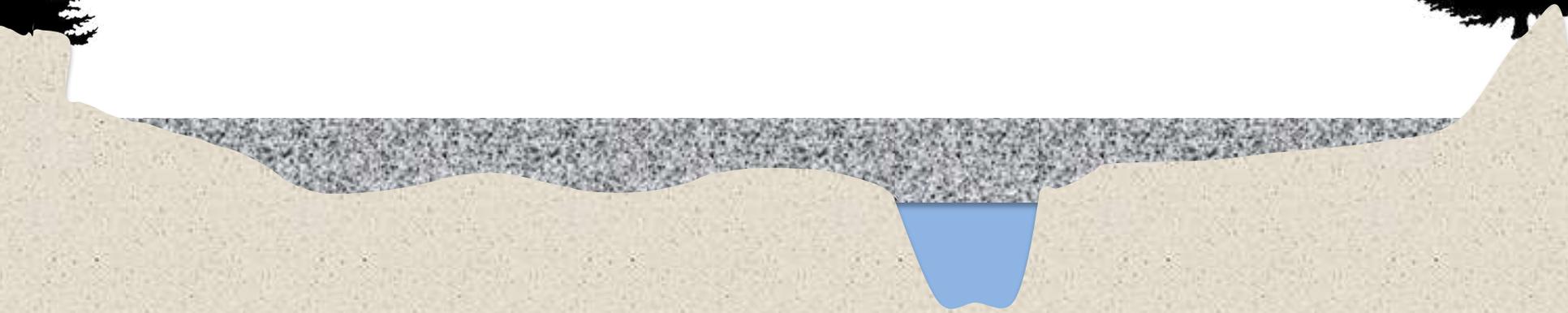
Contrôlés par les conditions de **CRUE**



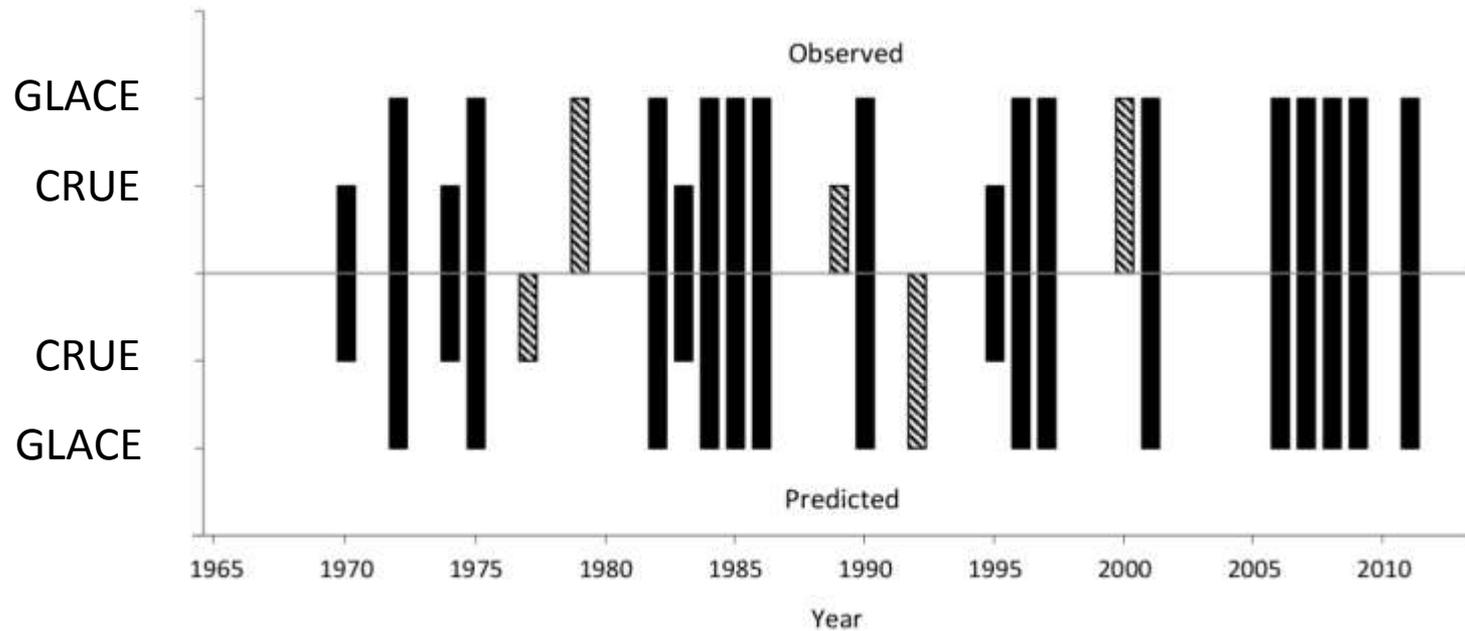
Contrôlés par les
conditions de
GLACE



Contrôlés par les
conditions de
CRUE



SUCCÈS DE PRÉDICTION



88% DES ANNÉES D'EMBÂCLES SONT BIEN PRÉDITES
(NOUS AVONS RAISON ~9 FOIS SUR 10)

Que retenir de ce travail de modélisation?

- Sur la Mistassini, **le débit d'automne** est une forme de sentinelle des processus à venir
- Lorsque les débits sont faibles, le risque d'embâcle au printemps suivant est accru
- Très grande valeur pour la gestion du risque.
- **Problème:** alors qu'on sait reconnaître les conditions hydro-climatiques associées aux embâcles, ce modèle ne nous dit toujours pas « OÙ » ces embâcles surviendront

Où?

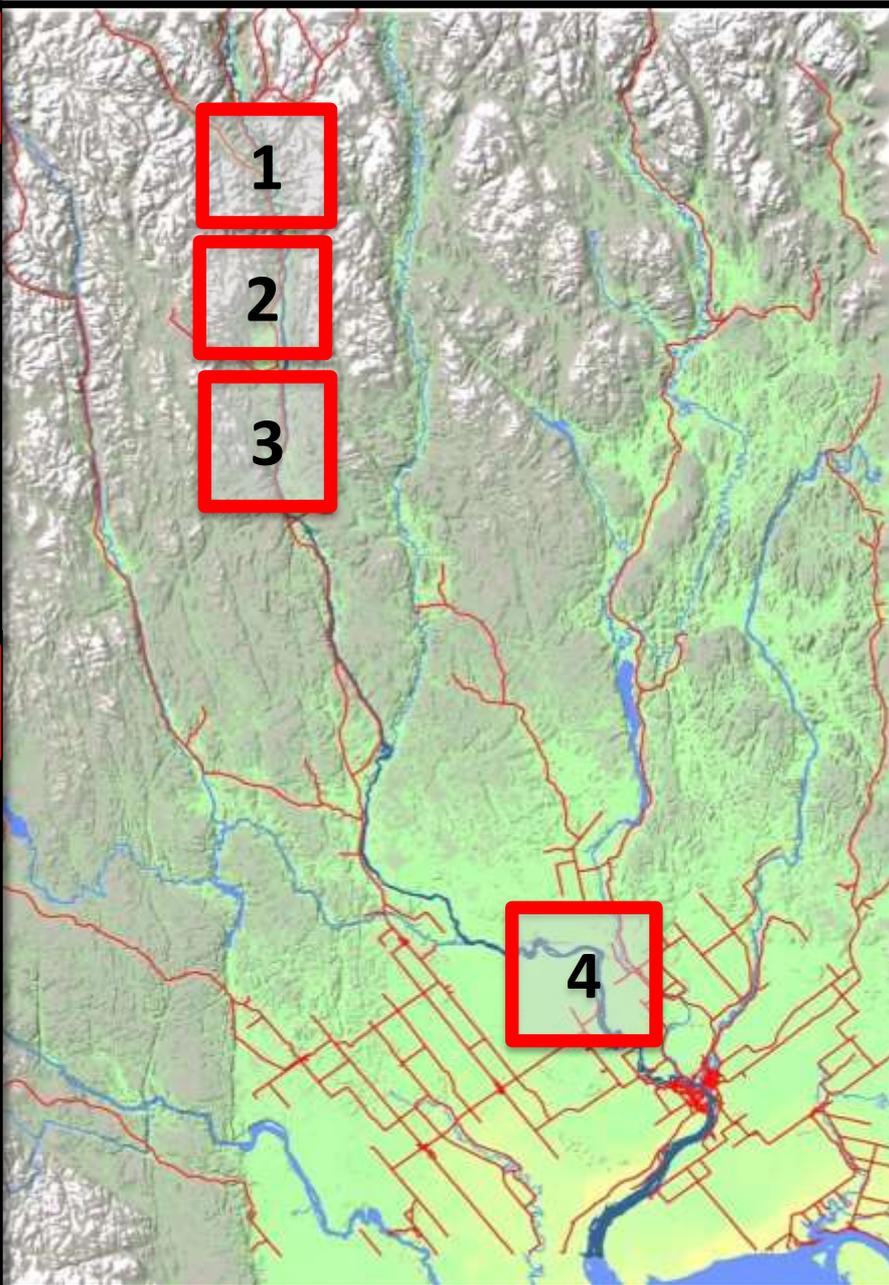
Quel est le contexte spatial?

Problème

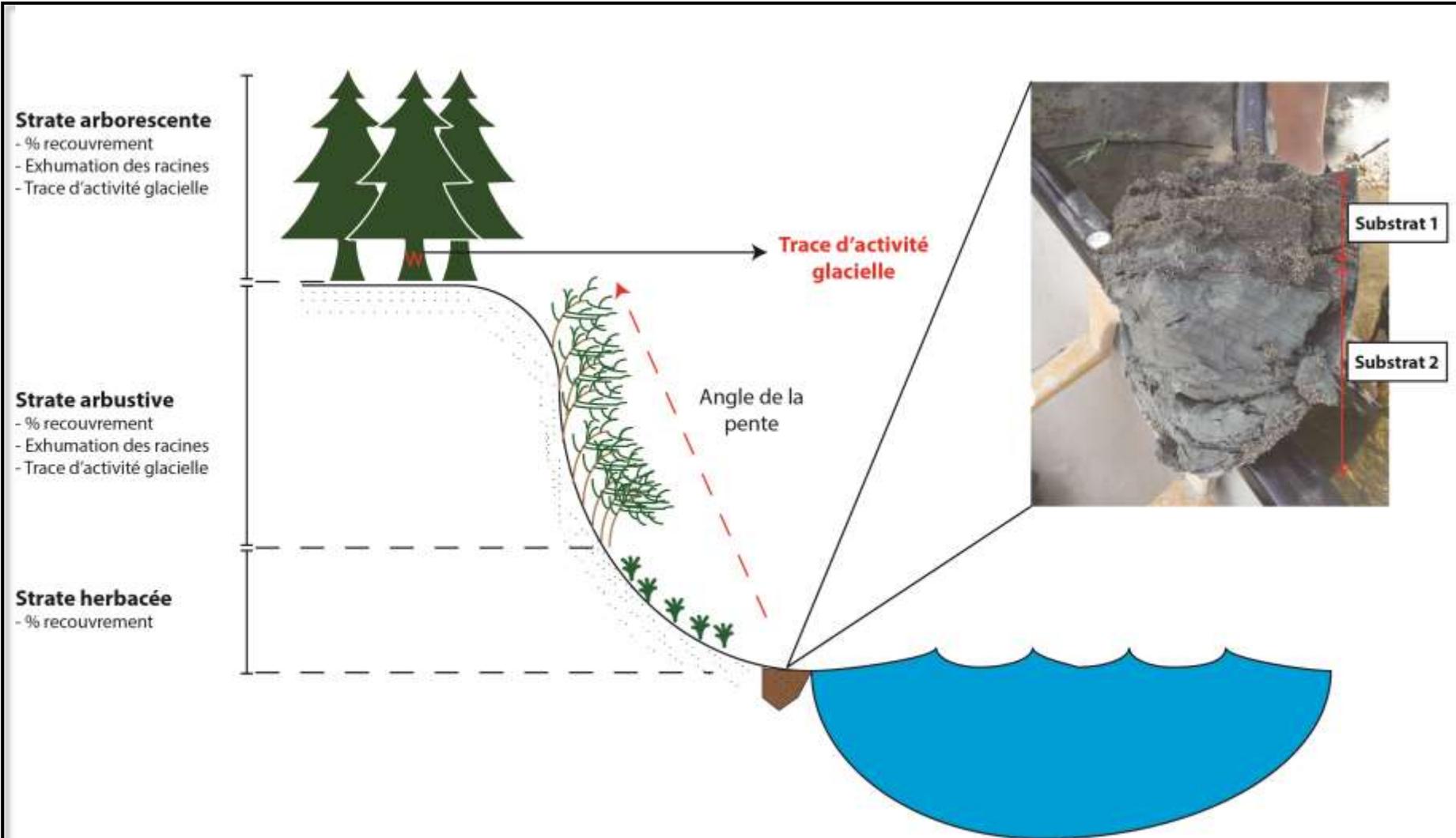
- Absence de données sur la répartition spatiale des embâcles
- Méconnaissance des causes géomorphologiques aggravant ce phénomène
- Méconnaissance des impacts géo-écologiques associés aux embâcles



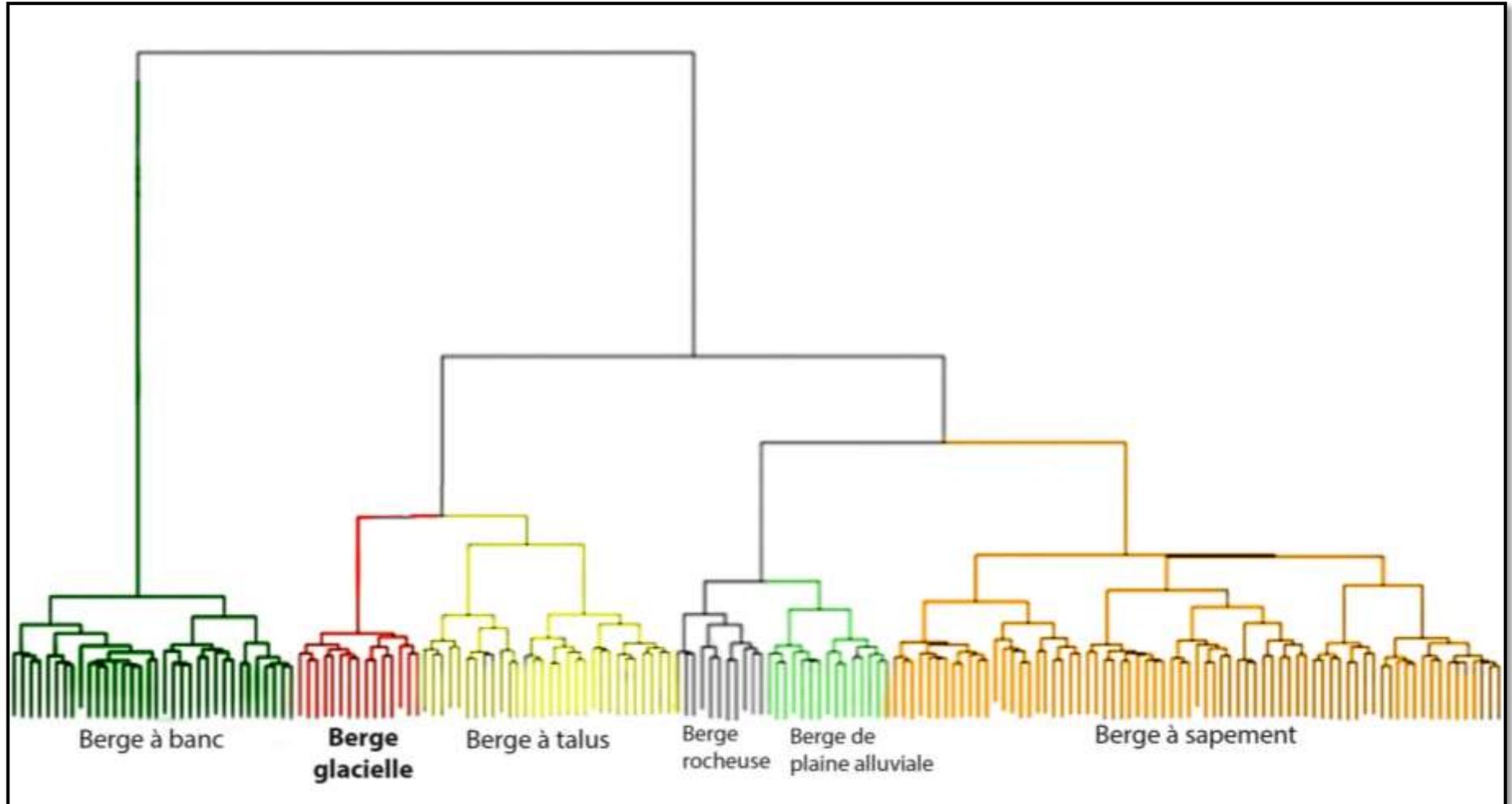
Terrain et sites d'étude



Méthode de caractérisation des berges

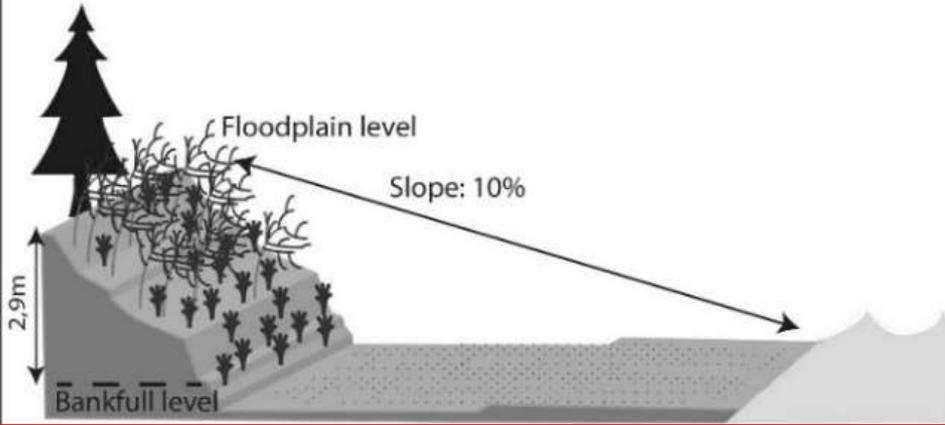


Analyse de groupement des types de berge selon leurs caractéristiques morphologiques



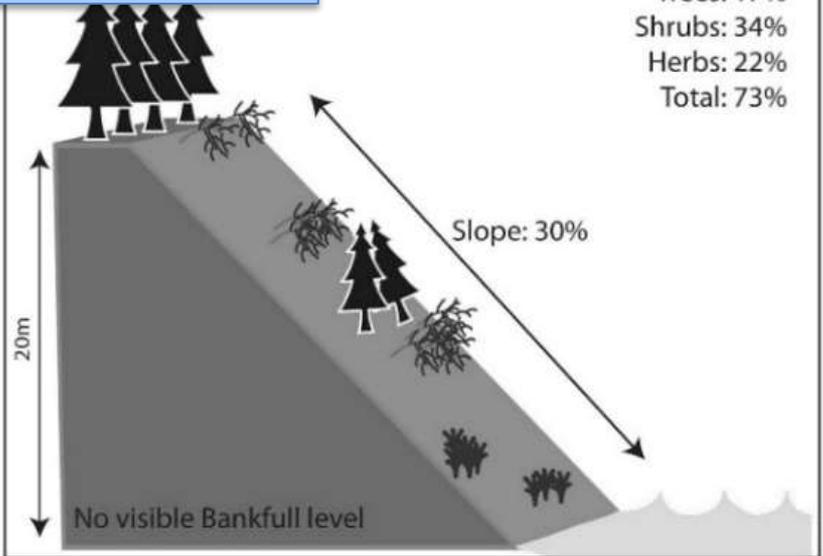
***Variables utilisées:** Inclinaison, %arbres, %arbustes, %herbacées, Glaciel, Typsubst2+Epaisseur2
178 berges caractérisées sur 42 km de rivière

Berge d'accumulation



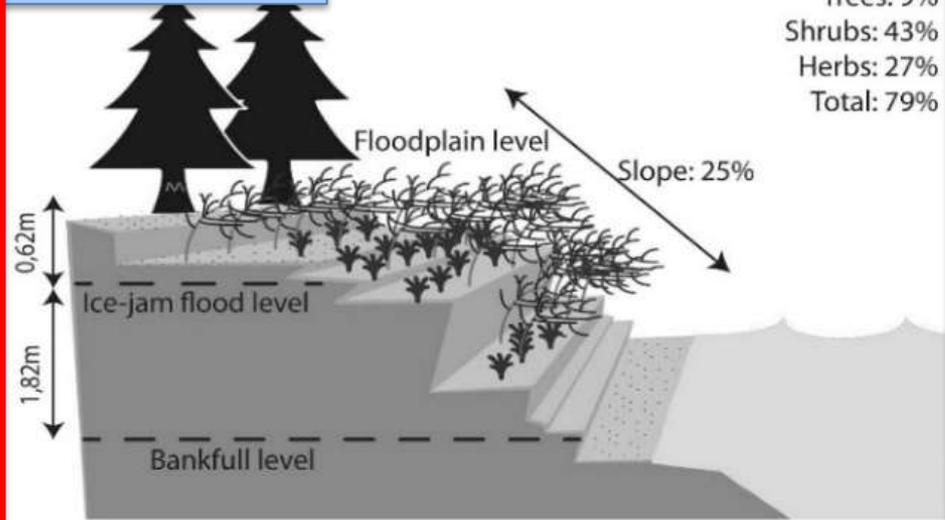
Vegetation cover
Trees: 3%
Shrubs: 70%
Herbs: 23%
Total: 96%

Berge en talus



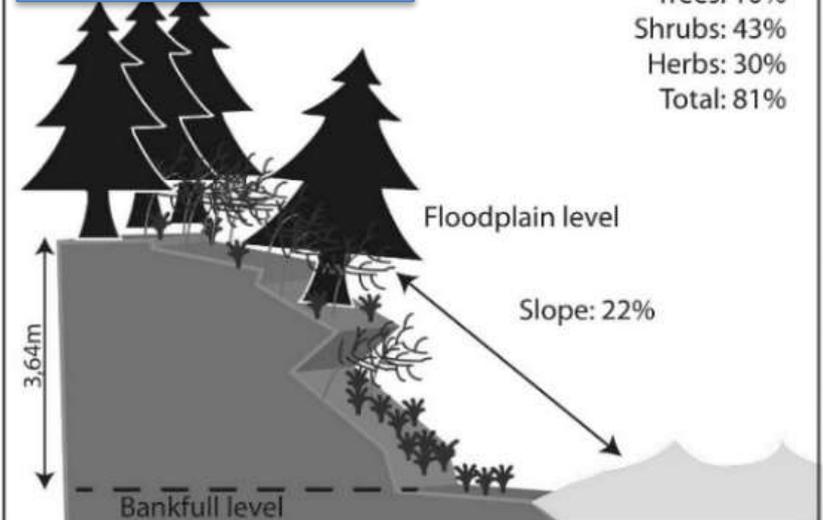
Vegetation cover
Trees: 17%
Shrubs: 34%
Herbs: 22%
Total: 73%

Berge glacielle



Vegetation cover
Trees: 9%
Shrubs: 43%
Herbs: 27%
Total: 79%

Berge à sapement



Vegetation cover
Trees: 10%
Shrubs: 43%
Herbs: 30%
Total: 81%

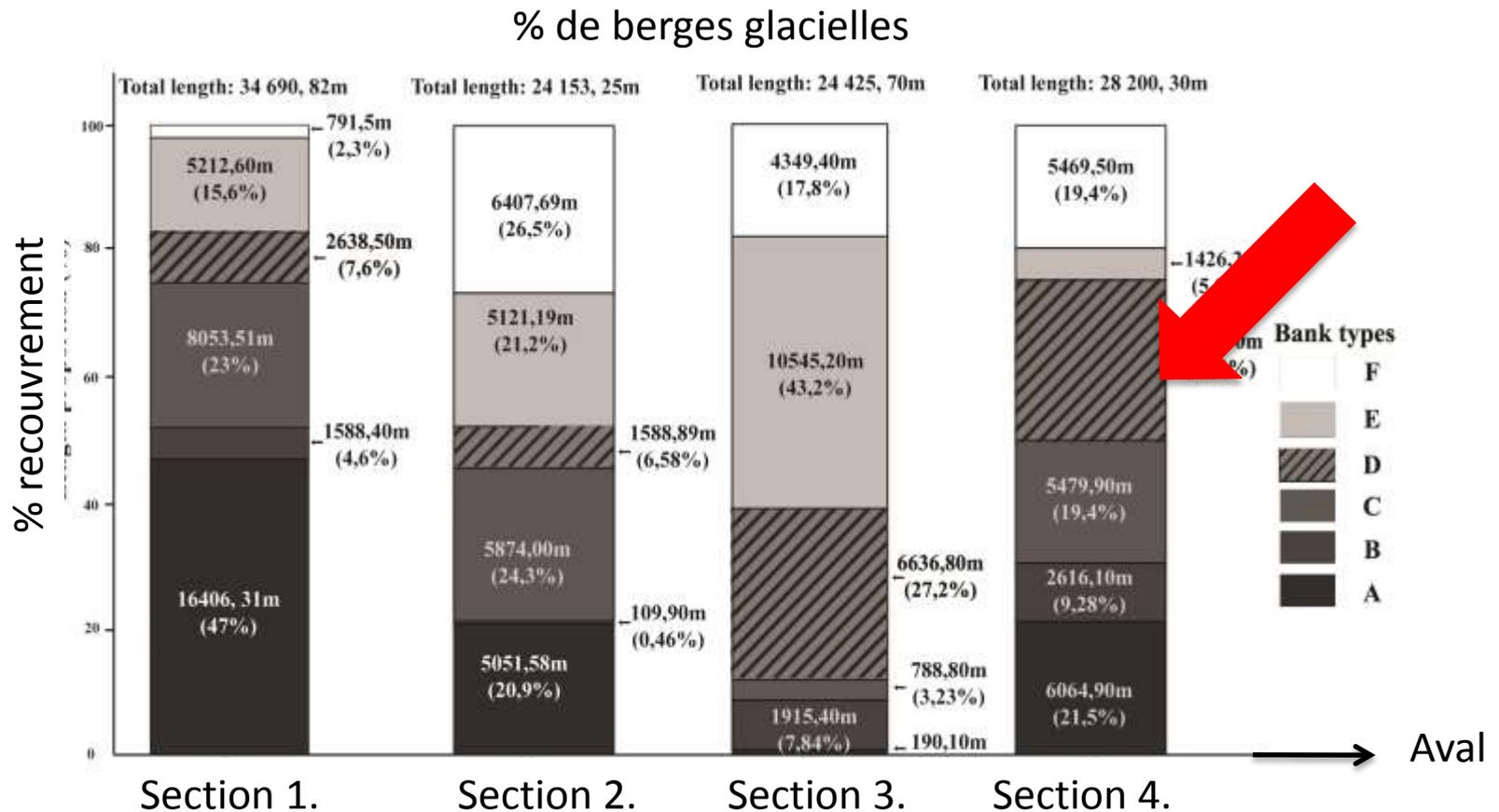
Berge glacielle à deux niveaux

Terrasse glacielle

Niveau plein Bord



Plus on va vers l'aval, plus les berges
glacielles occupent une grande
proportion des sections

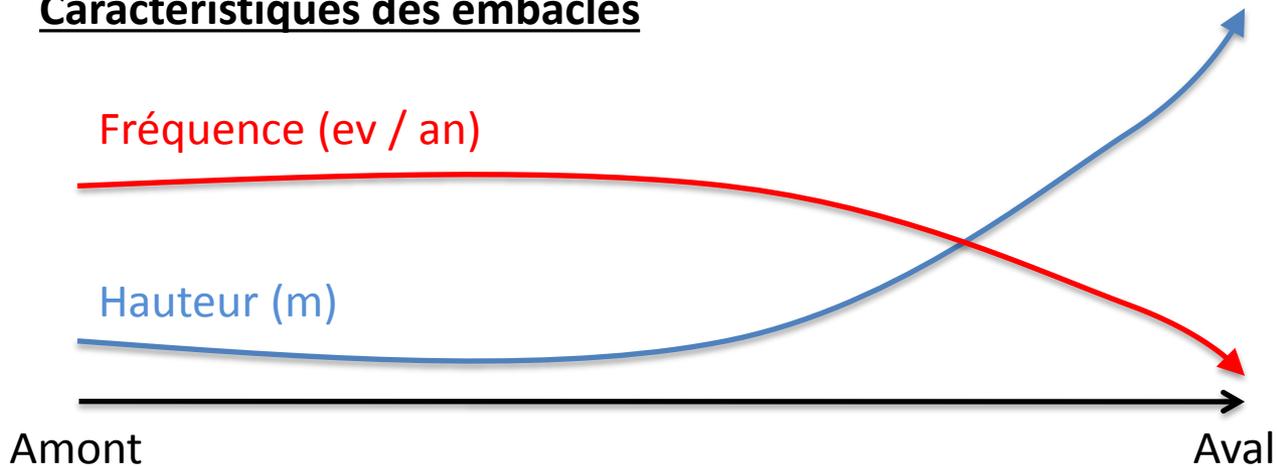


Lien avec régime d'embâcles?

Croisement avec données dendrochronologiques

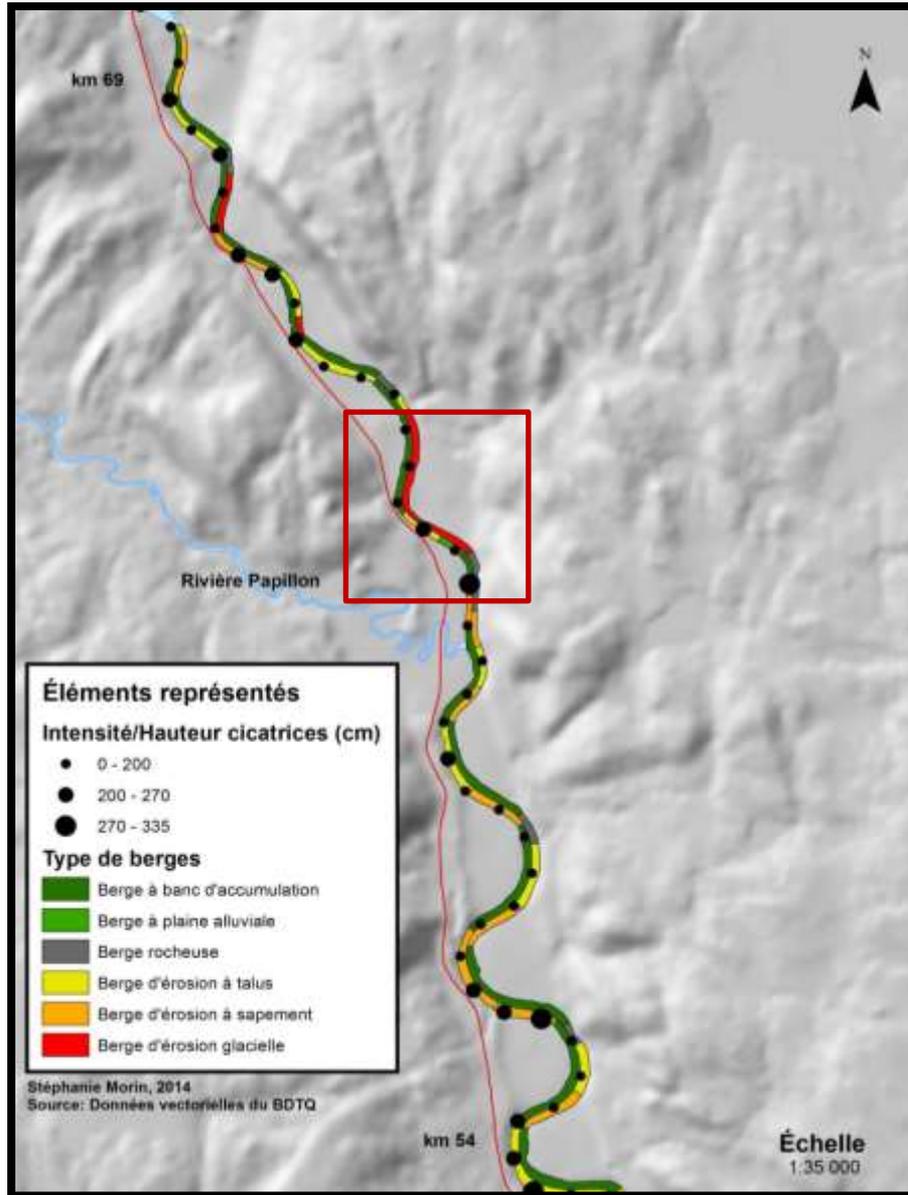


Caractéristiques des embâcles

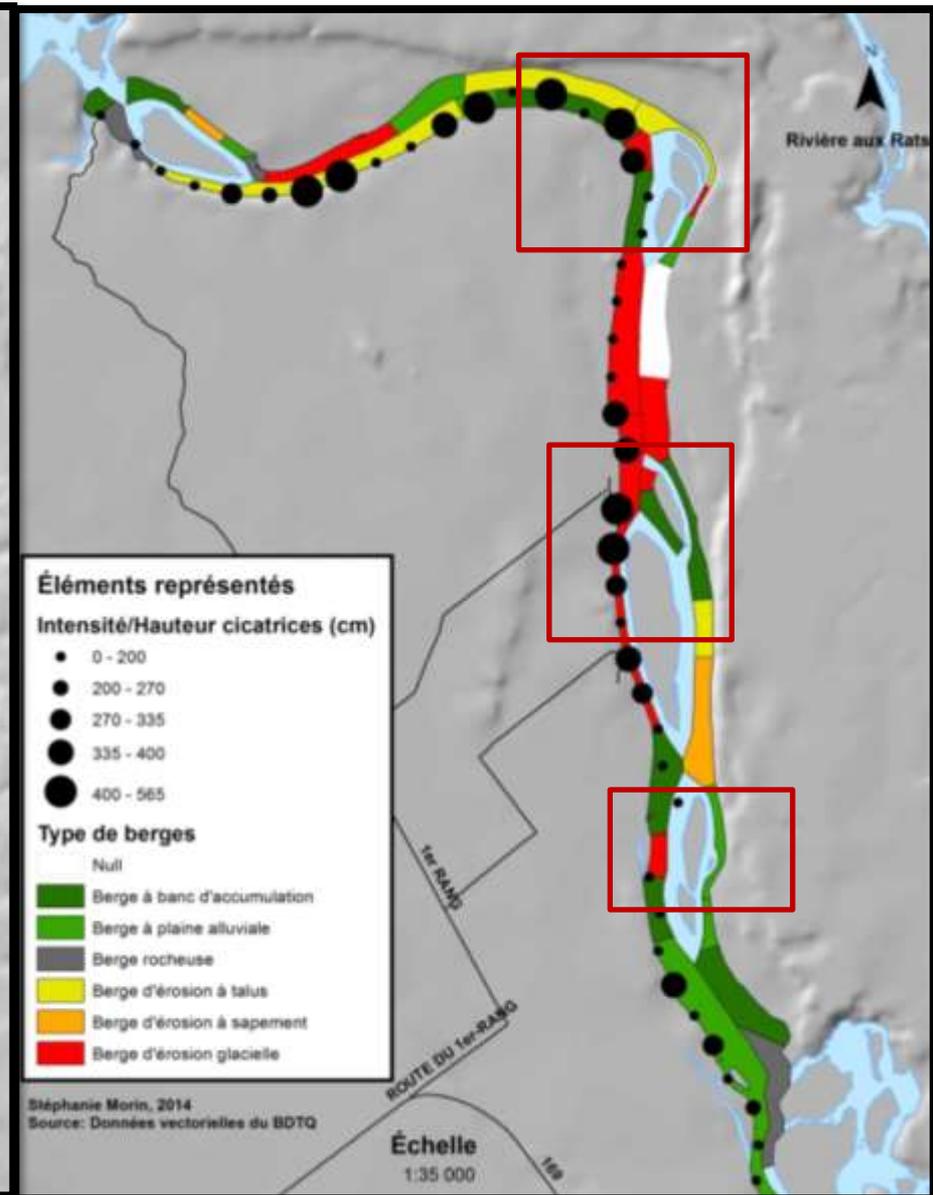


Répartition de la hauteur des cicatrices

Aval (S1)



Aval (S4)



Pourquoi les événements sont-ils plus intenses à l'aval?

Hypothèse 1)

Seuils producteurs de frasil: génèrent des hauteurs de glace plus importantes à l'aval

Seuils producteurs de Frasil

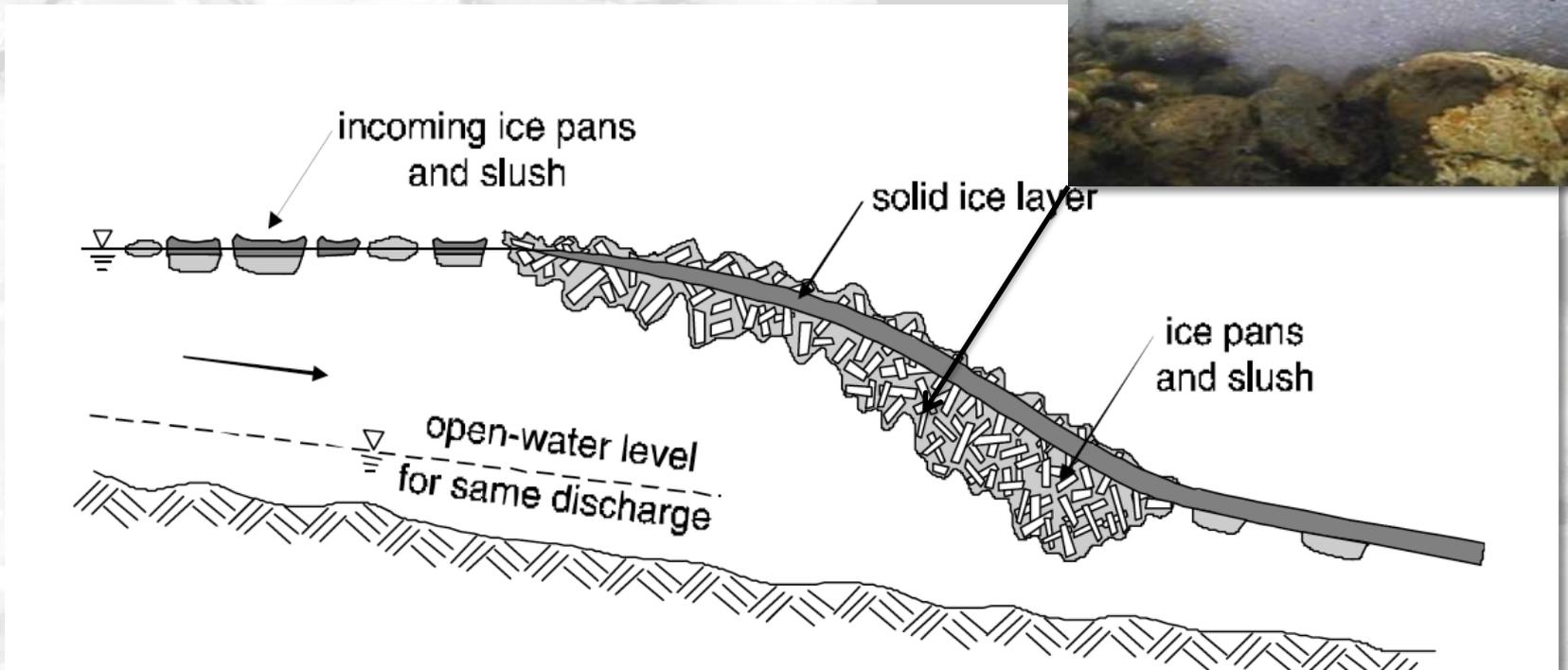


Formation de **glace de frasil**, très visqueuse et cohésive



Formation d'un couvert de glace suspendu

Formation d'un couvert de glace suspendu en aval des seuils importants



Pourquoi les événements sont-ils plus intenses à l'aval?

Hypothèse 1)

Seuils producteurs de frasil: génèrent des hauteurs de glace plus importantes à l'aval



Pourquoi les événements sont-ils plus intenses à l'aval?

Hypothèse 1)

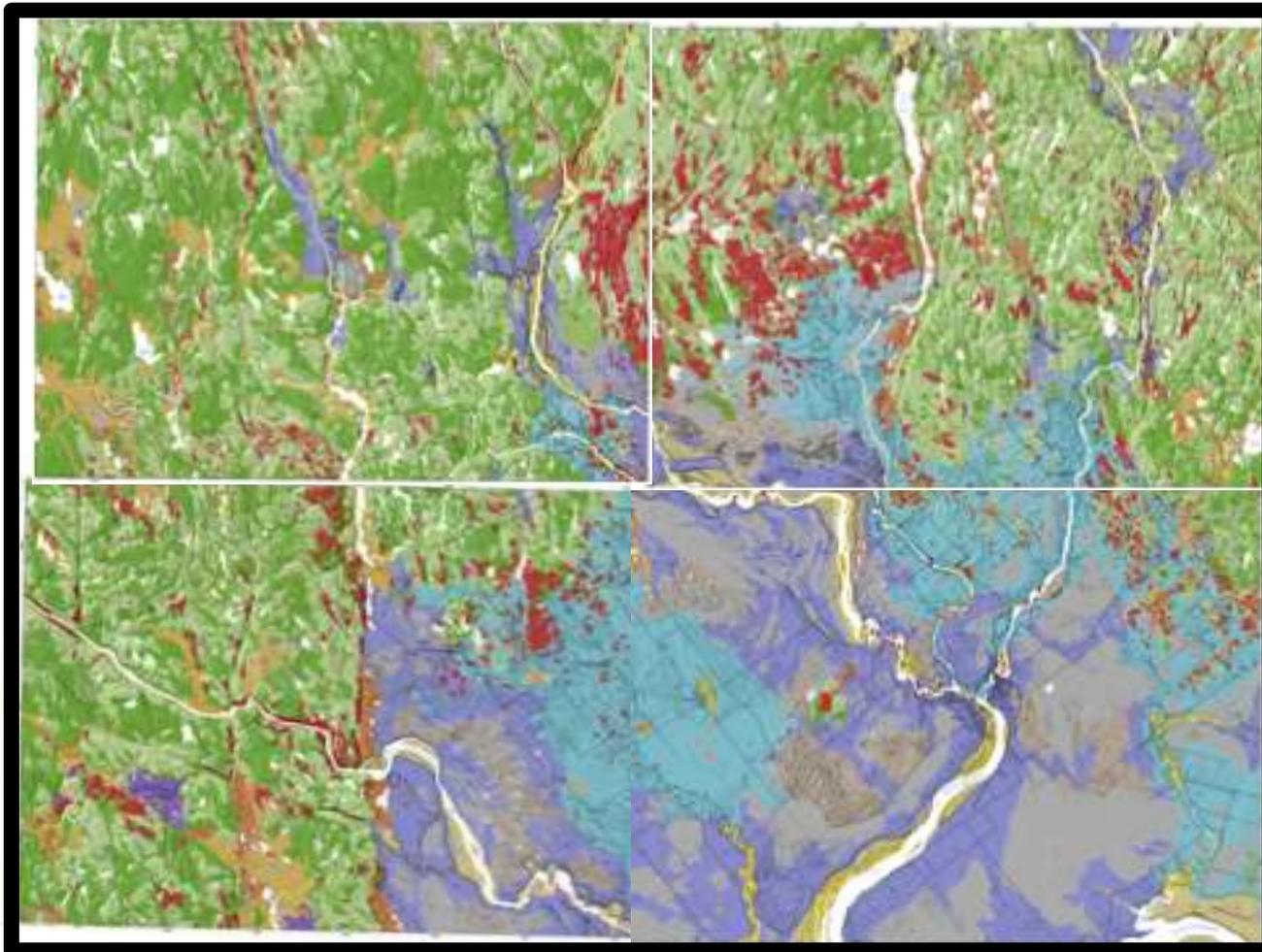
Seuils producteurs de frasil: génèrent des hauteurs de glace plus importantes à l'aval

Hypothèse 2)

Héritage Quaternaire, formation d'ilôts dans le secteur de la mer de LaFlamme

La Mistassini, victime de l'héritage Quaternaire??

Cartographie dépôt meubles, secteur Mistassini



Résumé des principaux résultats et avancées scientifiques

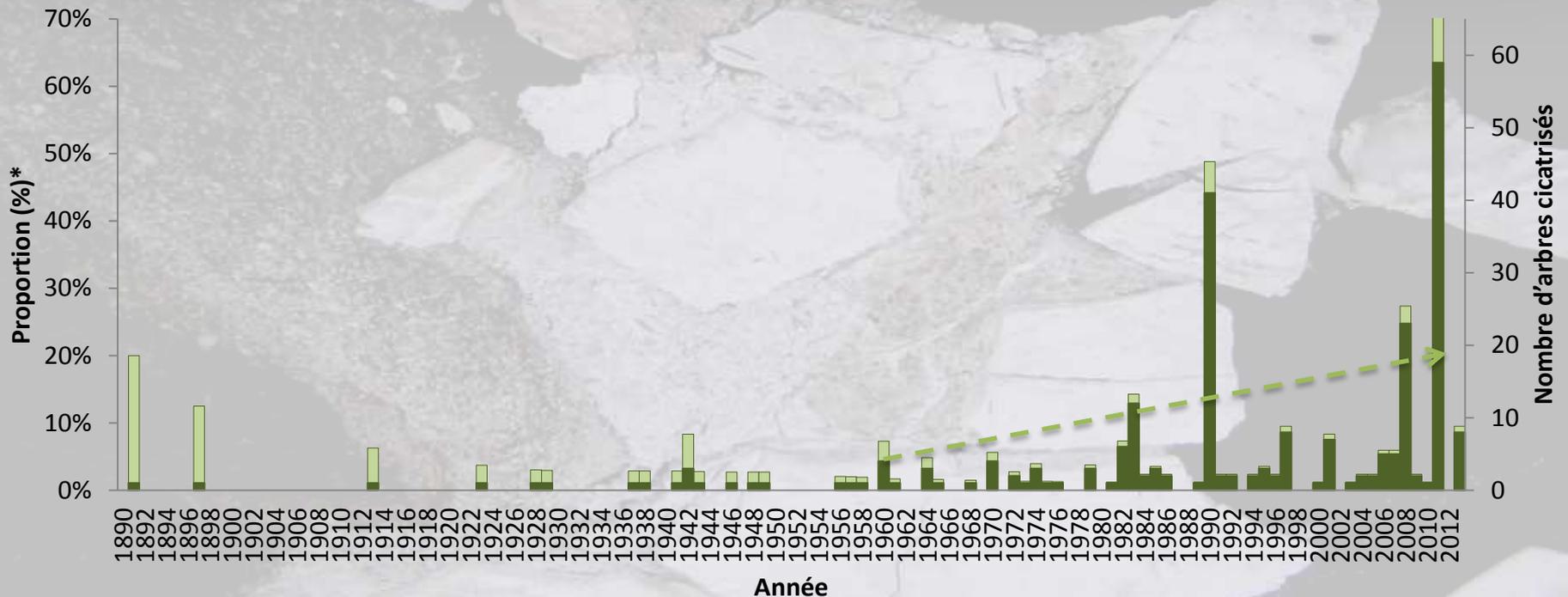
- La localisation et le déclenchement des embâcles sur la Mistassini **ne sont pas des phénomènes qui surviennent au hasard**
 - **Déclenchement** associé à des conditions hydro-climatiques bien identifiables
 - Contrôle par la glace (eg. 2011, 2008, 1990)
 - Contrôle par la crue hâtive (eg. 2006, 1983, 1970)
 - **Localisation** contrainte par par différents facteurs d'aggravation liés à la morphologie de la rivière
 - Rétrécissement, rupture de pente, sinuosité marquée

Résumé des principaux résultats et avancées scientifiques

- Érosion récurrente et intense favorise l'apparition de « **berges glacielles** » permettant de spatialiser les sites les plus problématiques.
- Sur la Mistassini, plus les berges glacielles sont communes, plus les embâcles sont intenses.



Changements climatiques?



Ces statistiques sont calculées sur la période historique, mais l'avenir nous réserve-t-il des surprises?

Surveillance des embâcles et dispositif d'alerte?

Connaissant

- les secteurs dans lesquels ils se produisent, s'aggravent...
- les conditions hydro-climatiques dans lesquelles les embâcles se forment...

Il serait opportun de réfléchir à un système (automatisé?) de veille, permettant de sonner l'alarme, et éventuellement de sauver des vies.

Remerciements

- MRC Maria Chapdelaine
 - Jacques Potvin, François Potvin, Nathalie Laprise, et leur équipe
- Municipalité d'Albanel
- Aventuraid (Gilles Granal)
- Assistants de Terrain
 - Simon Williams, Pénélope Leclerc, Sarah Boivin, Mathieu Gratton

UQÀM



MARIA-CHAPDELAINE

