

**Développement d'outils permettant
d'identifier et de caractériser les aléas et
les risques liés aux petits cours d'eau :**
Projet Constrictor

**Thomas Buffin-Bélangier, Étienne Gauthier-Dufour,
Virginie Bile, Clément Besnard, Pascale Biron**



**Colloque annuel de l'AGRCQ 2024
Rivière-du-Loup
4 avril 2024**



Objectif : présenter des **avenues de réflexions** pour l'**intégration de connaissances** et **d'outils** de l'**hydrogéomorphologie** par le biais du projet Constrictor et de d'autres projets de **collaborations** entre UQAR/Concordia et des partenaires des **milieux municipal et gouvernemental**

- 1. Origine et objectifs du projet Constrictor**
- 2. Analyse de cas de ruptures de barrage de castors**
- 3. Évaluation des aléas fluviaux dans les petits cours d'eau**



1. Origine et objectifs du projet constrictor



2018 : sollicitation de la MRC de RDL qui souhaitait bonifier son plan de prévention (assumer sa compétence en matière de gestion des cours d'eau).

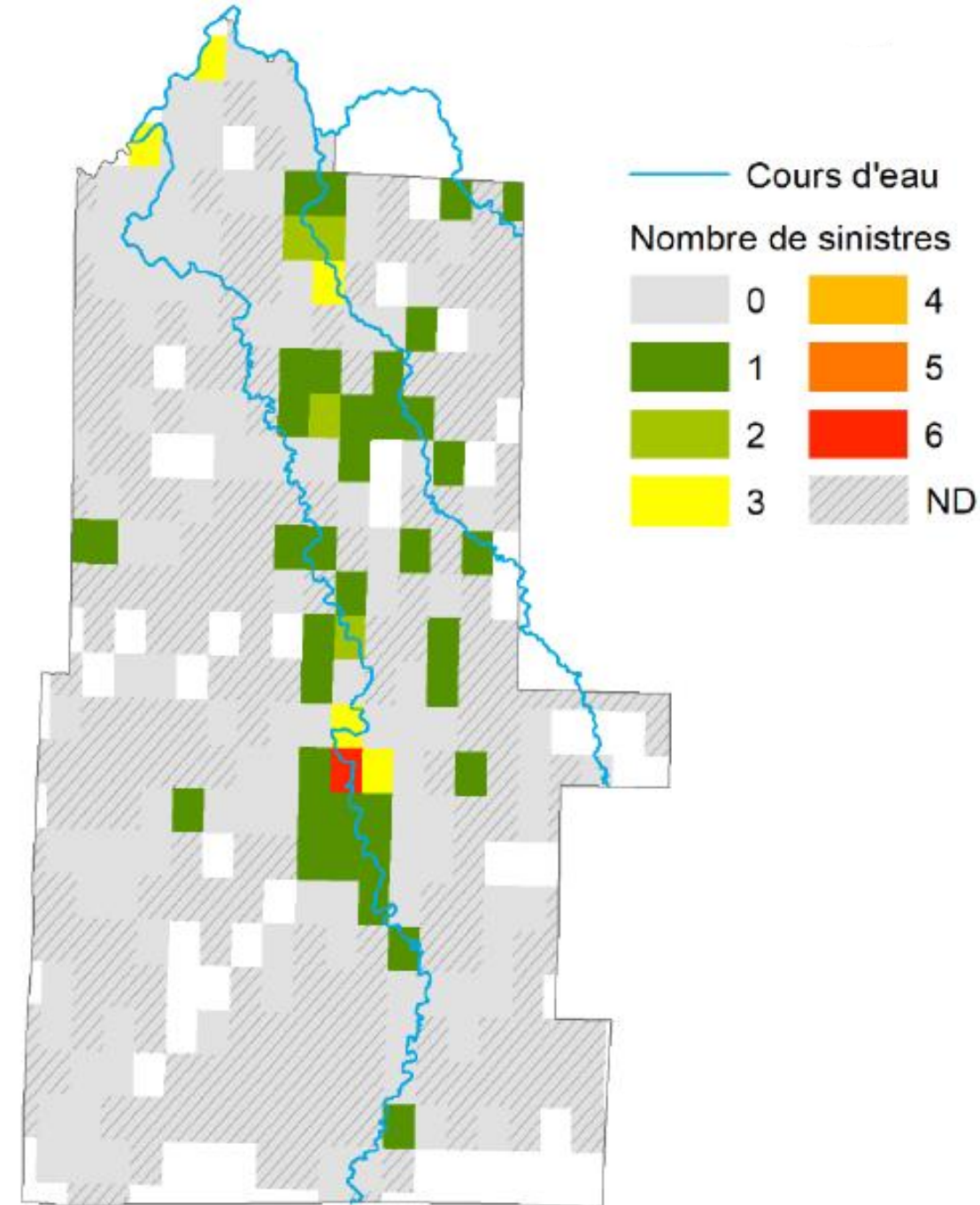
- Cartographie des zones potentielles de risque à la sécurité des personnes et/ou des biens concernant les cours d'eau :
 - Éléments constituant potentiellement une entrave à l'écoulement de l'eau;
 - Zones à potentiel d'inondation;
- Évaluation du risque lié aux barrages de castor;
- Priorisation des interventions selon le risque évalué (entraves menaçant la sécurité des personnes).

Responsabilités des MRC → LCM (*loi sur les compétences municipales*) :

- 2001 : Loi sur les municipalités → les MRC ont juridiction exclusive sur les cours d'eau de leur territoire.
 - Articles 724,782, 817 et 828 : obligation de surveiller et d'entretenir les cours d'eau coulant dans et sur leur territoire.
- 2006 : LCM en vigueur → conséquence de la jurisprudence qui fait suite à l'événement de 2005 à Port-au-Persil.
 - Abrogation des articles 724,782, 817 et 828 du Code municipal.
 - Désormais, pas d'obligation de prévenir tous les risques possibles liés aux inondations.
 - Mais, obligation de prendre tous les moyens pour prévenir, minimiser ou éviter des dommages (diligence raisonnable).
 - Article 105 : « [...] *doit réaliser les travaux requis pour rétablir l'écoulement normal des eaux d'un cours d'eau lorsqu'elle est informée de la présence d'une obstruction qui menace la sécurité des personnes ou des biens.* »

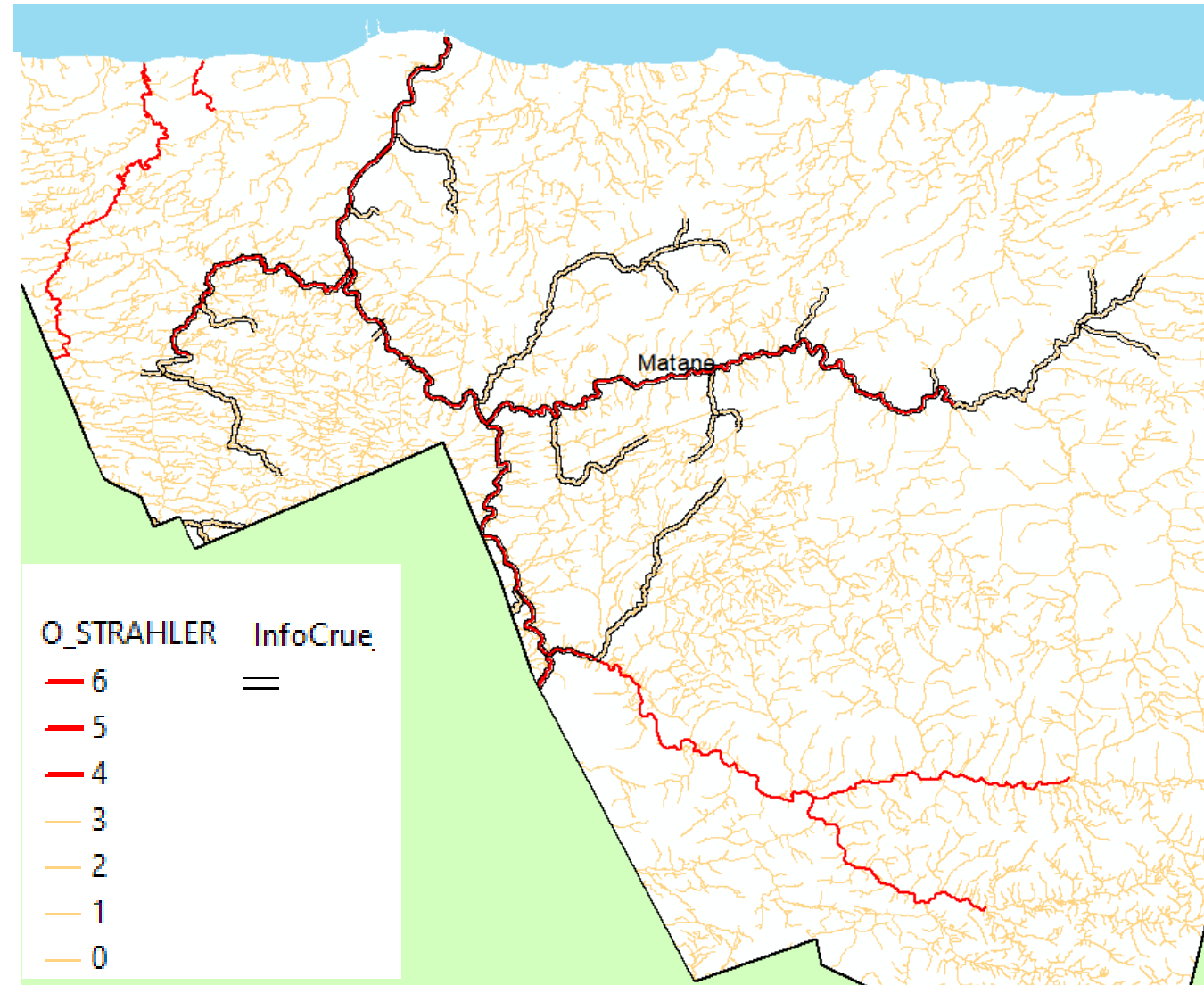
Constats et motivations

- AZIDAF :
 - « 58% des bâtiments sinistrés dans la MRC de Coaticook ont été *inondés par des tributaires* de la rivière Coaticook et cela représente 66% du total d'aide financière accordée »
(Dumont et al., 2021)
- Initiatives INFO-CRUE // EPRI3
 - Inondabilité + mobilité
 - Bassin-versant > 50 km²
- Bureau de projet du MAMH
 - Besoin d'outils pour l'évaluation de la vulnérabilité : exposition, sensibilité, capacité à faire face.



Constats et motivations

- Analyse territoriale :
 - Totalité du territoire des MRC (dépendamment du volume de données/type d'analyse);
 - Petits cours d'eau : $< 50 \text{ km}^2 \rightarrow$ ordre de Strahler $\leq 3 = > 85\%$ du linéaire fluvial
- Valorisation/exploitation des données LiDAR;
- Diagnostic local soutenu par une analyse HGM plus large (compréhension \neq intervention);
- Portrait régional \rightarrow Priorisation.



Complémentarité des projets Info-Crue et Constrictor.

Développer et appliquer des **outils d'aide semi-automatisés** pour identifier les tronçons de cours d'eau sujets à **constriction et obstruction** dans *les petits cours d'eau*.

I. Détecter les constriction et obstructions à l'écoulement

- Détecter la présence d'**obstructions** à l'écoulement;
- Détecter la présence de zones naturelles et anthropiques à **potentiel d'obstruction**
- Identifier les tronçons avec un indice d'intensité de **perturbation** de l'écoulement élevé.

II. Identifier les tronçons sensibles aux inondations et à la mobilité

- Appliquer une **analyse HGM** pour évaluer la sensibilité des tronçons de petits cours d'eau aux aléas fluviaux

III. Cartographier le risque lié aux aléas fluviaux

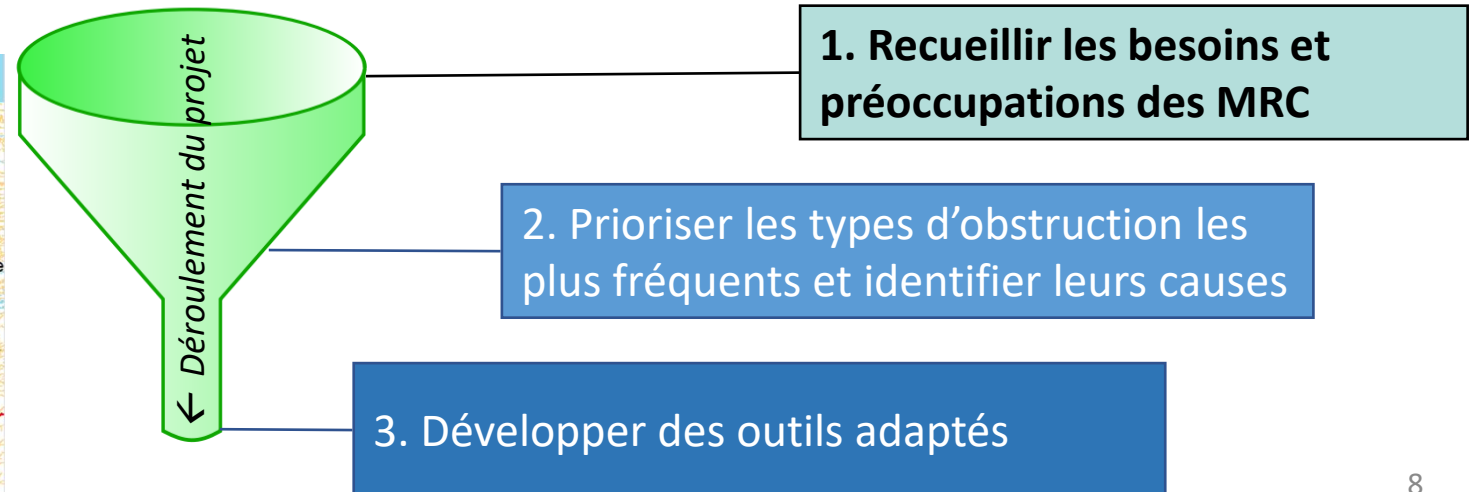
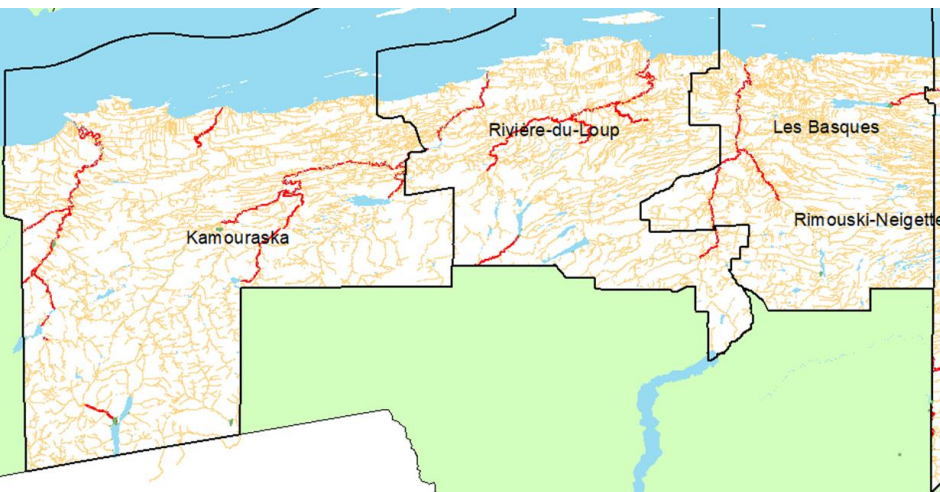
- Utiliser l'approche du projet **ÉPRI** (Évaluation préliminaire du risque lié aux aléas fluviaux);
- Analyser l'**exposition** des enjeux;
- Identifier les tronçons où le **risque est élevé** (priorisation possible).

Consultation de 6 MRC du Bas-Saint-Laurent



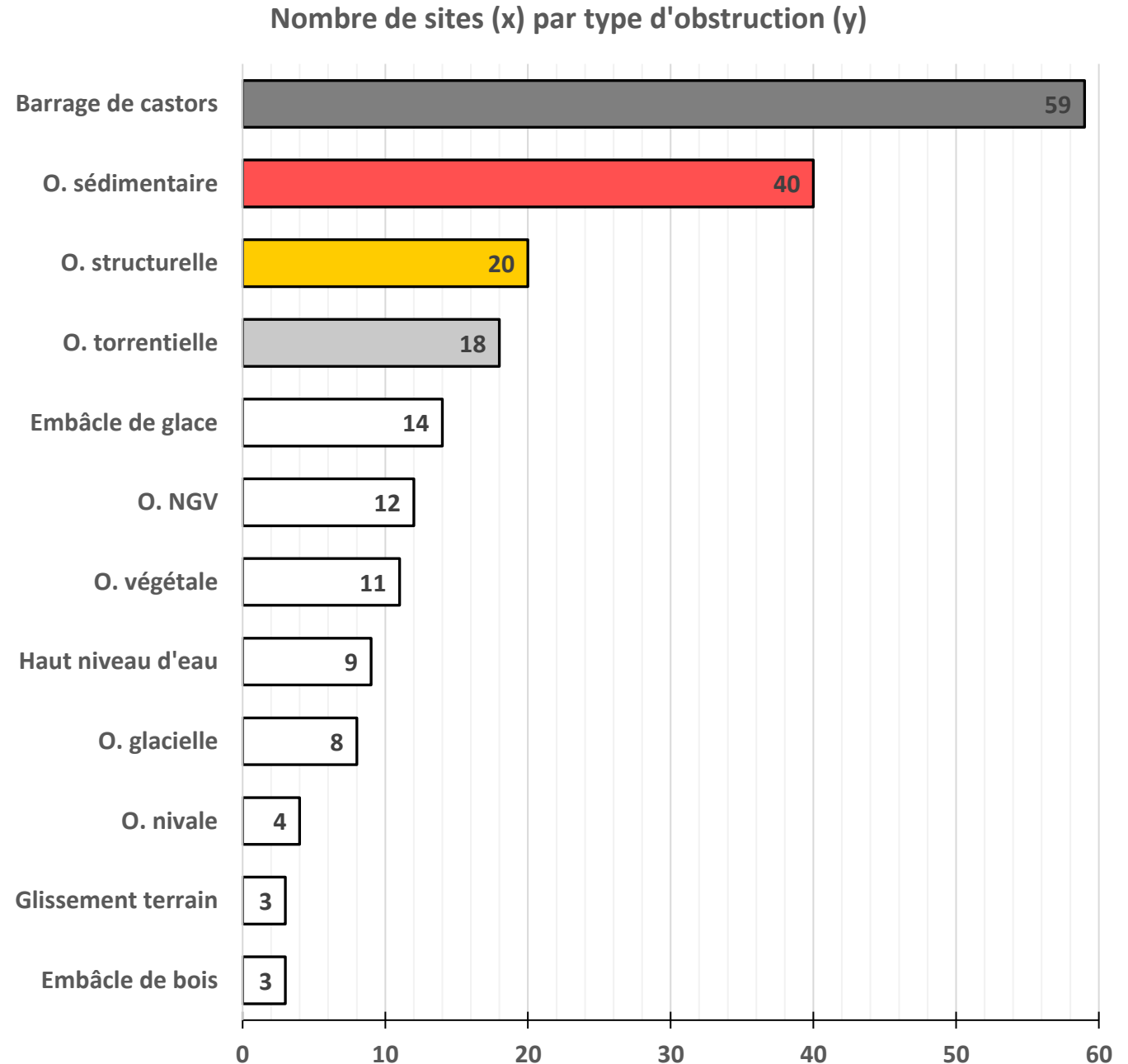
MRC	Nombre de municipalités
Kamouraska	17 (+ 2 territoires)
Rivière-du-Loup	13
Les Basques	11 (+ 1 territoire)
Rimouski-Neigette	9 (+ 1 territoire)
La Mitis	16 (+ 2 territoires)
La Matanie	11 (+ 1 territoire)
Total (6 MRC)	77 (+ 7 territoires)

- Entretiens individuels semi-dirigés
- Identifier **les préoccupations et les besoins** afin de rendre les outils et cartes pertinentes, cohérentes et pratiques.
 - Comprendre l'approche actuelle de l'analyse des obstructions (pré-intervention);
 - Identifier les besoins en termes d'analyse des obstructions et de représentations des risques liés aux aléas fluviaux des obstructions;
 - Identifier les sites d'obstruction préoccupants (considération et validation);

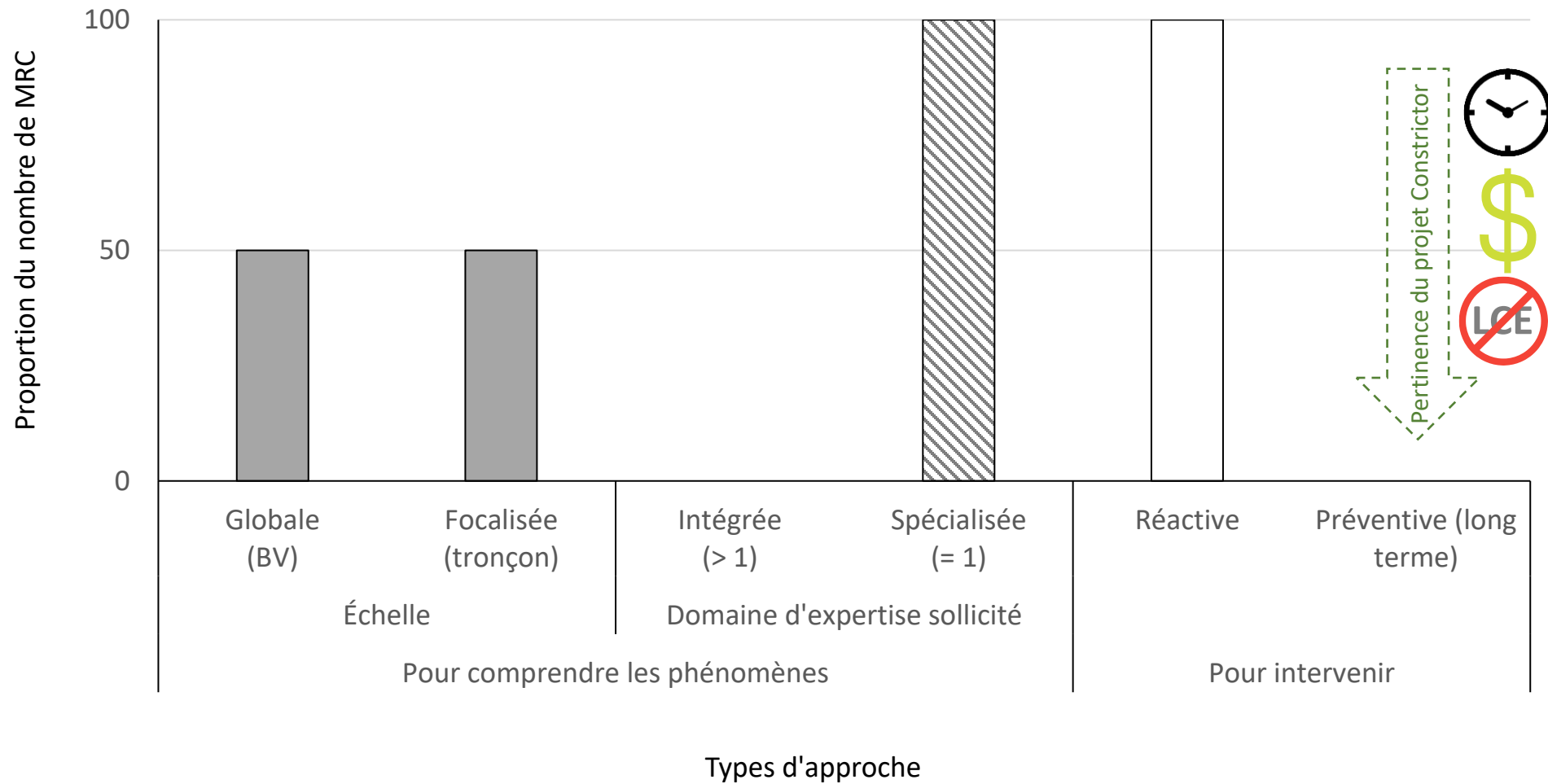


Sites d'obstruction préoccupants identifiés par les MRC

- Ordre de Strahler ≤ 3
- 161 sites (6 MRC)
- ≈ 27 sites/MRC
- Caractéristiques renseignées : occupation des sols, fiabilité de la localisation, types d'obstruction, dates des événements associés, récurrence/occurrence, enjeux exposés, interventions, commentaires du gestionnaire, observations terrain, site, cause potentielle...
 - Faire ressortir les types d'obstruction les plus souvent observés/signalés pour lesquels des outils seront développés en priorité.
 - Identifier les facteurs causaux propres à chaque type d'obstruction.
 - Valider les résultats des outils de détection des obstructions.



Approche actuelle de l'analyse des obstructions *(prise de décisions ou pré-intervention)*

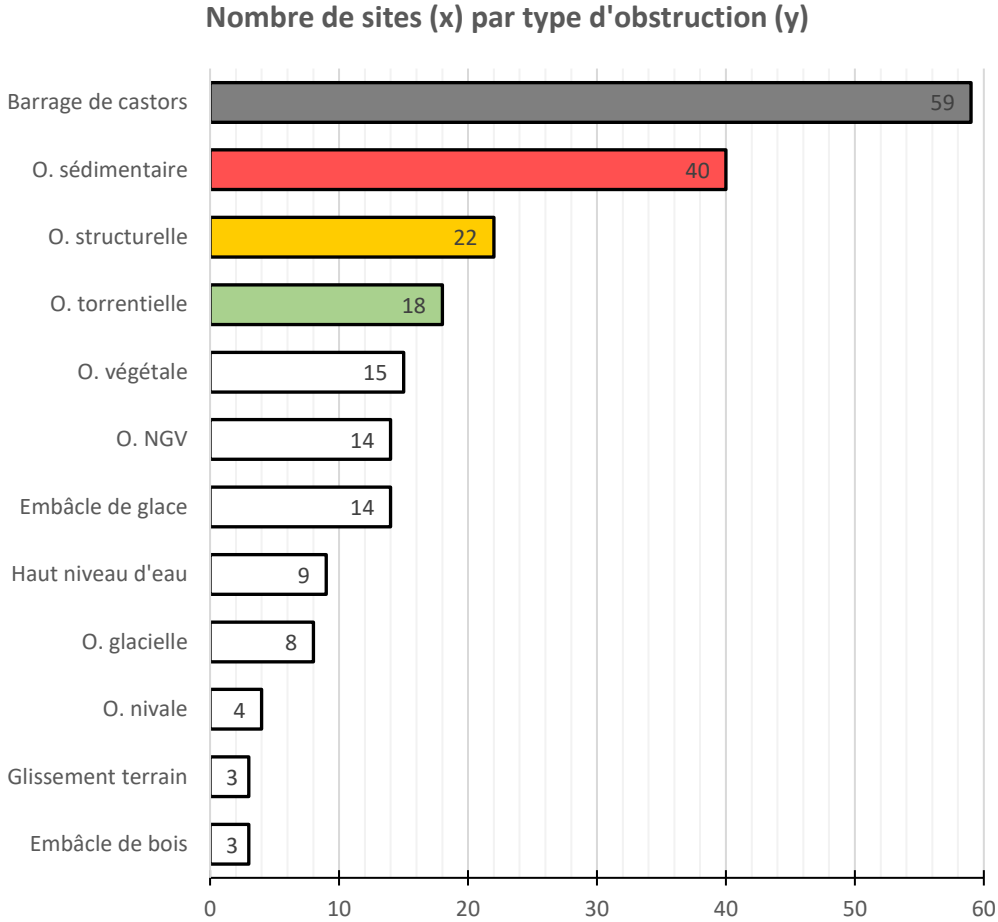


Prévention/surveillance à court terme des « hotspots » connus lorsque des alertes météo sont émises = 84% des MRC

2. Analyse de cas de ruptures de barrage de castors



Analyse des types d'obstruction



➔ *Obstruction de ponceaux et chemins/terres inondés → touche tous les milieux*

Déprédation du castor déjà exprimée dans le PDE de l'OBVNEBSL en 2012.

+

Rupture de barrage de castors

« Imaginaire législatif » (crainte) des gestionnaires de cours d'eau grandement imprégné par la jurisprudence de Port-au-Persil.

=

Investigations prioritées



Modifié de Cassini (1970) par Lamiot (2004).

Préoccupations des 6 MRC

Amont

- Dommages aux infrastructures routières et aux bâtiments :
 - Fragilisation des remblais routiers,
 - Dégradation des culées de traverse.
- Inondation des terres agricoles et forestières
 - Baisse de rentabilité des terres.
- Inaccessibilité et isolement :
 - Territoire forestier : pertes financières pour les exploitants forestiers,
 - Lieux de villégiature : secours et ravitaillement limités.

Aval

- Crainte relative au cas de Port-au-Persil :
 - Obstruction de débris ligneux sous le pont,
 - Érosion par affouillement et incision du remblai routier,
 - Accumulation sédimentaire,
 - Sous-sol inondé,
 - Temps et frais de justice...



Comparaison des risques (amont/aval)

Municipalité de Rawdon

Municipalité de
St-Mathieu-de-Rioux →



Photo Pierre Laurent

	Risque en amont	Risque en aval
Inondabilité	Par refoulement (<i>cause évidente</i>)	Par onde de rupture (<i>cause non évidente</i>)
Intensité de l'aléa	Faible, progressif et de longue durée	Élevé, soudain et de courte durée
Prévisibilité spatiale (critère)	Habitats potentiels (<i>essence d'arbre, cours d'eau permanent, pente du chenal...</i>)	Morphométrie (<i>étang, chenal, plaine...</i>)
Prévisibilité temporelle	Période de crue (<i>barrage existant</i>) et période estivale (<i>nouveau barrage</i>)	« Principalement » corrélé avec des épisodes de précipitations longues et/ou intenses
Temps de réaction	Variable (<i>selon visibilité</i>)	Très court
Type d'intervention	Par anticipation ou ≈ non urgent	Urgent
Conséquences (court terme)	≈ Faibles + \$↓ Intervention	≈ Élevées + \$↑ Intervention

Investigations liées aux barrages de castors

- Gestion des risques et bénéfices des barrages de castors :
 - Guides, lois et approches d'analyse et d'intervention du Québec,
 - Types de risques et de dommages (*cf. diapos suivantes*),
 - Fausses croyances et bénéfices liés à la présence du castor.
- Cas de rupture de barrages de castors (facteurs déclencheurs et d'intensité) :
 - Jugement de la MRC de Charlevoix-Est,
 - 13 cas médiatisés du Québec,
 - Littérature scientifique.
- Outils de détection et de mesure (SIG) :
 - Détection des barrages de castors →
 - Extraction du fond de vallée (degré de confinement VS intensité de l'aléa),
 - Autres outils de caractérisation de la morphométrie du milieu fluvial et des processus hydrosédimentaires...

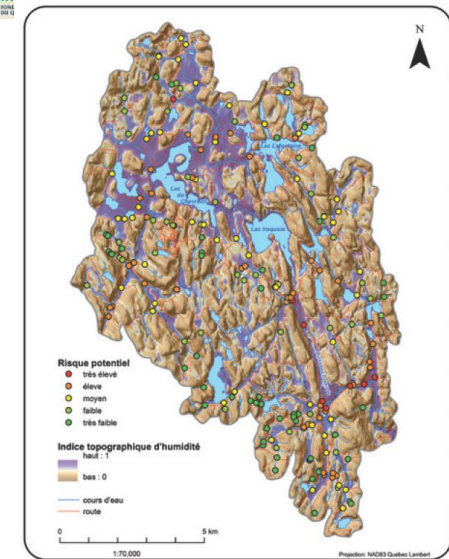
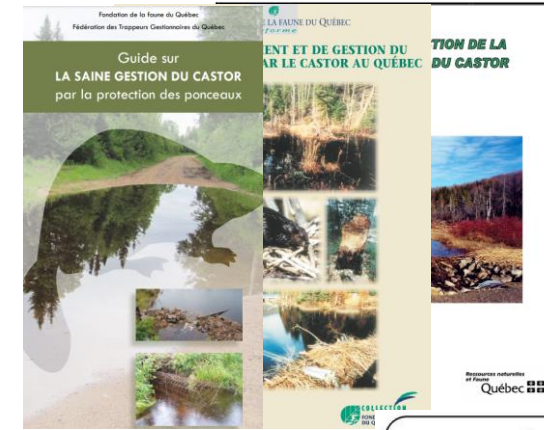
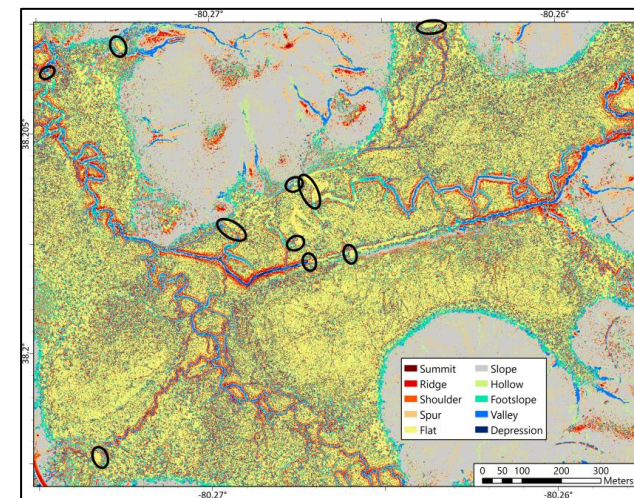


Figure 25. L'analyse globale des risques de dégradation

Duchesne et al., 2013



Swift et Kennedy, 2021

Portrait de l'aléa lié aux ruptures de barrages de castors

Pourquoi? Absence d'inventaire → mieux connaître le phénomène et son importance au Québec (*s'en faire une idée générale*).

Comment?

→ En répertoriant des cas médiatisés (non exhaustif) ET des scénarios potentiels (photo-interprétation).

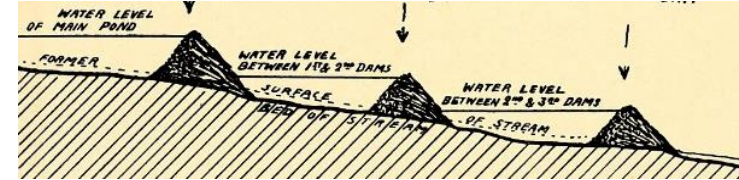
→ En identifiant les **facteurs déclencheurs** des ruptures et les **facteurs d'intensité** des ondes de rupture :

La géométrie du BV et de son réseau hydrique peut-elle influencer la formation :

d'ondes de crue?

d'un hydrogramme propice à l'apparition de ruptures?

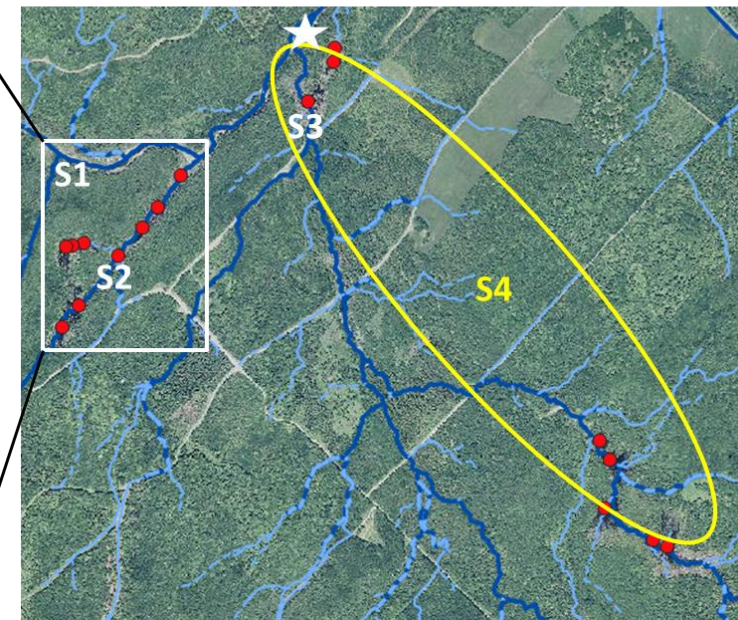
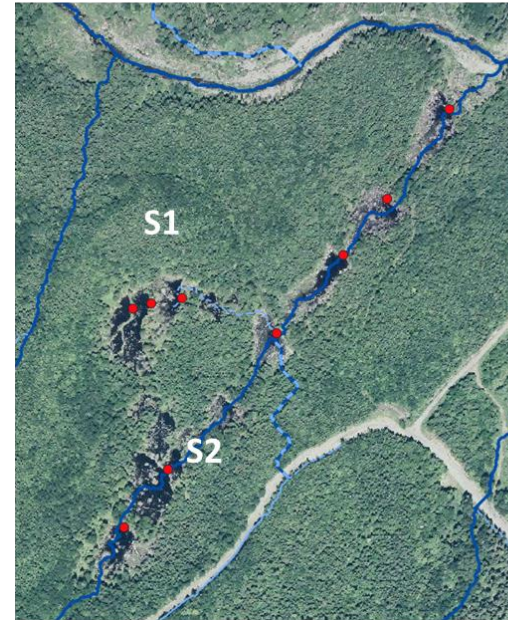
Existe-t-il des **facteurs régionaux** ou des **variables morphométriques** qui rendent un BV/tronçon ou un barrage de castor plus propice/sensible à ce phénomène et à l'exacerbation de son intensité?



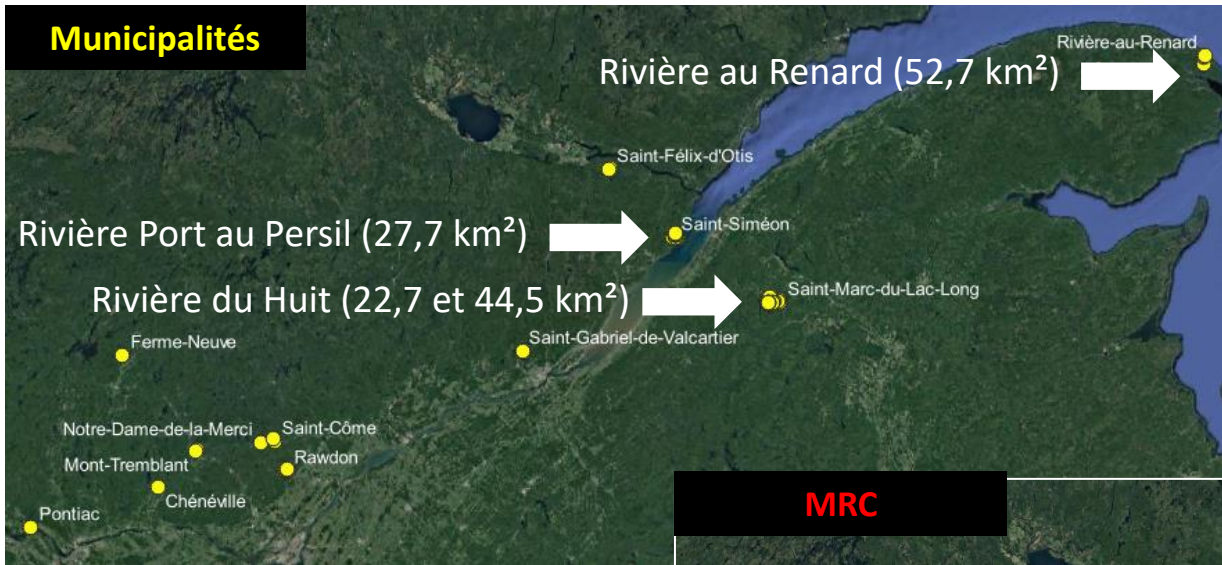
Dugmore, Arthur Radclyffe, 1914

Complexe d'étangs/barrages positionnés en série (1 colonie)

Scénario (S) : rupture d'un seul barrage dans un complexe (S1, S2) ou ruptures en cascade des barrages d'un ou plusieurs complexes (S3, S4).

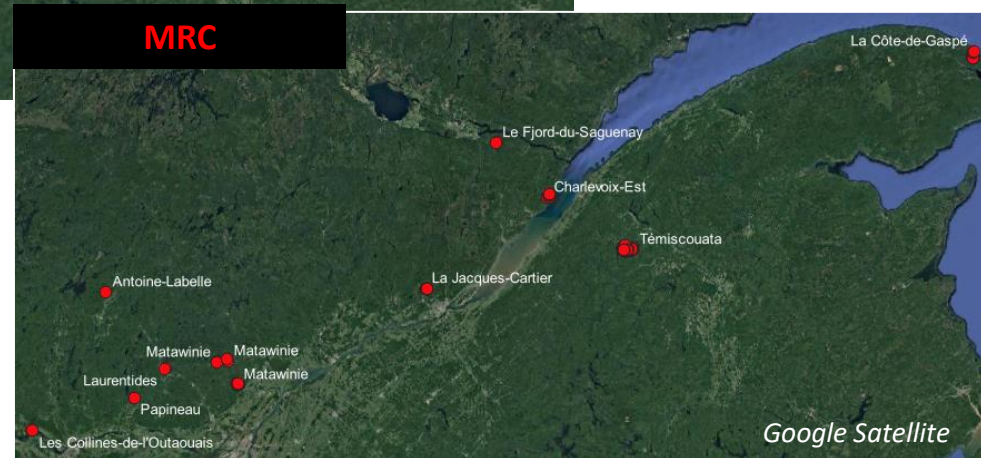


Localisation et analyse des sites



12 sites médiatisés :

- 10/12 : province géol. de Grenville,
- 1-75 barrages dans le BV en amont de la zone endommagée (10,6 en moyenne).
- 10/12 : avec barrages localisés :
 - 8/10 : BV compacte,
 - 7/10 : 1^{er} enjeu touché situé
 - Juste en aval d'un tronçon confiné (ou partiellement) avec une pente de 9 à 30%,
 - À moins de 1,85 km du barrage de castors le plus proche.



13 cas médiatisés (2005 à 2022) :

- 10/13 : cumul de précipitation important,
- 9/13 : août,
- 6/13 : plusieurs scénarios potentiels (SMDLL = 18 sc. min.),
 - 39 scénarios avérés et potentiels,
 - 33/39 : rupture en cascade.

Conséquences matérielles et humaines (**13 événements**)

- 17 traverses endommagées (13 év.)
- 114 bâtiments endommagés (5 év.) :
- >260 résidences évacuées
- >50 résidences isolées (6 év. dont 2 où « plusieurs
- 38 résidences relocalisées (1 év. = RaR),
- 1 blessé, 4 décès (2 év. : RaR + SMDLL),

Variables explicatives possibles du haut niveau relatif d'intensité/dommages dans les GBV

→ Variables explicatives communes (PBV et GBV) :

- Forme du BV \approx compacte (\approx réactif) = 8/10 sites,
- Confinement du chenal en amont du 1^{er} enjeu touché $\approx \uparrow$ = 7/10 sites,
- Caractéristiques de la zone d'enjeux endommagés :
 - Constriction artificielle,
 - Zone de rupture de pente (lac, fleuve, confluence) $\approx \downarrow S + \downarrow \omega = \uparrow$ Aggradation = \uparrow Avulsion/Inondabilité

→ Variables explicatives distinctes (PBV vs GBV) :

Variable	Grand BV	Petits BV
Météo	Épisode de précipitation long et intense couvrant un large territoire (>100 mm/24-72h).	Épisode de précipitation court et intense (probablement orageux) couvrant un petit territoire (≈ 40 mm/24h pour les 5 cas où la météo pouvait être considérée comme l'élément déclencheur de la rupture).
Caractéristique de la zone de rupture (avérée et/ou potentielle)	Cas avérés et/ou fort potentiel de rupture en cascade.	Faible occurrence de barrages et faible potentiel de rupture en cascade.

Facteurs d'intensité des ondes de rupture

Théorie d'effet de laminage :

- 1) Plus le **rapport des superficies Étang/BV** est \uparrow et/ou
- 2) Moins la **distance de chenal** à parcourir par l'onde de rupture est \uparrow et/ou
- 3) Plus la **pente du chenal** est \uparrow , plus le niveau de conséquence de la rupture devrait être \uparrow .

→ plus le niveau de dommage de la rupture devrait être \uparrow .

✓ *Vrai : Petits BV ou Ordre 0-2 ($\leq 7,4 \text{ km}^2$) = \uparrow dommages = Suit la théorie*

✗ *Faux : Grands BV ou Ordre 2-3 ($\geq 22,7 \text{ km}^2$) = \uparrow dommages = Ne suit pas la théorie = Autres variables explicatives?*

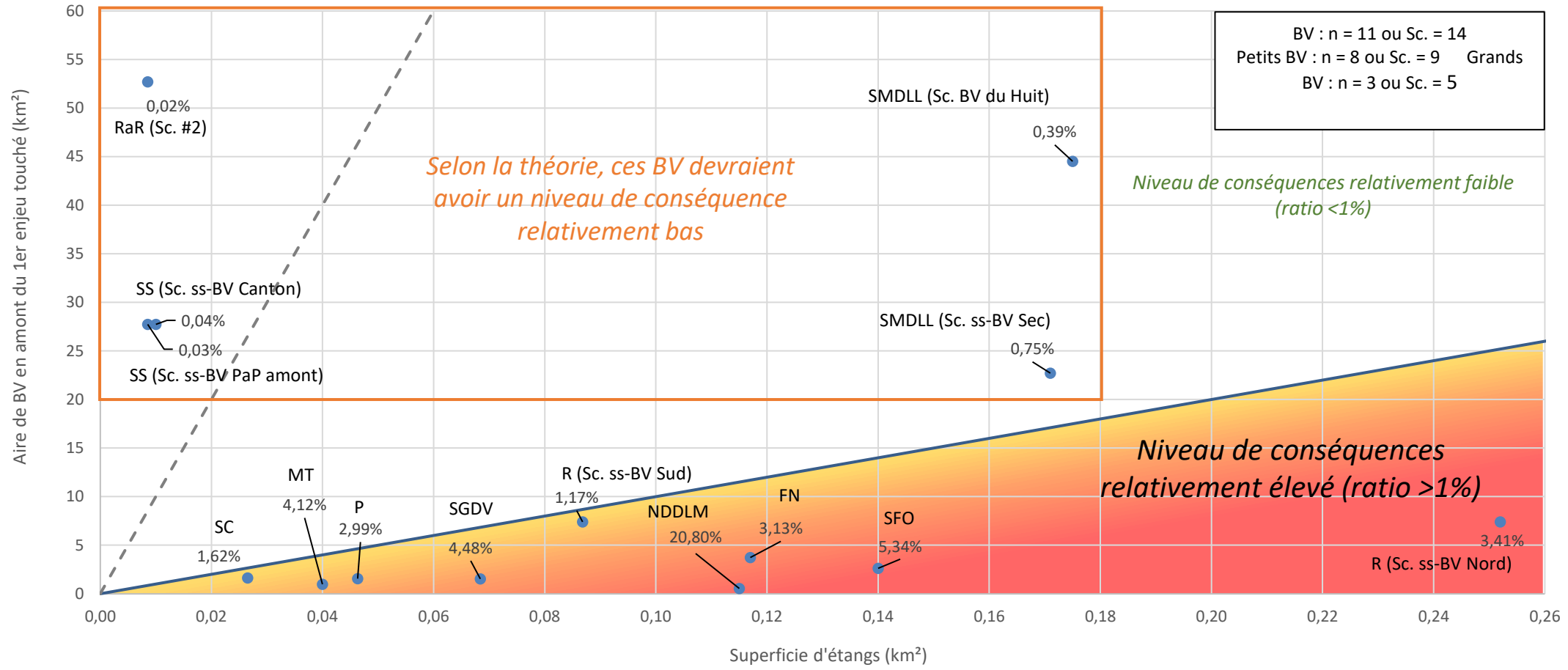
Groupe de BV	Ratio des superficies (étang/BV)		Distance entre le barrage et le 1 ^{er} enjeu touché*		Pente moyenne du chenal entre le barrage et le 1 ^{er} enjeu touché*	
	Moyen	Min-max	Moyenne	Min-max	Moyenne	Min-max
Grands BV (n = 3 ou Sc. = 5)	0,25%	0,02% à 0,75%	5,6 km	3 à 7,7 km	2,1%	1,3 à 3,5%
Petits BV (n = 8* ou Sc. = 9*)	5,23%	1,17 à 20,80%	1,1 km	0,2 à 1,9 km	5,3%	2,3 à 9,2%
Différence entre PBV et GBV	20x		5x		2x	

Scénario de Ferme-Neuve non comptabilisé dans les statistiques de la distance et de la pente (n = 7 ou Sc. = 8*).

Facteurs d'intensité des ondes de rupture

✔ *Ordre 0-2 (PBV ≤ 7,4 km²)*

✘ *Ordre 2-3 (GBV ≥ 22,7 km²)* → *Ratio en moyenne presque 20x inférieur à celui des petits BV*



● Ratio des superficies (%) : Superficie/Aire — Seuil arbitraire des 1% (labo) au-dessus duquel la hausse du niveau de conséquence en cas de rupture de barrage commence à être potentiellement significative. - - - Seuil des 0,1% (Tetra Tech)

Grands BV (GBV) associés à des épisodes de précipitation >100 mm/1-3 jours (valeurs aberrantes : ne suivent pas la tendance hypothétique du niveau de conséquences qui augmente avec le ratio des superficies).

Éléments de conclusion sur les ruptures de barrages de castor

- Facteur déclencheur principal : météo active.
- Facteurs d'intensité potentiels – Théorie d'effet de laminage → **Étang/BV > 1% = dommage**
 - En l'absence de précipitation et pour un scénario de rupture identique, une différence d'intensité/dommage notable devrait être constatée entre les PBV et les GBV.
 - 13 cas québécois = **↕ 2 à 20x** des paramètres d'effet de laminage entre les PBV et les GBV.
 - MAIS **conditions météorologiques différentes** = Explication probable d'une grande partie de la similitude des dommages constatés entre les cas des PBV et des GBV.
- Part de responsabilité du castor dans les inondations en aval d'une rupture :
 - **Potentiellement plus forte pour les PBV (<10 km²) avec ↓ Effet de laminage**
 - **Potentiellement plus faible pour les GBV (>10 km²) avec ↑ Effet de laminage,**
 - CAR de multiples facteurs interagissent (*haut niveau d'eau des lacs/marées, forte pente ou forte mobilité, constriction artificielle de la plaine...*),
 - MAIS responsabilité possible : morphométrie du chenal en aval du barrage (ex. : Port-au-Persil) ou potentialité de ruptures en cascade (ex. SMDLL).
- Limites et perspectives : biais causé par l'impossibilité d'observation (*inclure des sites avec des caractéristiques plus inclusives de la diversité des cas de ruptures possibles*).
- Que dit la littérature scientifique à ce sujet?
 - Relativement très peu d'études et trop peu de données (observées/modélisées) sur les cas de ruptures de barrages de castor.
 - Corroborent ces résultats, mais soulèvent également d'autres facteurs ainsi que des contradictions.

3. Évaluation des aléas fluviaux dans les petits cours d'eau

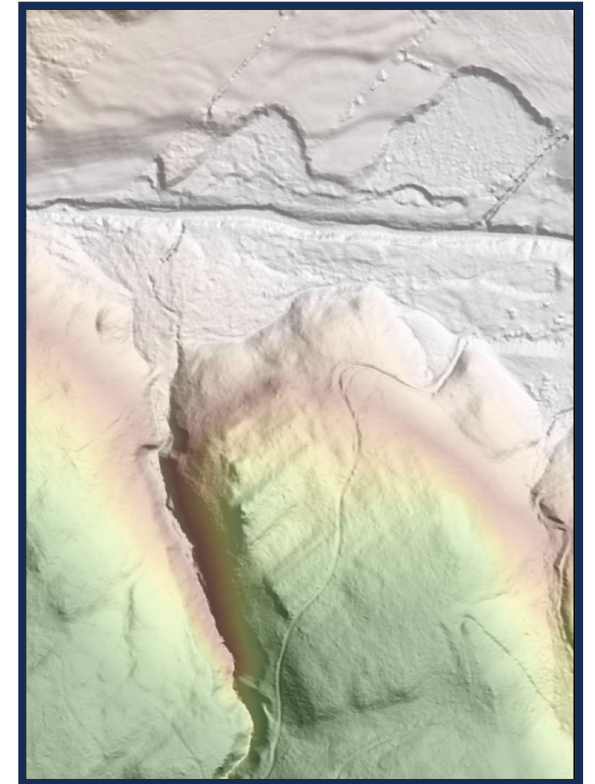
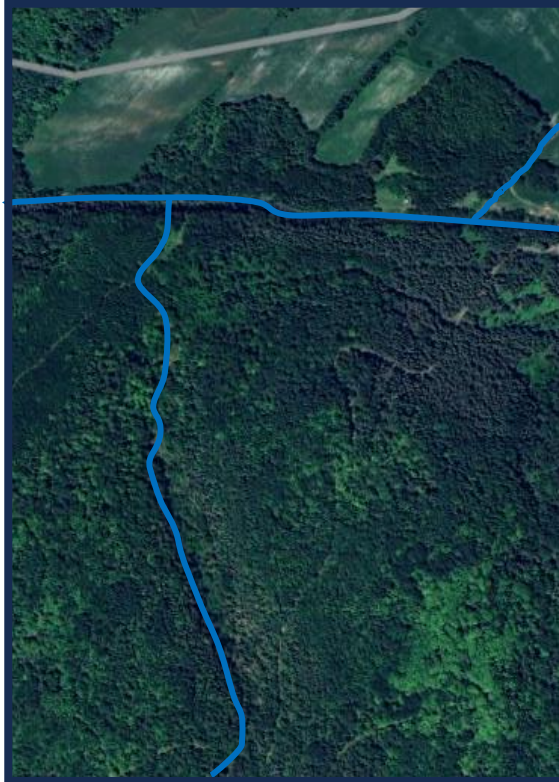
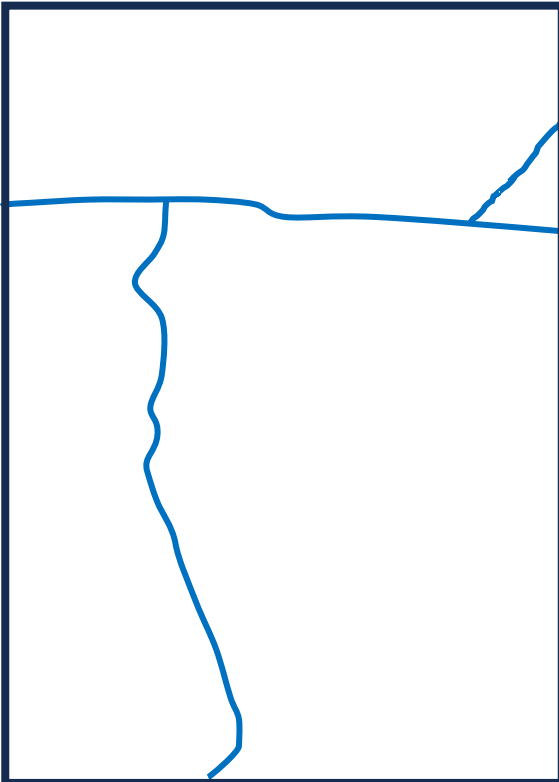




Petit cours d'eau

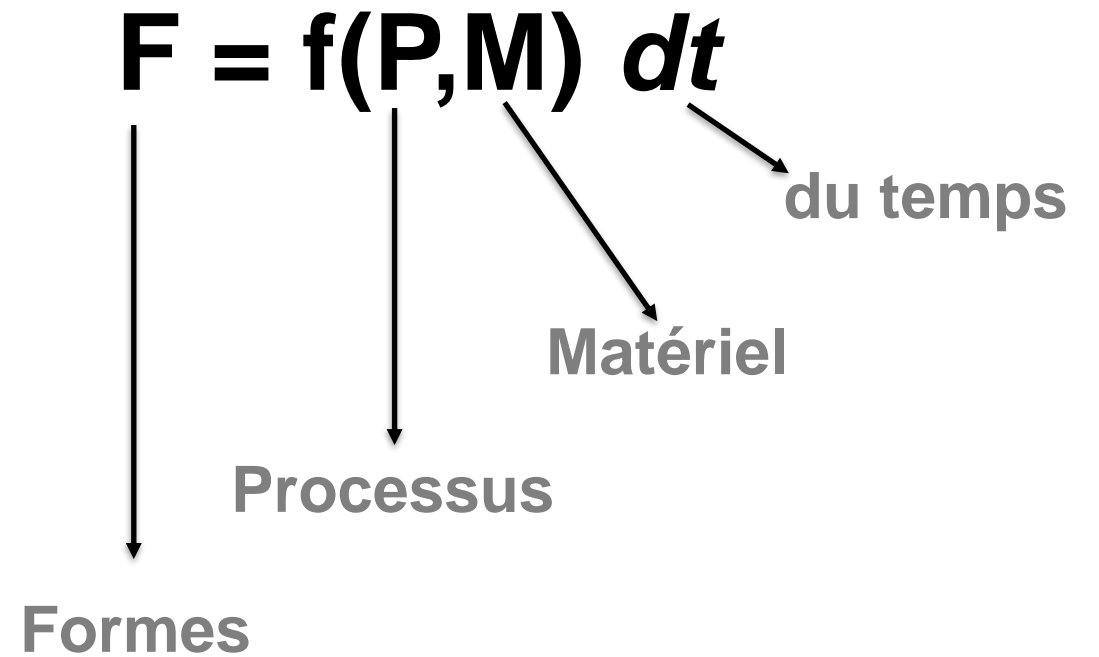
- Existence de risques fluviaux
- Limite dans les données
- Un immense linéaire à couvrir
- Besoin d'un cadre d'analyse

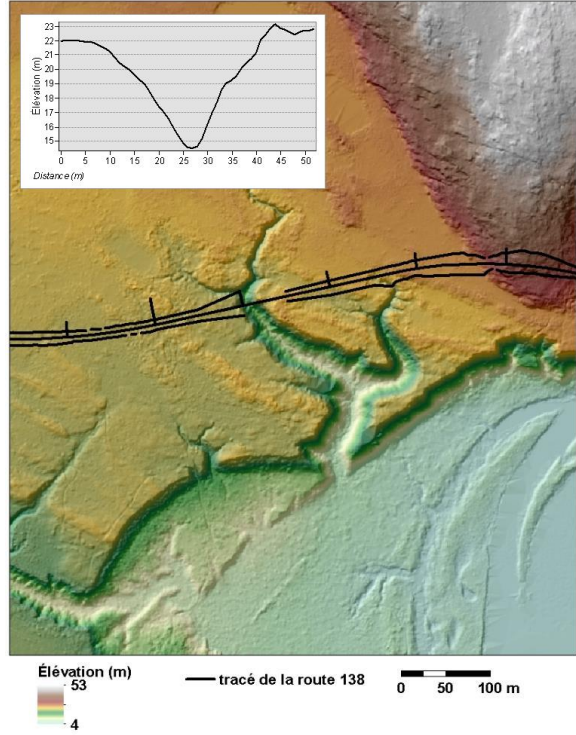
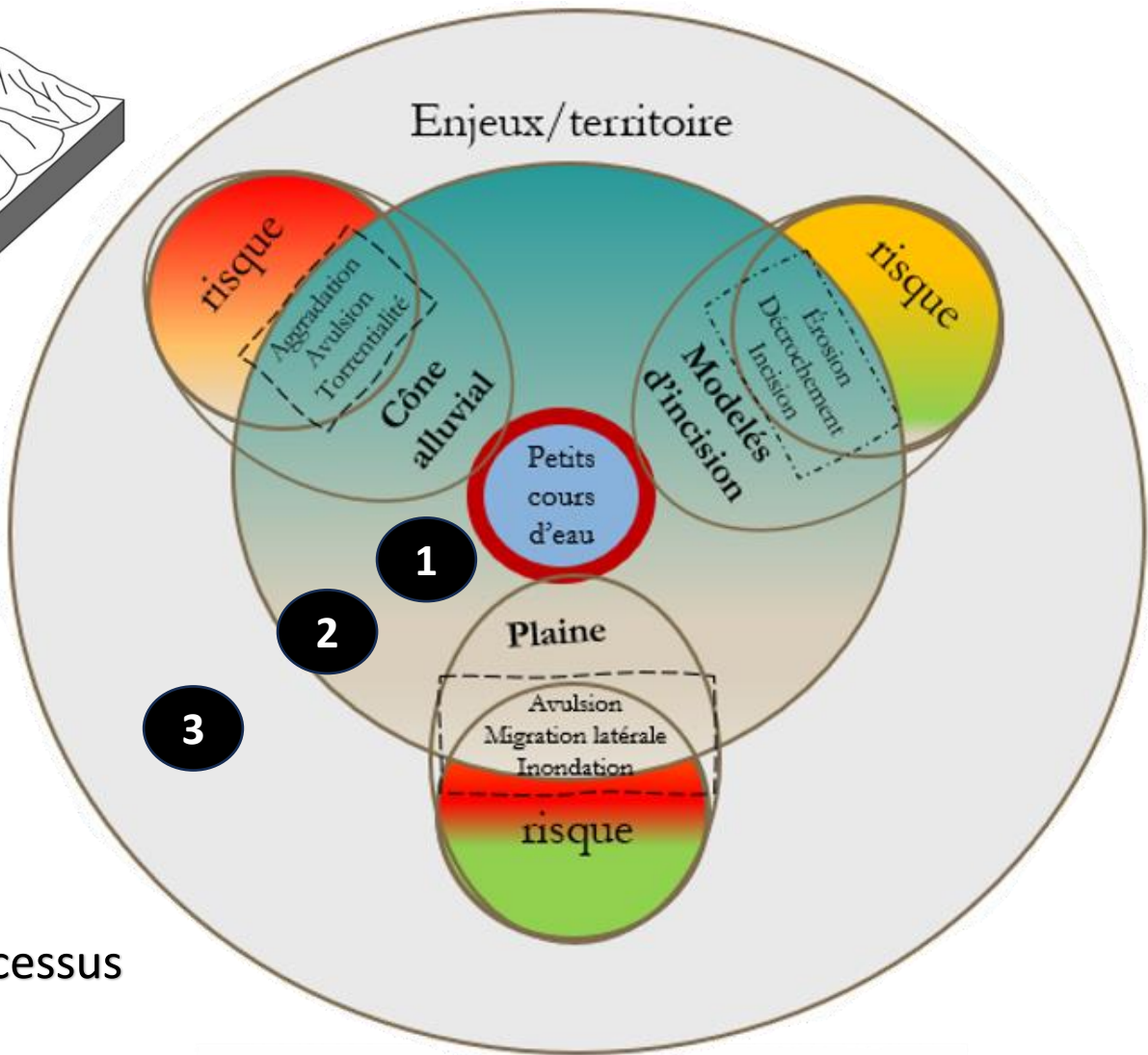
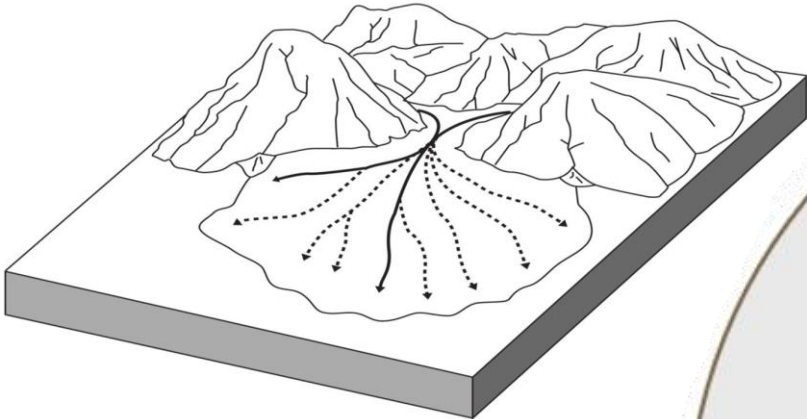
- Couverture LiDAR élargie : haute résolution sur immense territoire
- Émergence des outils SIG
- Nouvelles bases de données



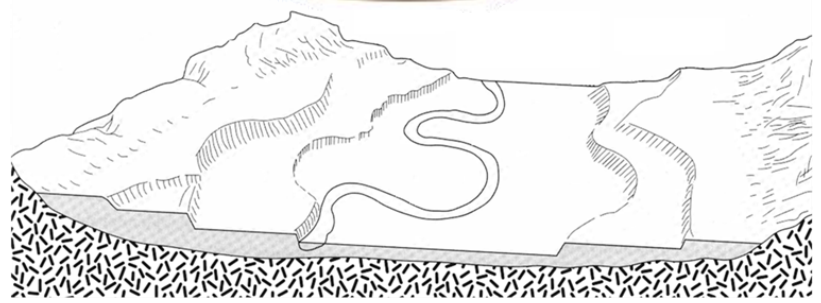


Approches hydrogéomorphologiques





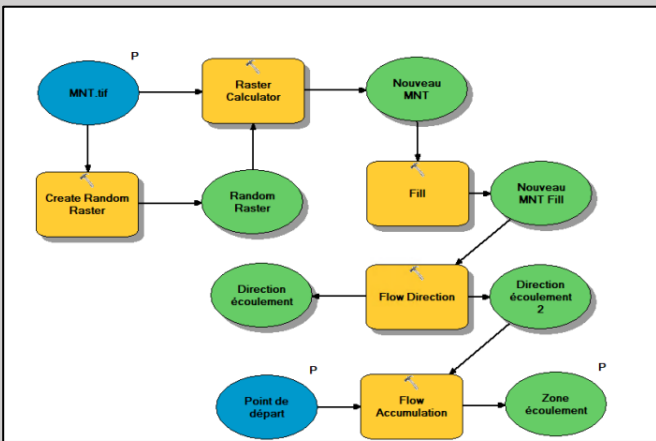
- 1 Identifier la forme
- 2 Évaluer l'intensité de processus
- 3 Évaluer le risque



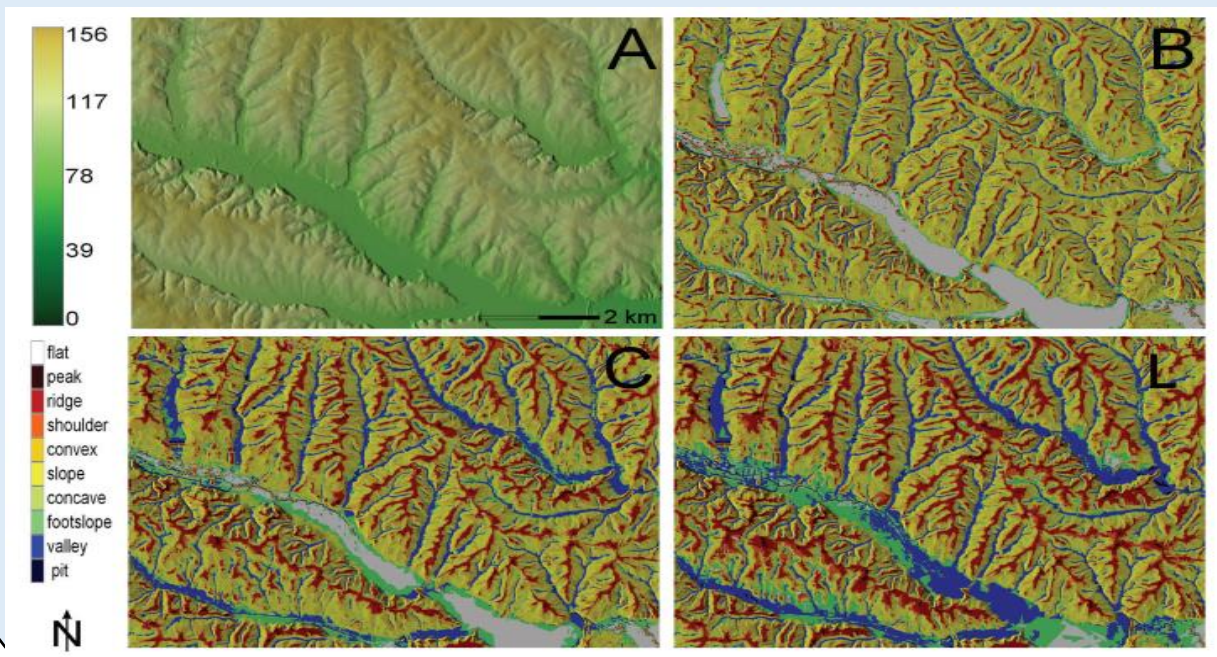
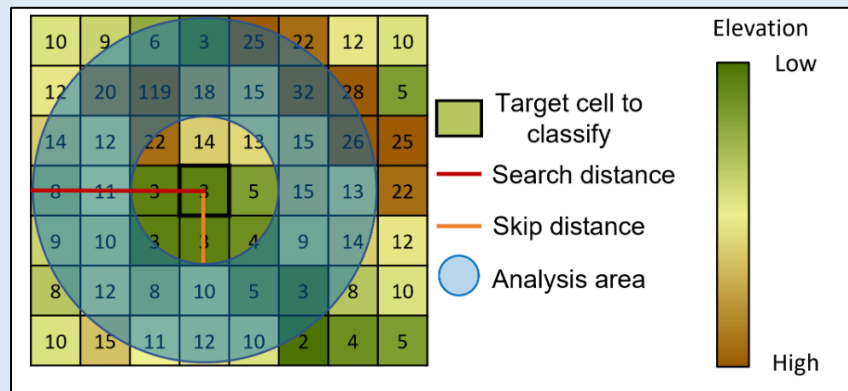
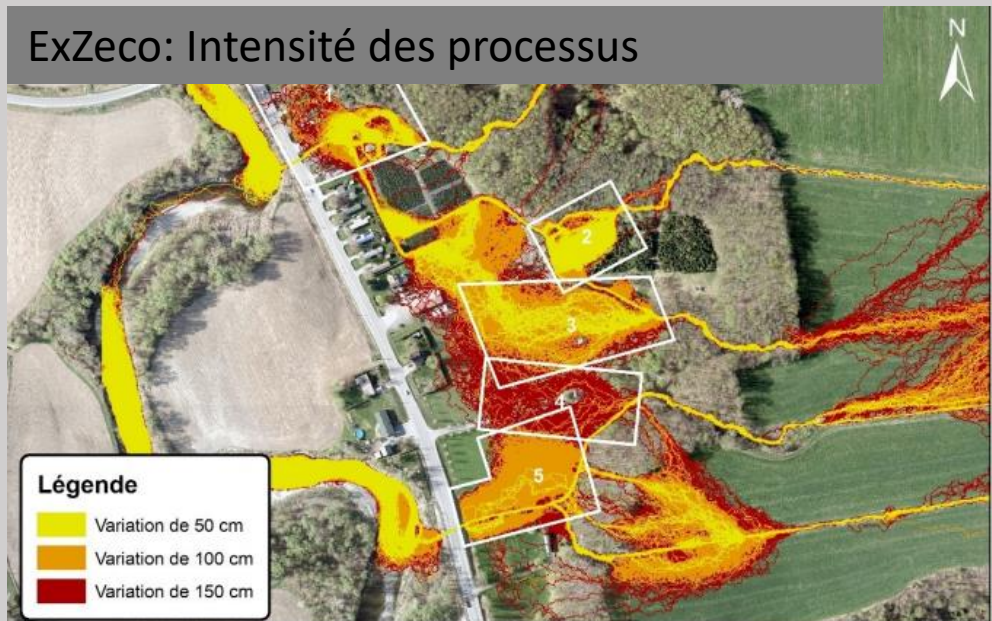
Outils SIG

exZeco

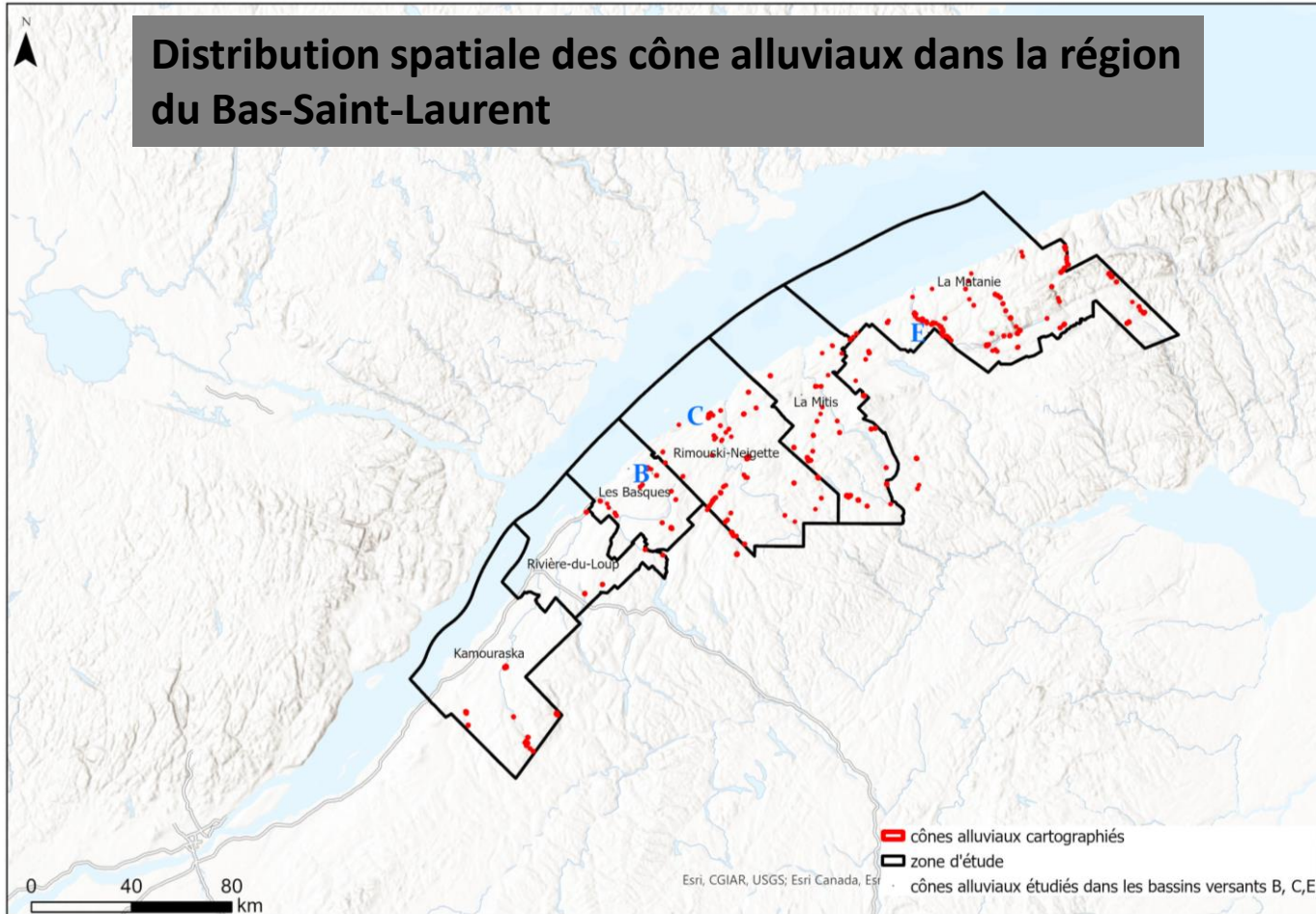
Geomorphon Landform



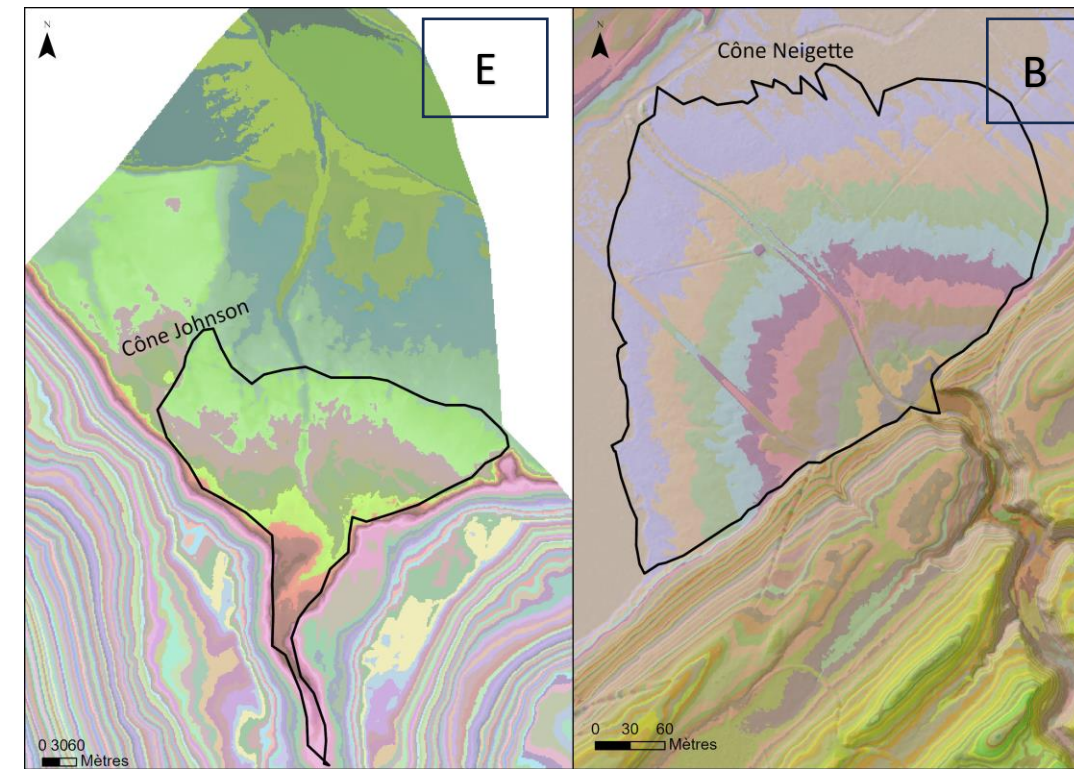
ExZeco: Intensité des processus



Cas des cônes alluviaux

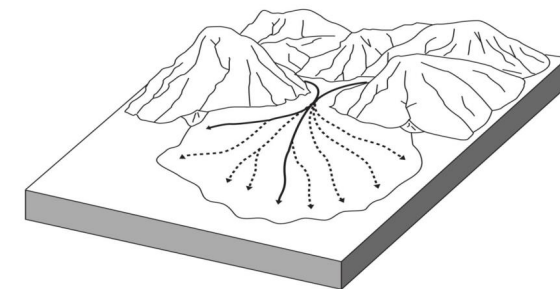


197 cônes alluviaux cartographiés dans la région du Bas-Saint-Laurent dont 28% présentent des enjeux



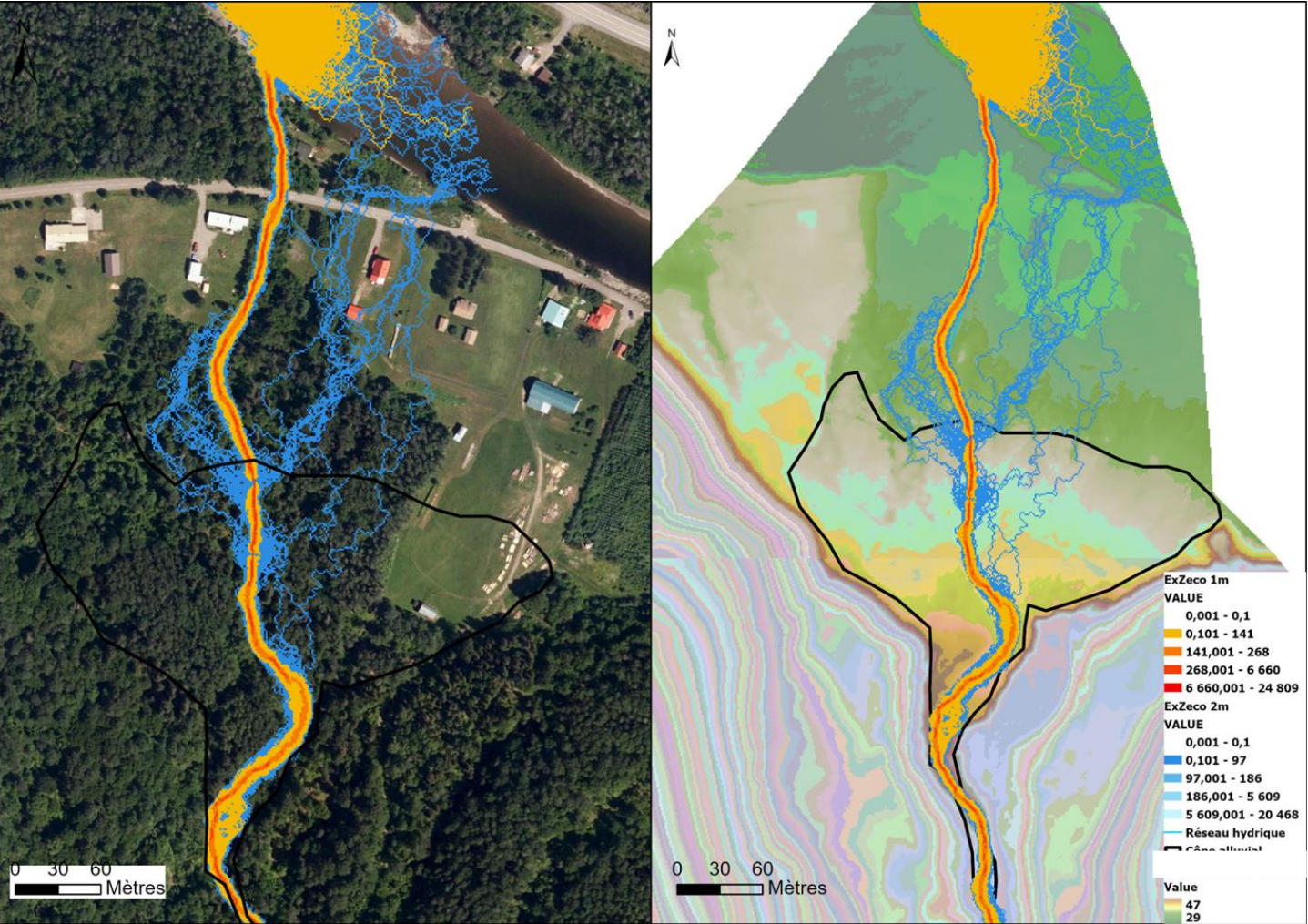
Exemple de cône alluvial cartographié par ajustement symbologique

Cône du site E: Bassin versant du ruisseau Johnson
Cône du site B: Bassin versant de la Neigette

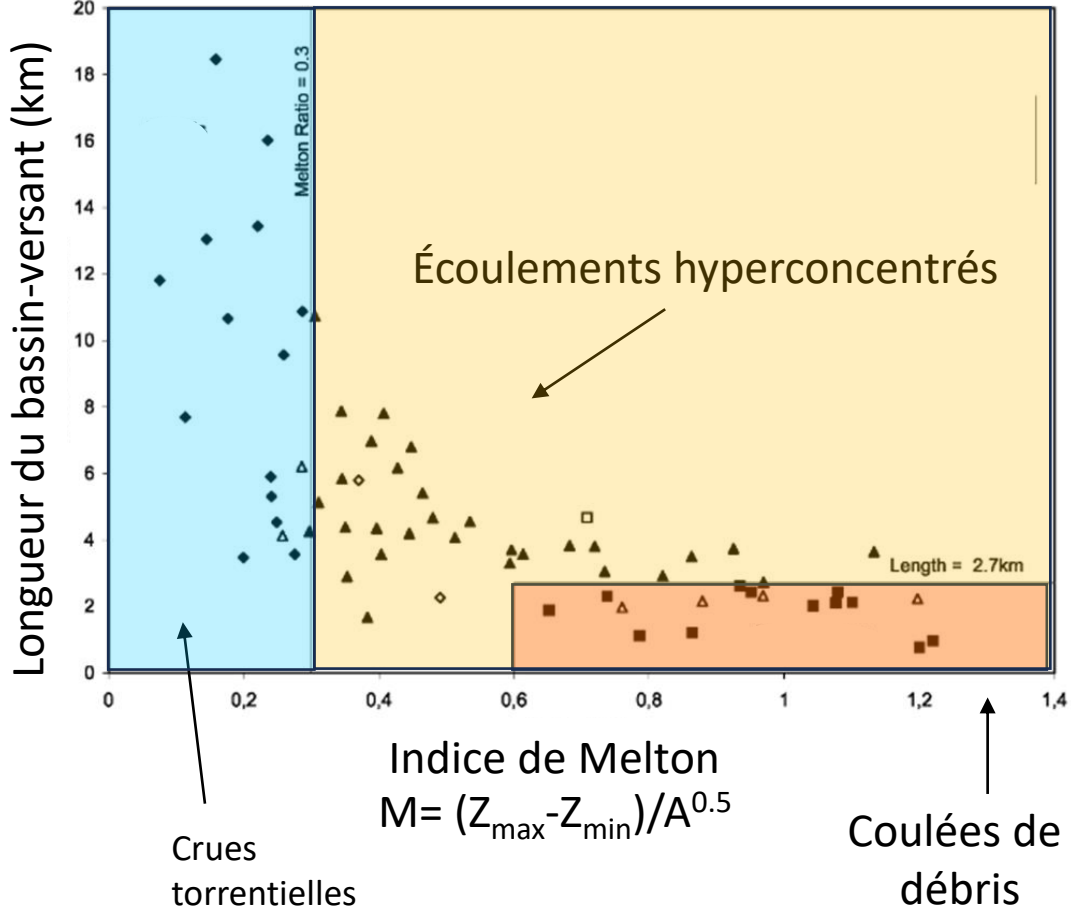


Intensité des processus sur les cônes

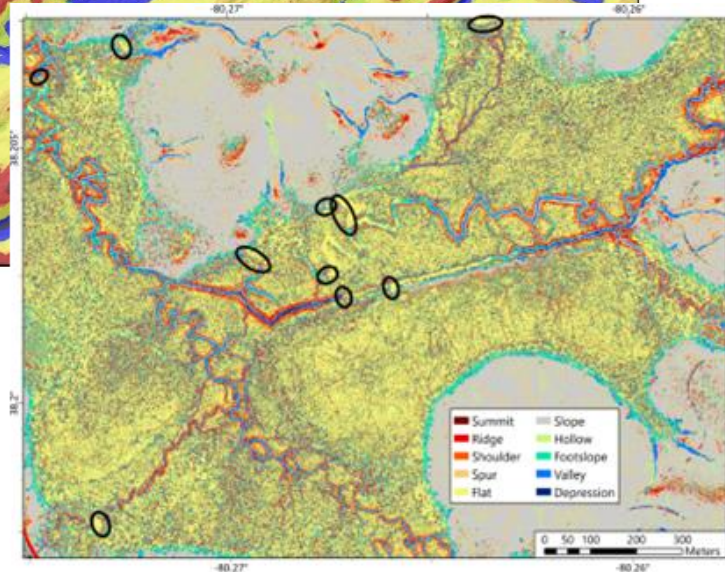
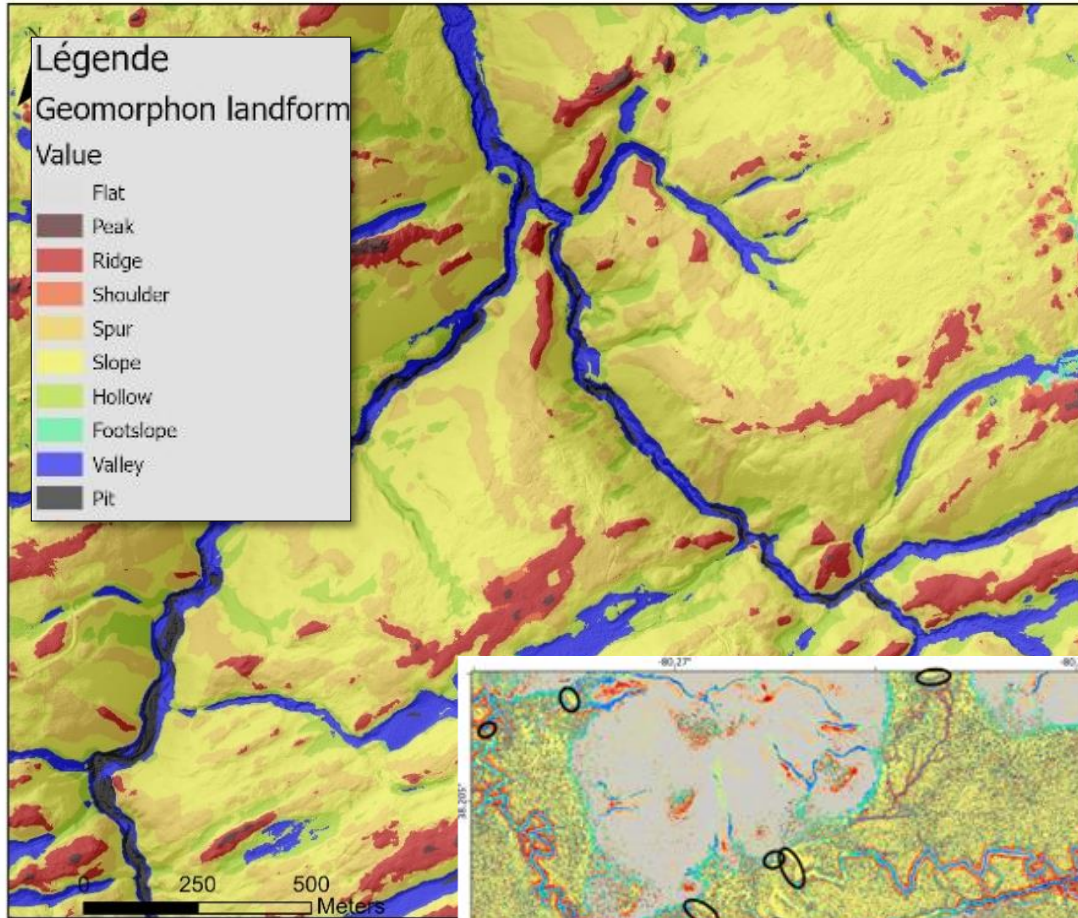
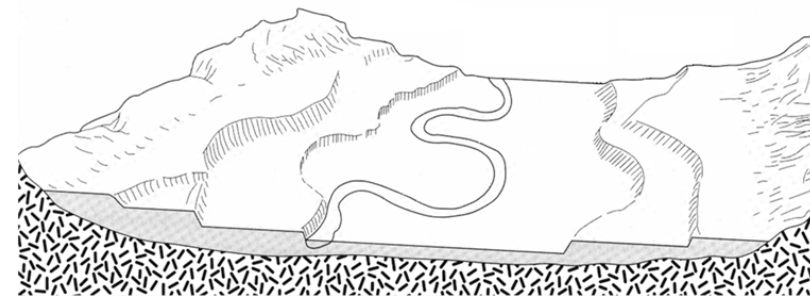
exZEco : corridor d'avulsion



Morphométrie → type d'écoulement



Cas des plaines alluviales



Détection des étangs de castors



Swift et Kennedy, 2021

Intensité des processus

	1	2	3	4
Puissance - W	< 10 W/m ²	10-30 W/m ²	30-100 W/m ²	> 100 W/m ²
Erodabilité des berges - B	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
Potentiel d'apports solides - A	Nul	Faible	Moyen	Fort

❖ Puissance spécifique (Nanson et croke, 1992)

$$\omega = \rho \cdot g \cdot Q \cdot S / w$$

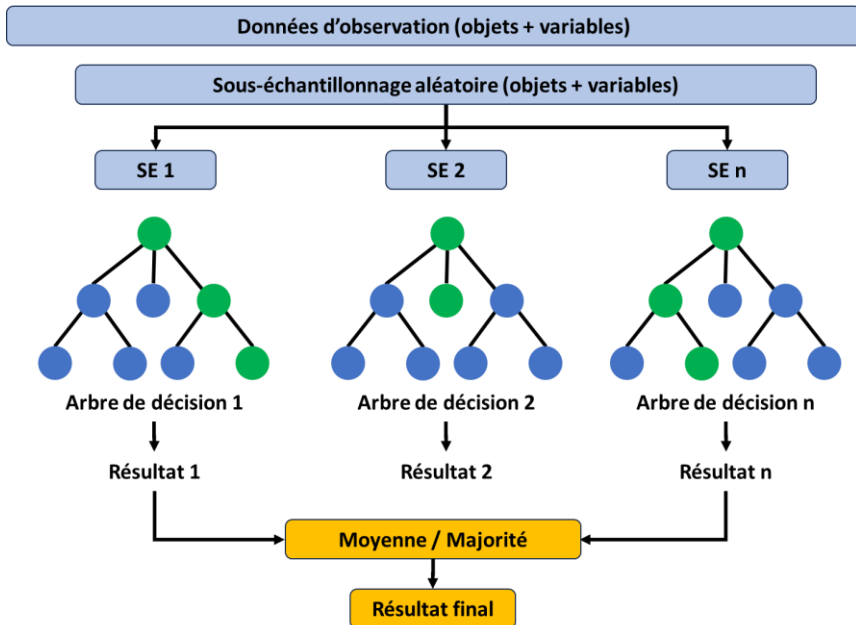
Autres perspectives pour l'intensité des processus:

- Modèle apprentissage automatique
- Connectivité hydrosédimentaire

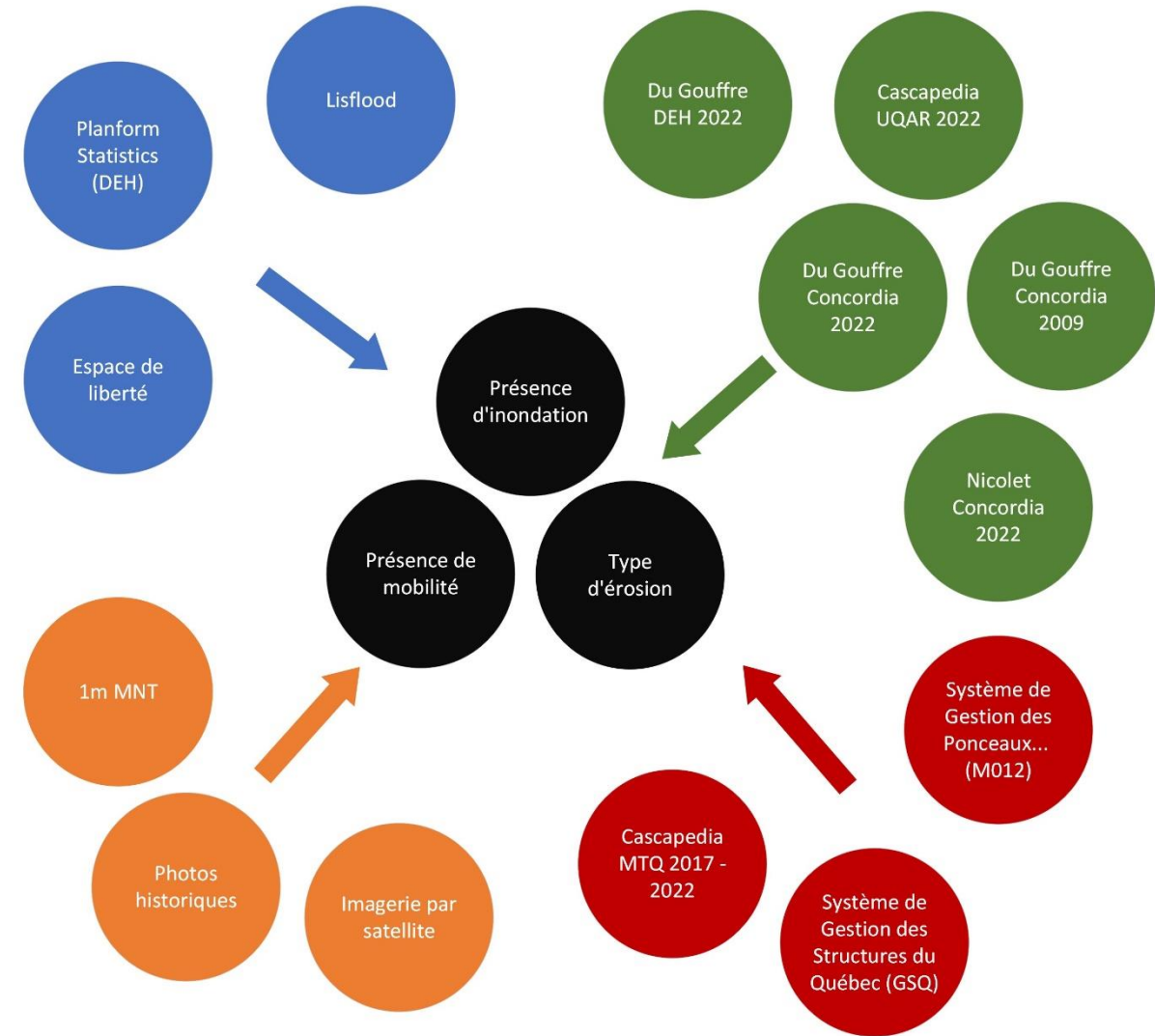
Méthodes d'apprentissage automatique

Projet aléas fluviaux :
Marco Gava

forêt aléatoire



- Résultats d'un modèle
- Travail de terrain
- Bases de données du MTQ
- Données pour HGM
- Modèle



Trois modèles d'évaluation d'occurrence d'aléas

1. Inondation

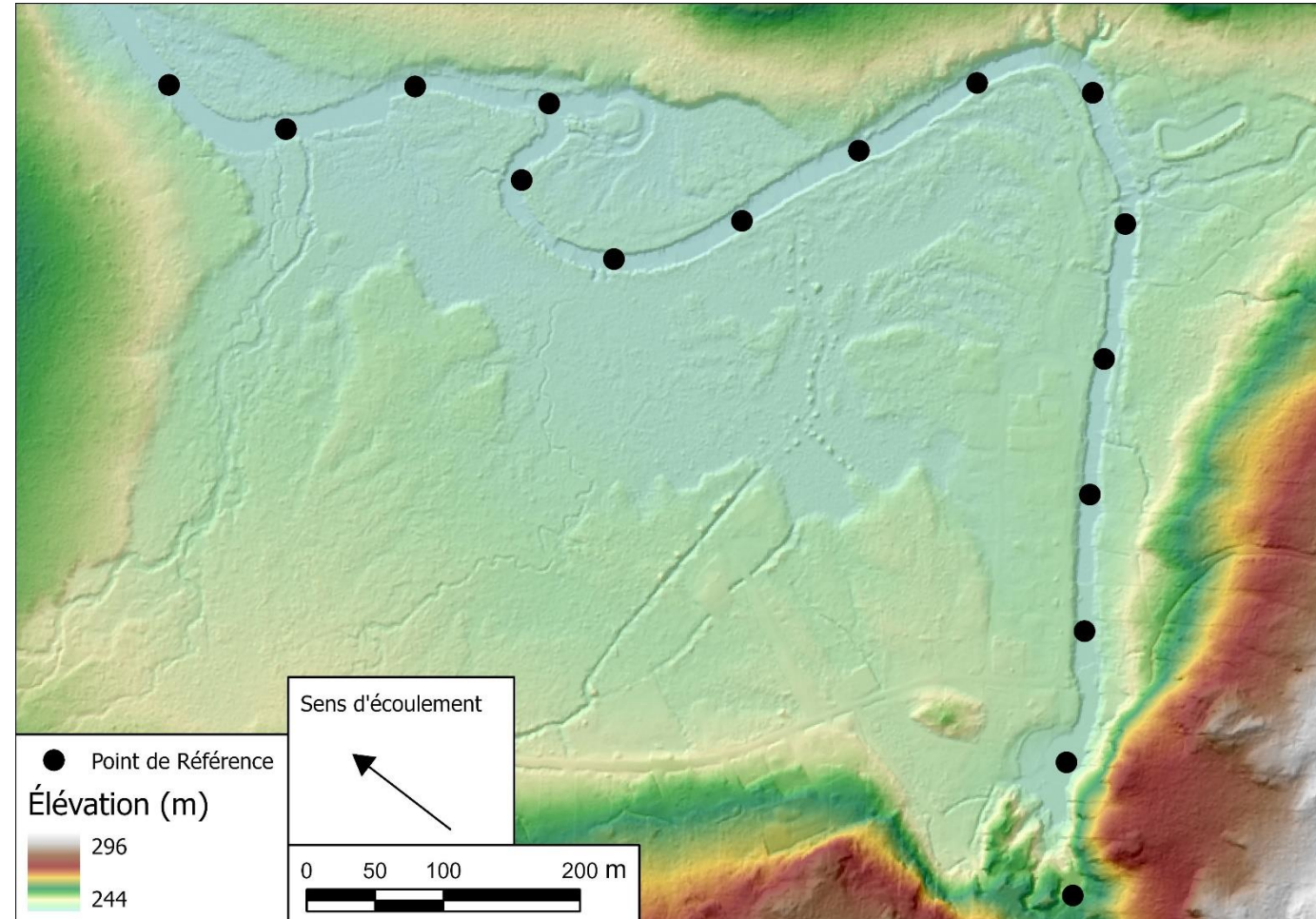
1. Absence
2. Présence

2. Mobilité

1. Absence
2. Présence

3. Type d'érosion

1. Incision
2. Mobilité latérale



Classification des points de références

1. Inondation

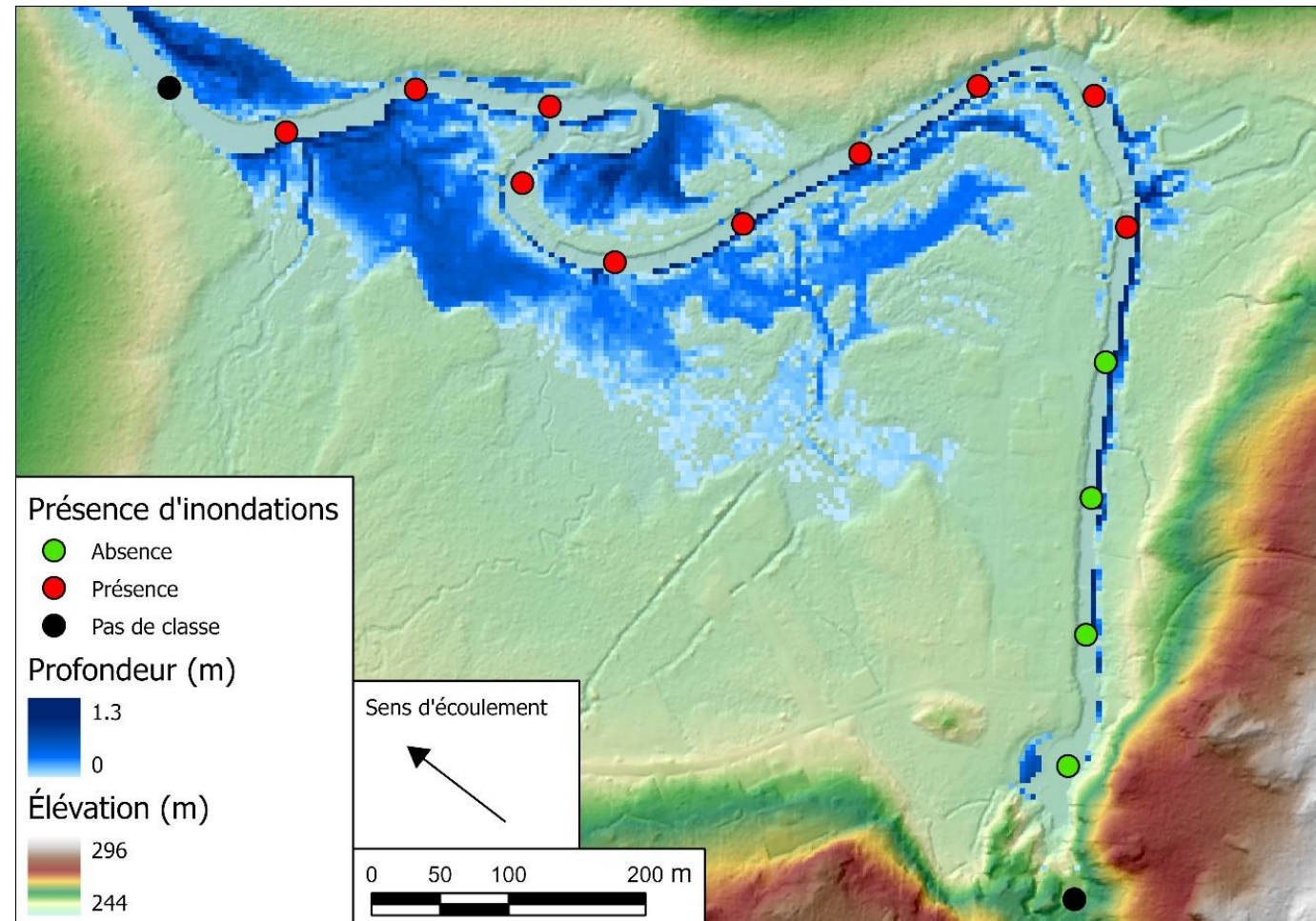
1. Absence
2. Présence

2. Mobilité

1. Absence
2. Présence

3. Type d'érosion

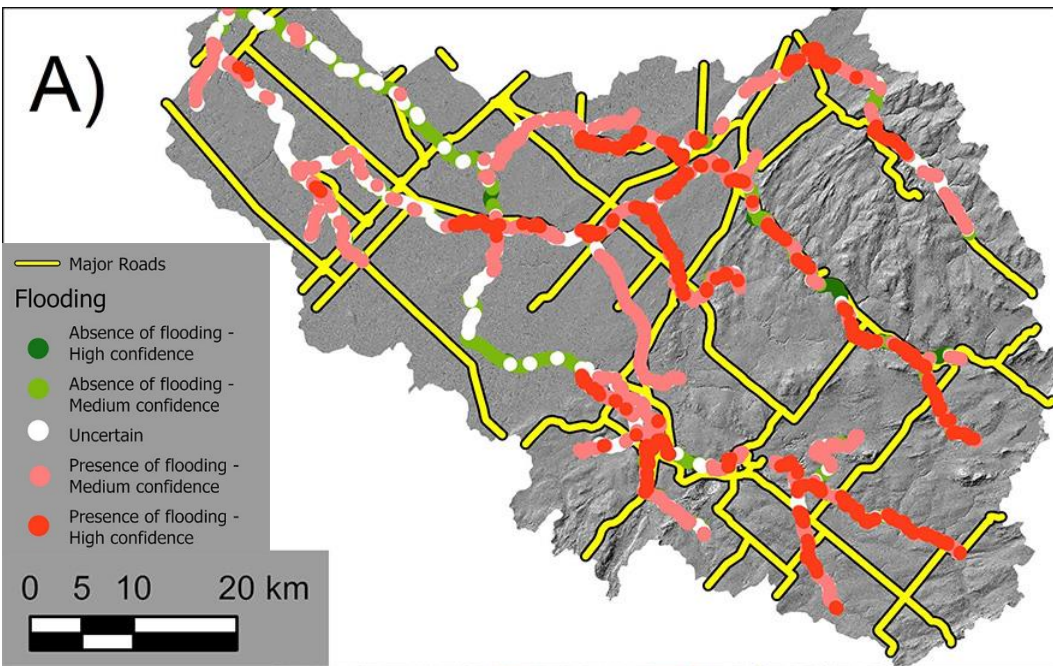
1. Incision
2. Mobilité latérale



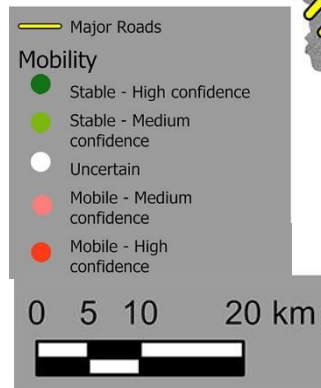
Résultats (Nicolet)

Inondation

A)

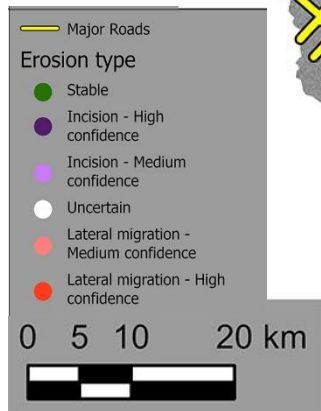


B)



Mobilité

C)

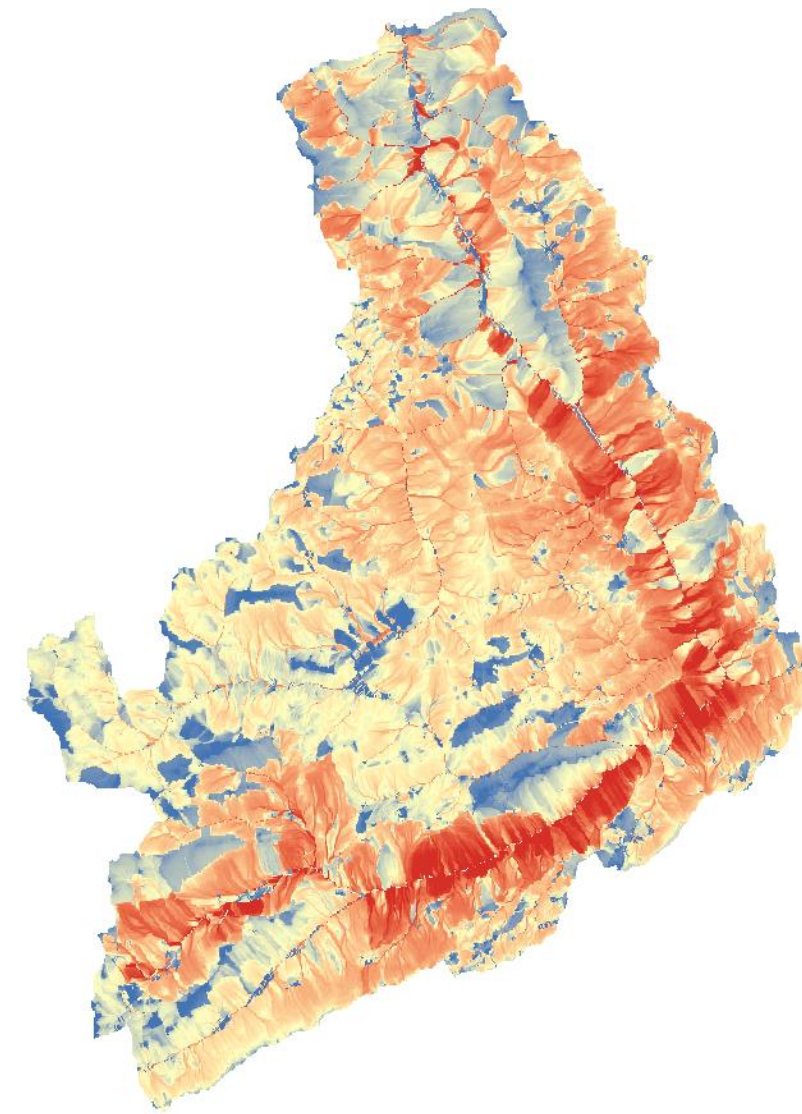
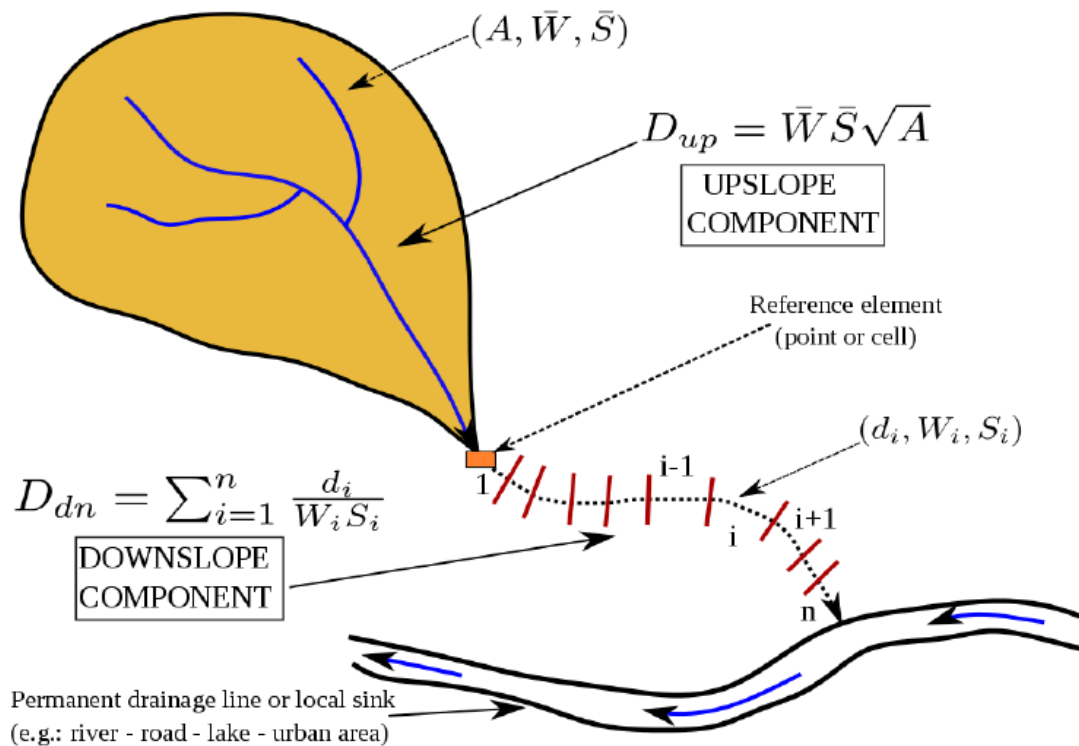


Types d'érosion

Connectivité hydrosédimentaire

Projet HGM2
Maxime Maltais

1. Intégrer l'évolution du couvert forestier dans le calcul de l'IC
2. Dresser un portrait régional de la connectivité hydrosédimentaire
3. Évaluer les effets spatiaux des perturbations forestières sur l'IC

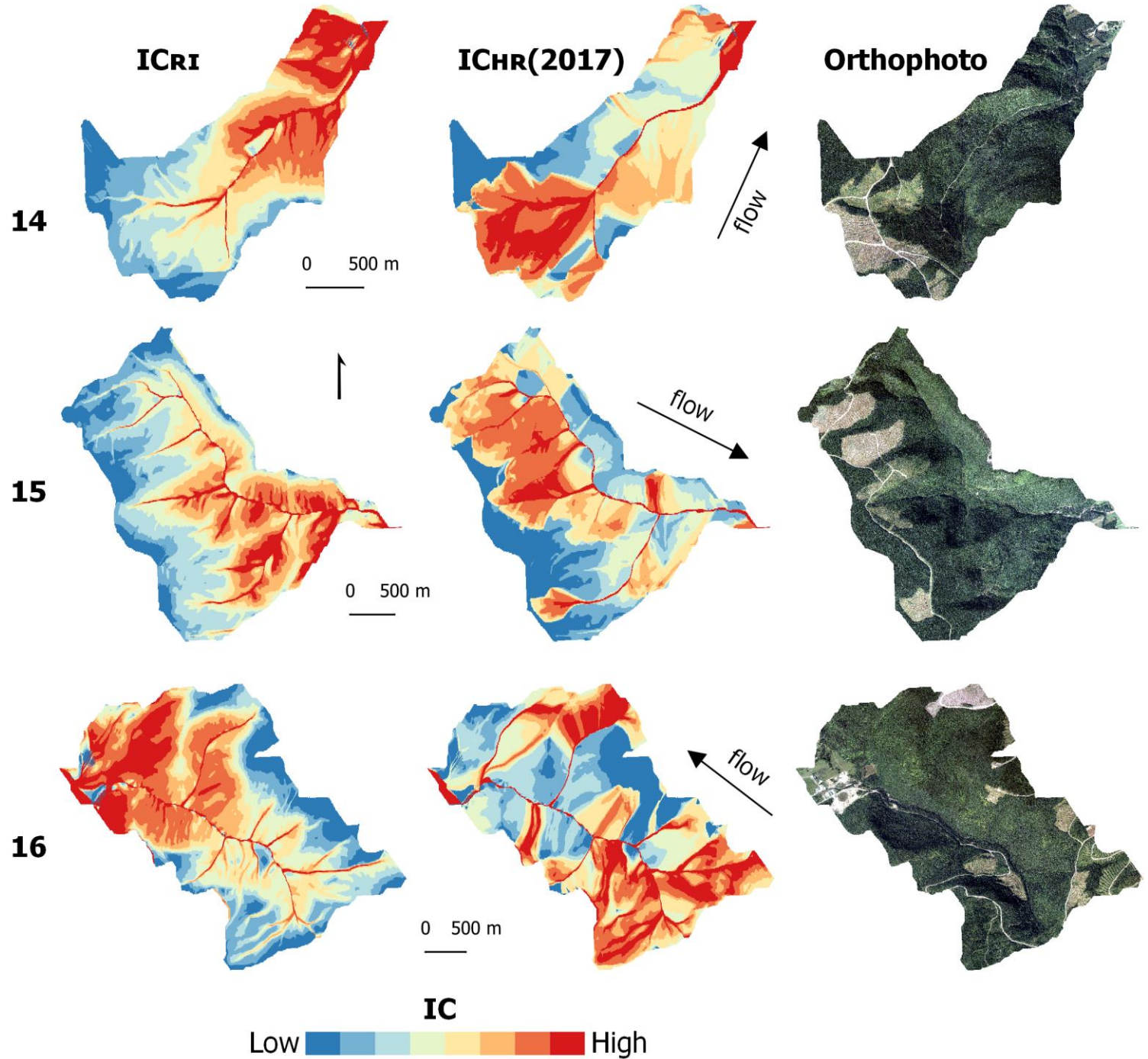


Dépend de :

- Pente
- Distance de la source à la cible
- Impédance (rugosité)

Cavalli et al. (2013)

Sub-catchment number



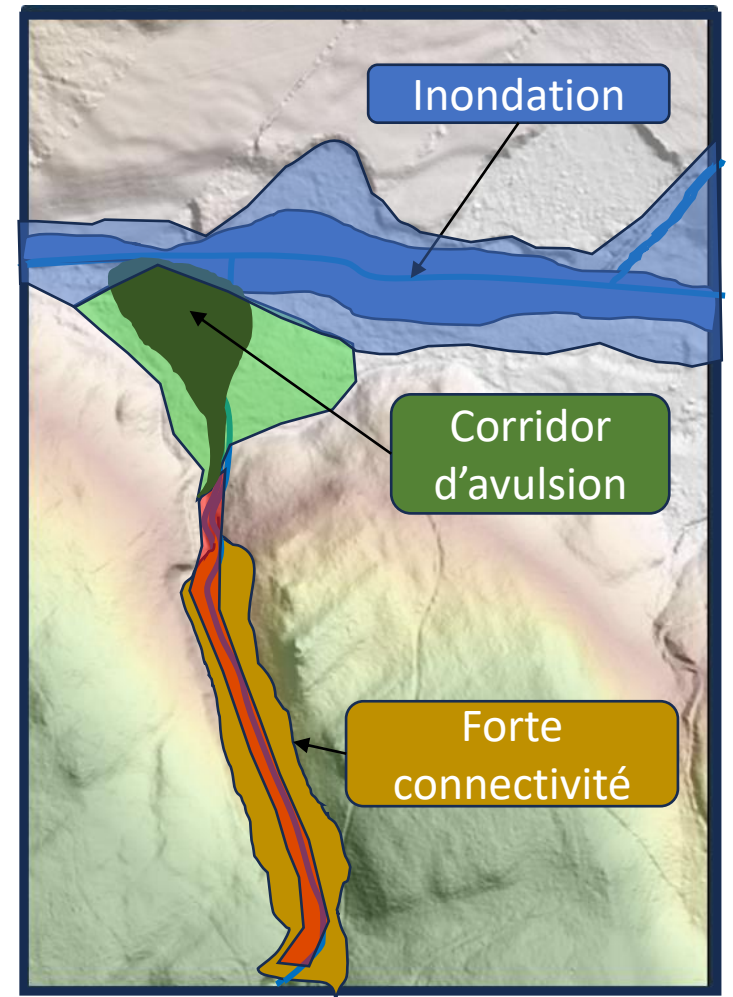
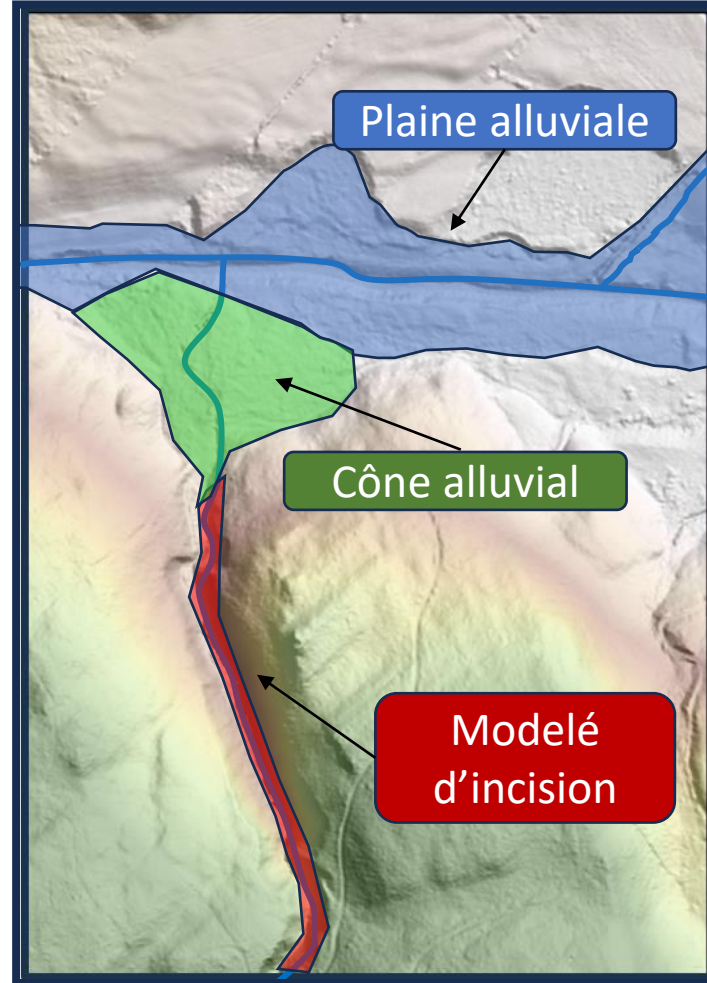
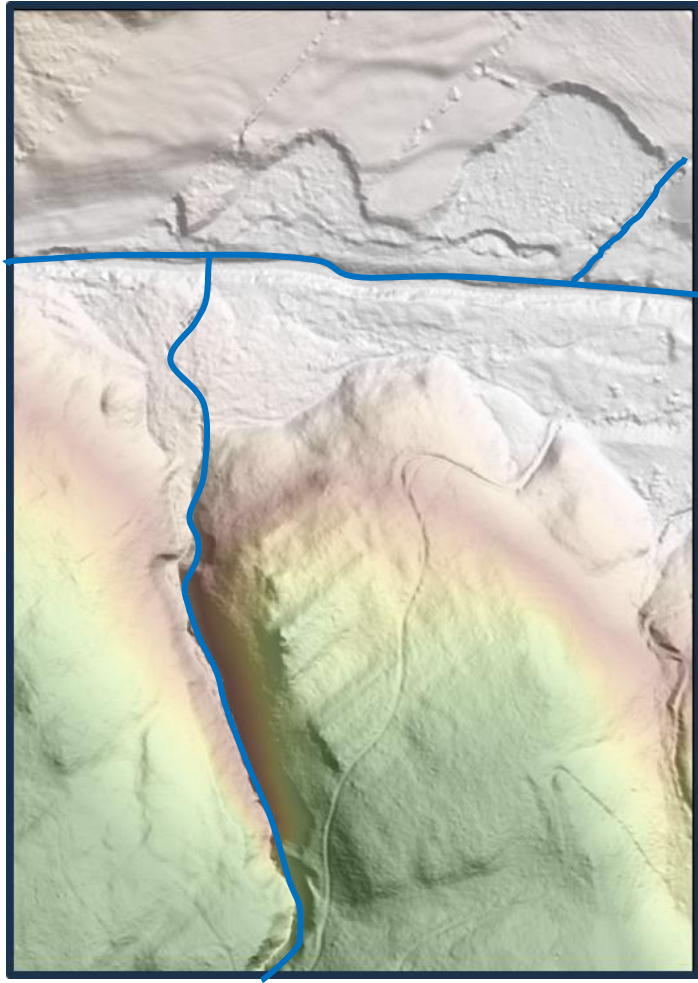
Données
(LiDAR, réseau hydrocohérent)



Unités de paysage
(macroformes)

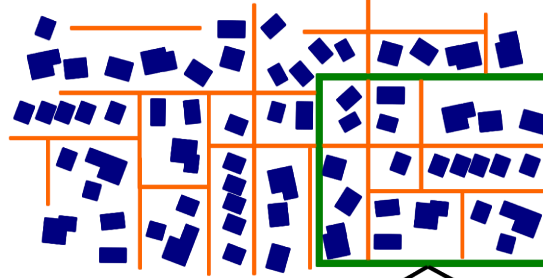


Intensité des processus



Projet EPRI

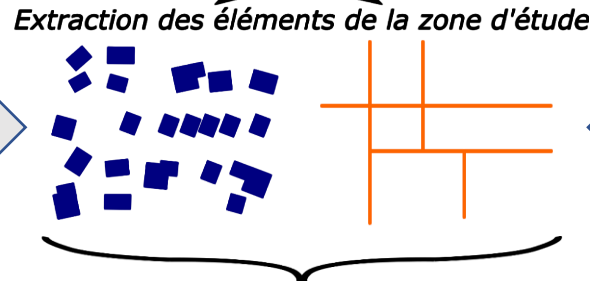
Bases de données :
 - Bâtiments
 - Routes
 Zone d'étude



Indicateurs de l'EPRI :

Nombre et % d'empreintes de bâtiments inondés;
 Nombre et % de logements inondés,
 Nombre et % d'habitants inondés,
 Longueurs et % de routes inondées

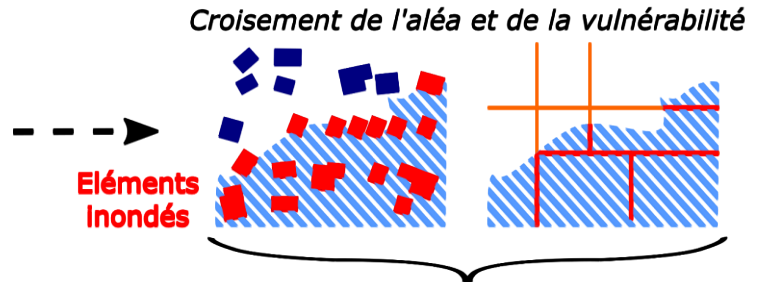
Base de données Bâtiments
 (Oracle-2, MSP/ Uval)



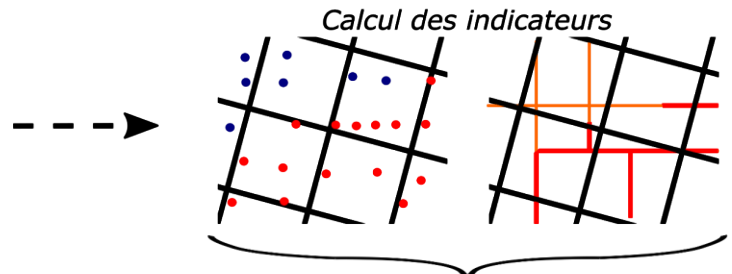
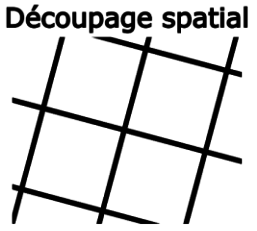
Base de données AQ réseau
 (MERN)

Base de données INFO-Crue
 (MELCCFP/ DEH)

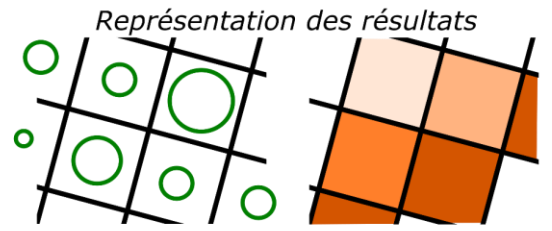
- Inondabilités :
- Fréquente
 - Moyenne
 - Rare



- Limites :
- Municipalités et MRC
 - Ilots et Aires de diffusion
 - Bassins versants
 - Maillage 1km²



Nombre de logements	Pourcentage de routes
< 2	0 - 24 %
< 4	25 - 49 %
< 6	50 - 74 %
< 8	75 - 100 %



Représentation cartographique et graphique

Enjeux : diffusion, transparence et traçabilité des données

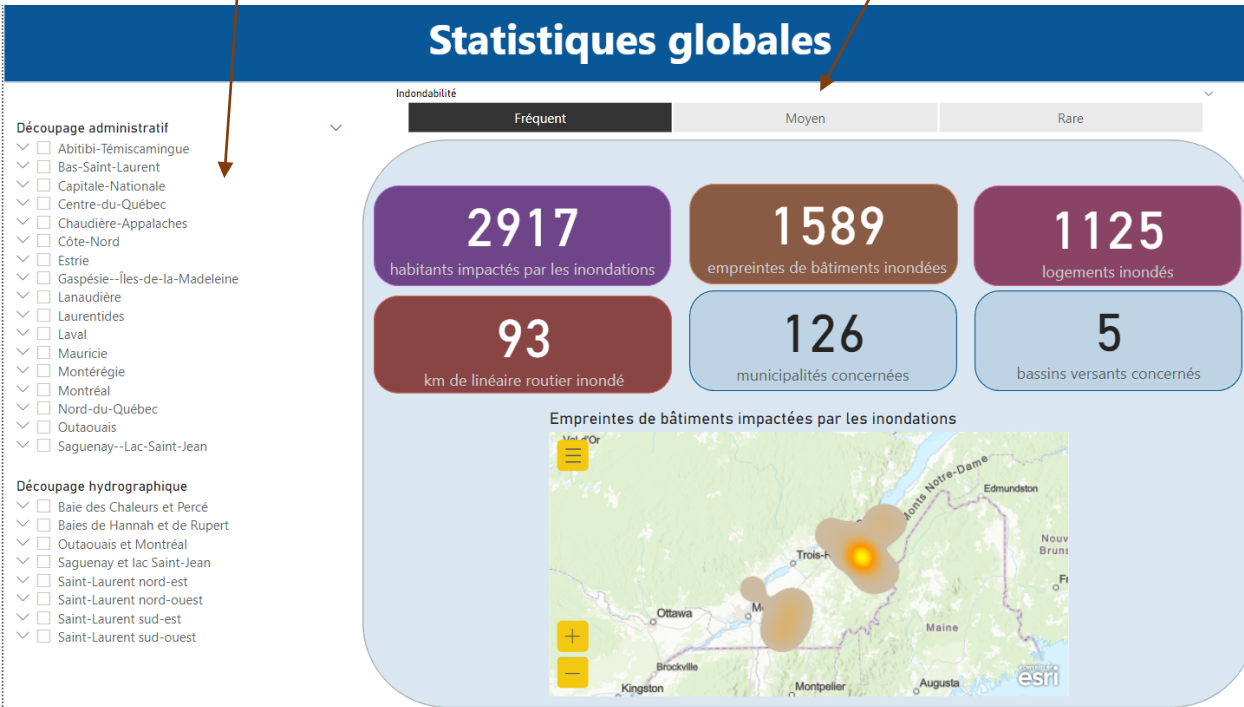
Visuels et graphiques interactifs pour l'EPRI

Choix d'un territoire d'intérêt

Choix du scénario d'inondabilité

Tableau croisé dynamique

Classement des municipalités en fonction de la valeur de l'indicateur



Découpage administratif

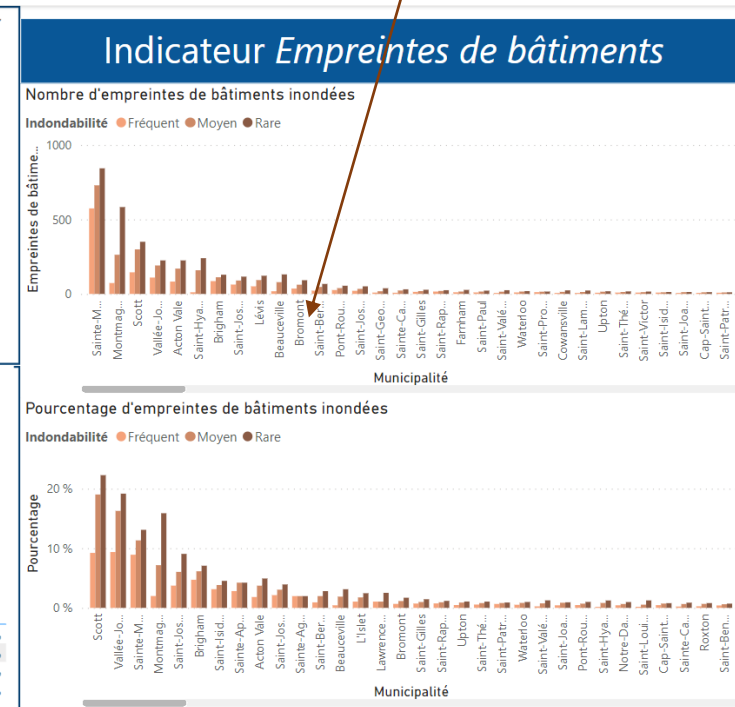
- Abitibi-Témiscamingue
- Bas-Saint-Laurent
- Capitale-Nationale
- Centre-du-Québec
- Chaudière-Appalaches
- Côte-Nord
- Estrie
- Gaspésie--Îles-de-la-Madeleine
- Lanaudière
- Laurentides
- Laval
- Mauricie
- Montérégie
- Montréal
- Nord-du-Québec
- Outaouais
- Saguenay--Lac-Saint-Jean

Découpage hydrographique

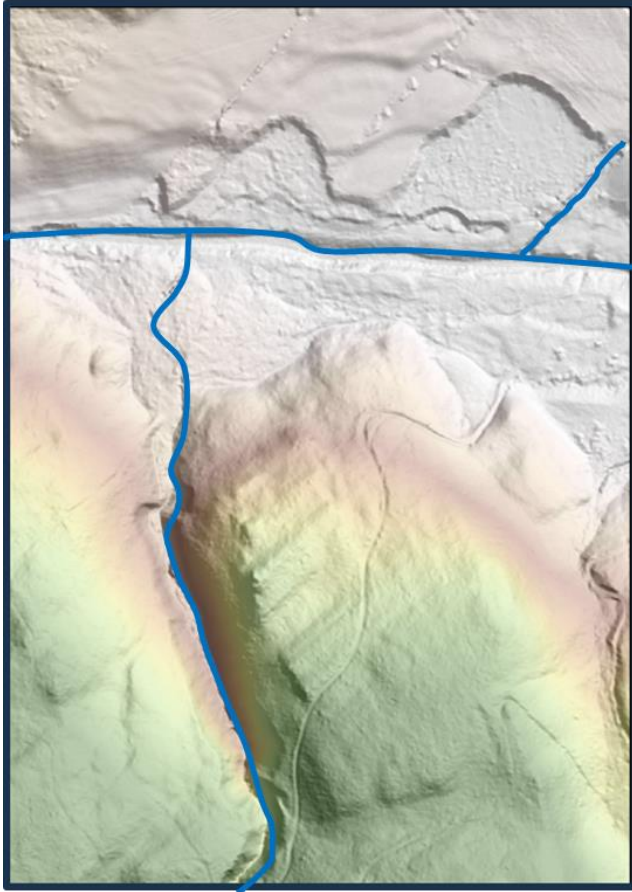
- Baie des Chaleurs et Percé
- Baies de Hannah et de Rupert
- Outaouais et Montréal
- Saguenay et lac Saint-Jean
- Saint-Laurent nord-est
- Saint-Laurent nord-ouest
- Saint-Laurent sud-est
- Saint-Laurent sud-ouest

Indondabilité	Fréquent		Moyen		Rare	
	Région administrative	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre
Capitale-Nationale	35	0,20 %	66	0,37 %	90	0,51 %
Centre-du-Québec	0	0,00 %	0	0,00 %	1	0,02 %
Chaudière-Appalaches	122	0,93 %	2042	1,55 %	2787	2,11 %
Estrie	10	0,05 %	16	0,08 %	28	0,14 %
Lanaudière	20	0,02 %	34	0,03 %	57	0,04 %
Laurentides	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %
Montérégie	300	0,22 %	659	0,48 %	900	0,65 %
Total	1589	0,35 %	2817	0,62 %	3863	0,84 %

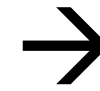
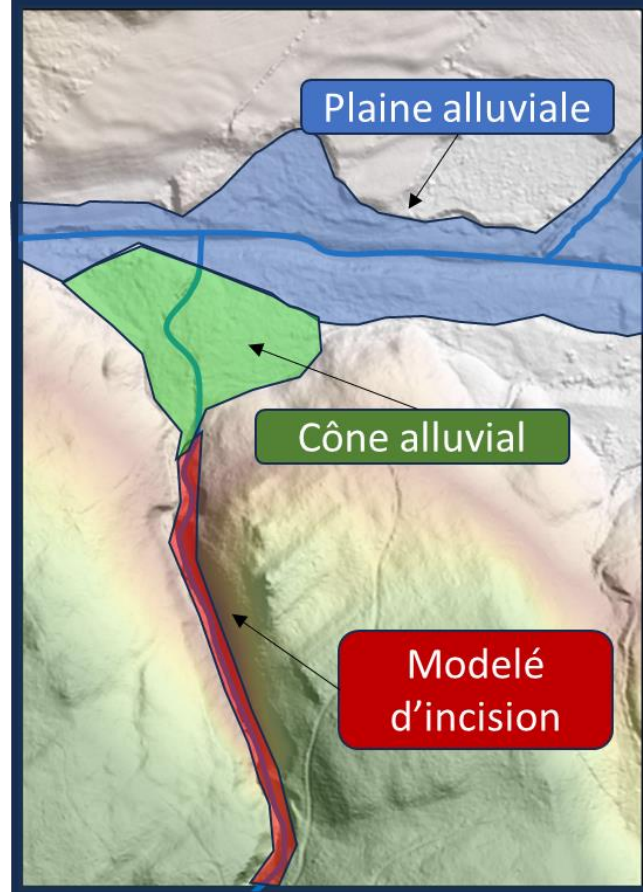
Indondabilité	Fréquent		Moyen		Rare	
	Région hydrographique	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre
Saint-Laurent nord-ouest	55	0,03 %	100	0,06 %	147	0,09 %
Saint-Laurent sud-est	1226	0,84 %	2046	1,40 %	2792	1,91 %
Saint-Laurent sud-ouest	308	0,21 %	671	0,45 %	924	0,62 %
Total	1589	0,35 %	2817	0,62 %	3863	0,84 %



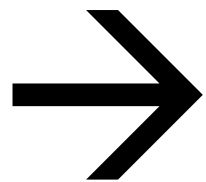
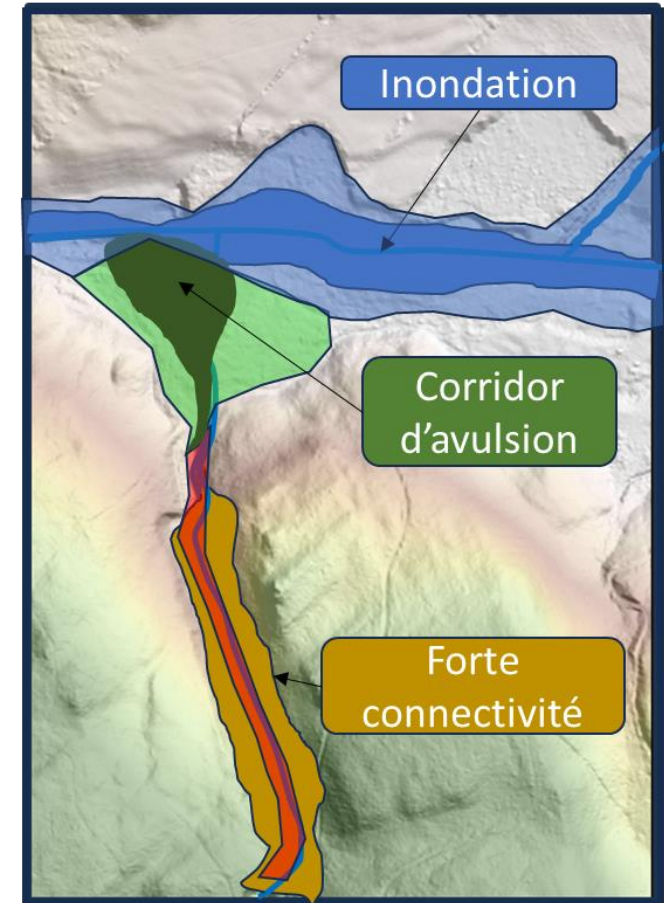
Données
(LiDAR, réseau hydrocohérent)



Unités de paysage
(macroformes)

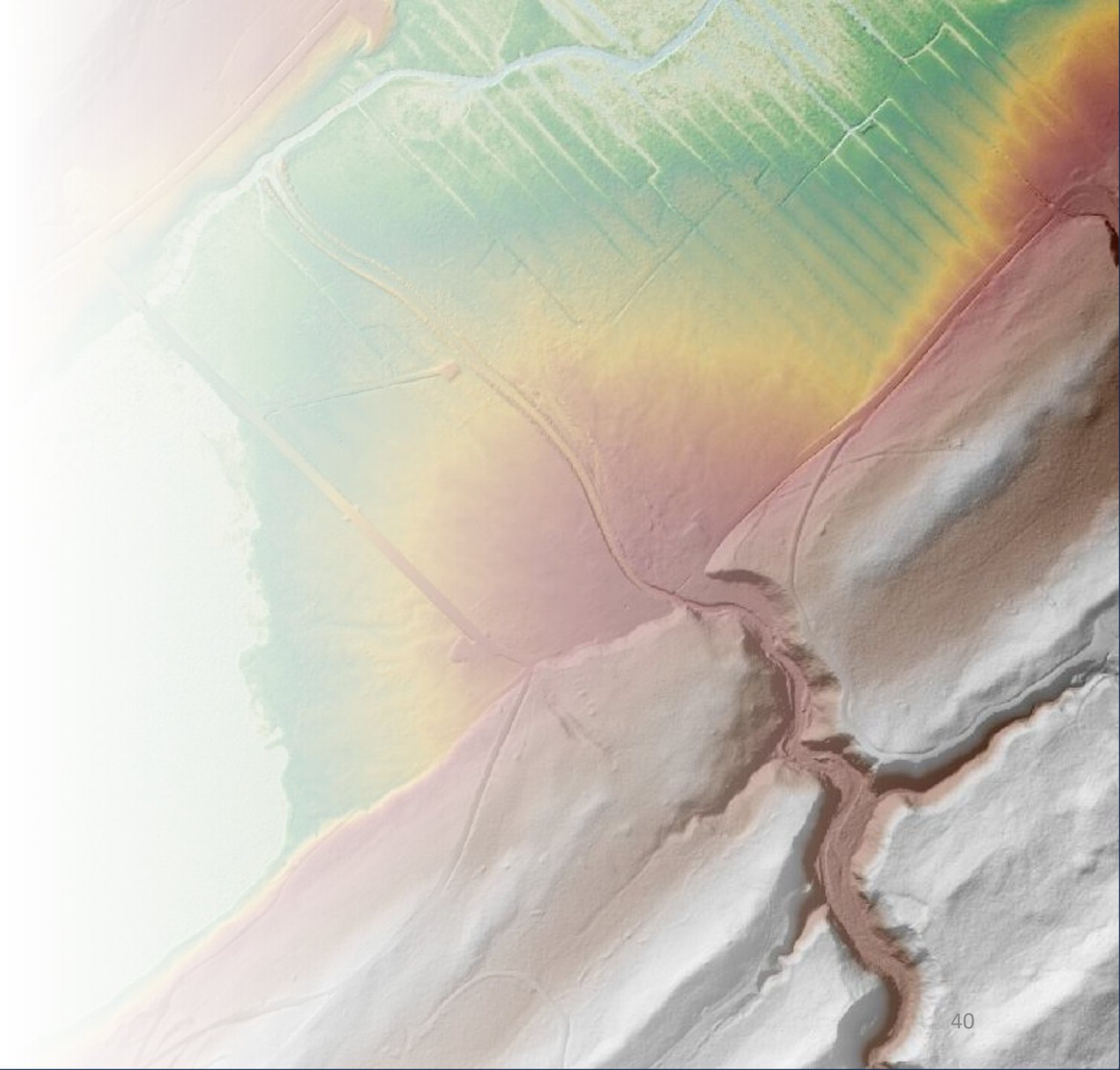


Intensité des processus

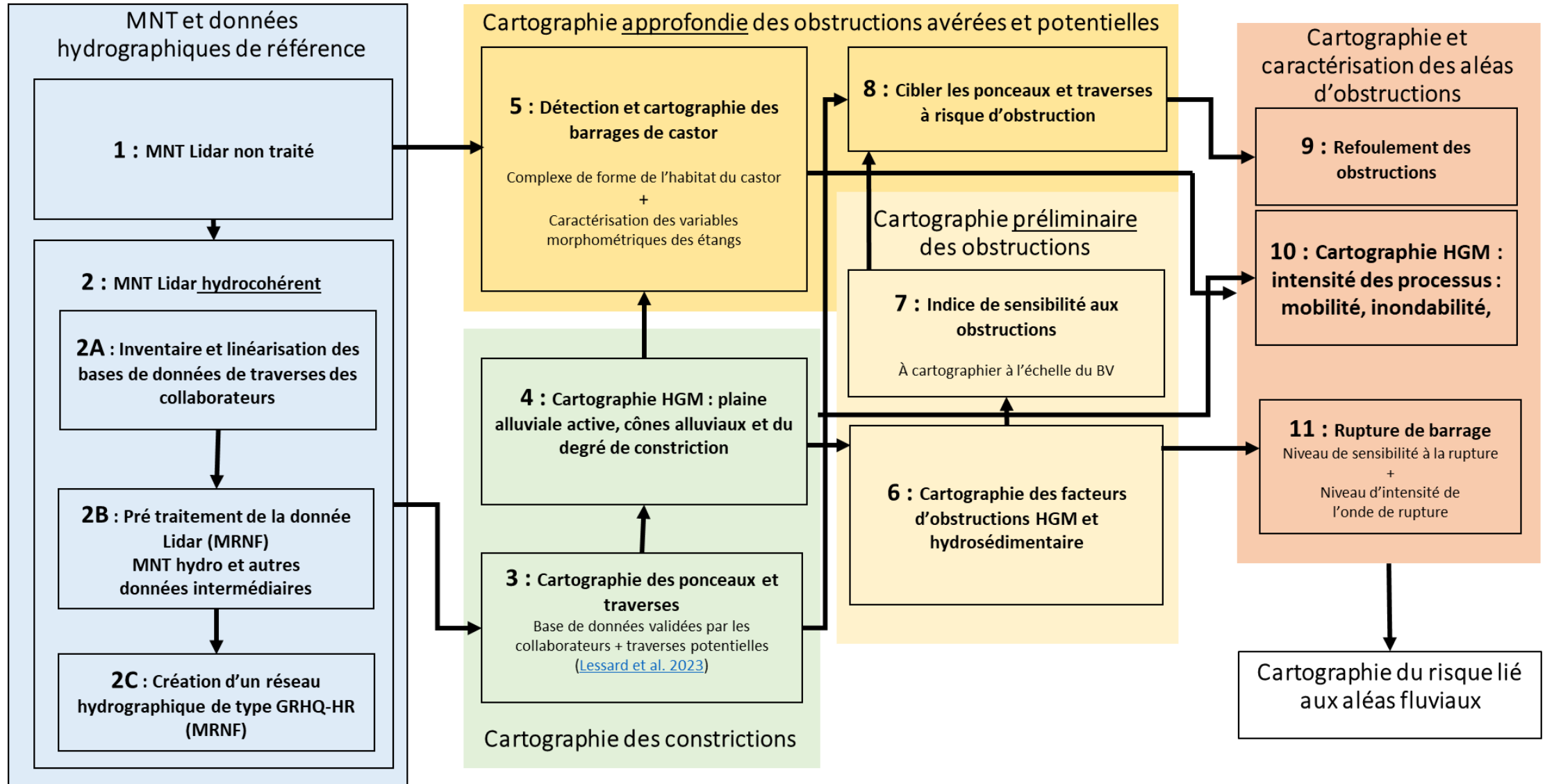


Enjeux	Inondation	Corridor d'avulsion
Bâtiments (nb)	4	2
Personnes (nb)	8	4
Routes (km)	5	1

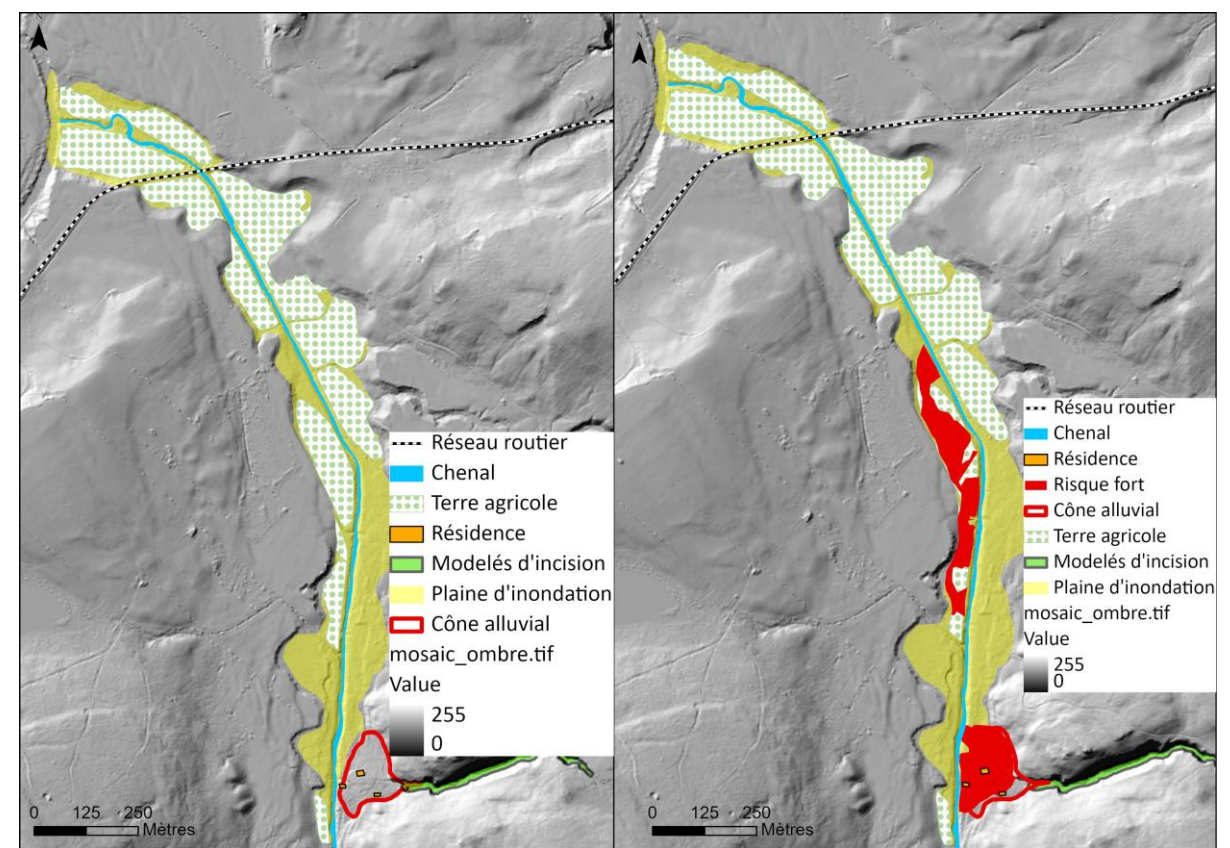
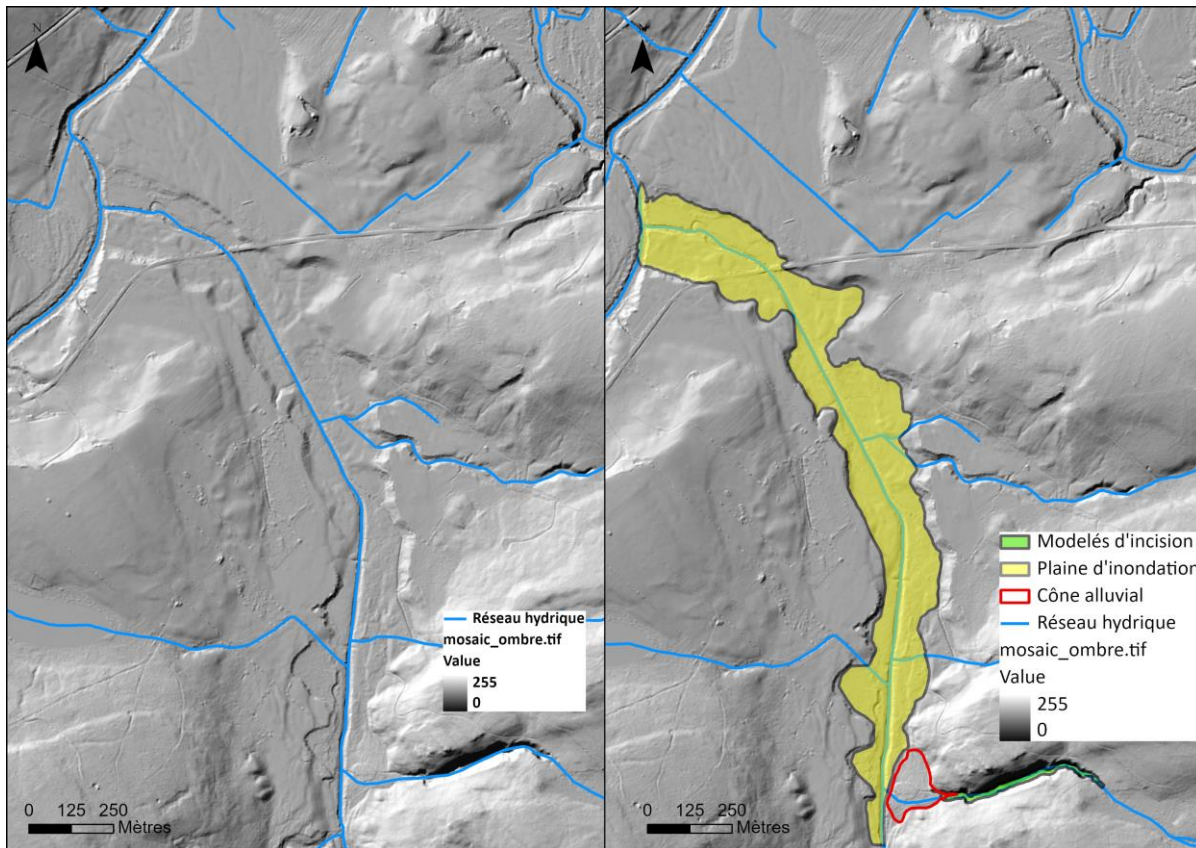
Pour conclure



Vers une évaluation des facteurs favorisant les obstructions



Vers une évaluation territoriale du risque lié aux dynamiques fluviales des petits cours d'eau



Constrictor (2022-2025) - CPS 21-22-08

Développement d'outils semi-automatisés permettant d'identifier et de déterminer les caractéristiques de tronçons de cours d'eau obstrués ou sujets à des obstructions qui sont susceptibles de générer des inondations dans les petits cours d'eau.

Étienne Gauthier-Dufour, Virginie Bilé, Clément Besnard. 327 k\$

HGM-2 (2019-2022) - CPS-18-19-03

Développement des connaissances et des outils pour l'aide à l'analyse ainsi qu'à la gestion des aléas hydrogéomorphologiques.

Maxime Maltais, Timothé Jautzy. 247 k\$

EPRI-3 (2021-2025) -CPS 20-21-05

Méthode d'évaluation de l'exposition (bâtiments, personnes, routes) aux inondations et des outils informatiques développés pour calculer les indicateurs correspondants.

Yaovi Tomety, Yan Boulet, Frédérique Dumont, Véronique Benacchio. 648 k\$

OUTILS PRÉVISIONNEL POUR LA MOBILITÉ ET L'INONDABILITÉ (2020-2023)

Évaluation des tronçons sensibles à la mobilité et à l'inondation.

Marco Gava (Université Concordia)

Ministère de la
Sécurité
publique

Projets financés par
l'entremise du Cadre
pour la prévention de
sinistres

Ministère des
Transports et de la
mobilité durable



Wood in World Rivers 5

Gaspé 2024

Mardi 11 juin au jeudi 13 juin 2024

<https://colloques.uqac.ca/wwr5-gaspe2024/>

Merci de votre attention.

Développer et appliquer des **outils d'aide semi-automatisés** pour identifier les tronçons de cours d'eau sujets à **constriction et obstruction** dans *les petits cours d'eau*.

- I. Détecter les constrictions et obstructions à l'écoulement**
- II. Identifier les tronçons sensibles aux inondations et à la mobilité**
- III. Cartographier le risque lié aux aléas fluviaux**