

UQAR Rimouski

UQAC
Université du Québec
à Chicoutimi

INRAE



Laboratoire écologie
fonctionnelle
et environnement

Génie végétal en milieux froids

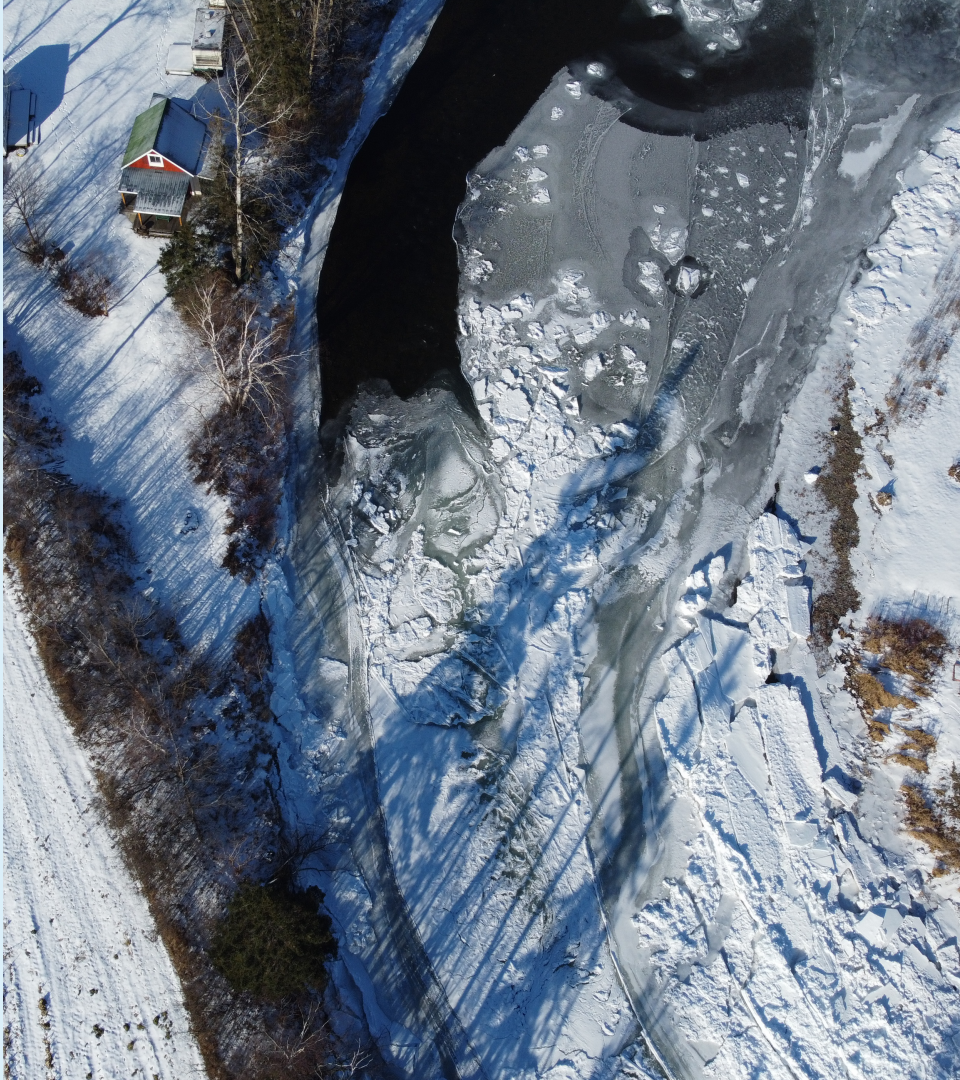
Une approche
biogéomorphologique



SOCIÉTÉ
QUÉBÉCOISE
DE **PHYTO** TECHNOLOGIE

Colloque spécial 2024

Matthieu Prugne



Avant-propos...

Matthieu Prugne, doctorant en sciences de l'environnement

Direction de thèse :

- Thomas Buffin-Bélanger, UQAR
- Maxime Boivin, UQAC
- Dov Corenblit, Paul Sabatier
Toulouse III

Co-auteur externe :

- André Évette, INRAE

Soil and Water Bioengineering
in Cold Rivers: a
biogeomorphological
perspective

Journal : Ecological Engineering

Sous révision

Les dynamiques
fluvioglaciales

1

L'approche
biogéomorphologique

2

Ses applications dans
les rivières froides

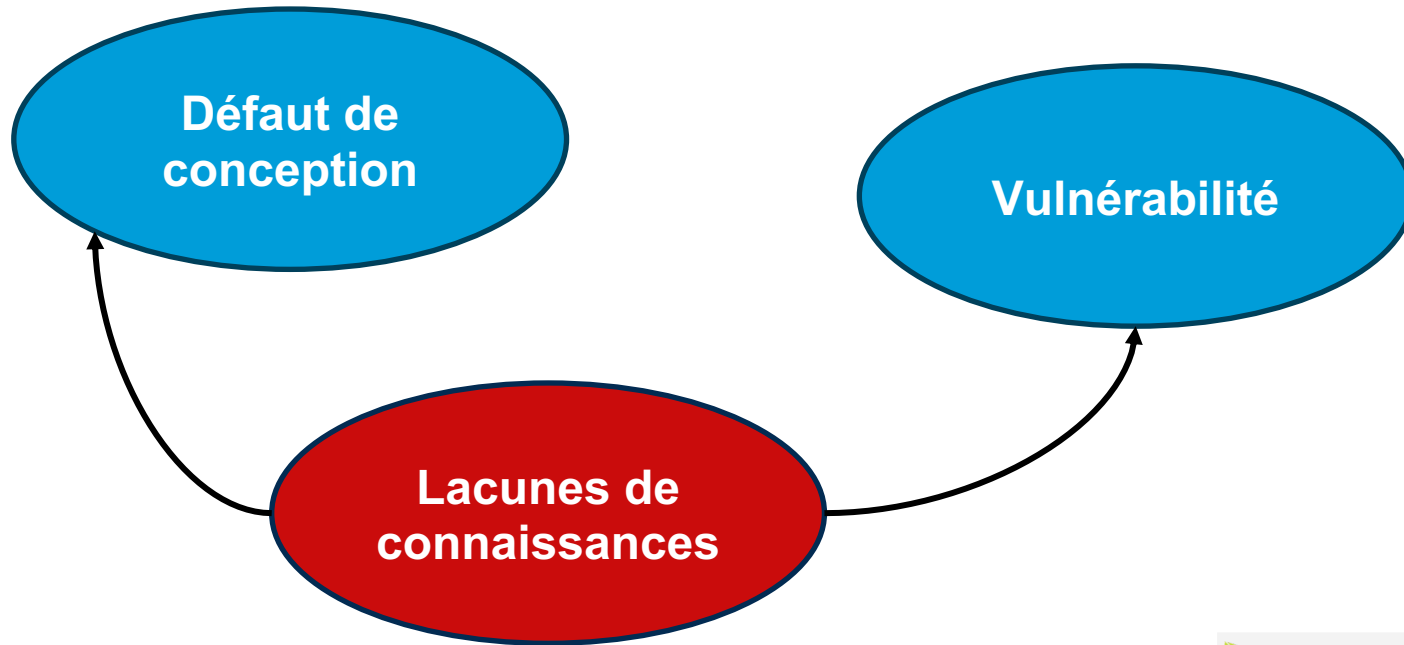
3

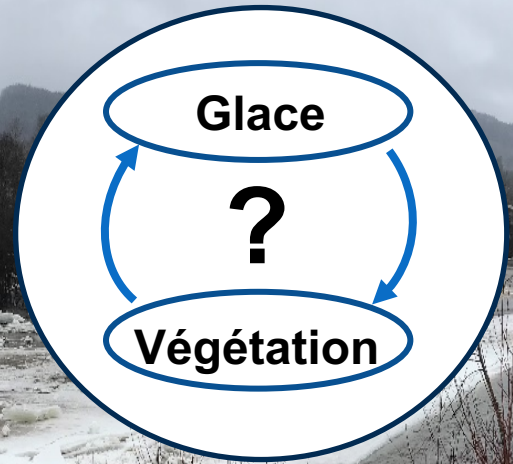


Mise en contexte

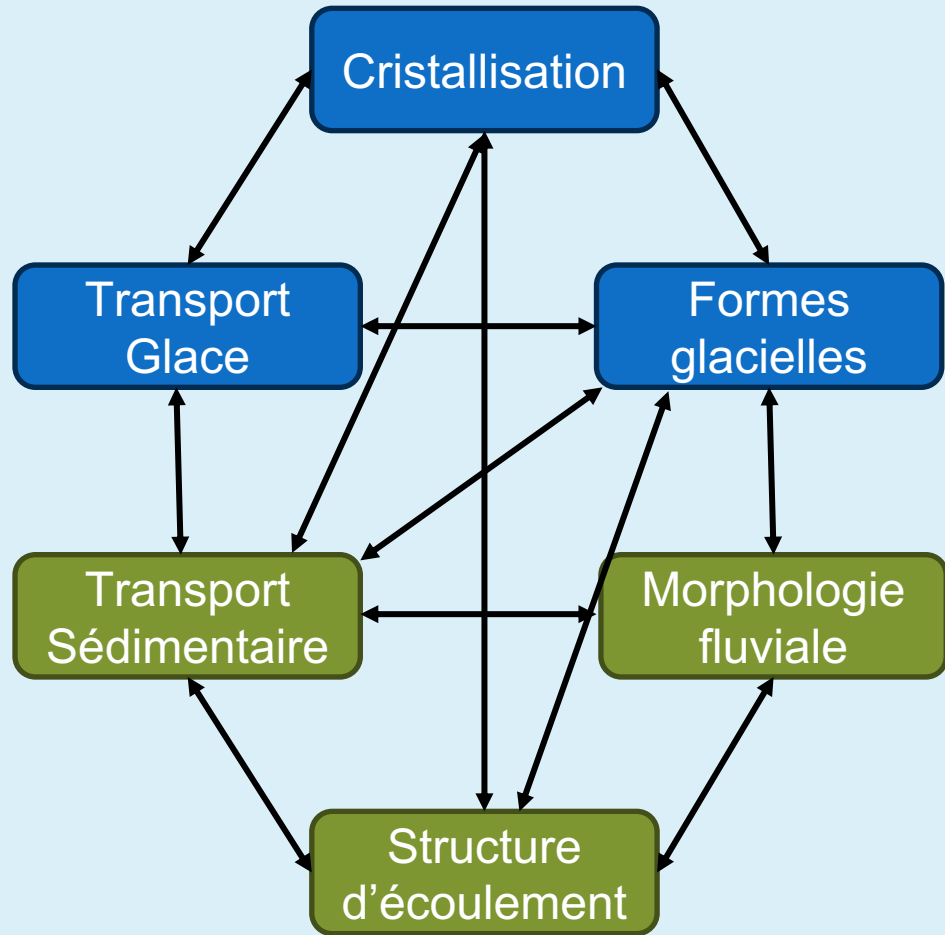


Son utilisation reste toutefois marginale... Pourquoi?



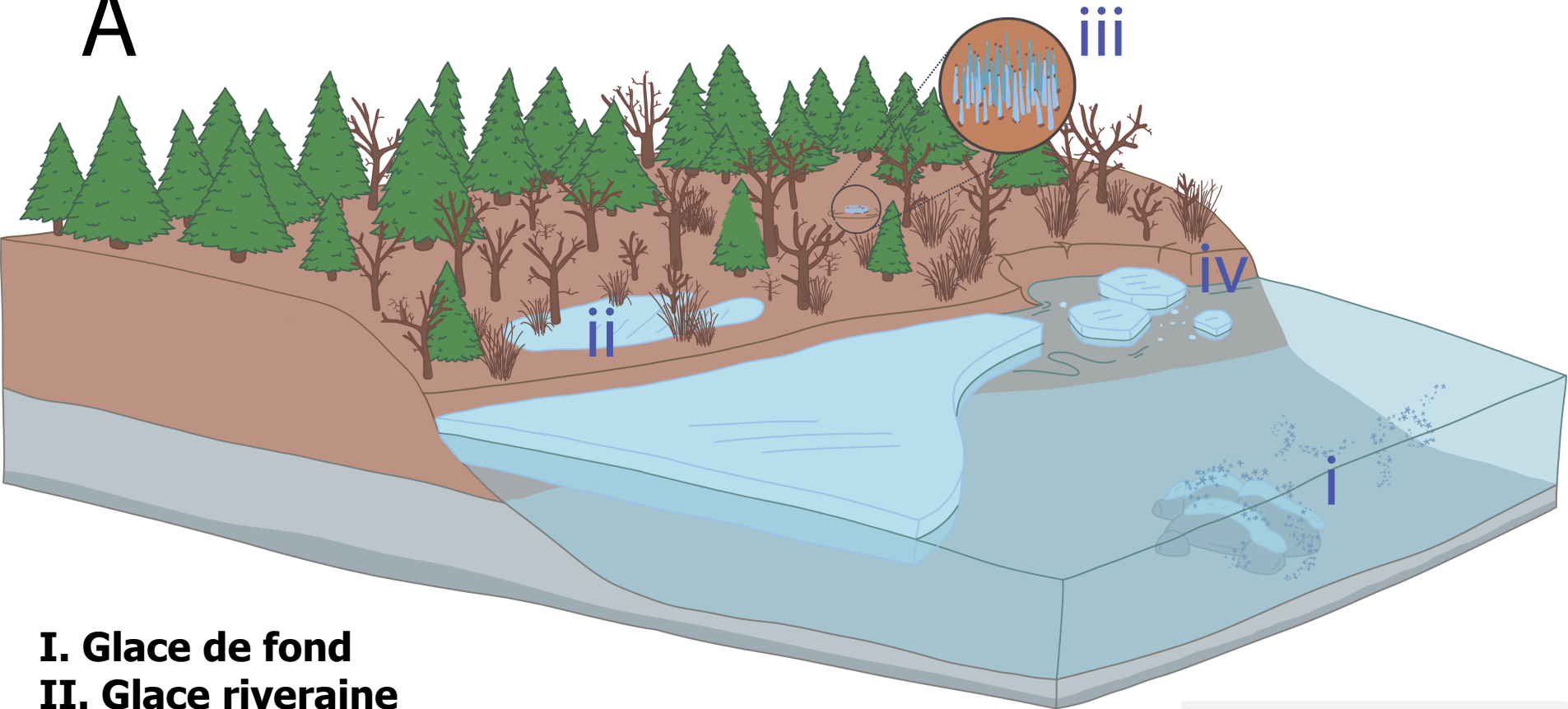


1. Les dynamiques fluvioglacielles



Quels impacts sur la géomorphologie des berges et la végétation riveraine?

A



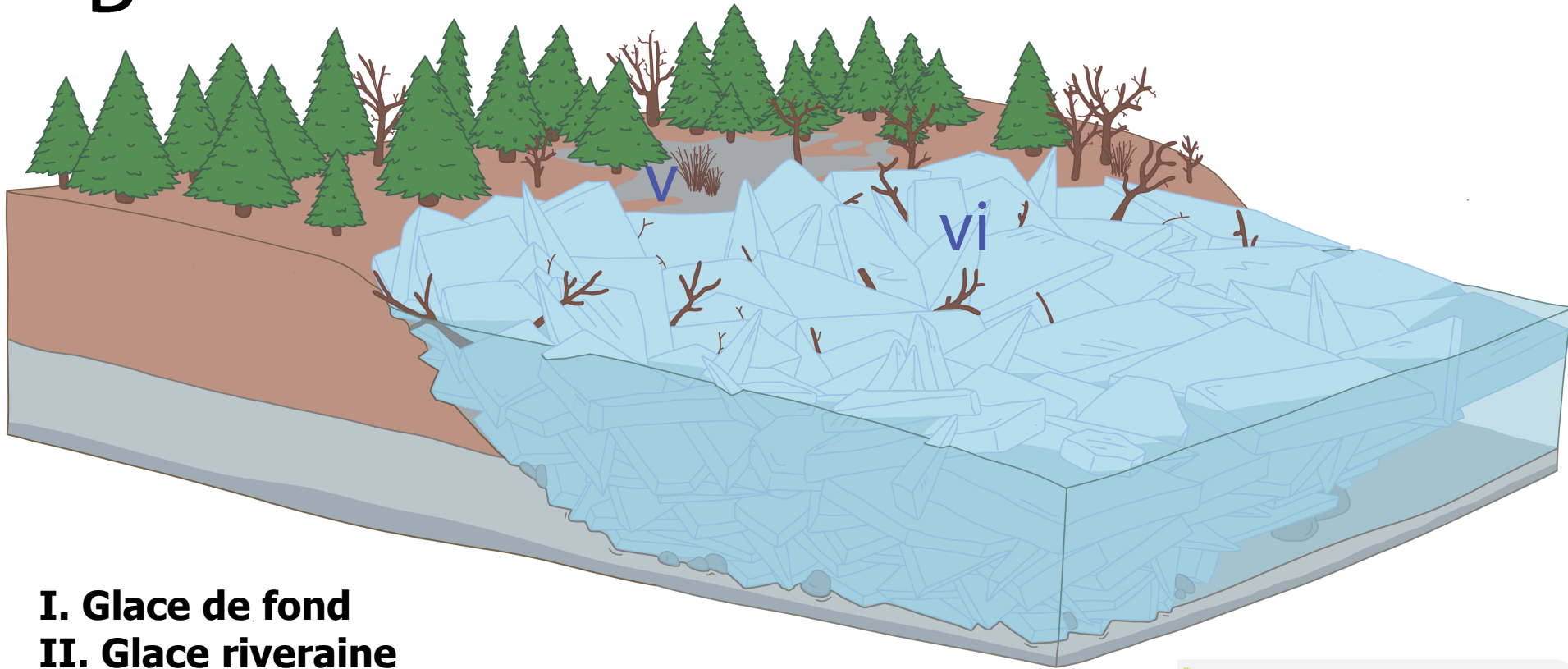
- I. Glace de fond**
- II. Glace riveraine**
- III. Processus subaériens**
- IV. Abrasion mécanique**



https://www.youtube.com/watch?v=jbRFDX5m1J4&ab_channel=AprilWood



B



I. Glace de fond

II. Glace riveraine

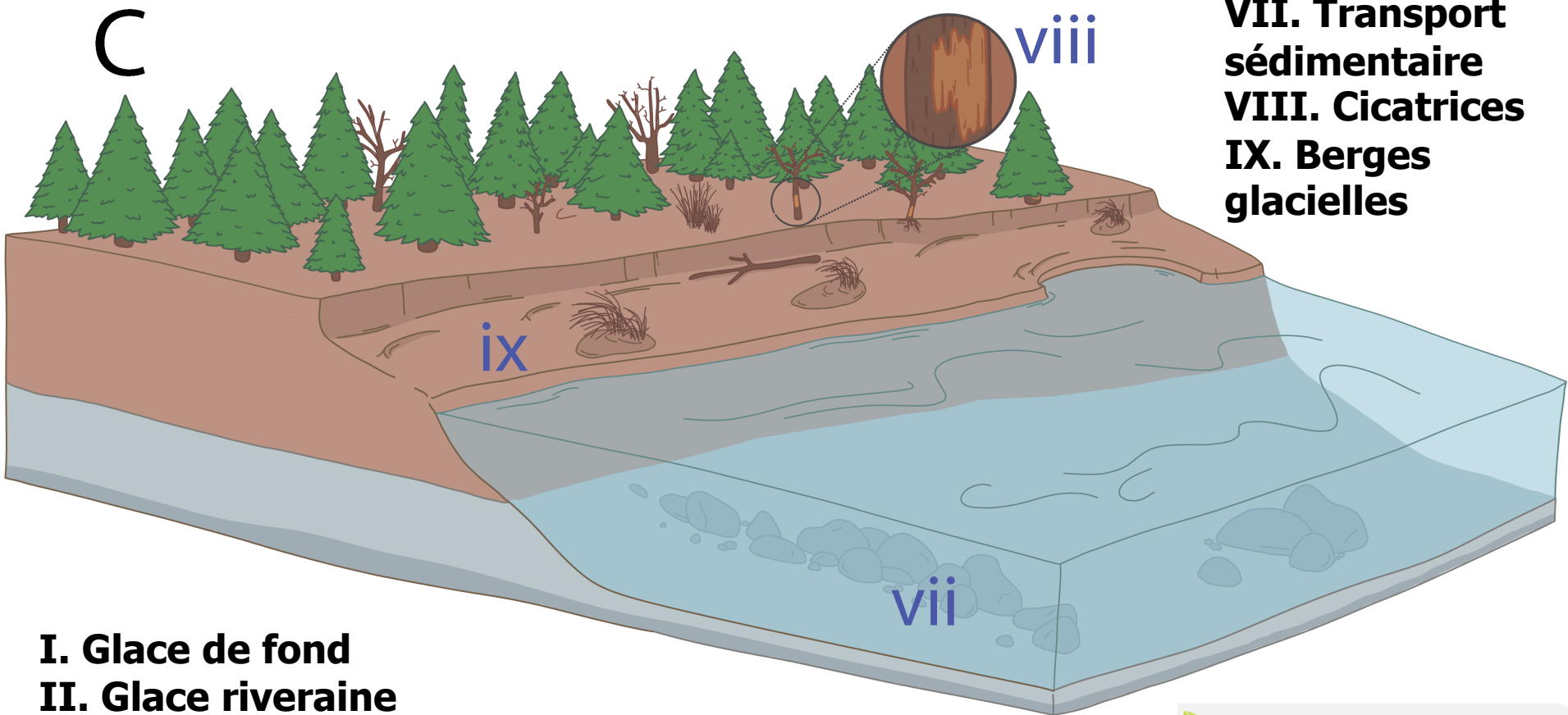
III. Processus subaériens

IV. Abrasion mécanique

V. Inondations par embâcles

VI. Embâcle de glace





C

viii

ix

vii

**VII. Transport
sédimentaire**
VIII. Cicatrices
**IX. Berges
glacielles**

I. Glace de fond

II. Glace riveraine

III. Processus subaériens

IV. Abrasion mécanique

V. Inondations par embâcles

VI. Embâcle de glace



Photo : Maxime Tisserand

Type de processus glaciels

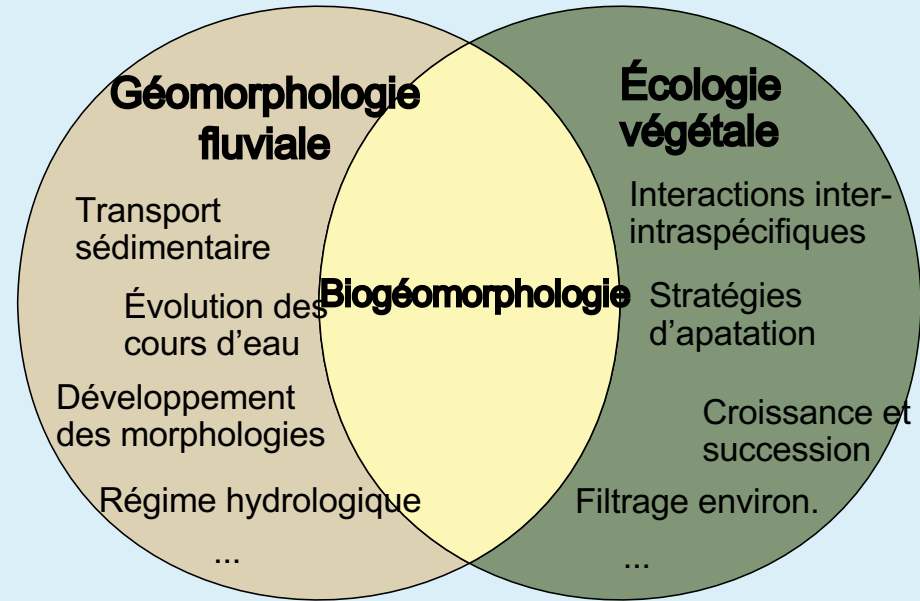
```
graph TD; A[Type de processus glaciels] --> B[Amplitude]; A --> C[Fréquence]; A --> D[Force de cisaillement];
```

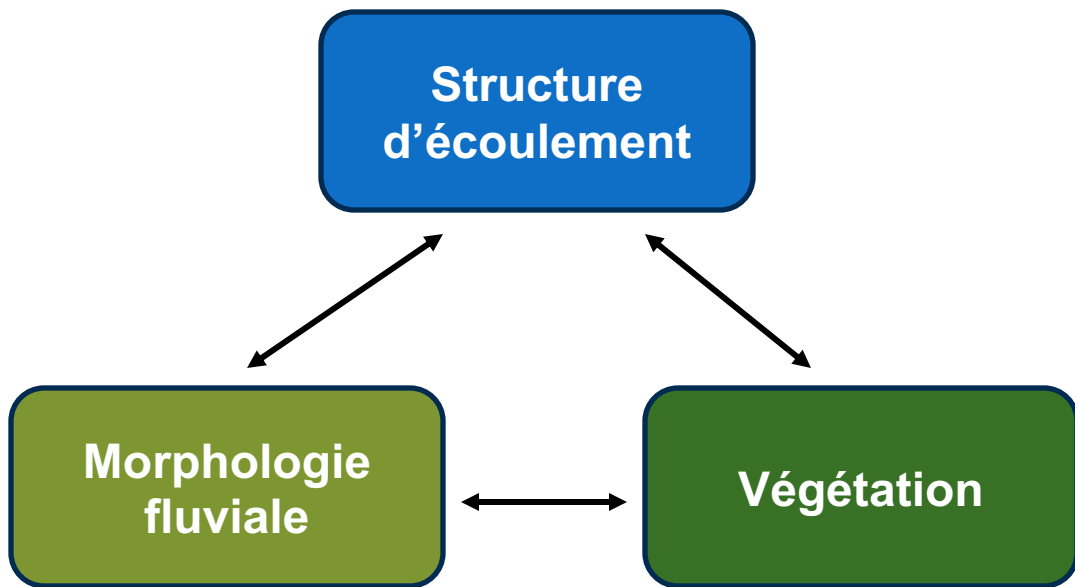
Amplitude

Fréquence

Force de
cisaillement

2. L'approche biogéomorphologique





Interactions plantes-rivières

Principes de co-ajustement

Plusieurs échelles d'analyse

Individu

Traits fonctionnels

Résilience et Résistance

Effets et réponses

Communauté

Force d'interactions

Unité biogéomorphologique

Succession et construction

Paysage

Guildes fonctionnelles

Trajectoires HGM

Trajectoires écologiques

Biodiversity and ecosystem functioning Biomantle Biogeomorphic resilience Bistability

Biogeomorphic feedback windows Bio-geomorphic systems Community ecology Pedotype

Eco-evolutionary feedback Co-adjustment Diffuse coevolution Evolutionary geomorphology

Feedback functional traits Niche construction

Multiple causality **Large gamme de** Biogeomorphic succession

Windows of opportunity **concepts, modèles** Pioneer landforms

Ecohydraulics **et théories** Geobiology

Extended composite phenotype Biogeomorphic units Geocodynamics

Zoogeomorphology Biogeomorphic resilience Ecosystem engineering Dynamic denudation

Biogeocomplexity Reciprocal causality Biogeomorphic functions



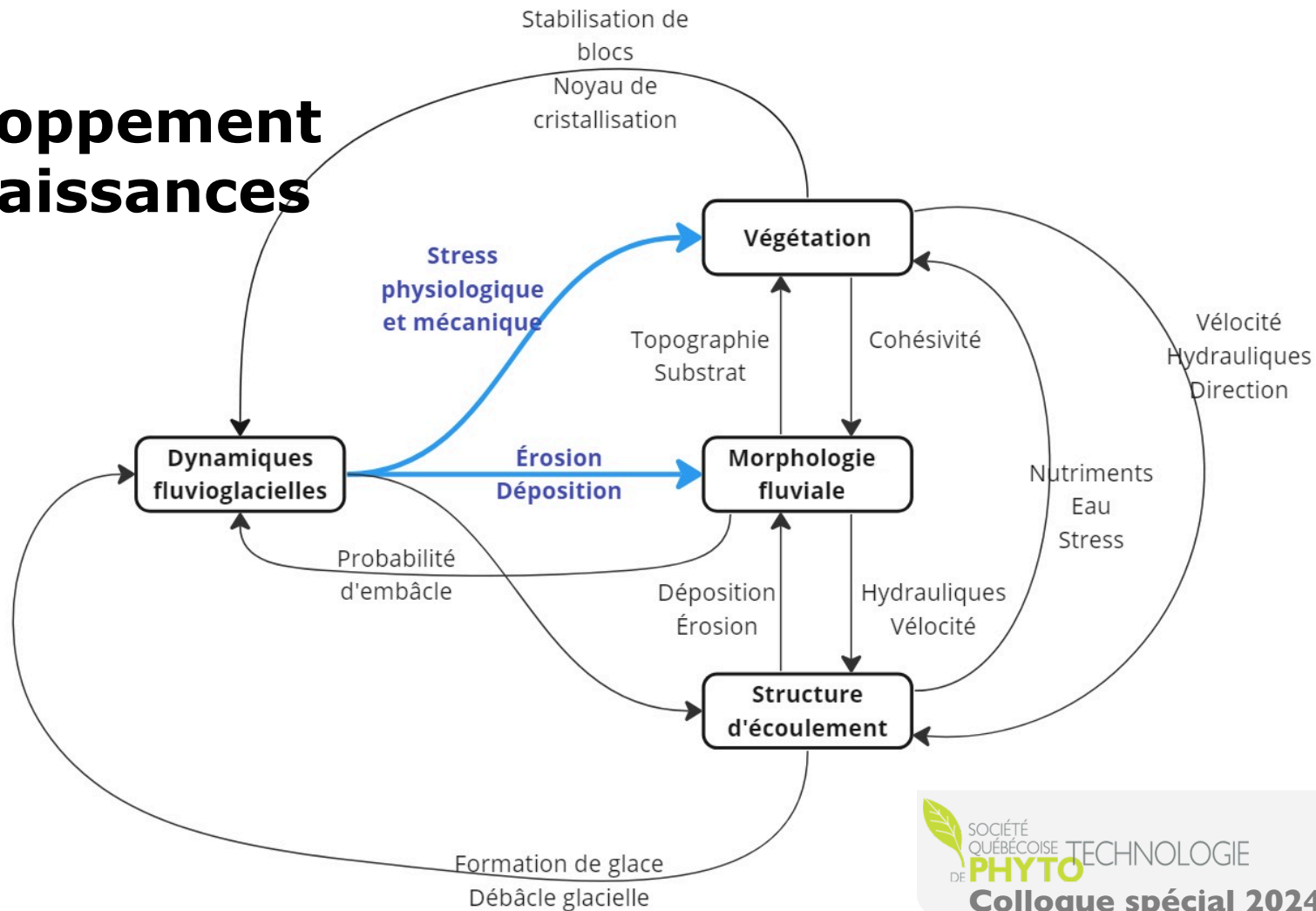
Cette approche permet de...

- Comprendre les facteurs qui expliquent la structure et la composition des ripisylves
- Comprendre les effets hydrogéomorphologiques des différentes communautés
- Anticiper les changements géomorphologiques et écologiques des systèmes fluviaux

3. Biogéomorphologie, génie végétal et milieux froids

- i. Développer des connaissances sur le comportement biogéomorphologique des rivières froides
- ii. Améliorer les techniques de conception du GV soumis à des contraintes glacielles
- iii. Suivi de la réponse biogéomorphologique du GV face aux contraintes glacielles

i) Développement de connaissances



L'importance d'identifier les traits fonctionnels clefs...

Propagation latérale

Grande flexibilité

Racines profondes

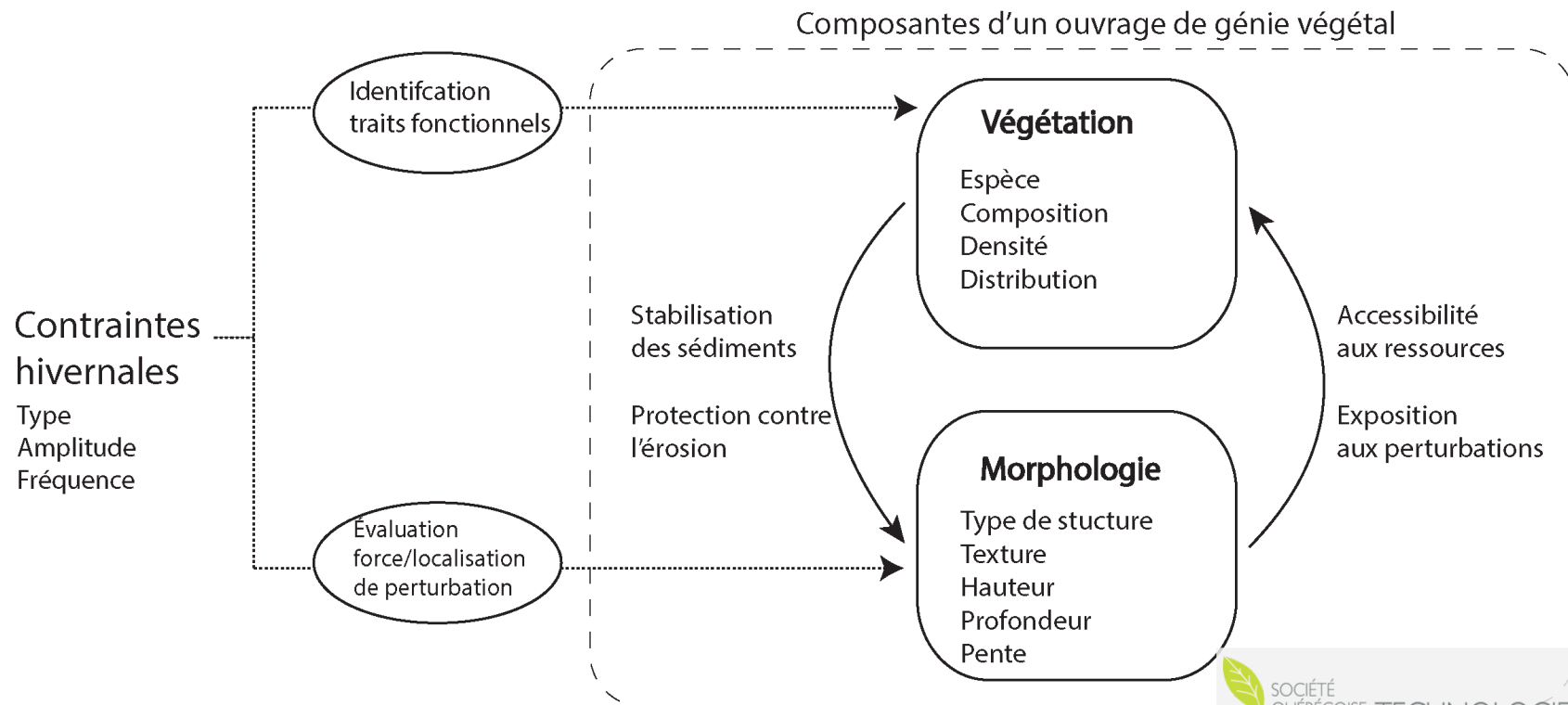
Croissance rapide

Faible ratio tige/racine

Banque de graine persistante

Reproduction précoce

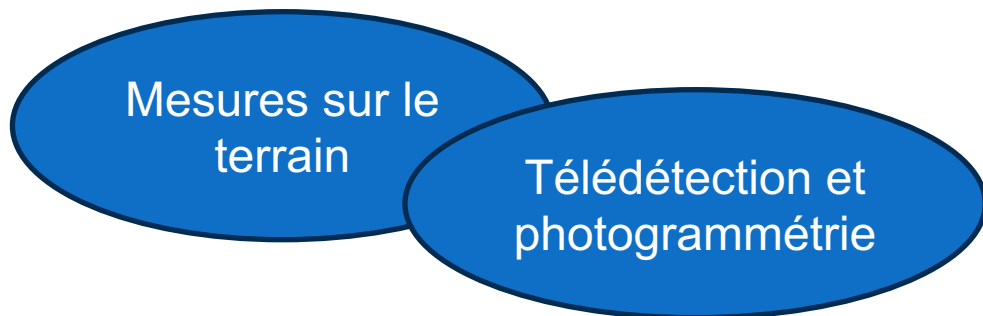
ii) Conception du Génie végétal



Toutefois...

La vulnérabilité peut-elle augmenter avec le temps, soit par une perte de flexibilité ou un processus de succession végétale?

iii) Suivi biogéomorphologique



Évolution des traits fonctionnels

Suivi du co-ajustement

Évaluation du potentiel de résilience

**Évaluation des fonctions
biogéomorphologiques**

Diagnostic

Multi-échelle
Trajectoires
Comportement BGM

Design GV

Organisation plantes
Morphométrie berge
Sélection des techniques

Suivi/Évaluation

Fct. Biogéomorpho.
Ajustement et résilience
Dynamiques spatio-temporelle

Conclusion

**Interactions végétation-
glace**

**Co-ajustement et
retroaction BGM**

**Fonctions
biogéomorphologiques**

**Techniques et
stratégies du GV**

**Suivi et évaluation
biogéomorphologique**

Domaine de recherche Questions de recherche

**Interactions végétation-
glace** Comment le cycle de vie d'une espèce influence sa
vulnérabilité face aux processus glaciels?

**Co-ajustement et
retroaction BGM**

**Fonctions
biogéomorphologiques**

**Techniques et
stratégies du GV**

**Suivi et évaluation
biogéomorphologique**

Domaine de recherche Questions de recherche

**Interactions végétation-
glace** Comment le cycle de vie d'une espèce influence sa
vulnérabilité face aux processus glaciels?

**Co-ajustement et
retroaction BGM** Quelles sont les trajectoires de succession et leur rétroactions
biogéomorphologiques dans les rivières froides?

**Fonctions
biogéomorphologiques**

**Techniques et
stratégies du GV**

**Suivi et évaluation
biogéomorphologique**

Domaine de recherche Questions de recherche

Interactions végétation-glace Comment le cycle de vie d'une espèce influence sa vulnérabilité face aux processus glaciels?

Co-ajustement et retroaction BGM Quelles sont les trajectoires de succession et leur rétroactions biogéomorphologiques dans les rivières froides?

Fonctions biogéomorphologiques Quel rôle les structures de GV occupe dans le comportement biogéomorphologique des rivières froides?

Techniques et stratégies du GV

Suivi et évaluation biogéomorphologique

Domaine de recherche Questions de recherche

Interactions végétation-glace Comment le cycle de vie d'une espèce influence sa vulnérabilité face aux processus glaciels?

Co-ajustement et retroaction BGM Quelles sont les trajectoires de succession et leur rétroactions biogéomorphologiques dans les rivières froides?

Fonctions biogéomorphologiques Quel rôle les structures de GV occupe dans le comportement biogéomorphologique des rivières froides?

Techniques et stratégies du GV Quels sont les techniques les mieux adaptées pour favoriser la meilleure résistance et résilience face aux glaces?

Suivi et évaluation biogéomorphologique

Domaine de recherche **Questions de recherche**

Interactions végétation-glace Comment le cycle de vie d'une espèce influence sa vulnérabilité face aux processus glaciels?

Co-ajustement et retroaction BGM Quelles sont les trajectoires de succession et leur rétroactions biogéomorphologiques dans les rivières froides?

Fonctions biogéomorphologiques Quel rôle les structures de GV occupent dans le comportement biogéomorphologique des rivières froides?

Techniques et stratégies du GV Quels sont les techniques les mieux adaptées pour favoriser la meilleure résistance et résilience face aux glaces?

Suivi et évaluation biogéomorphologique Quels indices biogéomorphologiques peuvent être utilisés pour effectuer un suivi efficace des ouvrages de génie végétal?

An aerial photograph of a winter landscape. A dark river flows through a snow-covered area. The left bank is dominated by bare, snow-laden trees. The right bank features a line of evergreen trees and a road with tracks. The word 'MERCI' is overlaid in large, bold, grey letters on the left side of the image.

MERCI

Références

- Allard, G. (2010). Dynamique fluvio-glacière : Étude de cas d'une fosse-à-frasil, rivière Mitis, Bas-Saint-Laurent. *Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Rimouski*.
- Astrade, L., & Dufour, S. (2010). Dendrochronologie en ripisylve. Des cernes aux changements hydromorphologiques dans les systèmes fluviaux. *Collection EDYTEM. Cahiers de géographie*, 11(1), 131-140. <https://doi.org/10.3406/edyte.2010.1157>
- Bywater-Reyes, S., Wilcox, A. C., & Diehl, R. M. (2017). Multiscale influence of woody riparian vegetation on fluvial topography quantified with ground-based and airborne lidar. *J. Geophys. Res. Earth Surf.*, 122, 1218-1235. <https://doi.org/10.1002/2016JF004058>
- Catford, J. A., & Jansson, R. (2014). Drowned, buried and carried away : Effects of plant traits on the distribution of native and alien species in riparian ecosystems. *New Phytologist*, 204(1), 19-36. <https://doi.org/10.1111/nph.12951>
- Clark, J., & Hellin, J. (1996). Bio-engineering for Effective Road Maintenance in the Caribbean. *Environmental Science*.
- Comiti, F., Da Canal, M., Surian, N., Mao, L., Picco, L., & Lenzi, M. A. (2011). Channel adjustments and vegetation cover dynamics in a large gravel bed river over the last 200years. *Geomorphology*, 125(1), 147-159. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.09.011>
- Corenblit, D., Davies, N. S., Steiger, J., Gibling, M. R., & Bornette, G. (2015). Considering river structure and stability in the light of evolution : Feedbacks between riparian vegetation and hydrogeomorphology: CONSIDERING RIVER STRUCTURE AND STABILITY IN THE LIGHT OF EVOLUTION. *Earth Surface Processes and Landforms*, 40(2), 189-207. <https://doi.org/10.1002/esp.3643>
- Corenblit, D., Steiger, J., Charrier, G., Darrozes, J., Garófano-Gómez, V., Garreau, A., González, E., Gurnell, A. M., Hortobágyi, B., Julien, F., Lambs, L., Larrue, S., Otto, T., Roussel, E., Vautier, F., & Voldoire, O. (2016). *Populus nigra* L. establishment and fluvial landform construction : Biogeomorphic dynamics within a channelized river: Biogeomorphic Dynamics within a Channelized River. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41(9), 1276-1292. <https://doi.org/10.1002/esp.3954>
- Diehl, R. M., Merritt, D. M., Wilcox, A. C., & Scott, M. L. (2017). Applying Functional Traits to Ecogeomorphic Processes in Riparian Ecosystems. *BioScience*, 67(8), 729-743. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix080>
- Evette, A., Labonne, S., Rey, F., Liebault, F., Jancke, O., & Girel, J. (2009). History of Bioengineering Techniques for Erosion Control in Rivers in Western Europe. *Environmental Management*, 43(6), 972-984. <https://doi.org/10.1007/s00267-009-9275-y>
- Glenz, C., Schlaepfer, R., Iorgulescu, I., & Kienast, F. (2006). Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. *Forest Ecology and Management*, 235(1-3), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.065>
- Gray, D. H., & Sotir, R. B. (1996). *Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization : A Practical Guide for Erosion Control*. John Wiley & Sons.
- Han, M., & Brierley, G. (2020). Channel geomorphology and riparian vegetation interactions along four anabranching reaches of the Upper Yellow River. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 44(6), 898-922. <https://doi.org/10.1177/0309133320938768>
- Hortobágyi, B., Corenblit, D., Vautier, F., Steiger, J., Roussel, E., Burkart, A., & Peiry, J.-L. (2017). A multi-scale approach of fluvial biogeomorphic dynamics using photogrammetry. *Journal of Environmental Management*, 202, 348-362. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.08.069>
- Kozłowski, T. T., & Pallardy, S. G. (2002). Acclimation and Adaptive Responses of Woody Plants to Environmental Stresses. *The Botanical Review*, 68(2), 270-334. [https://doi.org/10.1663/0006-8101\(2002\)068\[0270:AAAROW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0006-8101(2002)068[0270:AAAROW]2.0.CO;2)
- Larsen, A., Nardin, W., Lageweg, W. I., & Bätz, N. (2020). Biogeomorphology, quo vadis? On processes, time, and space in biogeomorphology. *QUO VADIS*, 46, 12.
- Moreau, C., Cottet, M., Rivière-Honegger, A., François, A., & Evette, A. (2022). Nature-based solutions (NbS) : A management paradigm shift in practitioners' perspectives on riverbank soil bioengineering. *Journal of Environmental Management*, 308, 114638. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114638>
- Rey, F., Bifulco, C., Bischetti, G. B., Bourrier, F., De Cesare, G., Florineth, F., Graf, F., Marden, M., Mickovski, S. B., Phillips, C., Peklo, K., Poesen, J., Polster, D., Preti, F., Rauch, H. P., Raymond, P., Sangalli, P., Tardio, G., & Stokes, A. (2019). Soil and water bioengineering : Practice and research needs for reconciling natural hazard control and ecological restoration. *Science of The Total Environment*, 648, 1210-1218. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.217>
- Schiechl, H. M., & Stern, R. (1996). *GROUND BIOENGINEERING TECHNIQUES FOR SLOPE PROTECTION AND EROSION CONTROL*. <https://trid.trb.org/view/466>
- Symmank, L., Natho, S., Scholz, M., Schröder, U., Raupach, K., & Schulz-Zunkel, C. (2020). The impact of bioengineering techniques for riverbank protection on ecosystems. *Ecological Engineering*, 158, 106040. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106040>
- Viles, H., & Coombes, M. (2022). Biogeomorphology in the Anthropocene : A hierarchical, traits-based approach. *Geomorphology*, 417, 108446. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108446>