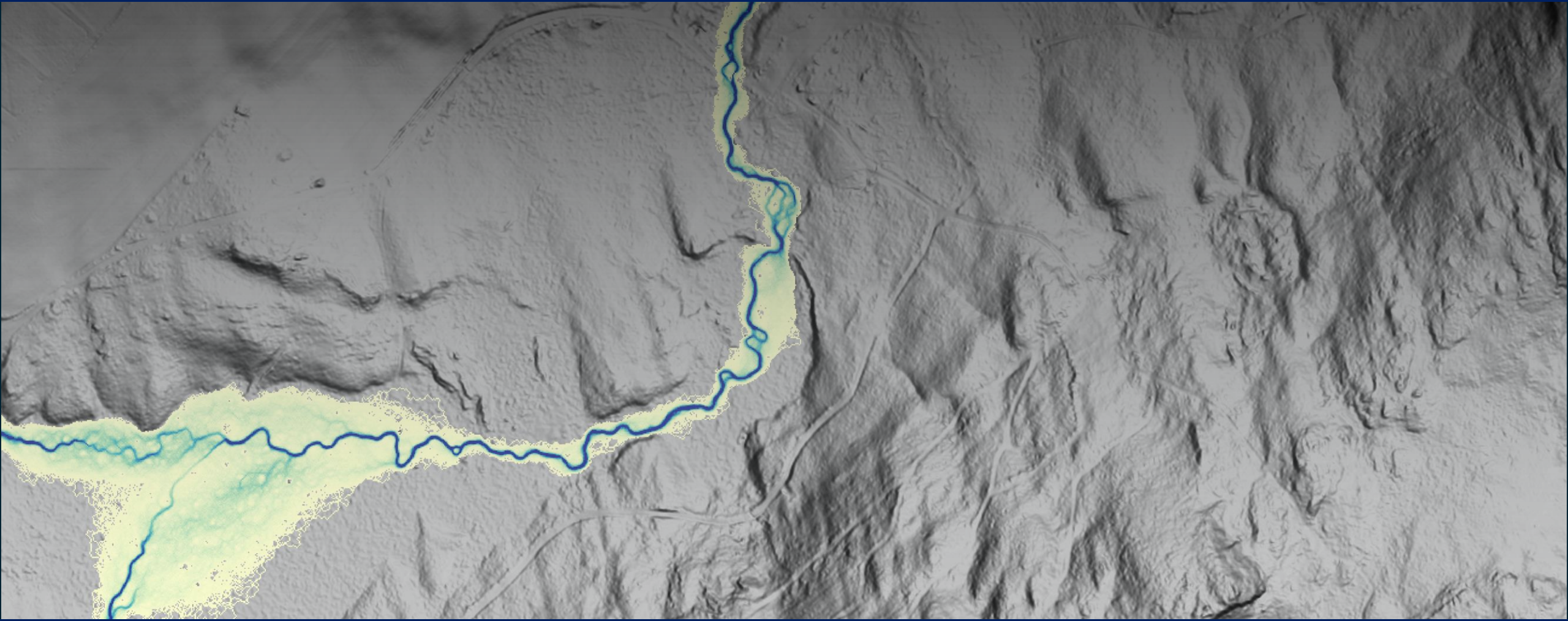


Développement d'outils permettant d'identifier et de caractériser les aléas et les risques liés aux petits cours d'eau (Constrictor)

Apprentissages et réflexions



Yan Boulet, P. Biron, T. Buffin-Bélanger, V. Bilé, M.-J. Lauzier
28 octobre 2025

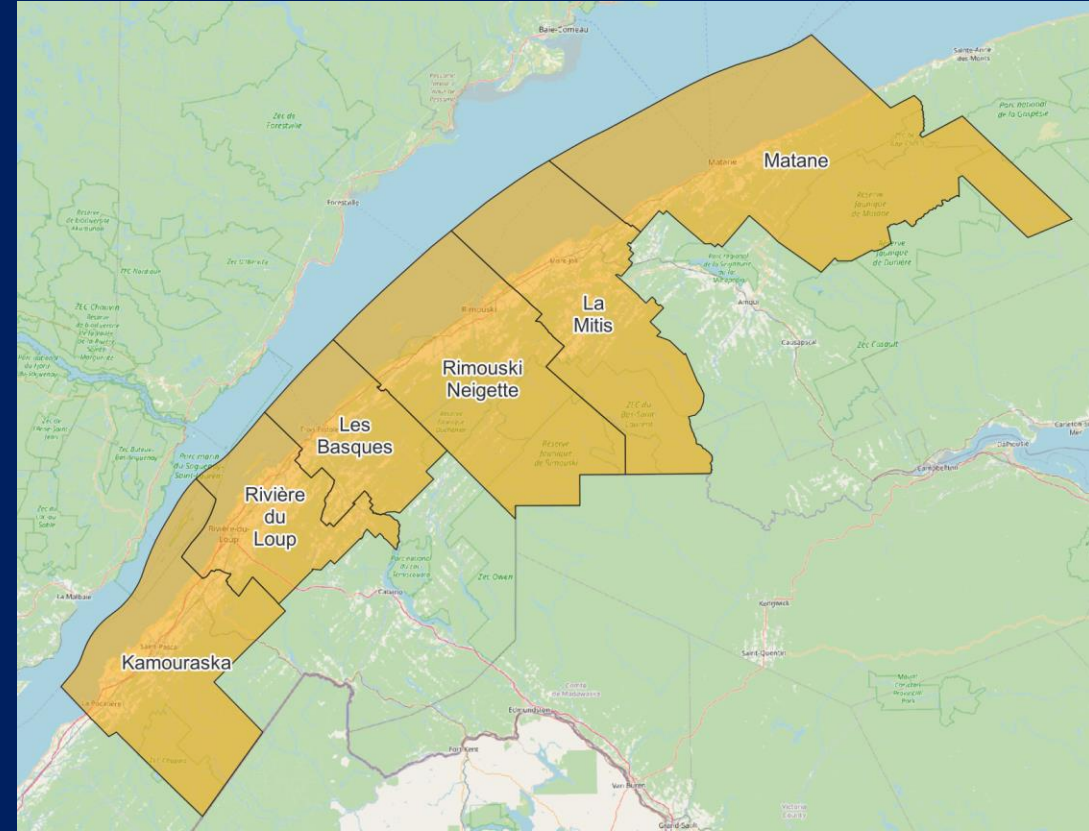
UQAR  **Concordia**

Sécurité publique
Québec 

Ressources naturelles
et Forêts
Québec 

Le projet Constrictor

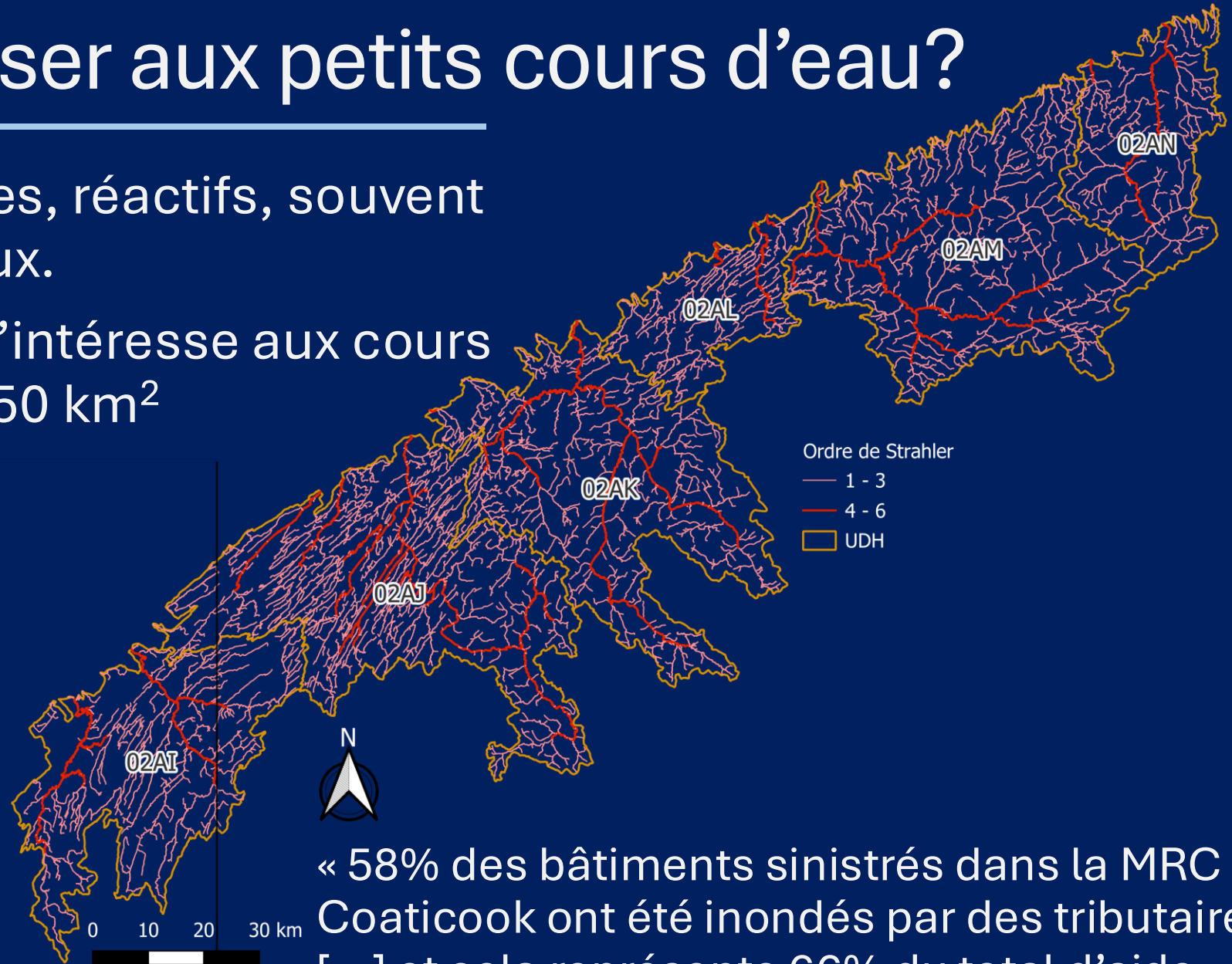
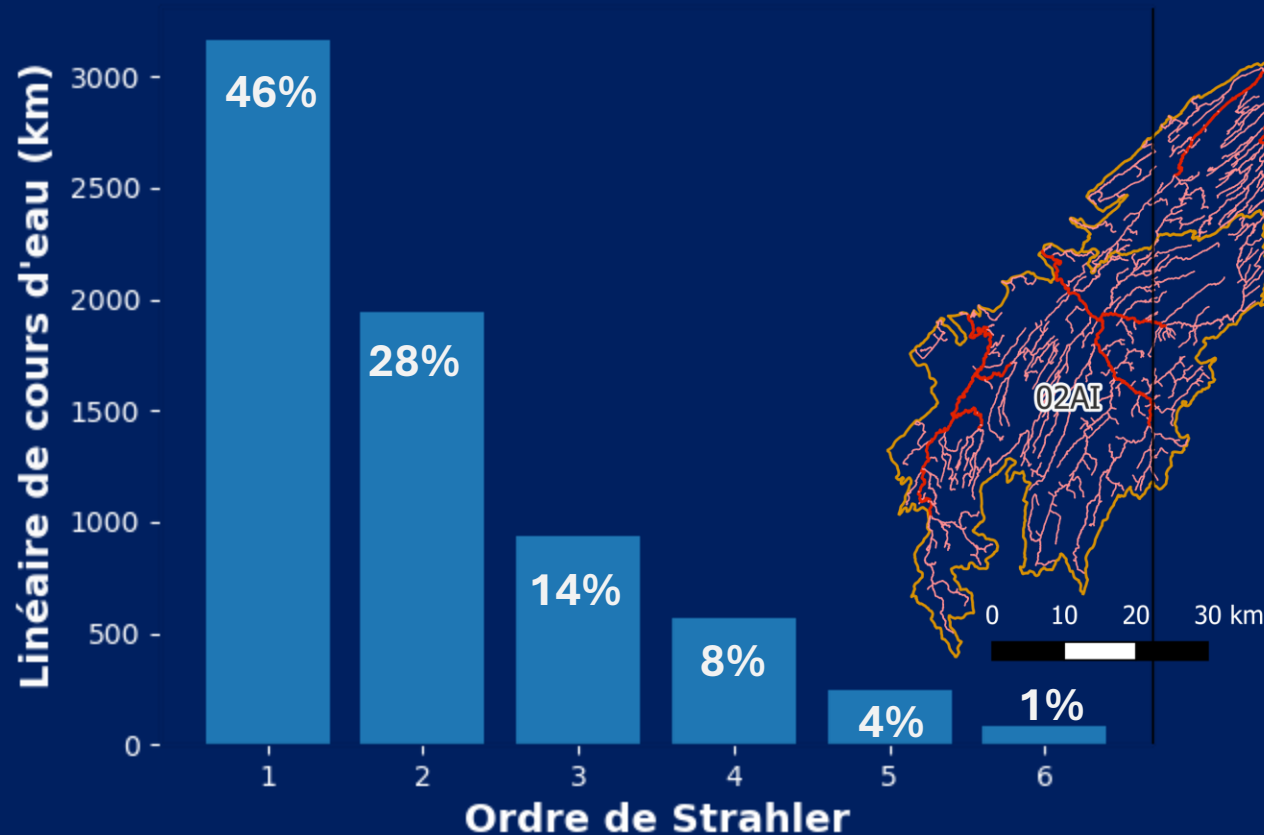
- S'intéresse aux cours d'eau drainant au moins 50 ha*, jusqu'à ceux d'ordre de Strahler 3 de la GRHQ.
- **Objectif:** Fournir aux gestionnaires du territoire des données et des outils permettant l'intégration de connaissances HGM dans la gestion des petits cours d'eau à l'échelle du territoire.
- **Livrables:** Des couches permettant la visualisation dans un logiciel SIG des aléas liés aux obstructions dans les petits cours d'eau pour les MRC partenaires. Des outils semi-automatisés développés par l'équipe de recherche en python permettant de reproduire la méthode.



**Le choix du seuil de 50 ha a été fait puisqu'il englobe >80% des préoccupations des MRC et qu'il correspond à 2x le seuil de permanence de la GRHQ et ~ 10^e percentile des cours d'eau d'ordre 1 de la GRHQ*

Pourquoi s'intéresser aux petits cours d'eau?

- Cours d'eau dynamiques, réactifs, souvent ignorés et très nombreux.
- L'initiative INFO-Crue s'intéresse aux cours d'eau drainant plus de 50 km²



« 58% des bâtiments sinistrés dans la MRC de Coaticook ont été inondés par des tributaires [...] et cela représente 66% du total d'aide financière accordée. » *Dumont et Buffin-Bélanger (2021)*

Comment faire?

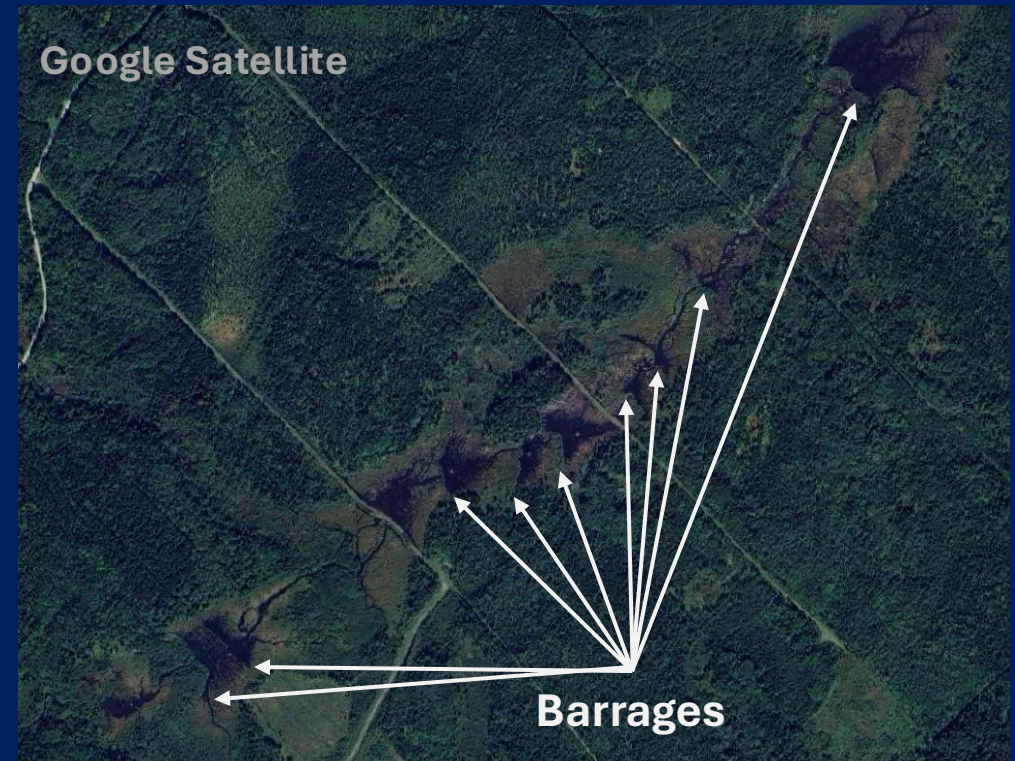
- Préoccupations des MRC
 - Événements torrentiels
 - Barrages de castor
 - Obstructions de traverses de cours d'eau



Août 2021

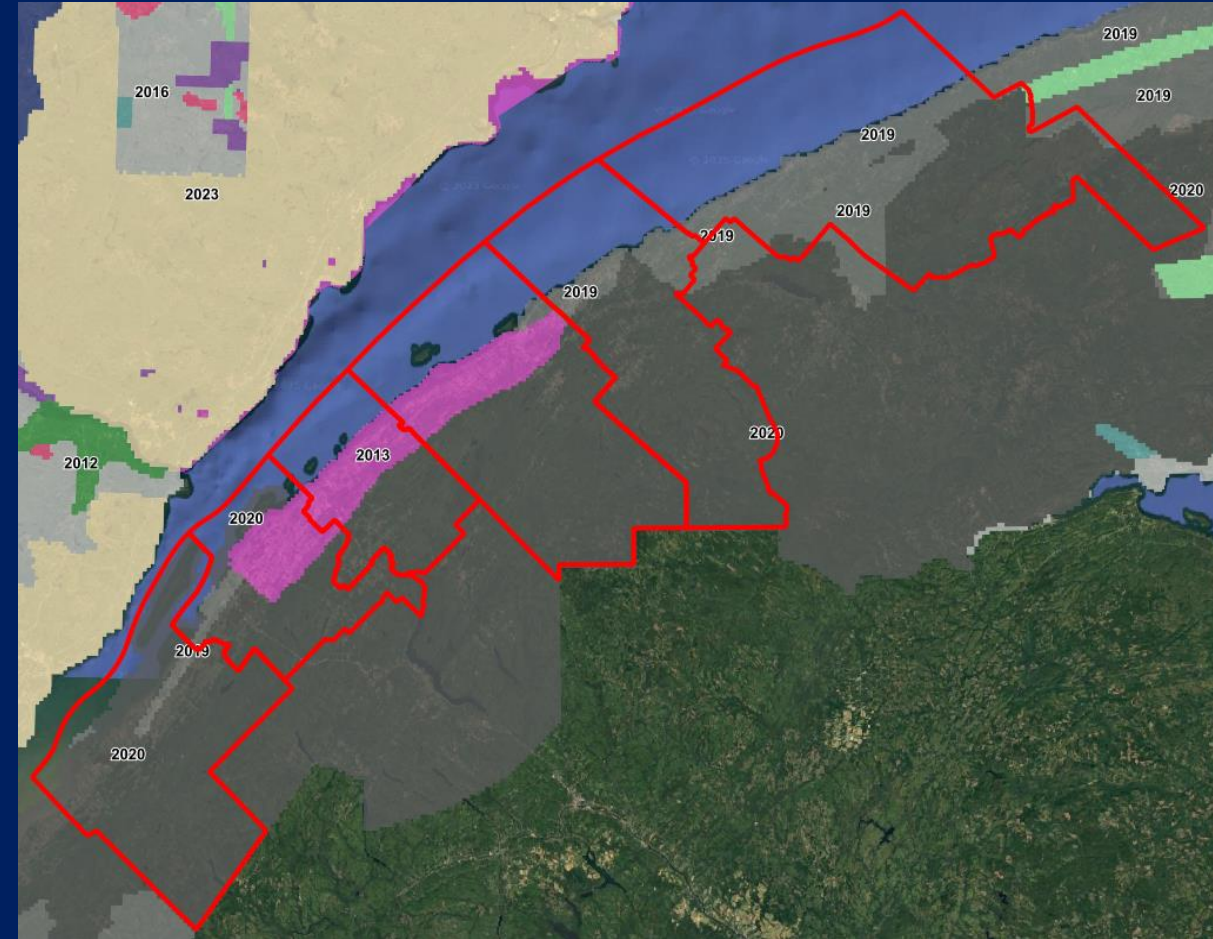


Septembre 2021



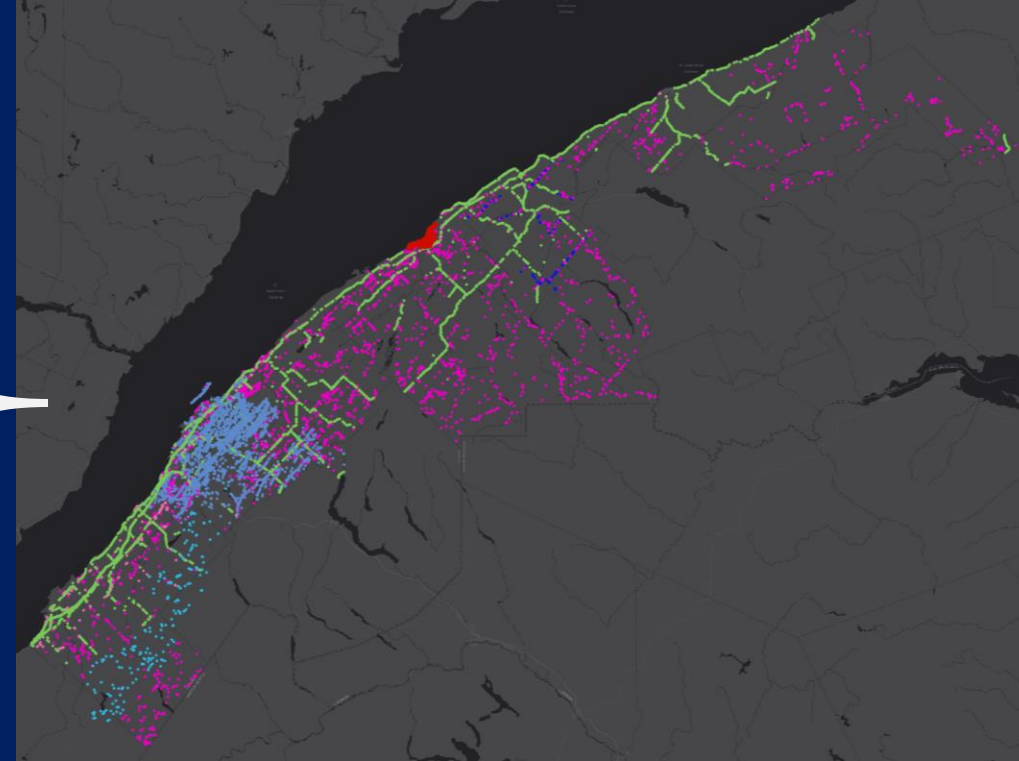
Des données imparfaites pour les petits cours d'eau...

- LiDAR
 - Multiples années d'acquisition (2013, 2019, 2020)
 - Résolution (1m)
 - Traverses et ponceaux
- Réseau hydrographique (GRHQ)
 - Incohérences pour les petits cours d'eau
 - Raison: Données sources (feuilles 1/20000)
- Cônes alluviaux
 - Aucune base de données
- Castor
 - Canards Illimités (très peu)
 - Données écoforestières MRNF (co_ter = INO)



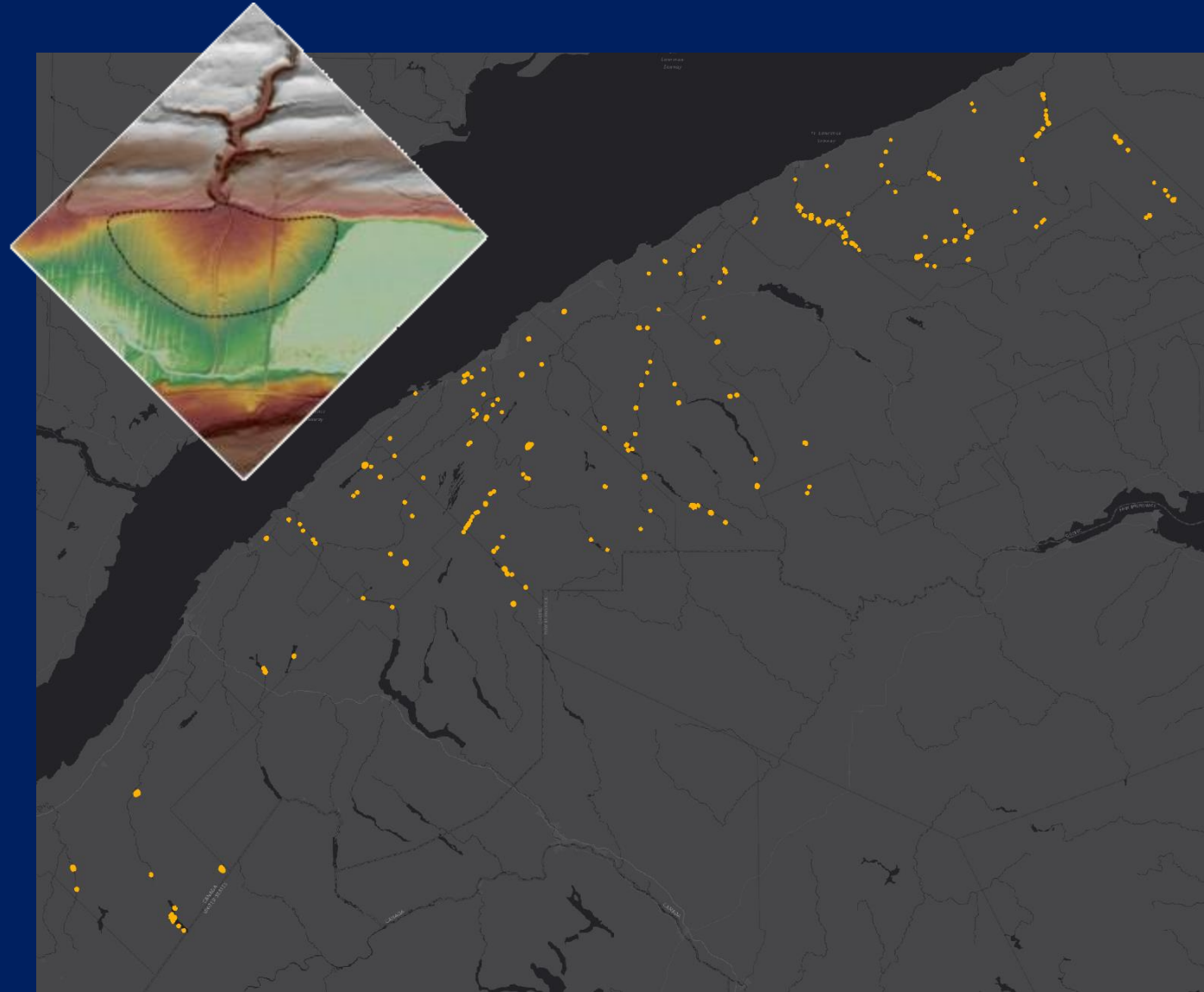
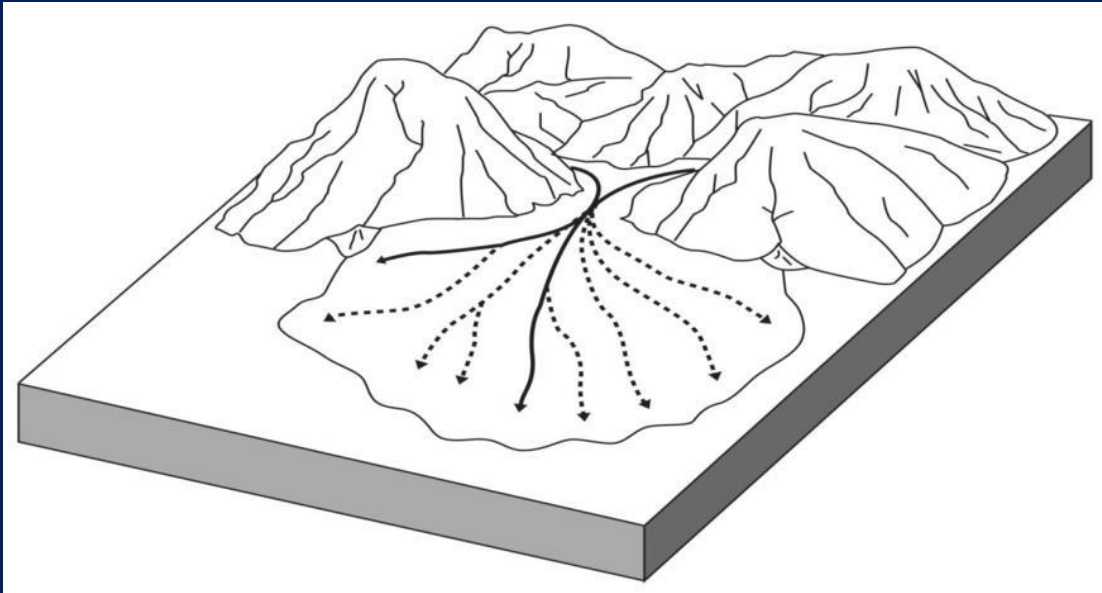
...qu'on tente d'exploiter

- LiDAR et réseau hydrographique issus du LiDAR
 - Collaboration avec le MRNF (J-F Bourdon)
 - Collecte de données de traverses auprès des MRC, OBV, MTQ
 - 4147 points à linéariser
 - 3540 déjà linéarisés
 - 3199 ajoutés manuellement par **photo-interprétation**
 - Total de 10886 traverses de cours d'eau + canalisation urbaine de Rimouski
- Réseau hydrographique GRHQ-HR (MRNF)
(partiellement disponible sur données Québec)



...qu'on tente d'exploiter

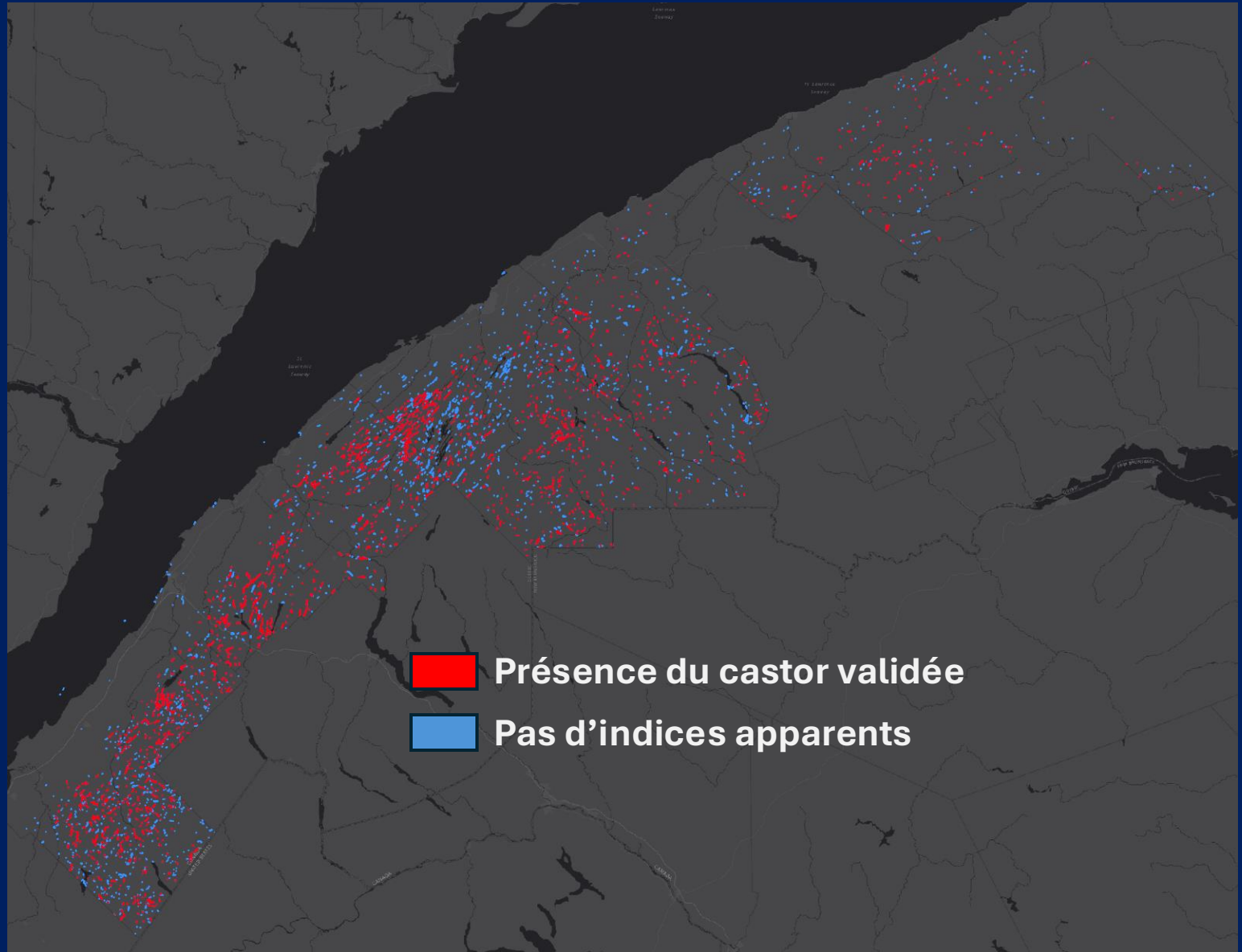
- Cônes alluviaux
 - 209 cônes alluviaux délimités



...qu'on tente d'exploiter

- Castor

- Données écoforestières (INO) → Conserver uniquement le castor
- Validation par photo-interprétation + Canards Illimités lorsque possible
- 1858/3863 polygones potentiellement occupés par le castor à l'intérieur de la zone d'étude



La destination

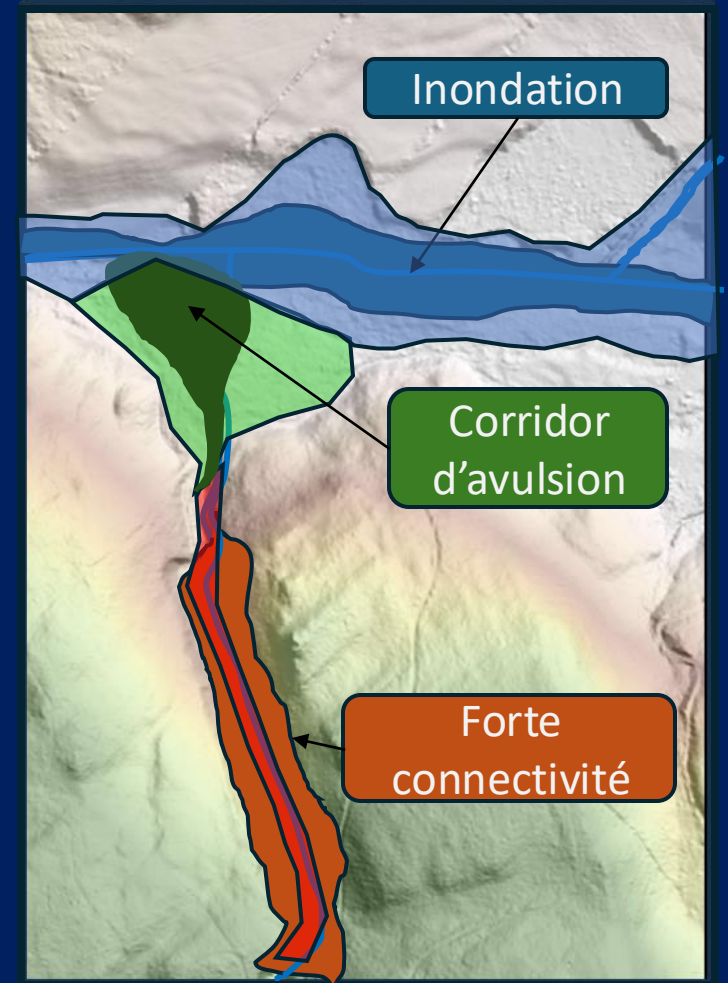
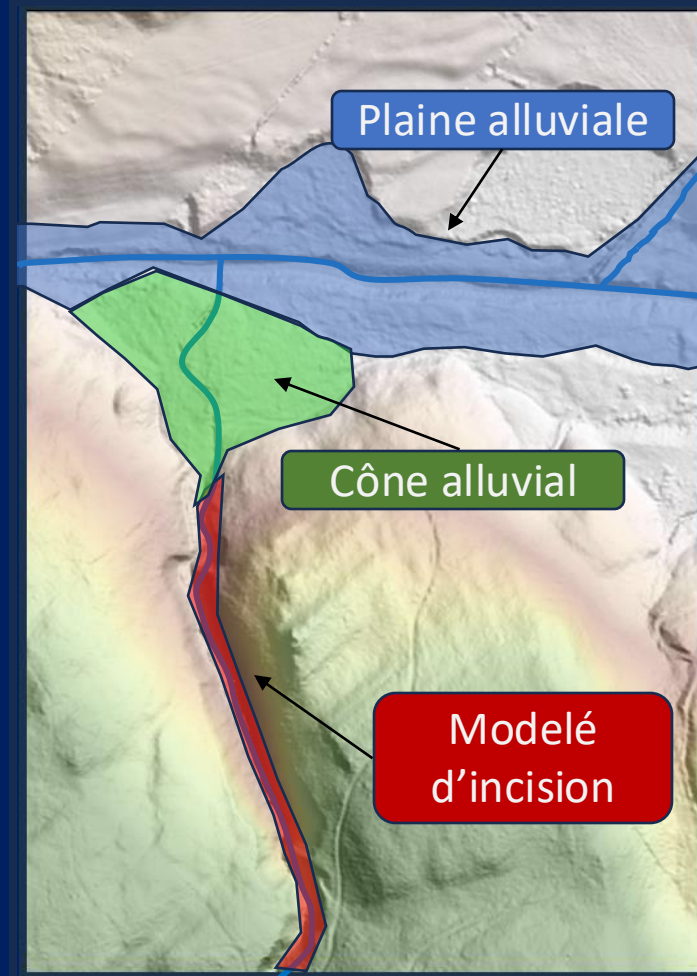
Données :
réseau hydrographique,
LiDAR et réseau hydrocohérent



Unités de paysage

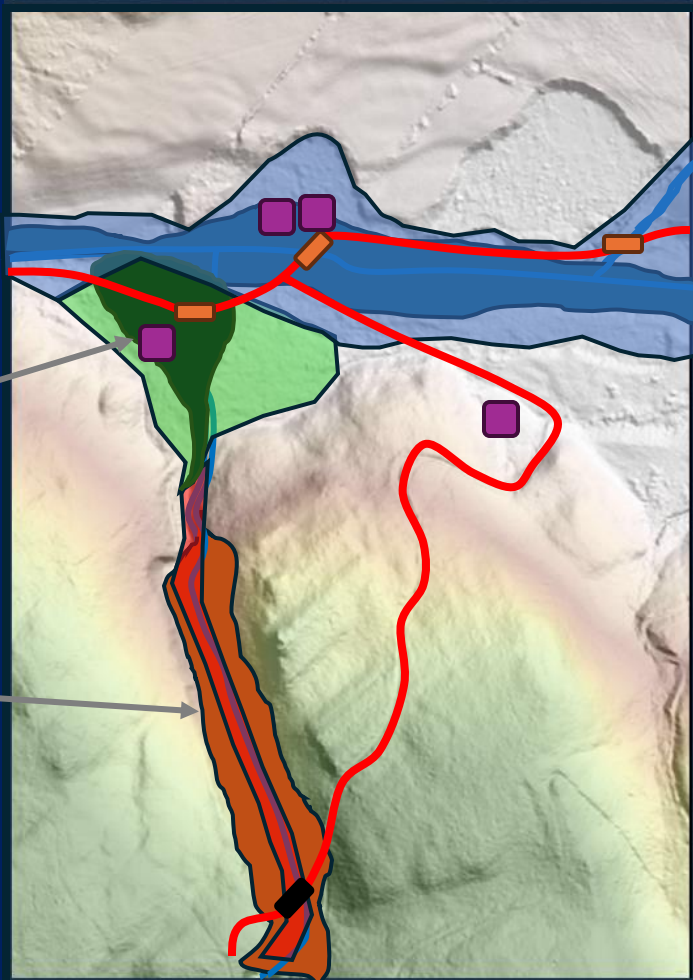


Intensité et délimitation
des processus



La destination

Enjeux	Inondation	Corridor d'avulsion
Bâtiments (nb)	2	1
Ponceaux (nb)	3	1
Routes (km)	5	1

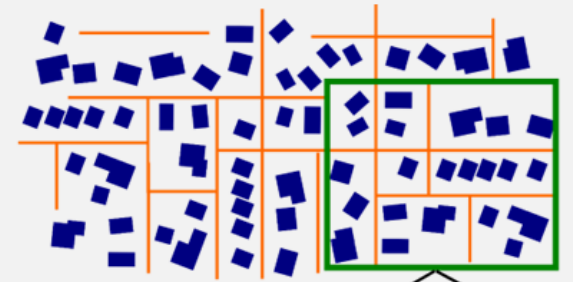


Projet EPRI

Bases de données :

- Bâtiments
- Routes

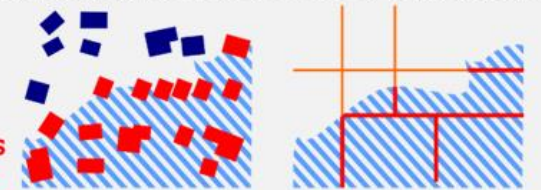
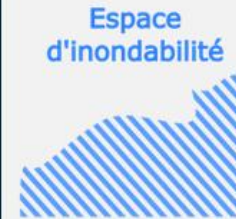
Zone d'étude



Extraction des éléments de la zone d'étude



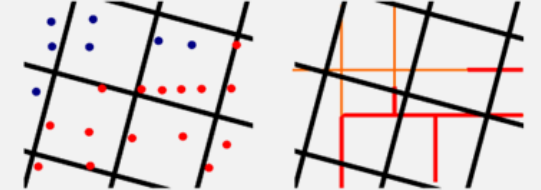
Croisement de l'aléa et de la vulnérabilité



Découpage spatial



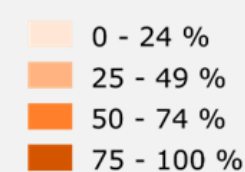
Calcul des indicateurs



Nombre de logements



Pourcentage de routes



Représentation des résultats



Considérations

- GRHQ-HR:
 - GRHQ vs GRHQ-HR → Lissage vs haute résolution
 - Propagation des erreurs vers l'aval
- Données incomplètes (chronophage vs zone d'étude)
 - Cônes alluviaux
 - Traverses et ponceaux
 - Castor

Les outils pourront être appliqués par les gestionnaires sur un territoire donné à condition d'avoir les données d'entrée.

La qualité des résultats dépendra de la qualité de données utilisées en entrée.

Développement (cône alluvial)

- Exemple de l'application de la méthode inspirée d'ExZEco (Pons et al. 2010) sur un cône alluvial

$$\begin{array}{c} 1000 \times \left\{ \begin{array}{l} \text{MNT} \\ + \\ \text{Bruit aléatoire} \\ \text{(p.ex. 0-2m)} \\ = \\ \text{MNT bruité} \end{array} \right. \end{array}$$

153	152	154
150	149	147
154	149	146

+

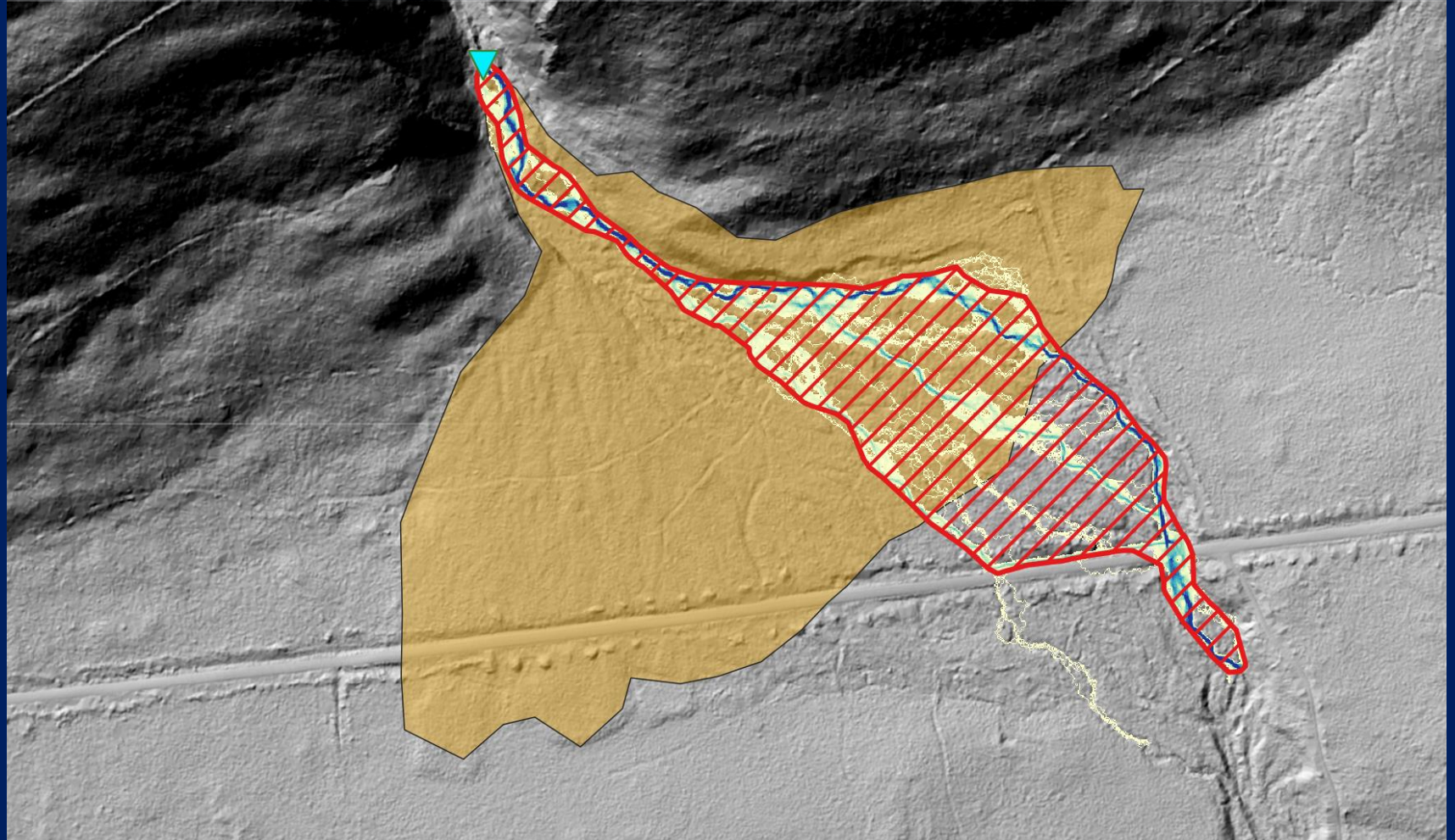
0.1	1.9	0.5
0.2	1.8	1.2
1.2	0.6	1.0

=

153.1	153.9	154.5
150.2	150.8	148.2
155.2	149.6	147

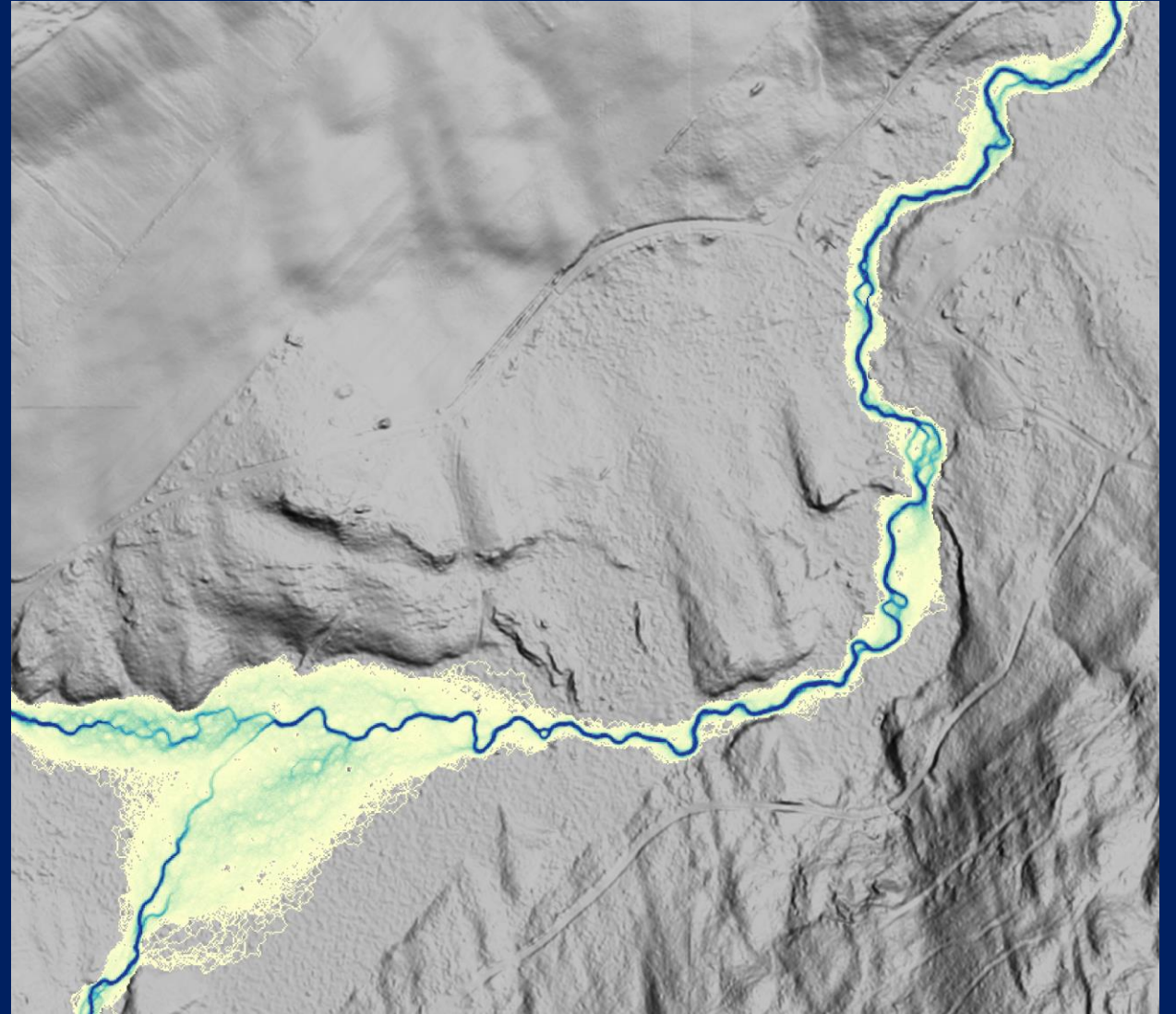
Résultats préliminaires (cône alluvial)

- Délimitation du cône alluvial et de son apex
- Application de la méthode inspirée d'ExZEco
- Délimitation de la zone ou du corridor d'avulsions potentielles



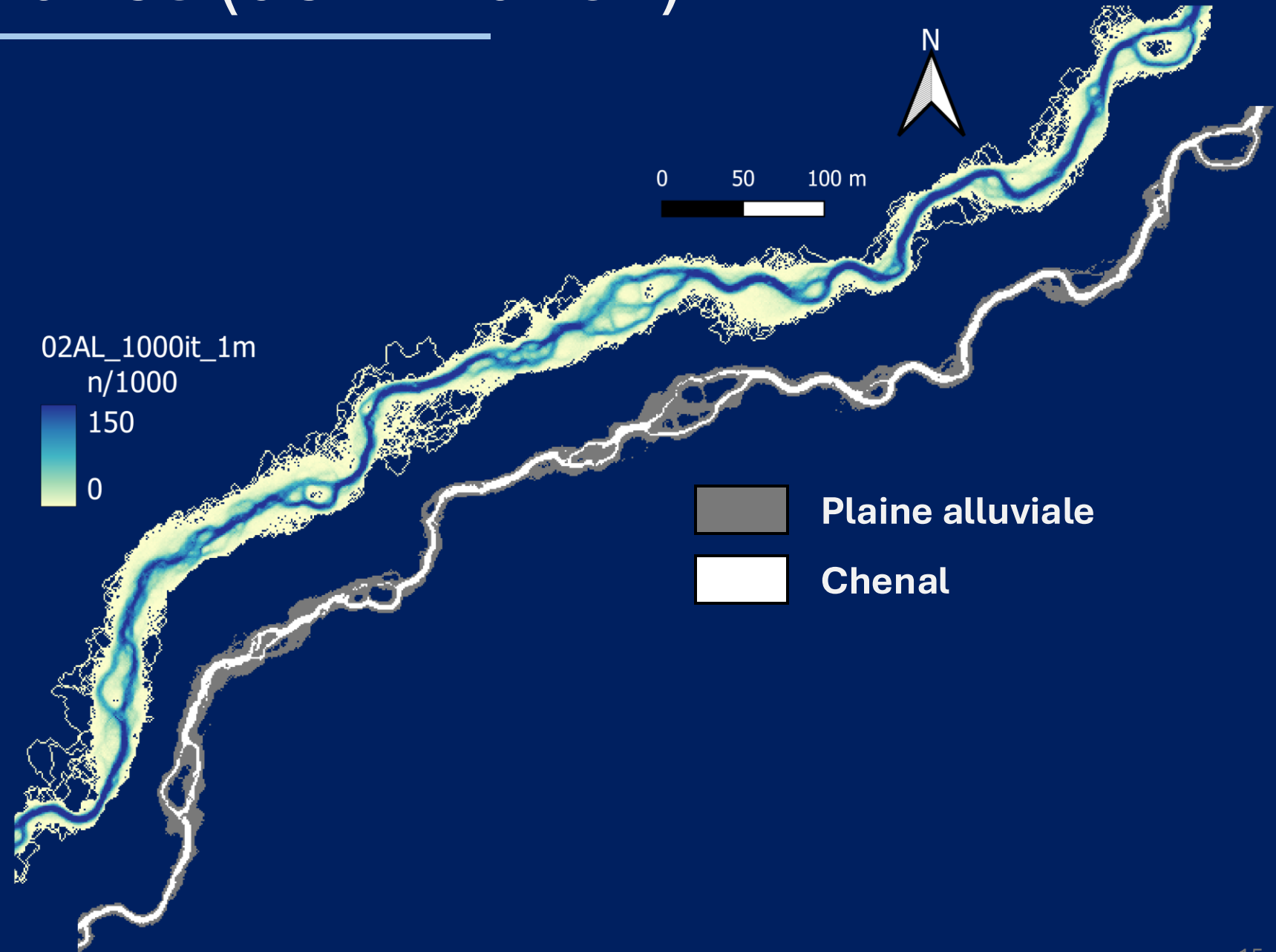
Développement (délimitation)

- Application de la méthode inspirée d'ExZEco pour chaque tronçon
- Mosaïque de tous les tronçons (conserver la valeur maximale lorsqu'il y a superposition)
- Filtre à partir de seuils de délimitation
p.ex. **75/1000** pour le chenal et **5/1000** pour la plaine
- Conversion en polygone
- Algorithme de lissage pour éviter « l'effet d'escaliers »



Résultats préliminaires (délimitation)

- Identification de seuils du nombre de passages de l'écoulement pour la délimitation.
- Mesure de largeurs de chenal au niveau plein bord sur le terrain pour calibrer/valider ces seuils.



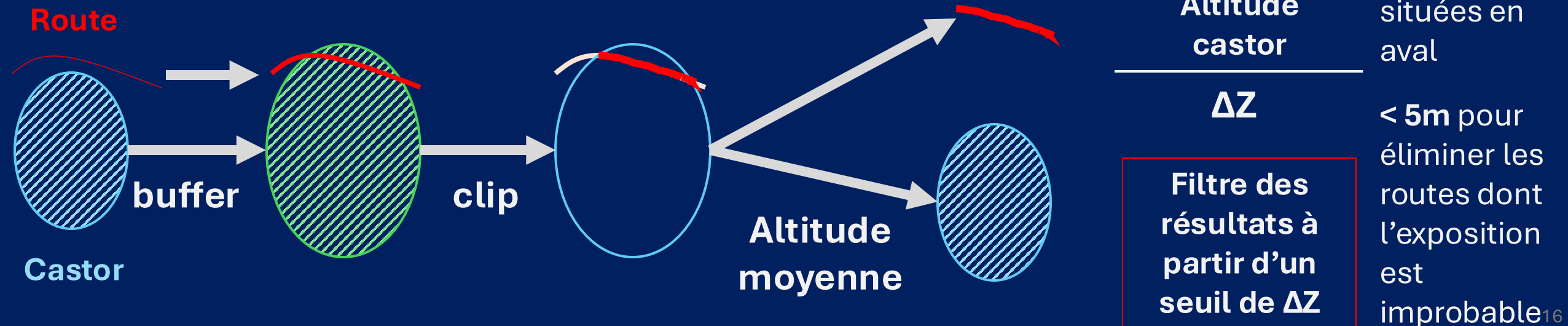
**Algorithmes en développement.*

Développement (castor)

- Proportion de l'aire drainée associée aux milieux humides du castor



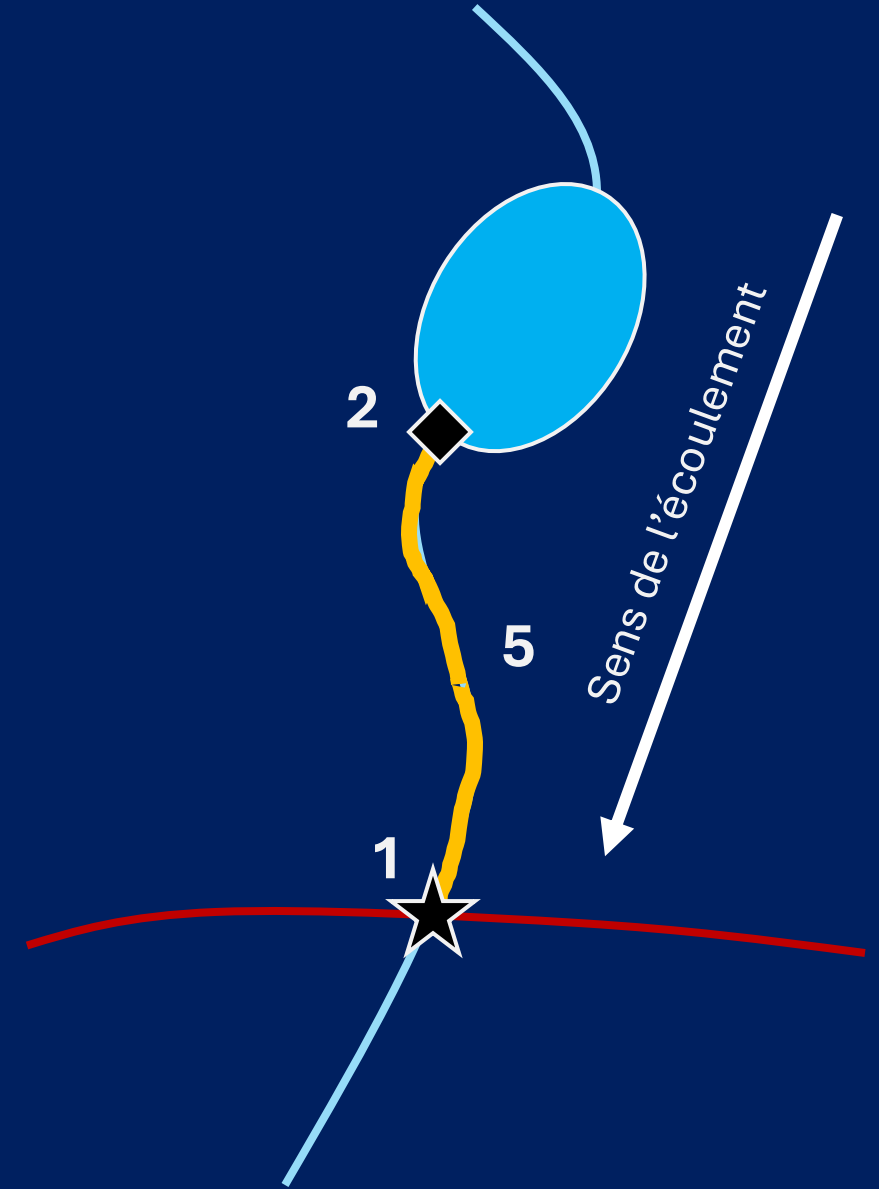
- Identification des routes touchées



Développement (castor)

Distance des enjeux les plus près en amont et en aval*

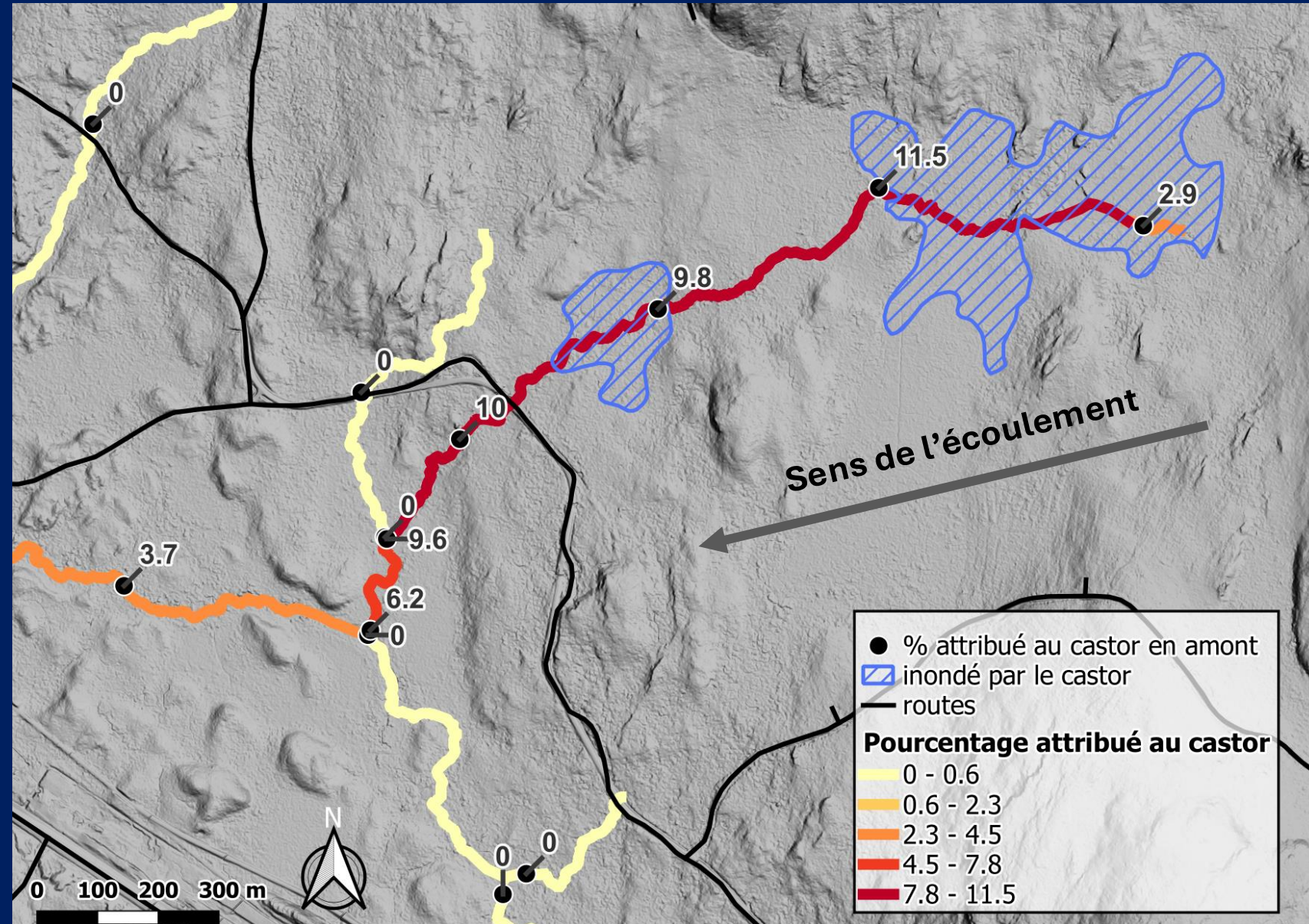
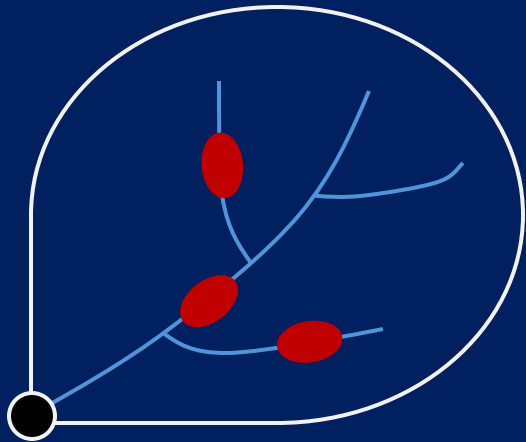
1. Trouver les intersections entre cours d'eau et routes
2. Trouver la dernière intersection entre cours d'eau et castor
3. Identifier la première intersection de route rencontrée le long du cours d'eau
4. Ajouter le point généré à l'étape 2 et celui généré à l'étape 3 au réseau hydrographique
5. Extraire la distance entre les deux points le long du réseau



* Ne figurera pas dans les fonctions développées en python. Un court guide expliquera les étapes pour y arriver.

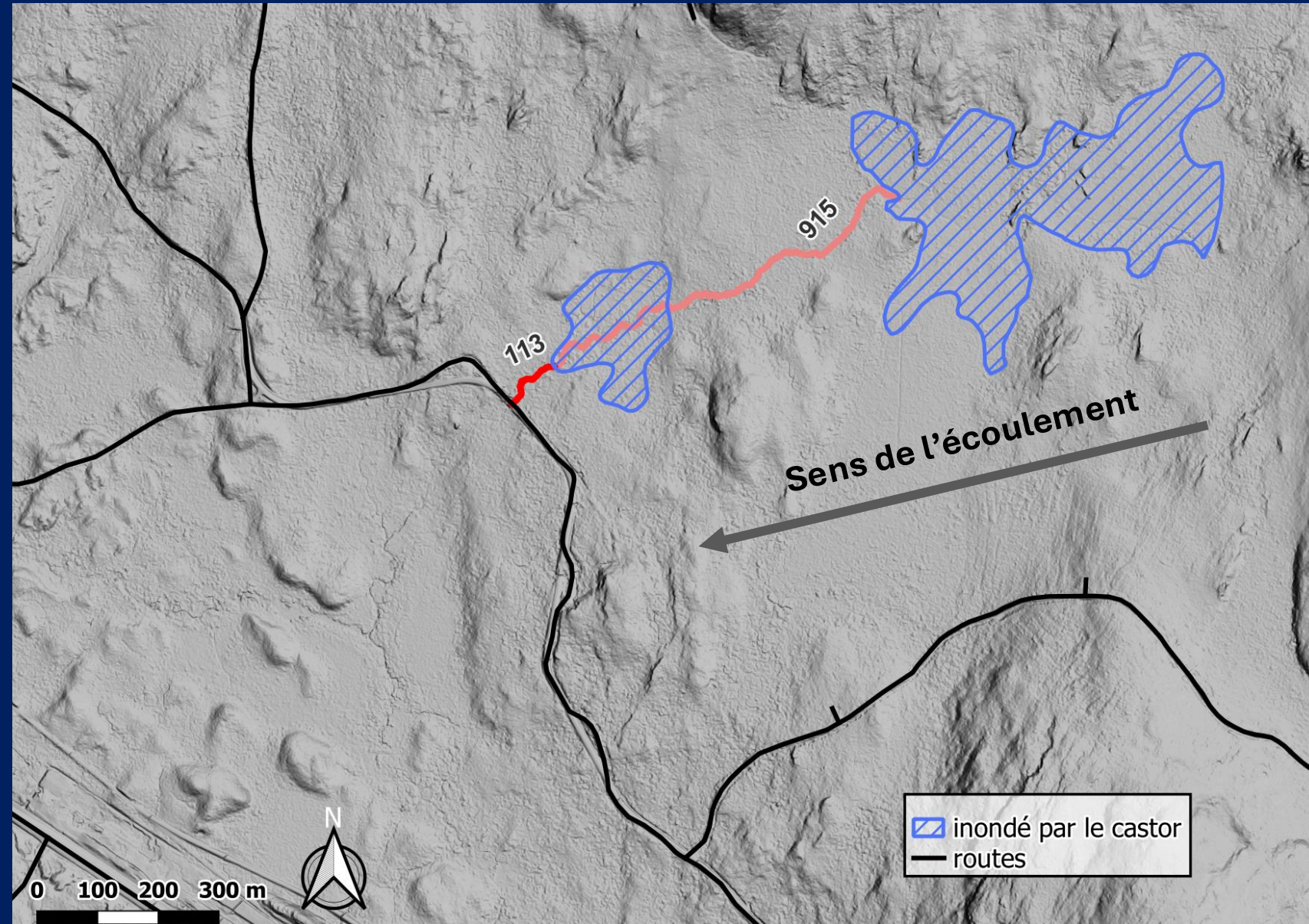
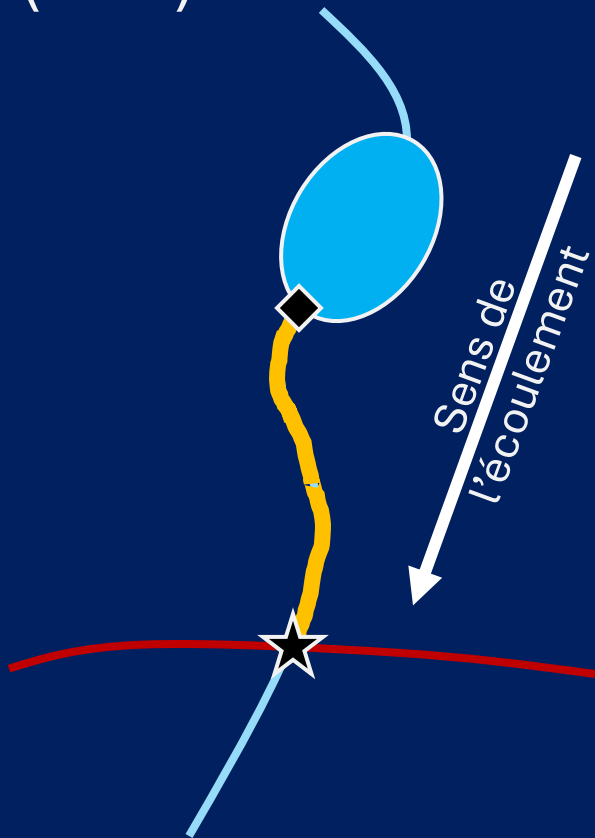
Résultats préliminaires (castor)

- Calcul du % de la superficie du BV occupée par les milieux humides du castor



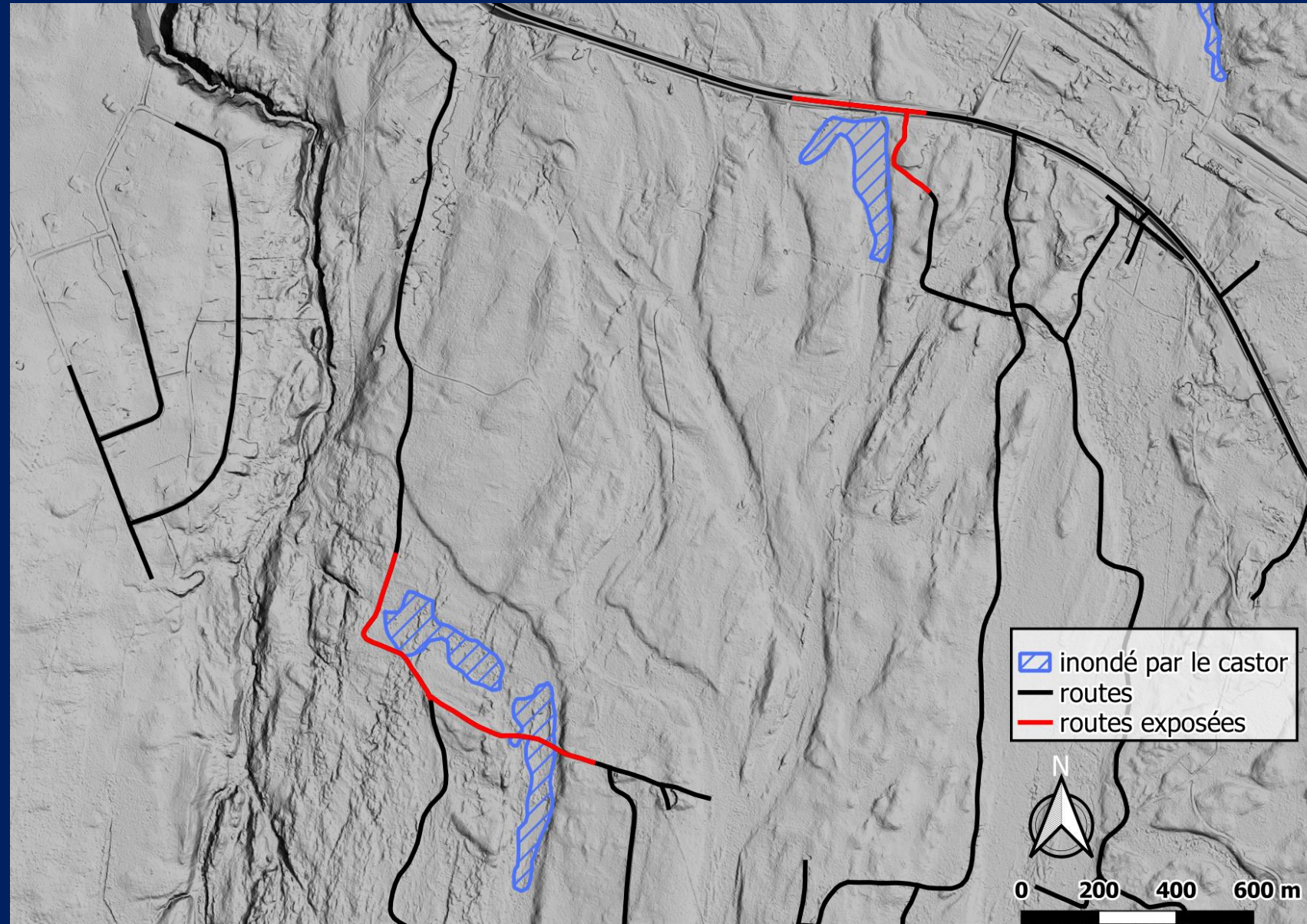
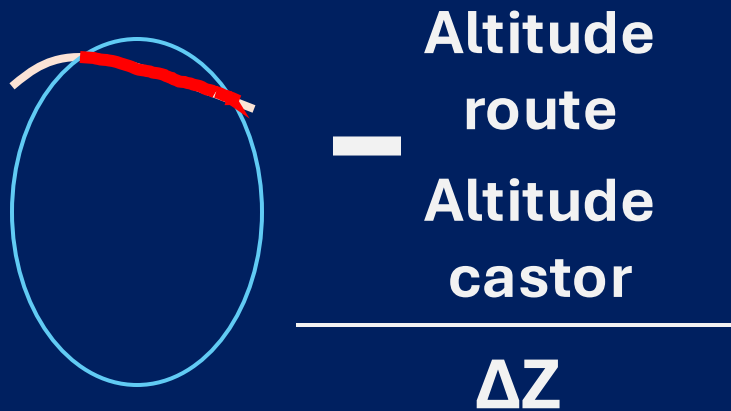
Résultats préliminaires (castor)

- Distance de la traverse de cours d'eau la plus près (aval)



Résultats préliminaires (castor)

- Extraction des routes situées à proximité + différence d'altitude
- Conserver les routes situées en **amont** des polygones à partir du ΔZ



Attention!

Les castors jouent un rôle crucial dans nos cours d'eau :

- Rehaussent et stabilisent la nappe phréatique (Westbrook et al. 2006),
- Augmentent la rétention de sédiments (Polvi et Wohl 2012),
- Atténuent l'intensité des crues (Puttock et al. 2021).

Earth Surface
Processes and Landforms



Article accepté

Research Article

Beaver dam failures: Reconciling science, perception, and policy for sustainable river management in Quebec (Canada)

Pascale Biron, Jean Gauthier, Mathieu Dubé, Thomas Buffin-Bélanger, Maxime Boivin

- Menace en aval des ruptures de barrage de castor sans doute surestimée.
- Importance d'avoir des données sur la hauteur du barrage, pas juste sur l'aire drainée.

Conclusion

- Avec les LiDAR, il est possible de valoriser les connaissances HGM sur les petits cours d'eau et ce à l'échelle du territoire des MRC;
- Les outils développés permettent :
 - d'affiner ou de moduler l'analyse;
 - d'assurer la mise à jour.
- Les bases de données produites permettent :
 - d'évaluer l'importance relative de processus et du risque à l'échelle du territoire;
 - de poser un diagnostic HGM préliminaire à la suite d'un signalement.
 - de faire de la prévention et d'aider à la planification d'interventions pour répondre à l'obligation des MRC «d'intervenir et d'exécuter des travaux de rétablissement de l'écoulement normal des eaux lorsqu'une obstruction menace la sécurité des personnes ou des biens.» (Art. 105 de la Loi sur les compétences municipales)

Conclusion

- Perspectives
 - Prise en compte des aléas permettrait de produire des données nécessaires
 - Amélioration de la résolution
 - Mise à jour --> base de données dynamiques.
 - Automatisation
 - IA
 - Modélisation

Merci!

Ce travail a été appuyé par le Cadre pour la prévention de sinistres du gouvernement du Québec [CPS 21-22-08] par une contribution financière de 327 000 \$

Bibliographie

- Dumont, F., et Buffin-Bélanger. T.** (2021). *Analyse des zones inondables des schémas d'aménagement et de développement et des données de l'aide financière versée à la suite d'inondations en considérant les causes hydrologiques*. Rapport final. Ministère de la Sécurité publique.
- Polvi L. E. et Wohl E.** (2012). *The beaver meadow complex revisited—The role of beavers in post-glacial floodplain development*. *Earth Surf. Proc. Land*. 37, 332–346
- Pons F., Guero P., Bruno K., Delgado J.-L., Berthier E, Piney S. et Felts D.** (2010). *Une contribution à l'évaluation de l'aléa inondation par ruissellement et crues soudaines*. Conférence SIMHYDRO, Nice.
- Puttock A., Graham H.A., Ashe J., Luscombe D.J., Brazier R.E..** (2021) *Beaver dams attenuate flow: A multi-site study*. *Hydrol Process*. 2021 Feb;35(2):e14017. doi: 10.1002/hyp.14017. Epub 2021 Jan 1. PMID: 33678948; PMCID: PMC7898794.
- Stoll, N. L. et Westbrook, C.** (2020). *Beaver dam capacity of Canada's boreal plain in response to environmental change*. *Scientific Reports*. 10. 10.1038/s41598-020-73095-z.