

Cartographie hydrographique et la répartition des coupes dans un contexte de changement climatique

Atelier TGIRT Gaspésie CC, 24 septembre 2025

Sylvain Jutras, ing.f., Ph.D.

Professeur titulaire, spécialiste en hydrologie forestière

Département des sciences du bois et de la forêt



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté de foresterie, de géographie
et de géomatique



Centre d'étude de la forêt



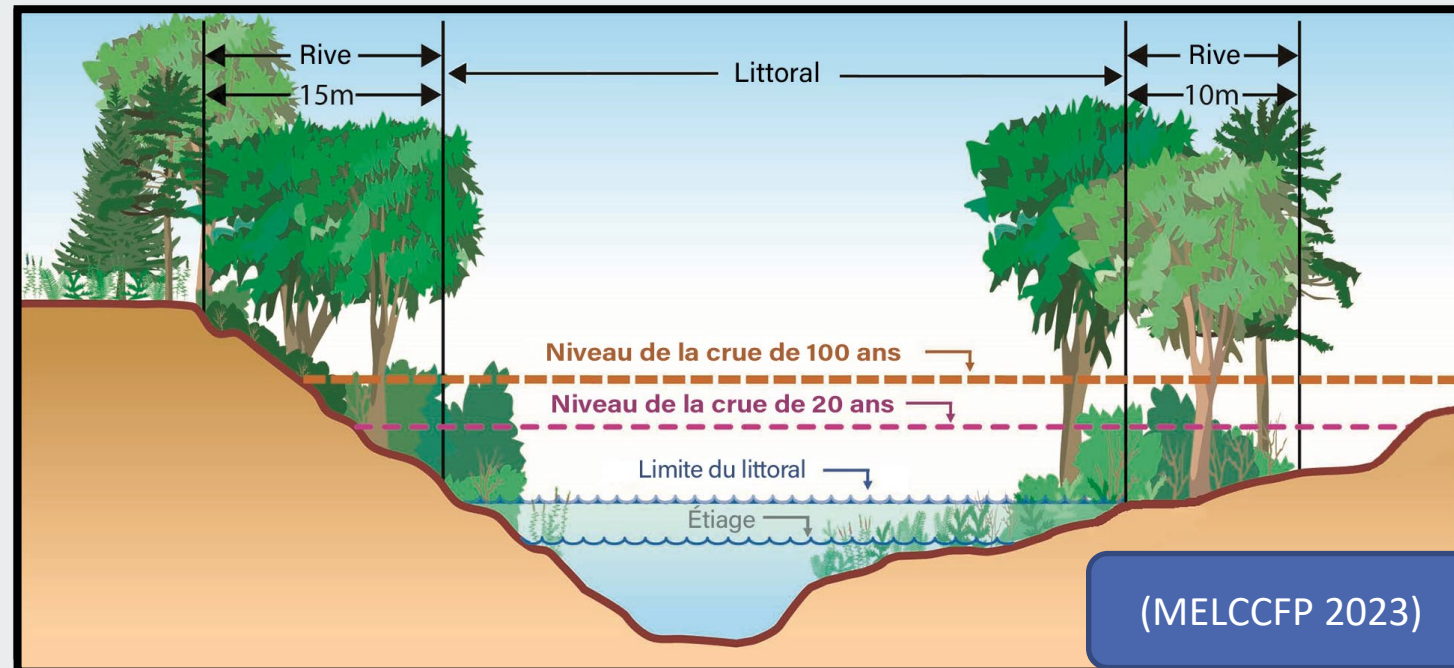
Centre de recherche sur l'eau
Water Research Centre



Les milieux humides et hydriques

- Lois et règlements abondants au Québec
 - LQE, LCMHH, « Loi sur l'eau », LADTF, etc.
 - RADF, REAFIE, RAMHHS, RCAMHH, PPRLPI, PRMHH, etc.
 - Règlements de MRC et municipaux

- Bandes riveraines
- Aménagement du territoire
 - Foresterie
 - Agriculture
 - Urbanisation



Les milieux humides : nouveau cadre légal

- Juin 2017 : Adoption de la loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques (LCMHH)
 - **Aucune perte nette** de milieux humides et hydriques (MHH)
 - Modifie la « Loi sur l'eau » :
 - Stipule des fonctions bénéfiques des MHH à assurer et à mettre en valeur
 1. Rempart contre l'érosion et rétention des sédiments
 2. Rétention de l'eau, donc réduction des risques d'inondation, réduction des risques d'érosion et recharge de la nappe phréatique
 3. Conservation de la diversité biologique
 4. Écran solaire et brise-vent naturel
 5. Séquestration du carbone et d'atténuation des impacts des CC
 6. Qualité du paysage



Un état des connaissances était nécessaire

Jutras et Plamondon
2020

ÉCOSCIENCE
<https://doi.org/10.1080/11956860.2020.1772612>

Fonctions hydrologiques des milieux humides boisés soumis à l'aménagement forestier : une revue de la littérature

Sylvain Jutras and André P. Plamondon

Laboratoire d'hydrologie forestière, Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval, Québec, Canada

ABSTRACT

The protection of ecological functions of forested swamps and peatlands is the subject of legal and regulatory measures. In Quebec and elsewhere in Canada, wood harvesting is carried out on swamps and peatlands of merchantable forests. What is the impact of forestry practices on these wetlands hydrological functions such as sediment retention, groundwater recharge, flood reduction and low flow augmentation? The answer to this question is complex as the contribution of wetlands to these hydrological functions vary with each wetland type as underlined by the experts. With the aim of ascertaining the contribution of wetlands, and to infer the effects of forest management on forested swamps and peatlands, we carried out a literature review. The existing literature reviews only partially cover the subject or in the case of peatlands, they mainly consider drained sites. In this review, the links between the hydrologic functions and forest harvesting are treated by category of wetlands to take into account their anticipated specific contribution.

RÉSUMÉ

La protection des fonctions écologiques des marécages boisés et des tourbières arborescentes fait l'objet de mesures légales et réglementaires. Au Québec et ailleurs au Canada, la récolte de bois est pratiquée sur les marécages et les tourbières supportant des forêts commerciales. Quel est l'impact des pratiques forestières sur les fonctions hydrologiques de ces milieux humides telles que la rétention des sédiments, la recharge de la nappe phréatique, la réduction des crues et l'augmentation des débits d'étiage? La réponse à cette question est complexe car la contribution des milieux humides à ces fonctions hydrologiques varie avec chaque type de milieu humide comme le souligne les experts. Dans le but de cerner la contribution des milieux humides et d'inférer les effets de l'aménagement forestier sur les tourbières et marécages boisés, nous avons effectué une revue de la littérature. Les revues actuelles couvrent seulement une partie du sujet où dans le cas des tourbières, elles portent essentiellement sur les sites drainés. Dans notre revue, les liens entre les fonctions hydrologiques et la récolte forestière sont traités par catégorie de milieux humides afin de tenir compte de leur contribution spécifique anticipée.

ARTICLE HISTORY

Received 6 March 2020
Accepted 5 May 2020

KEYWORDS

Swamp; peatland; wetland;
hydrological functions;
forest management; best
management practice;

MOTS CLÉS

Marécage; tourbière; milieu
humide; ; fonctions
hydrologiques;
aménagement forestier;
meilleures pratiques
d'aménagement

Introduction

Contexte

Au Québec, comme ailleurs dans le monde, des mesures légales et réglementaires permettent d'encadrer ou de restreindre les activités humaines dans les milieux humides. Le but recherché par ces mesures est la conservation de ces écosystèmes et le maintien des fonctions écologiques qui y sont associées. Cet article porte essentiellement sur les fonctions liées à la ressource eau, qu'on appellera ici des fonctions hydrologiques, telles que la rétention des sédiments, la recharge de la nappe phréatique et la régulation des niveaux d'eau que l'on peut exprimer par la réduction des crues et l'augmentation des écoulements d'étiage. Cependant, la perception que les milieux humides, sans considération pour leurs

localisations et leurs types, contribuent positivement aux différentes fonctions hydrologiques est encore trop répandue parmi les gestionnaires et les praticiens. Bullock et Acreman (2003) ont tiré d'une revue mondiale de 169 publications, 439 assertions portant sur le rôle hydrologique des milieux humides des climats froids à tropicaux. Ainsi, la recharge de la nappe phréatique par les milieux humides est favorisée dans 46% des assertions traitant du sujet tandis que 66% des assertions portant sur le débit en période sèche indiquent que les milieux humides le réduisent. Les milieux humides situés respectivement dans la plaine d'inondation ou à la tête des bassins versants réduisent les débits de pointe dans 80 et 45% des assertions portant sur les crues.

Les observations générales de Bullock et Acreman (2003) sont appuyées par des revues de la littérature où

Agence forestière des Bois-Francs
2022



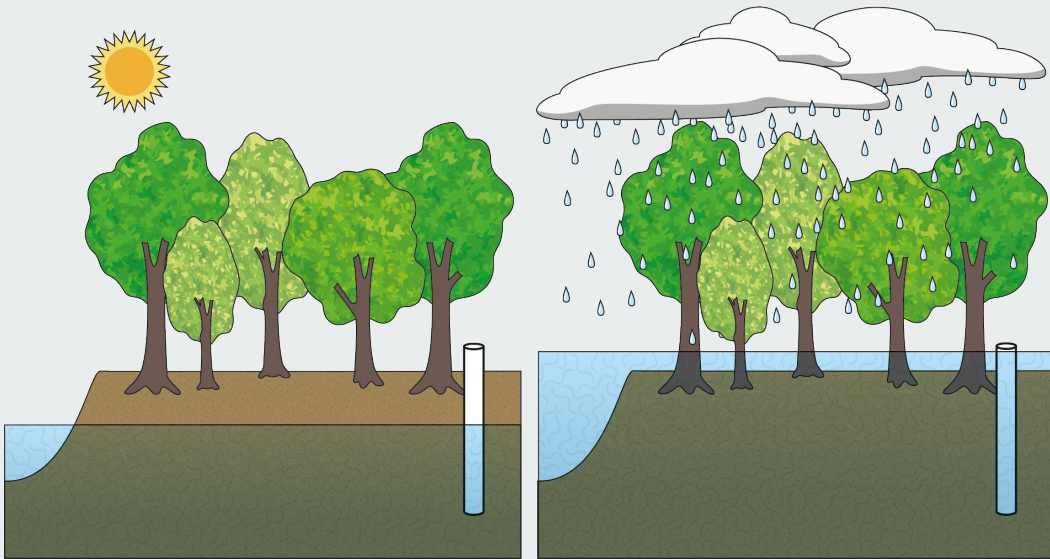
GUIDE DES SAINES PRATIQUES d'interventions forestières en MILIEU HUMIDE BOISÉ des forêts privées du Québec

Document à l'intention des propriétaires de lots boisés et des intervenantes et intervenants du milieu forestier



Gestion par type de milieux humides forestiers

Marécage inondable $\neq$ Marécage non inondable $\neq$ Tourbière

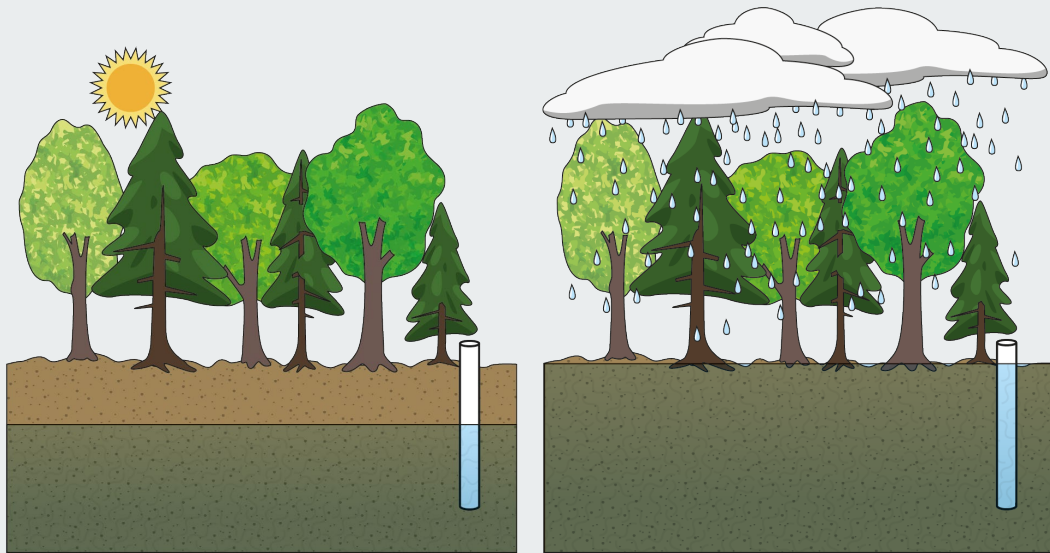


Les cours d'eau en crue y débordent

- Réduit l'érosion et les inondations
- Favorise la sédimentation et filtre l'eau
- Réagit comme des éponges
- Alimente la nappe phréatique
- Séquestre beaucoup de carbone
- Produit des biens agricoles et ligneux
- Biodiversité, corridors écologiques, paysages et autres

Gestion par type de milieux humides forestiers

- Marécage inondable $\neq$ Marécage non inondable $\neq$ Tourbière



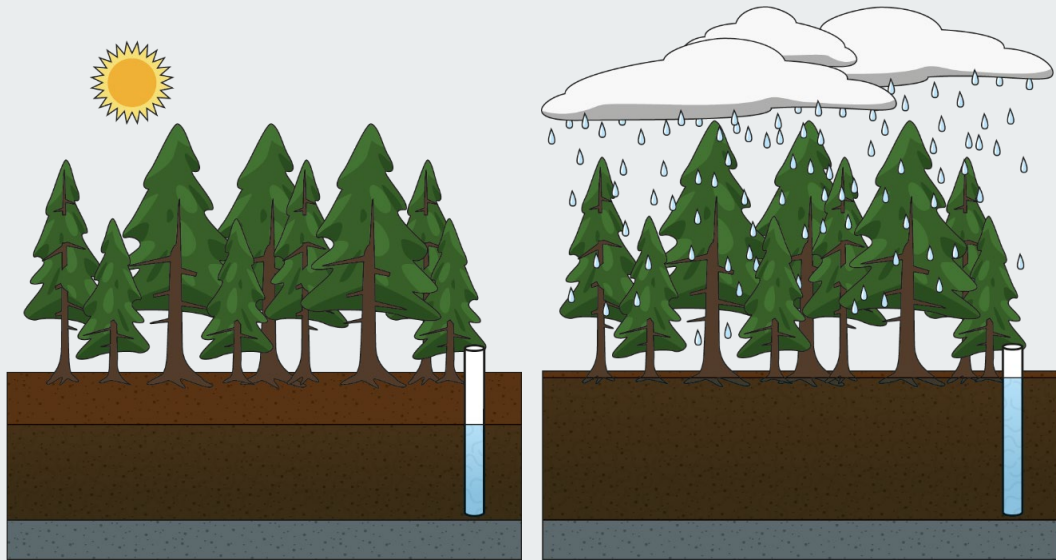
Aucun cours d'eau n'y déborde

- ~~• Réduit l'érosion et les inondations~~
- ~~• Favorise la sédimentation et filtre l'eau~~
- ~~• Réagit comme des éponges~~
- Alimente la nappe phréatique
- ~~• Séquestre beaucoup de carbone~~
- Produit des biens agricoles et ligneux
- Biodiversité, corridors écologiques, paysages et autres



Gestion par type de milieux humides forestiers

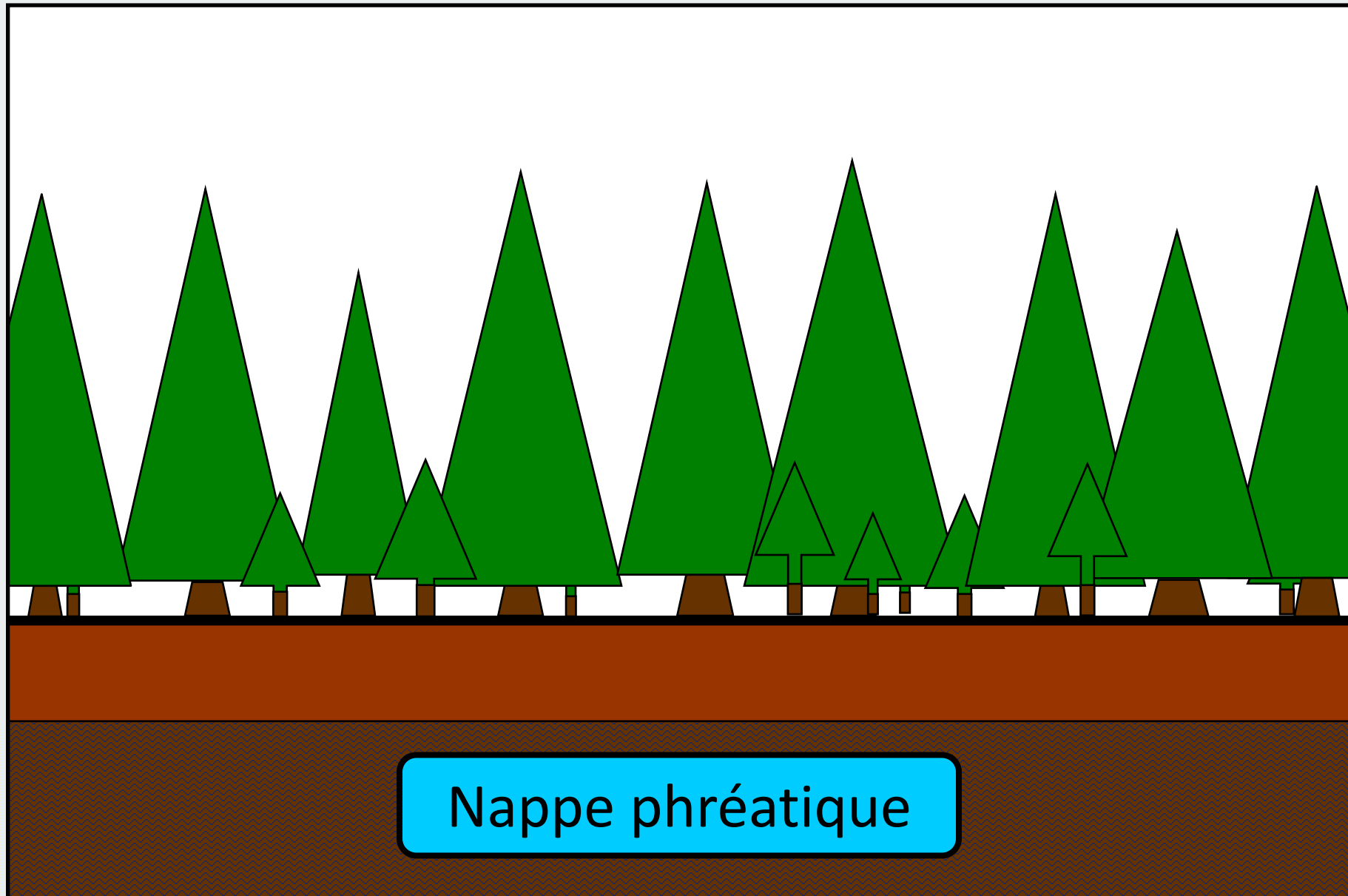
Marécage inondable $\neq$ Marécage non inondable $\neq$ Tourbière



Les sols organiques peuvent
contenir beaucoup d'eau et de
carbone

- Réduit l'érosion et les inondations
- Favorise la sédimentation et filtre l'eau
- Réagit comme des éponges
- Alimente la nappe phréatique
- Séquestre beaucoup de carbone
- Produit des biens agricoles et ligneux
- Biodiversité, corridors écologiques, paysages et autres

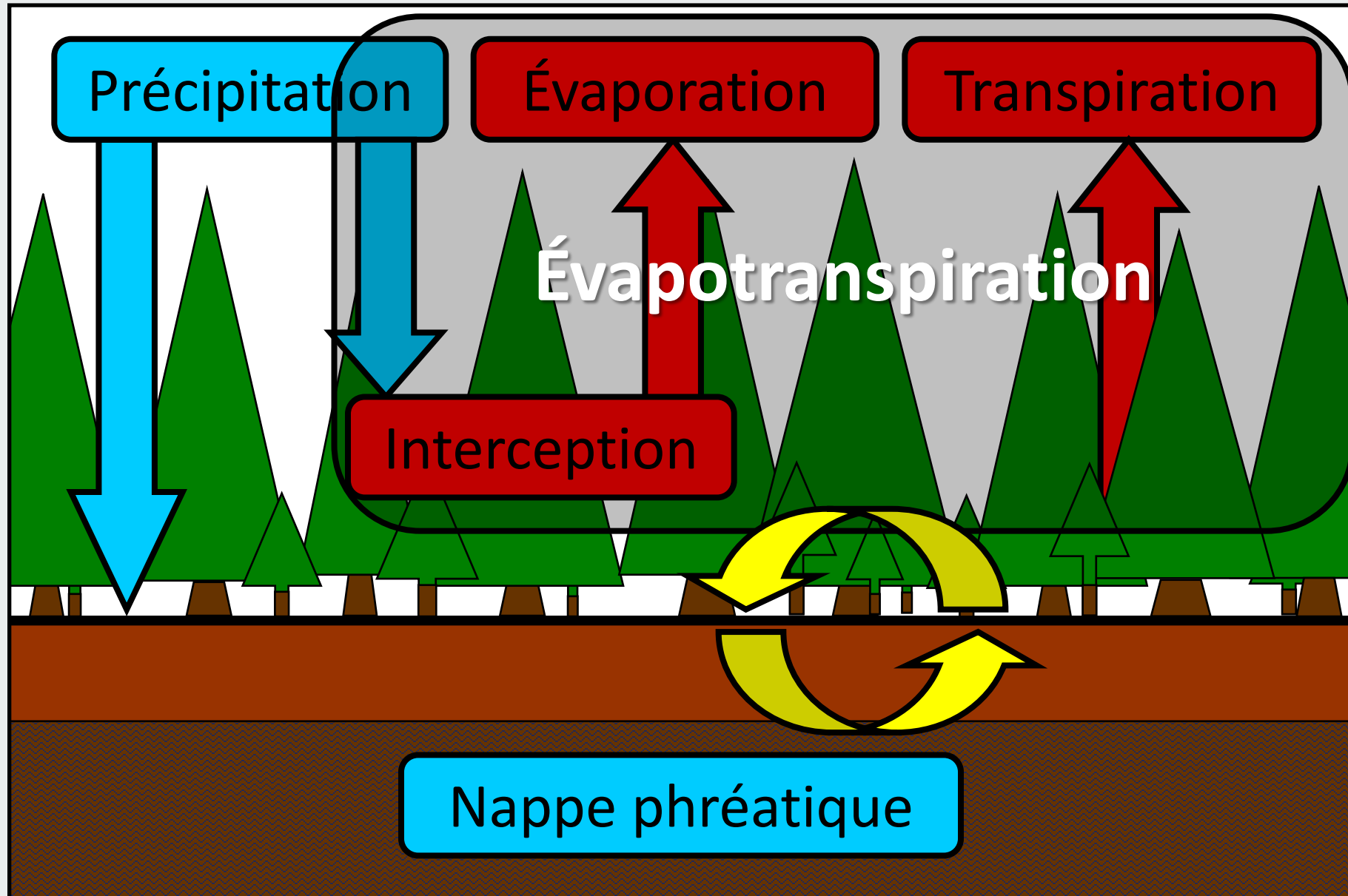
Bilan hydrologique des milieux humides boisés



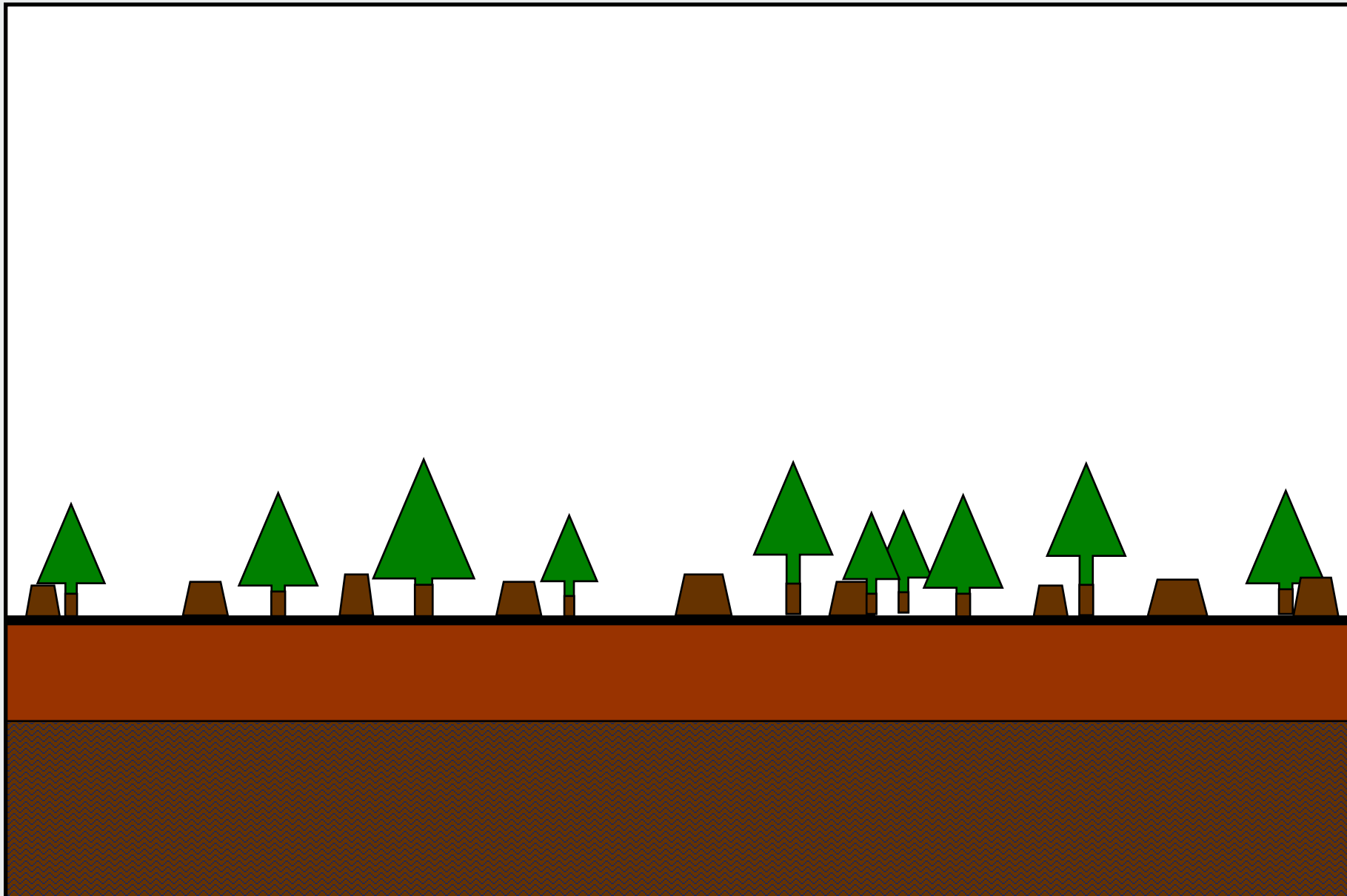
Nappe phréatique



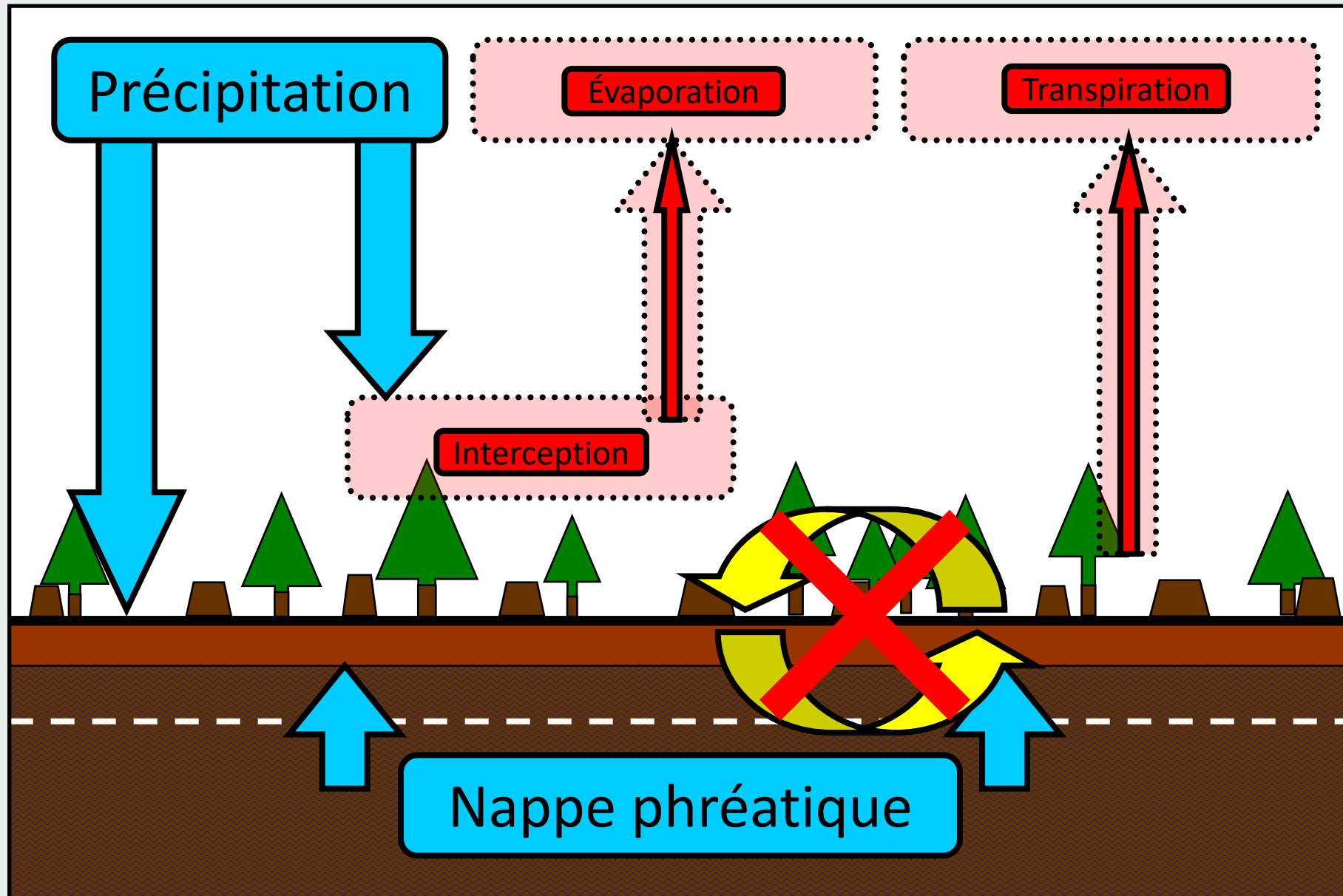
Bilan hydrologique des milieux humides boisés



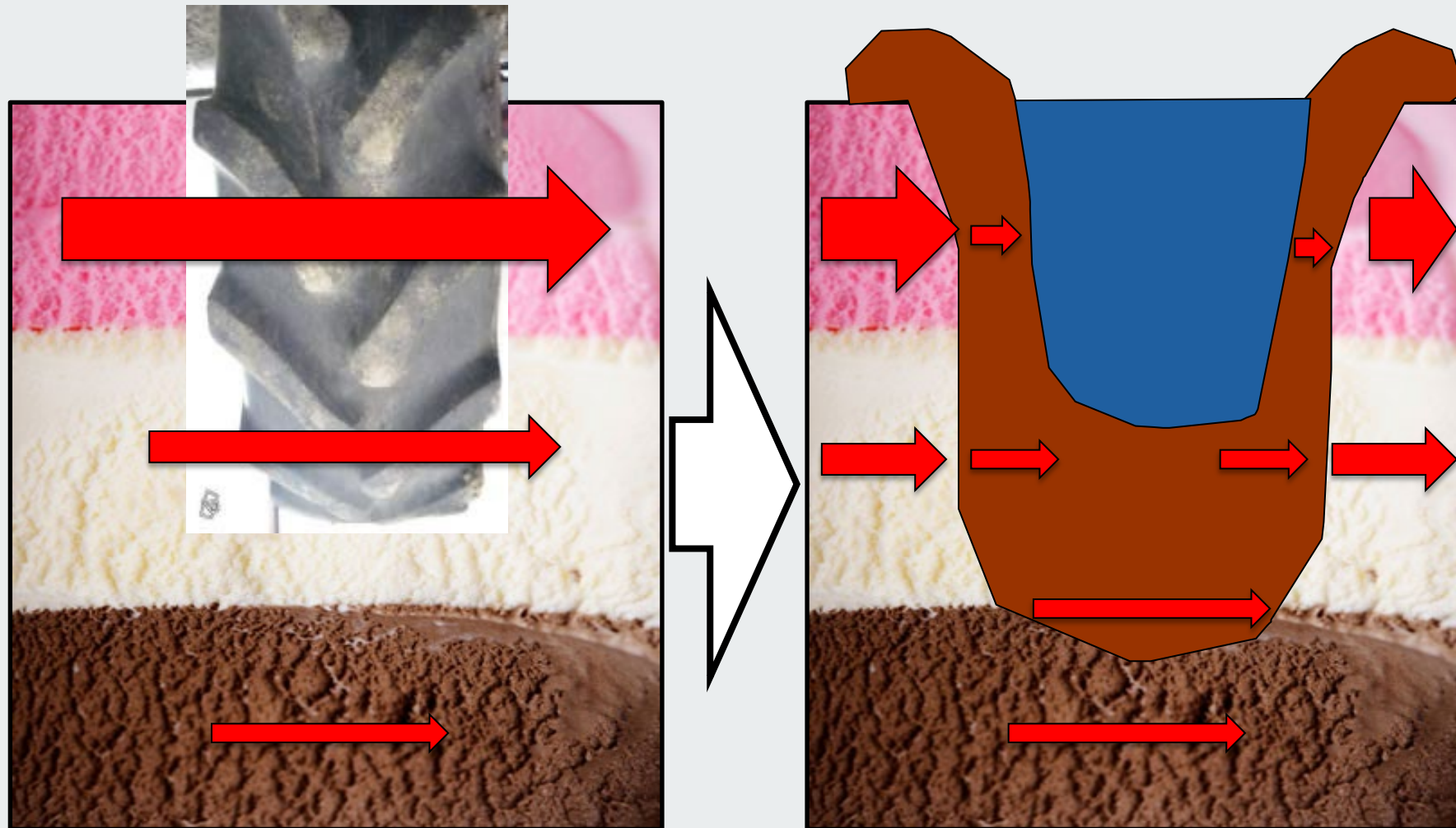
Bilan hydrologique après la récolte



Bilan hydrologique après la récolte

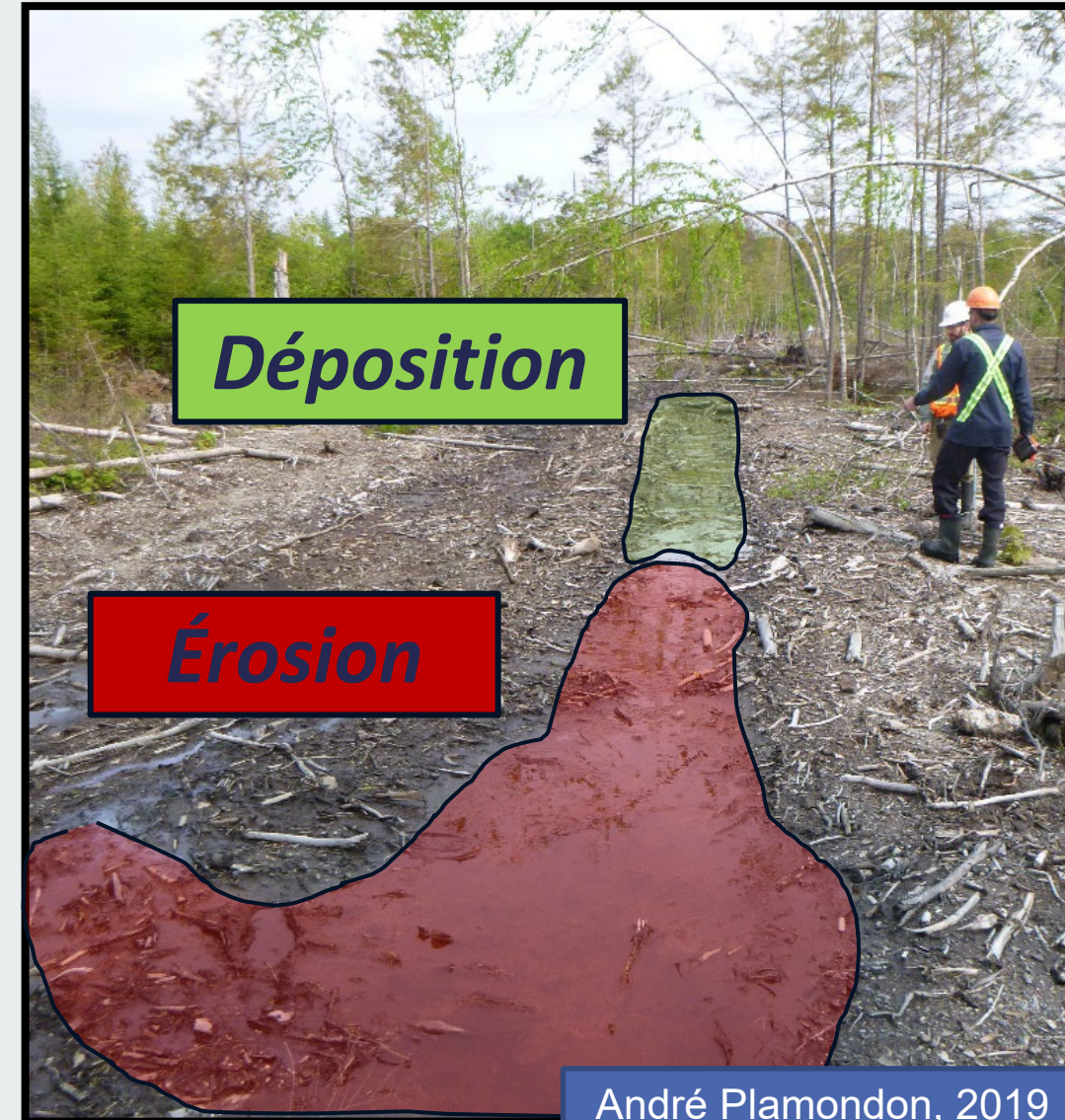


L'orniérage dans les sols organiques



Effets de la récolte forestière

- Marécages non inondables
 - Si faible perturbation des sols
 - Remontée de la nappe phréatique
 - Quelques années seulement
 - Si ornières et scalpage de l'humus
 - Remontée de la nappe phréatique
 - Érosion potentielle localisée
 - Déposition localisée



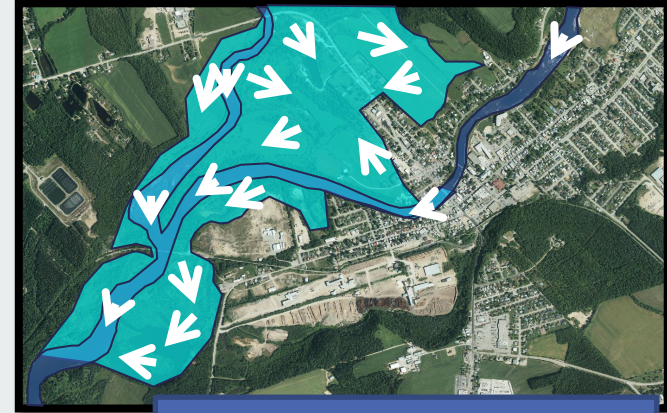
Effets de la récolte forestière

- Tourbières non inondables
 - Si faible perturbation des sols ou ornières perpendiculaires au sens de l'écoulement
 - Remontée de la nappe phréatique
 - Quelques années seulement
 - Si ornières parallèles au sens de l'écoulement
 - Augmentation potentielle des débits de pointes
 - Augmentation potentielle de l'érosion



Effets de la récolte forestière

- Marécages de la plaine inondable
 - Si faible perturbation des sols
 - Maintient certaines fonctions hydrologiques bénéfiques
 - Ralentis l'écoulement canalisé du cours d'eau
 - Atténue les débits de crues et réduit les inondations en aval
 - Filtre l'eau par l'accumulation des sédiments en suspension
 - Améliore d'autres fonctions hydrologiques bénéfiques
 - Favorise la recharge de la nappe phréatique pendant et après l'inondation
 - Favorise l'augmentation des débits d'étiages
 - Si ornières et scalpage de l'humus
 - Augmentation potentielle de l'érosion pendant les inondations, selon l'orientation des ornières
 - Captage des sédiments par la présence de débris ligneux ou de la revégétation



Source : Google Earth,
MRC Portneuf



Effets de la récolte forestière

- Étangs vernaux forestiers
 - Récolte dans le bassin versant
 - Augmente les apports d'eau
 - Augmente la durée de la présence d'eau
 - Saines pratiques recommandées
 - Coupe partielle
 - Lisière boisée de 15 m ≠ Récolte
 - Évite les apports de sédiments



Hugo Tremblay, 2019



Saines pratiques forestières dans les milieux humides

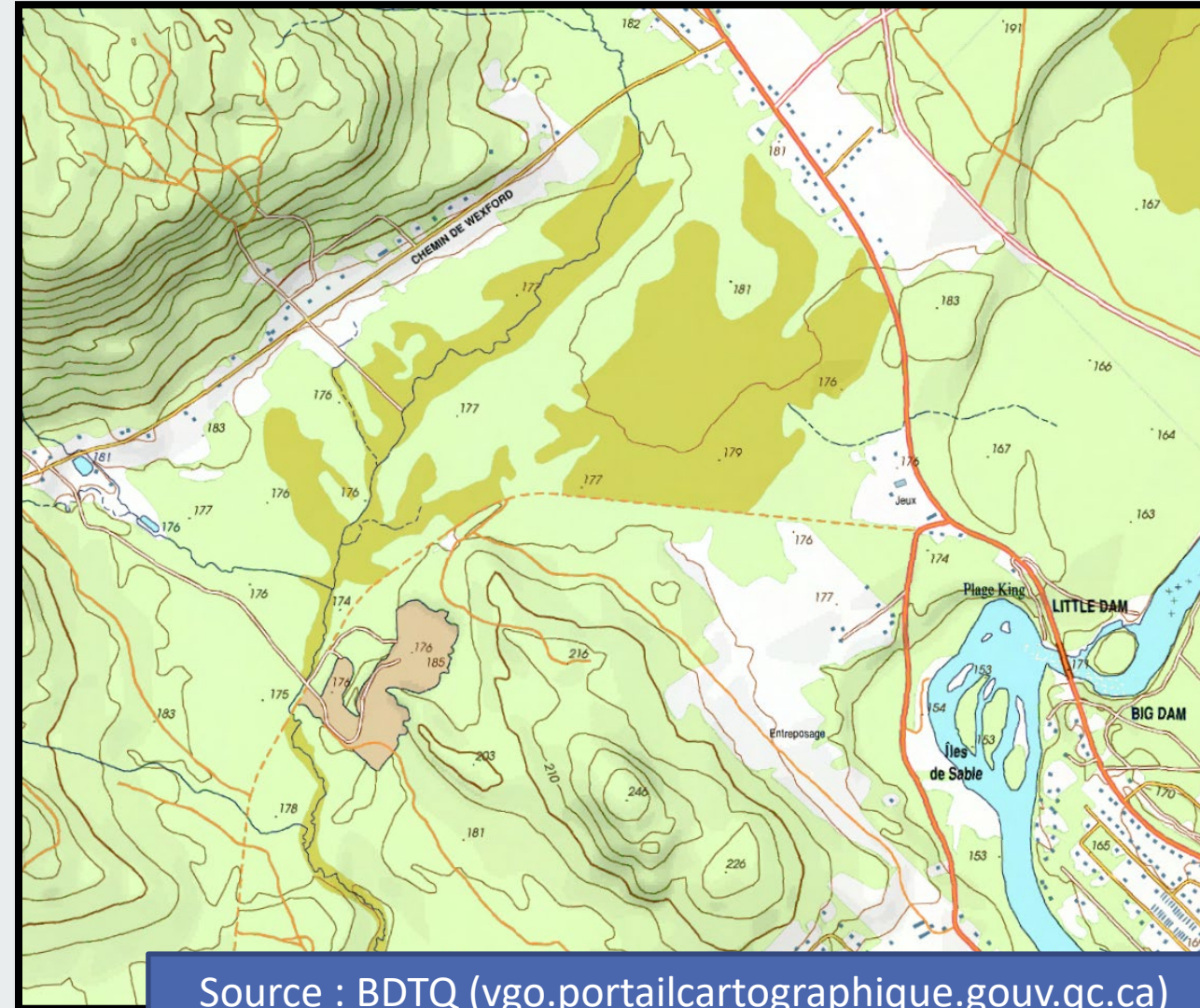
- Favoriser des coupes partielles, lorsque possible
- Si coupe totale, assurer une régénération rapide et vigoureuse
- Éviter l'orniérage
 - Risque d'érosion et d'apports de sédiments vers les milieux aquatiques
- Éviter le drainage forestier
 - Modification du bilan hydrologique qui dé-séquestre le carbone du sol

Attention!

Ne pas confondre déboisement et aménagement forestier

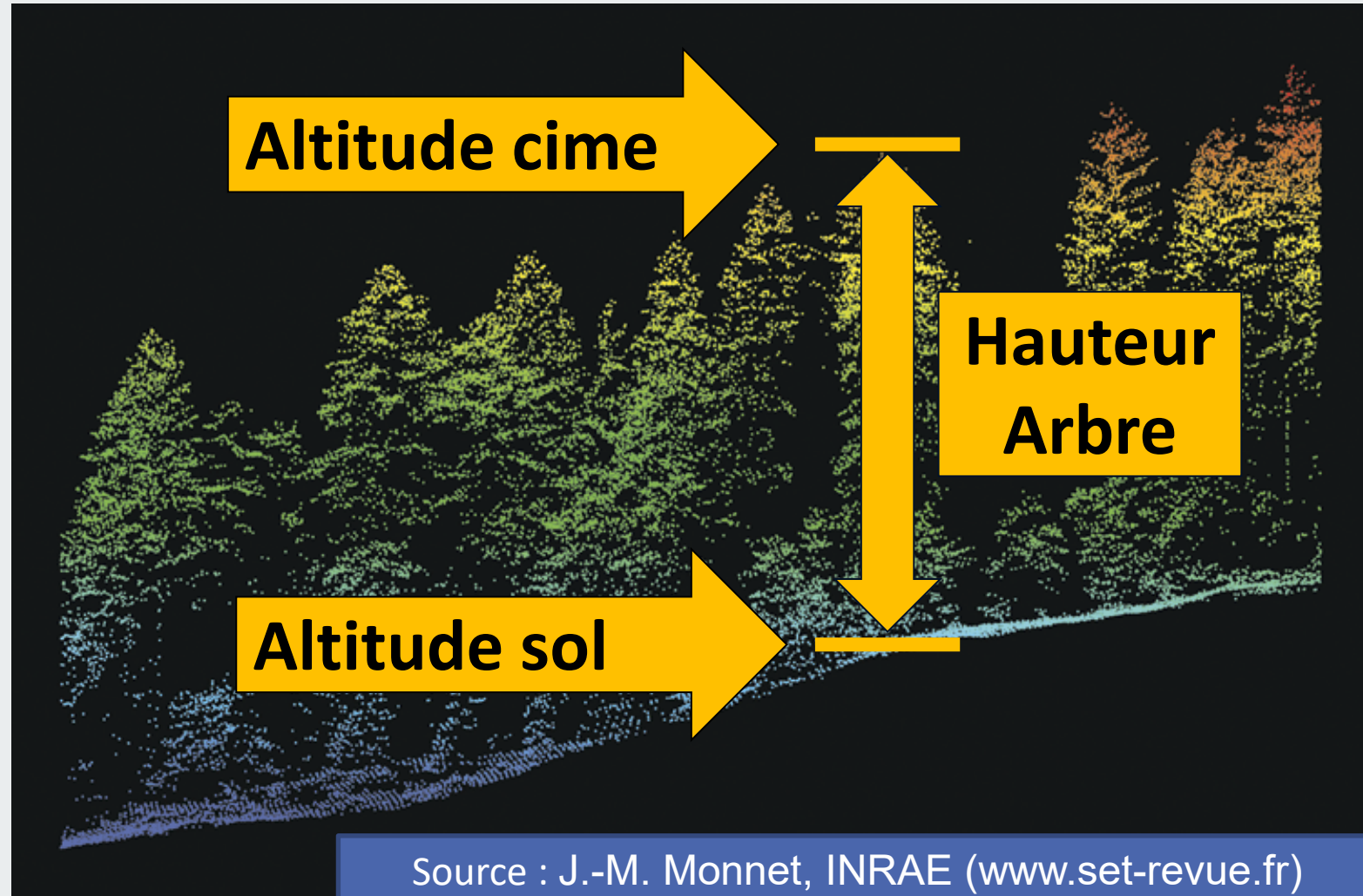
Les milieux humides et hydriques

- Cartographie abondante
 - Données hydrographiques anciennes (depuis 1950...)
 - Photo-interprétation
 - Lacs et cours d'eau imprécis
 - Surtout à l'échelle fine
 - Cartographie des milieux humides mise à jour
 - Milieux humides détaillés (CIC)
 - Depuis 2009
 - Photo-interprétation et +



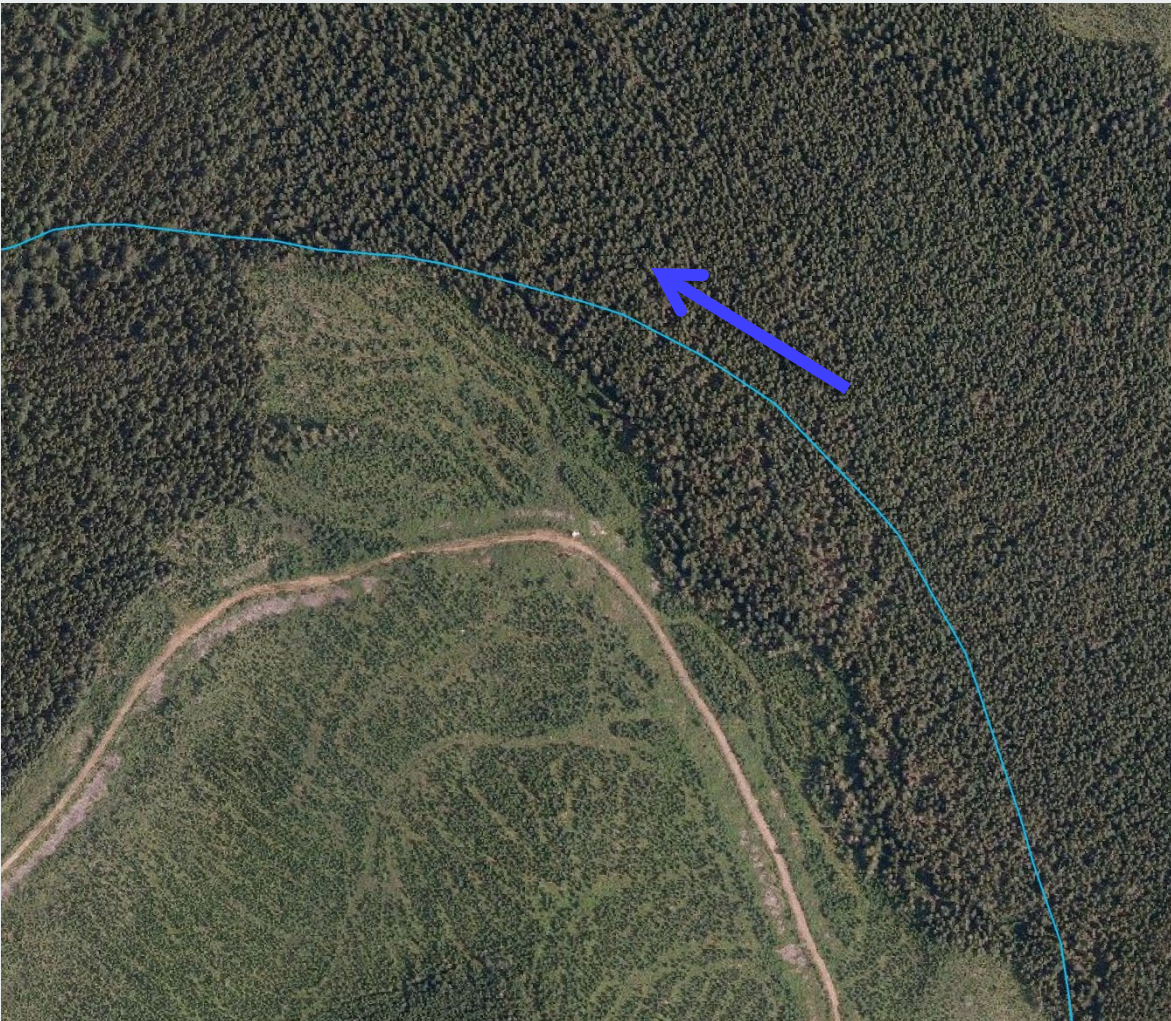
Source : BDTQ (vgo.portailcartographique.gouv.qc.ca)

Le LiDAR pour cartographier la forêt

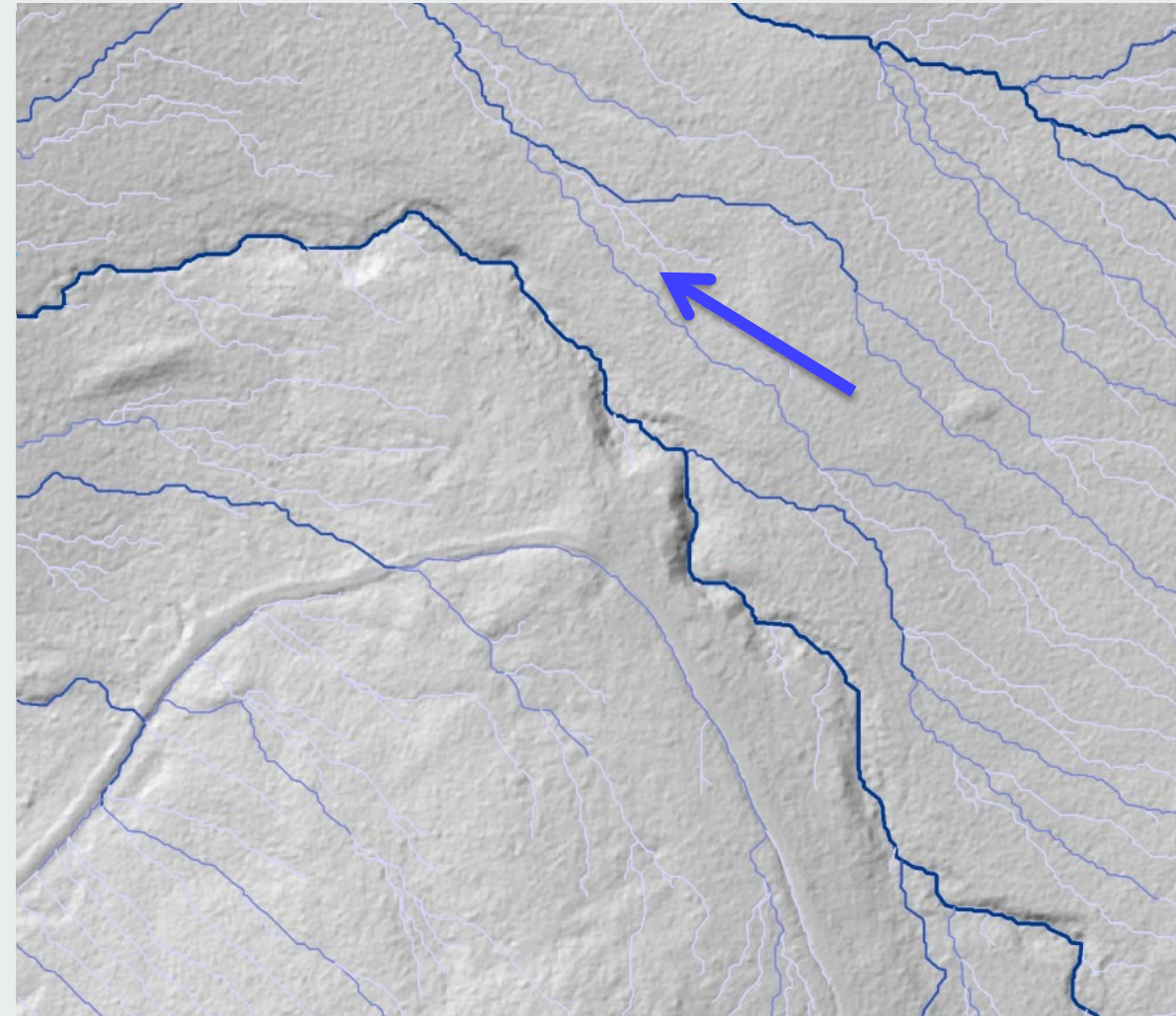


Une révolution hydrographique LiDAR

BDTQ par photo-interprétation

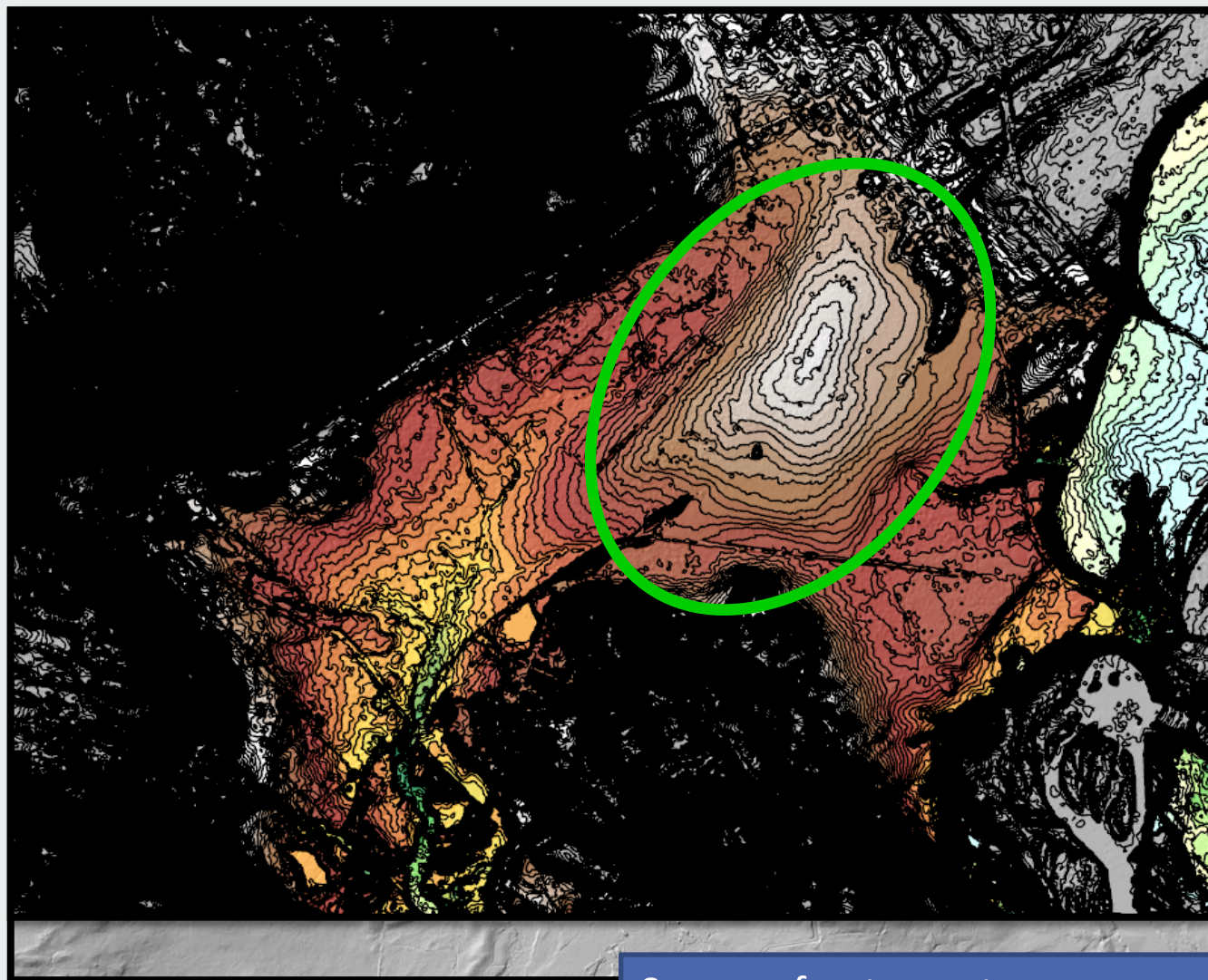


Écoulements potentiels par MNT LiDAR



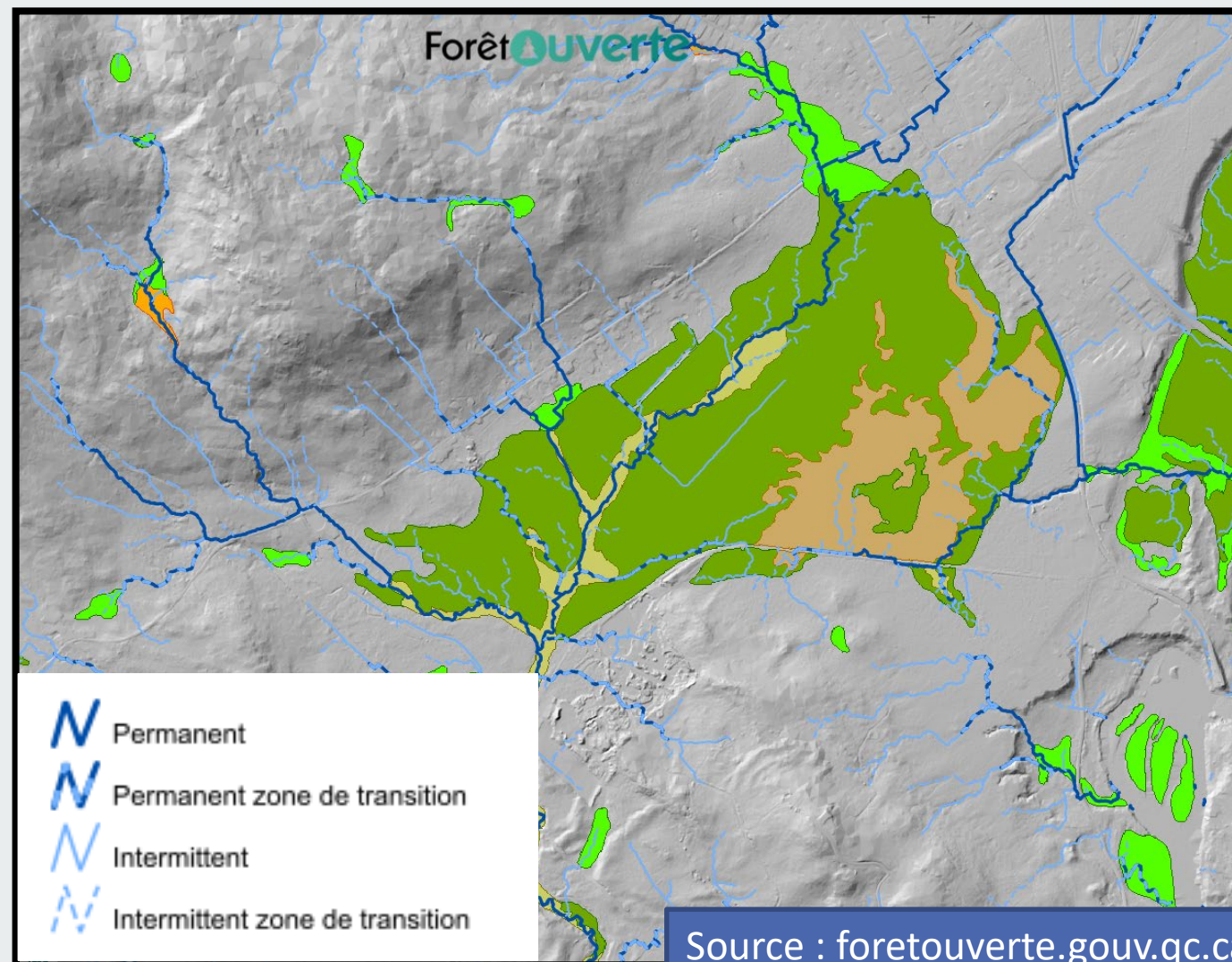
Modèle numérique de terrain (MNT)

- Résolution fine (1 m x 1 m)
 - Met en évidence la microtopographie sous le couvert forestier
 - Jamais disponible auparavant
 - Cellules indépendantes
- Très précis ($z = \pm 16$ cm)



Lits d'écoulements potentiels (LEP)

- Produit par le MFFP
- Cours d'eau intermittents
 - 1,5 à 3 ha (= BDTQ X 4)
- Cours d'eau permanents
 - 10 - 25 ha (= BDTQ X 2 ou 3)
- Immensément utile pour l'aménagement durable du territoire
 - Bandes riveraines / rives
 - Cours d'eau vs fossé
 - Dimension de bassins versants
 - Routes et ponceaux



Source : foretouverte.gouv.qc.ca

Comment savoir si le LiDAR dit vrai ?

- Aucune donnée hydrographique assez précise
- Il faut prendre des données sur le terrain!
 - 10 contrats depuis 2017 (MFFP + MELCCFP + HQ)
 - 1 900 000 \$
- Plus de 7 000 h d'inventaire sur le terrain
 - > 800 km de **petits cours d'eau** inventoriés
 - Outaouais, Cap.-Nationale, Abitibi, Mauricie, Chaud.-Appalaches, Gaspésie
 - > 30 000 points de présence de cours d'eau
 - > 1500 transects d'écotones riverains et de milieux humides
 - Des milliers de ponceaux

*Quelques enjeux de l'eau en foresterie :
solutions potentielles grâce au LiDAR*

Atelier LiDAR
5 mai 2016

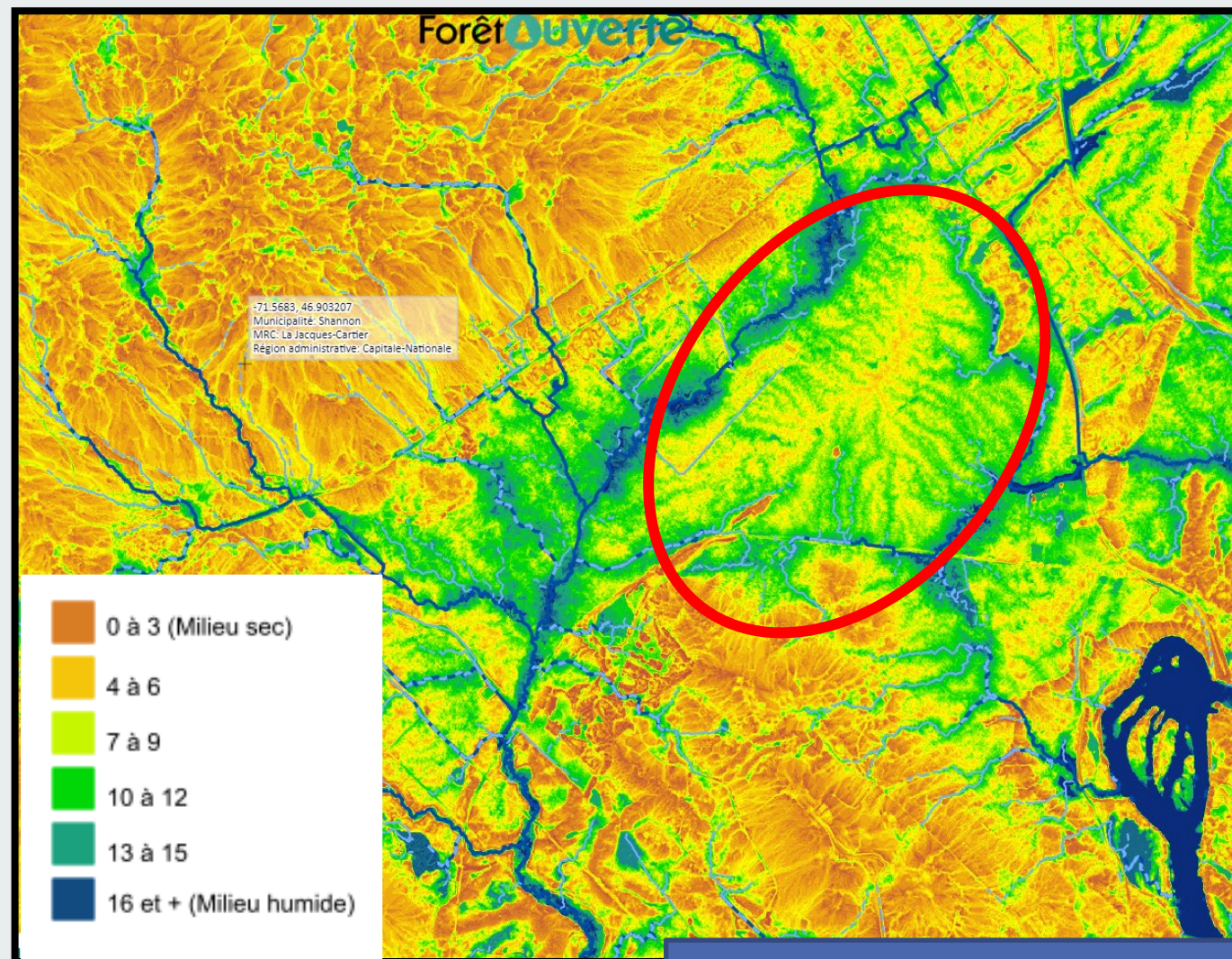
Sylvain Jutras, ing.f., Ph.D.

Professeur en hydrologie forestière
Département des sciences du bois et de la forêt
Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique
Université Laval



Indices d'humidité topographique (TWI)

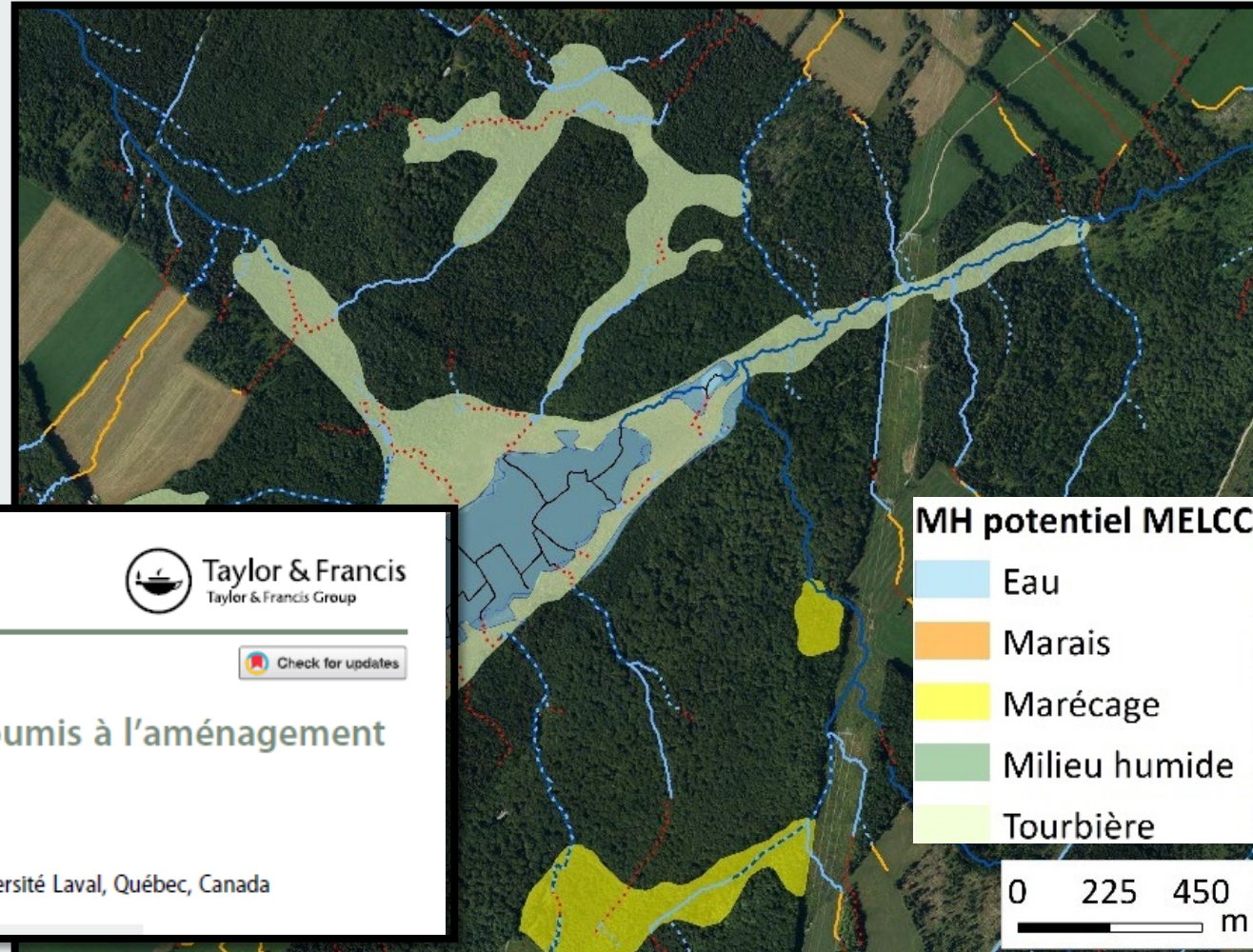
- Produit par le MFFP
 - Dérivé du MNT LiDAR
 - Accumulation de flux + Pente
 - Identifie bien :
 - Sols potentiellement humides
 - Sols secs
- Améliore la délimitation :
 - Tourbières (Drolet 2020)
 - Marécages inondables
 - Marécages non inondables
 - Écotones riverains
 - Fonctions hydrologiques



Source : foretouverte.gouv.qc.ca

Projets : Milieux humides riverains

- Cartographie trop imprécise pour y associer des fonctions hydrologiques
 - Laminage des crues
 - Captation des sédiments
 - Stabilisation des sols
 - Recharge de la nappe



ÉCOSCIENCE
<https://doi.org/10.1080/11956860.2020.1772612>



Check for updates

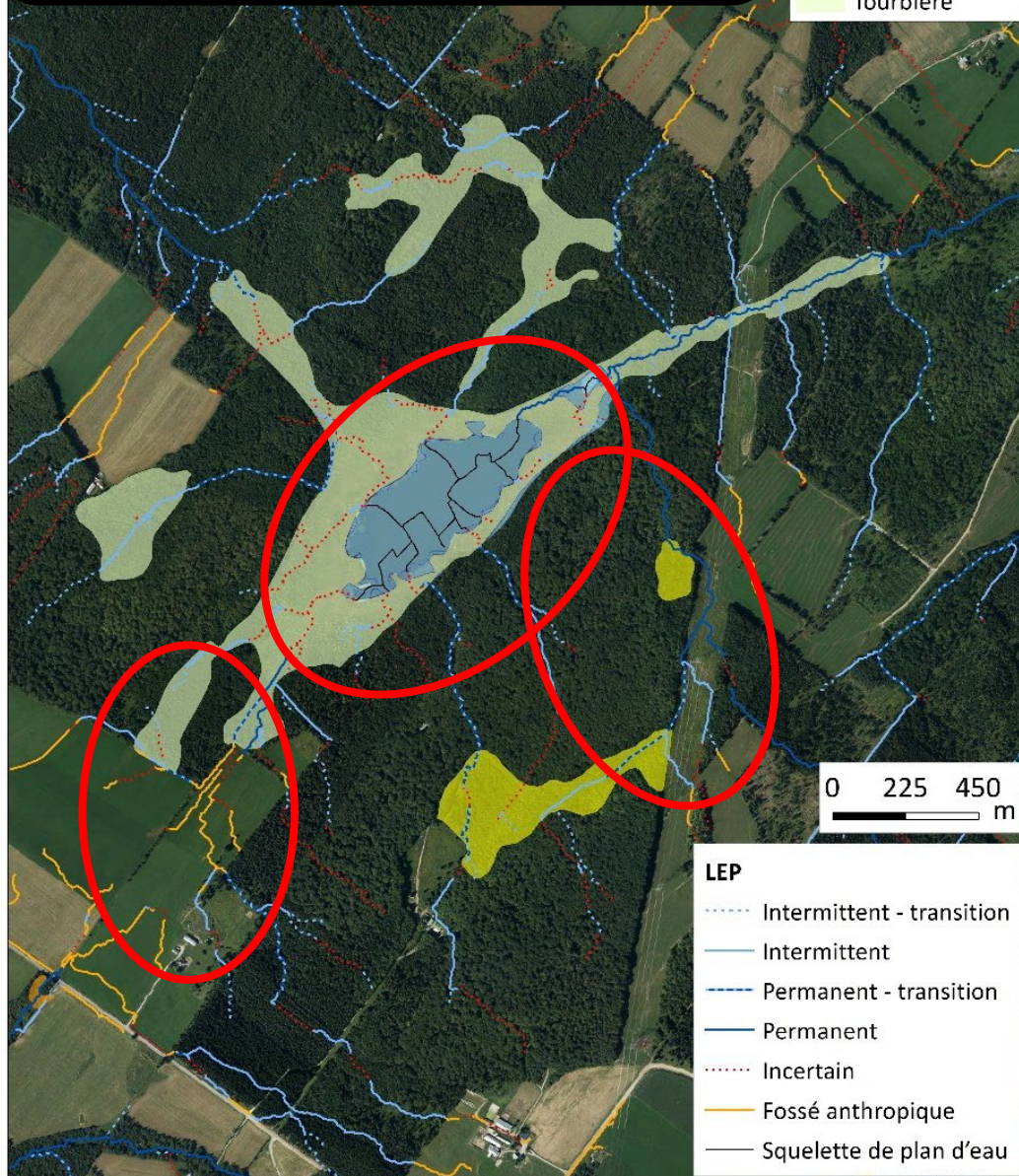
Fonctions hydrologiques des milieux humides boisés soumis à l'aménagement forestier : une revue de la littérature

Sylvain Jutras  and André P. Plamondon

Laboratoire d'hydrologie forestière, Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval, Québec, Canada

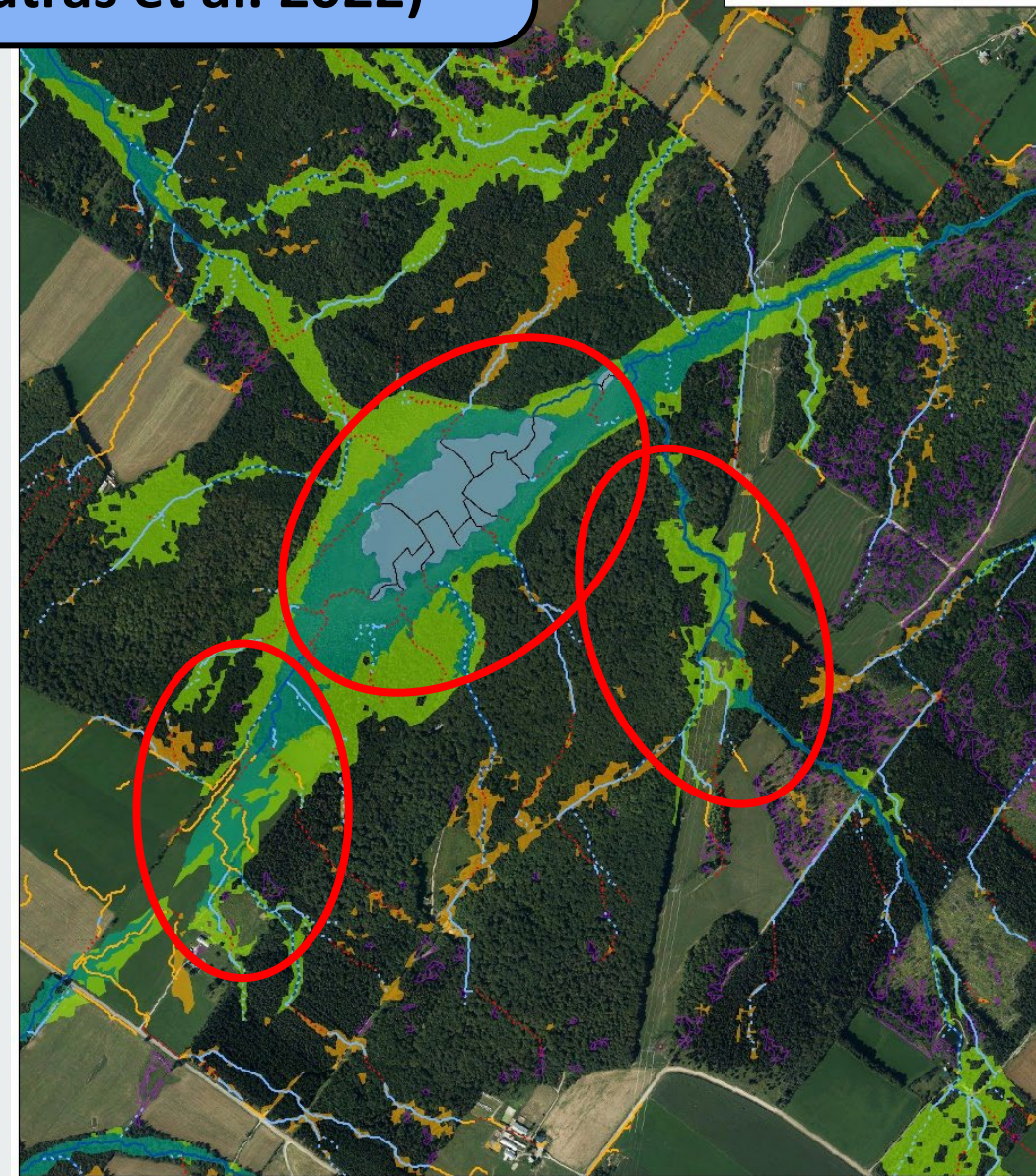
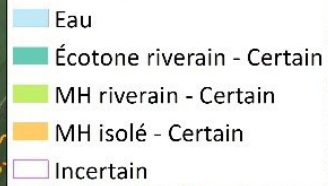
Cartographie des milieux humides potentiels

MH potentiel MELCC



Cartographie automatisée LiDAR de délimitation des milieux humides (Jutras et al. 2022)

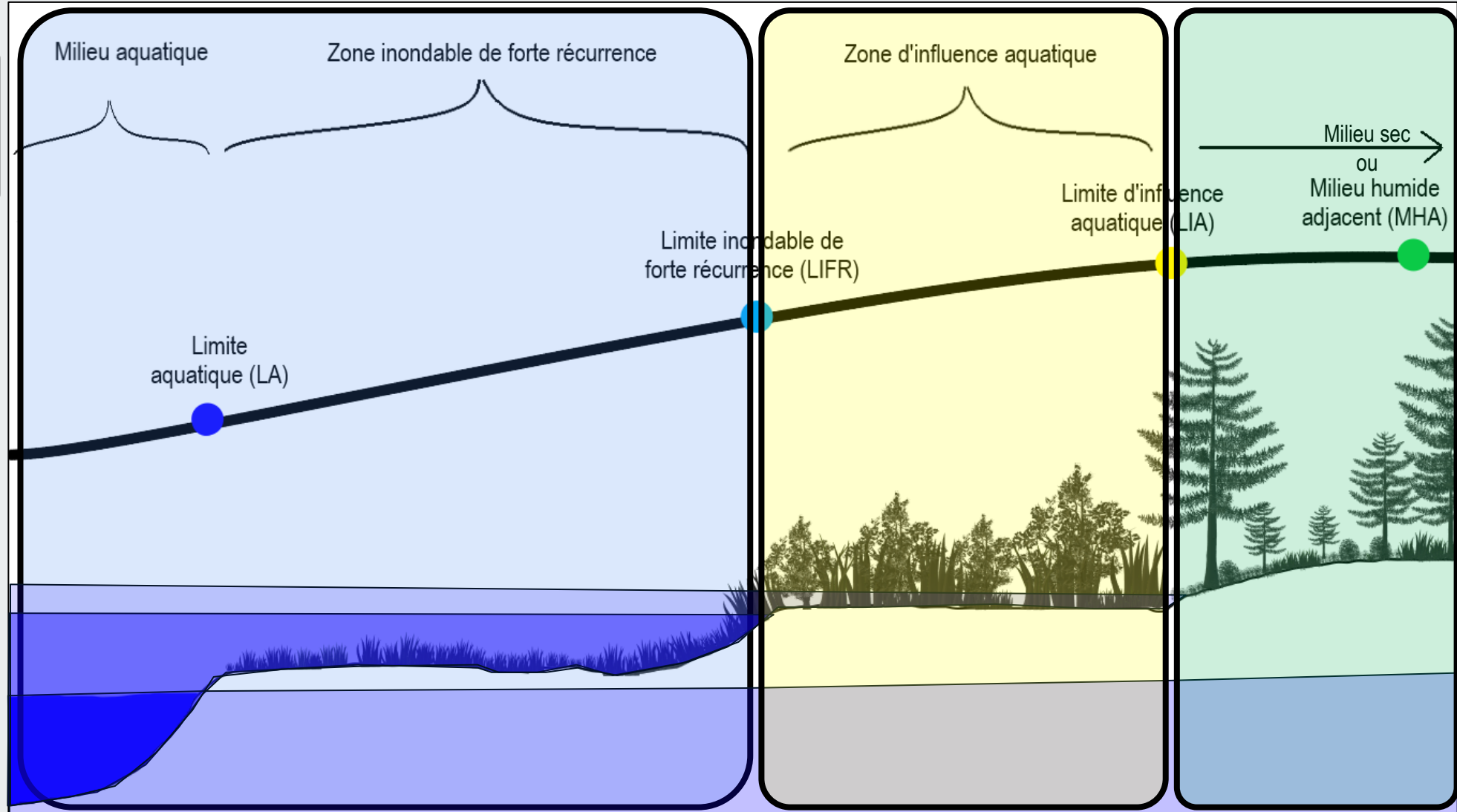
MH LiDAR



- TWI
- MHC
- DTW
- Pente

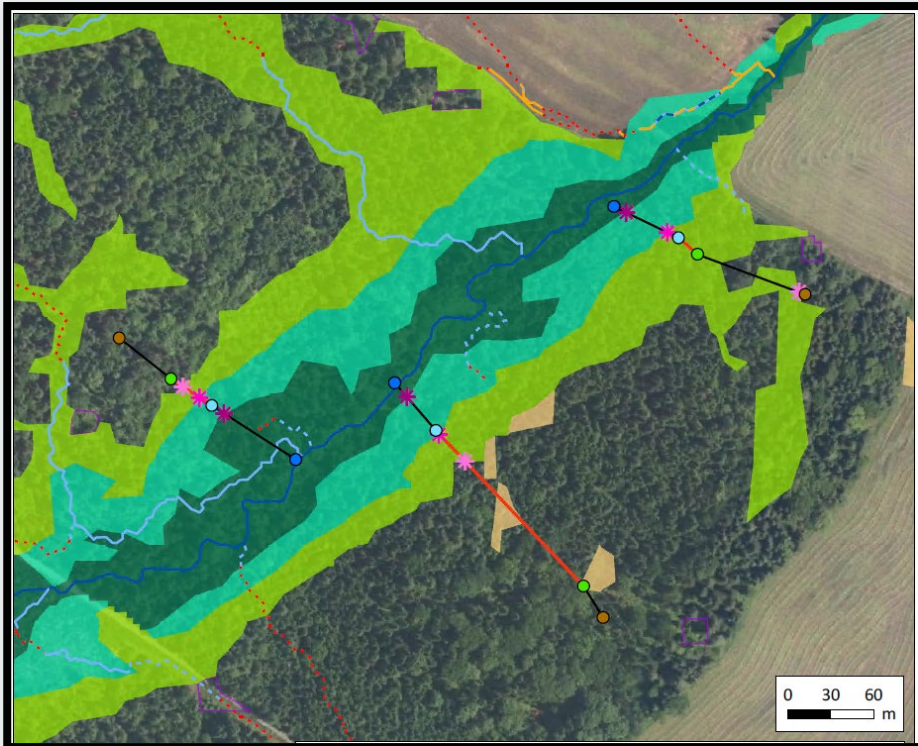
Projets : Milieux humides riverains

Nouveau
lexique ?



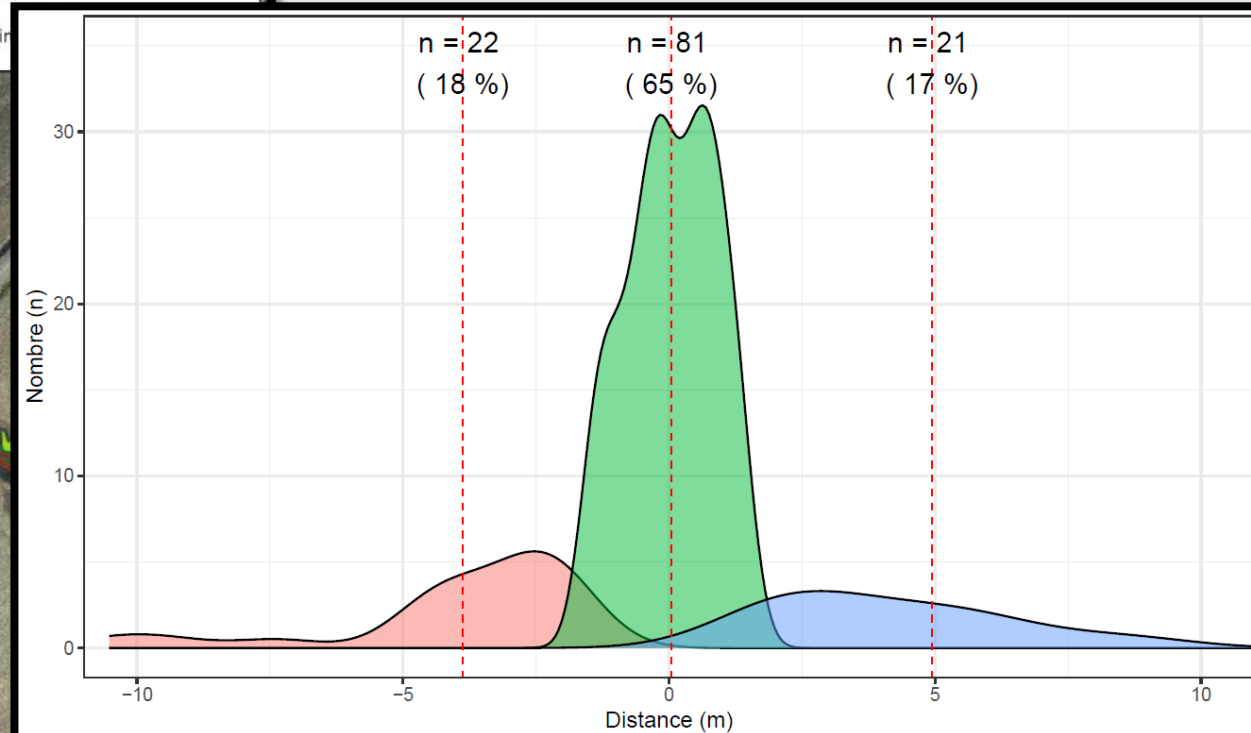
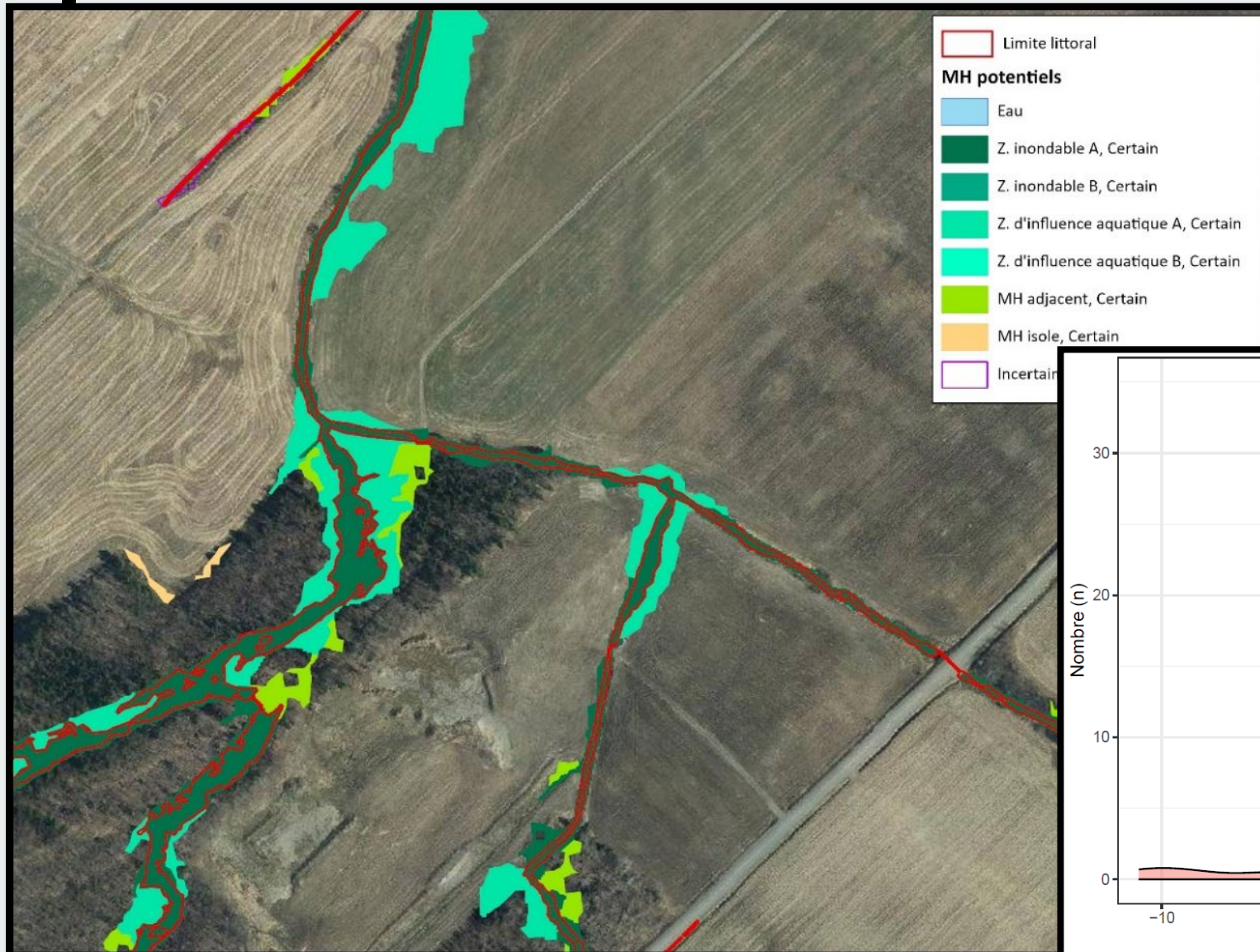
Projets : Milieux humides riverains

Est-ce que ça fonctionne
aussi en territoire agricole,
sur les cours d'eau de tête?



Projets : Milieux humides riverains

- > 500 transects
- Isoligne de hauteur du littoral = 52 cm



Au final, le LiDAR change tout !

- Révolution dans la disponibilité de données hydrographiques
 - Diffusion gratuite pour tout le Québec méridional! Maintenant!
 - Usage à élargir, malgré certaines réticences...
 - Plusieurs produits dérivés entre les mains des Ministères, mais pas diffusés
 - Encore plus d'améliorations à venir pour les MHH
 - Lits d'écoulement potentiels (LEP) mieux seuillés par région écologique
 - Bassins versants qui incluent l'incertitude
 - Indice d'humidité topographique (TWI) amélioré
 - Limite du littoral (LHE) sur les petits cours d'eau
 - Cartographie des fonctions hydrologiques
 - Délimitation de bassins versants pour dimensionnement de ponceaux



Répartition des coupes dans les bassins

- Délimitation des bassins versants beaucoup plus précise
 - Calcul des aires équivalentes de coupe facilitée pour les cours d'eau d'intérêt, même si les BV sont petits
 - Sites de reproduction
 - Refuges thermiques
 - Etc.



Quelles solutions prioriser ?

- Première priorité = Mesure d'atténuation des enjeux de sous-entretien des chemins
- **Ensuite**, réflexion sur des saines pratiques de récolte
 - Réduction de la proportion du BV récolté
 - Répartition spatiale des coupes
 - Minimisation des dommages aux sols
 - Permettre le libre passage du poisson



Conclusion

- Les milieux humides ont des fonctions hydrologiques diversifiées
 - Éponges, érosion, sédimentation, nappes, inondations
 - Impossible de tout avoir en même temps!
 - Marécage non inondable $\neq$ Marécage inondable $\neq$ Tourbière
- Aménagement forestier par bassin versant
 - Il faut cibler les tronçons de cours d'eau à protéger
 - Il faut d'abord régler les problèmes de voirie forestière
 - Chemins non classés et abandonnés aussi! (Mais qui va payer...?)
 - Il faut ensuite penser à améliorer les saines pratiques de récolte

