

Les unités écologiques aquatiques : outil de cartographie et de caractérisation des habitats aquatiques



Daniel Blais et Marie-Josée Côté
Direction de la connaissance écologique
18 octobre 2018

*Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques*

Québec 



Plan de présentation

- 
1. Motivation
 2. Le biotope
 3. Les unités écologiques aquatiques (UEA)
 4. Applications



Motivation

- 
- ▶ Selon le *Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec*, plusieurs espèces aquatiques montrent des signes de déclin.

<http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/Etat-eau-ecosysteme-aquatique-faune-situationCauses.htm>



Motivation



► « *Les cours d'eau sont les vaisseaux sanguins de notre mère la Terre. S'ils ne sont pas en bonne santé, rien n'est en bonne santé*

» CONSEIL DES MONTAGNAIS DE NATASHQUAN . Mémoire , 1er novembre 1999, 10 pages



Motivation

- 
- ▶ «...*les individus appartiennent au territoire et coexistent en toute égalité avec ses composantes.*»

Perspective autochtone. Tiré de:http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/rapports/publications/bape142-1_4.pdf



Motivation

- 
- ▶ *« la Terre est la Mère qui nourrit ceux et celles qui l'habitent et elle représente un bien collectif dont il faut faire usage avec le plus grand respect. »*

Perspective autochtone. Tiré de:http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/rapports/publications/bape142-1_4.pdf



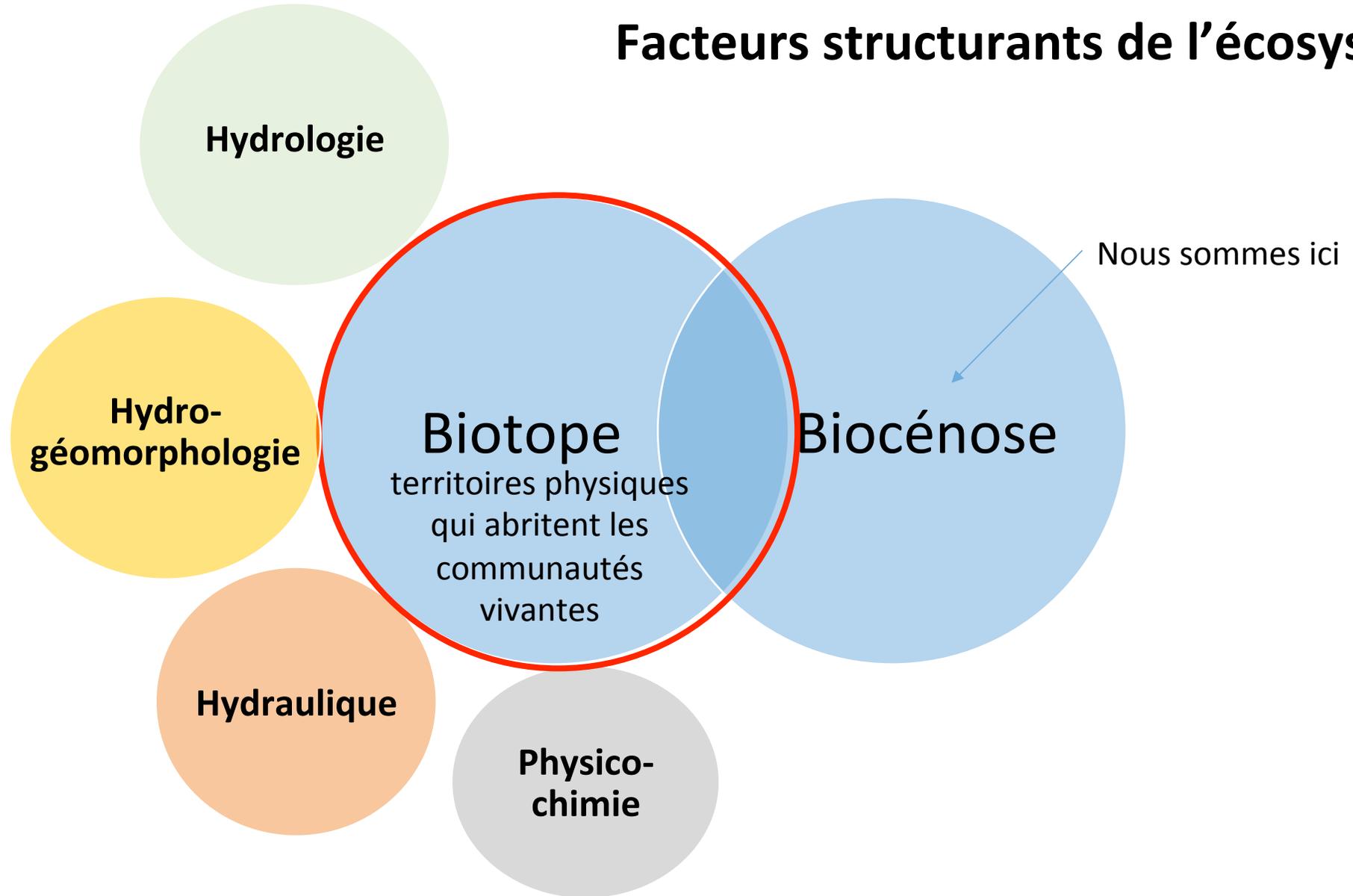
Motivation



➔ Objectif:

réfléchir et agir en réalisant que nous faisons partie de **l'écosystème**.

Facteurs structurants de l'écosystème





Le biotope

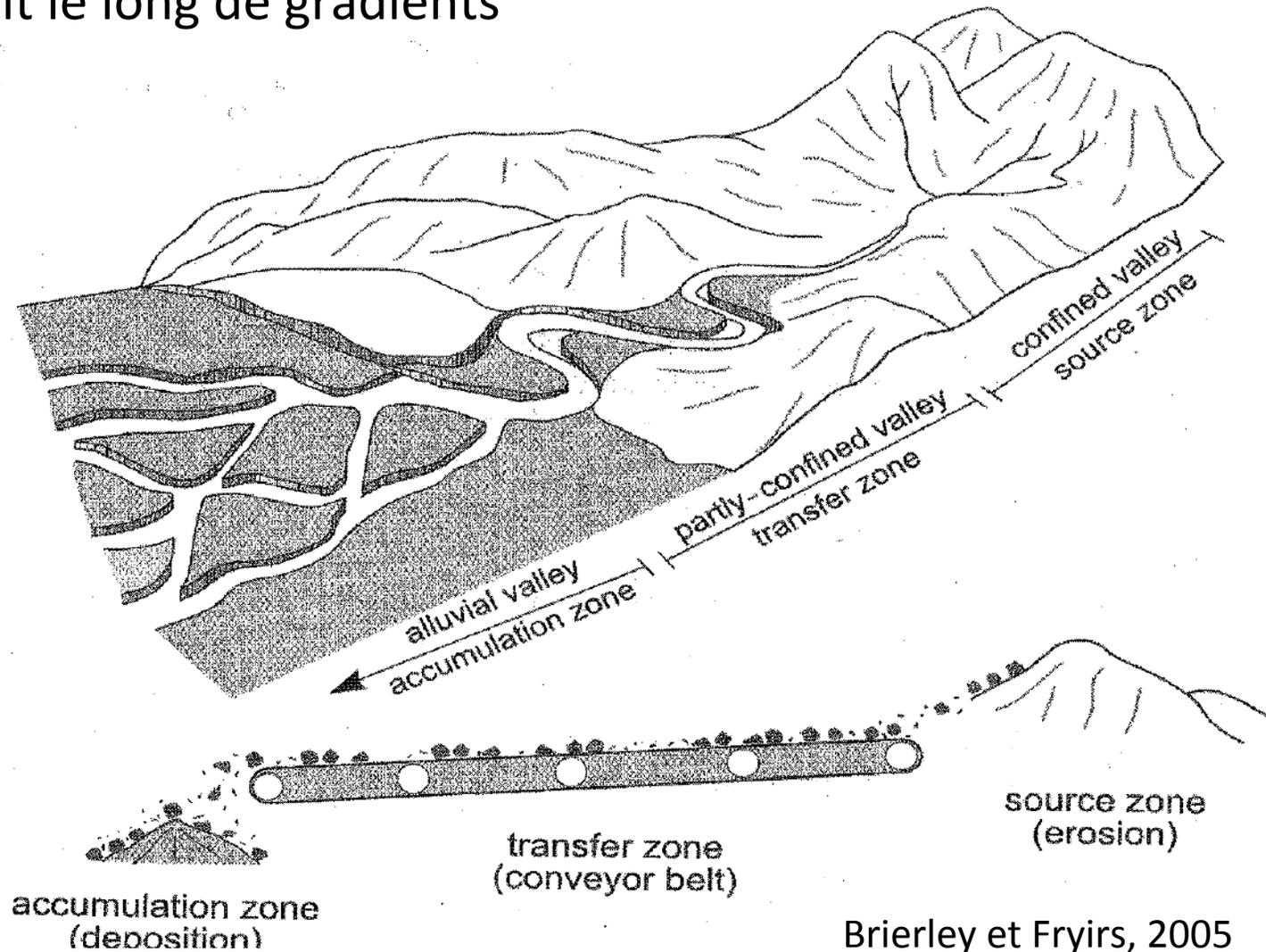


Nous assumons que la structure, les fonctions et l'organisation des communautés vivantes aquatiques sont en grande partie déterminées par la structure et les processus qui déterminent le biotope.



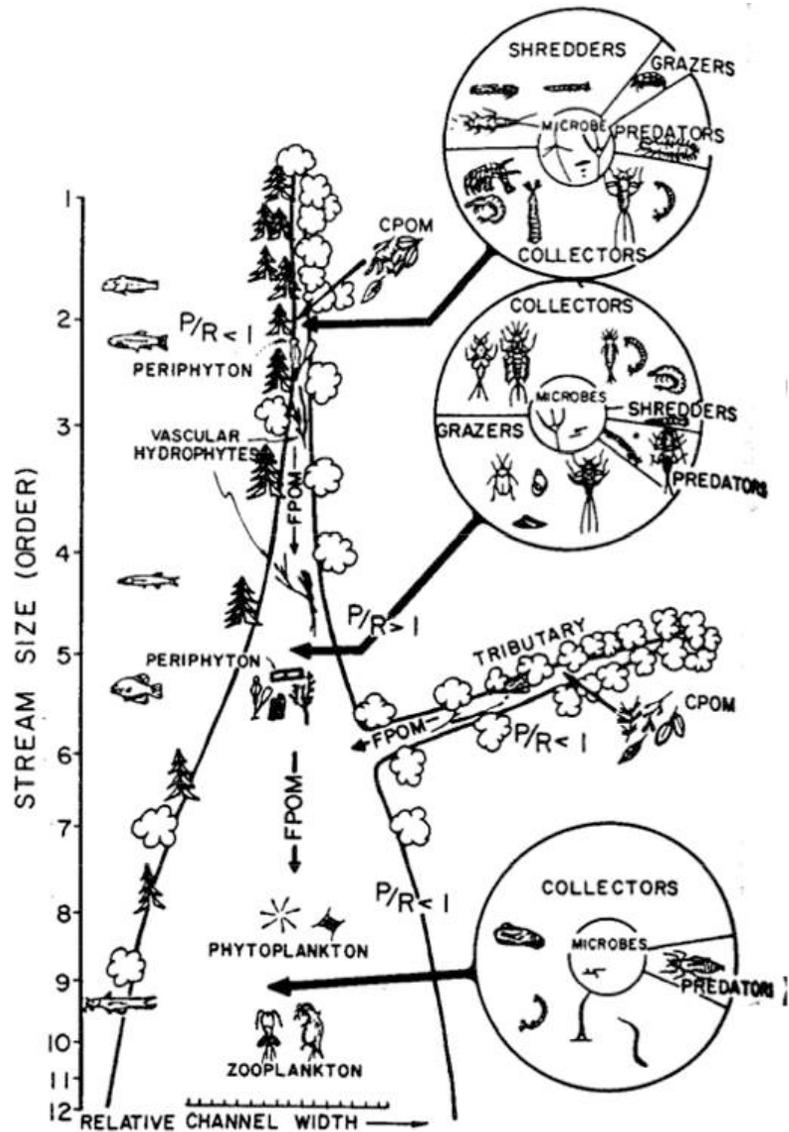
Le biotope

Le biotope se définit le long de gradients environnementaux



Brierley et Fryirs, 2005

Le biotope



Les communautés vivantes s'organisent de manière synchrone avec l'évolution spatiale (et temporelle) du biotope, le long des gradients environnementaux.

Le concept de continuum fluvial de Vannote est basé sur la théorie hydrogéomorphologique.

Vannote et al 1980

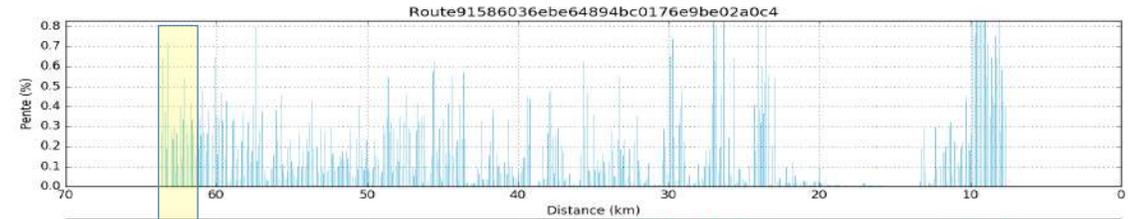
Le biotope



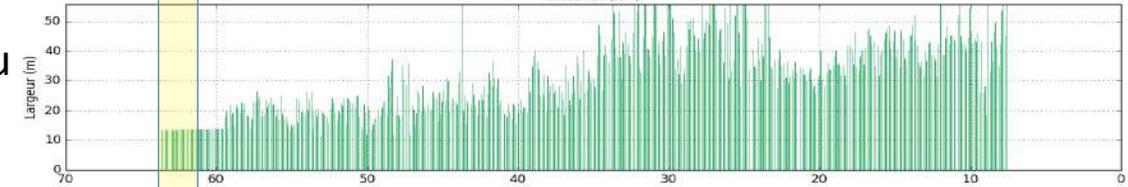
Le biotope se définit le long de gradients environnementaux

Présenté ici dans l'espace, mais il évolue aussi dans le temps.

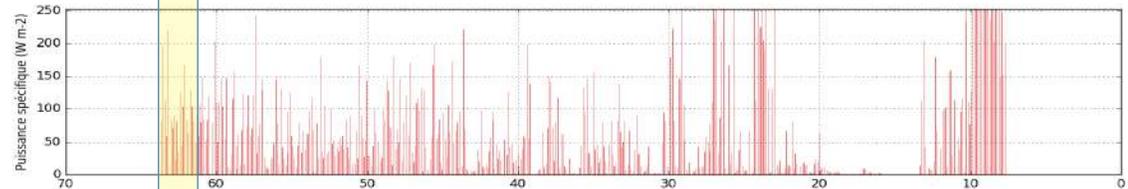
Pente du chenal



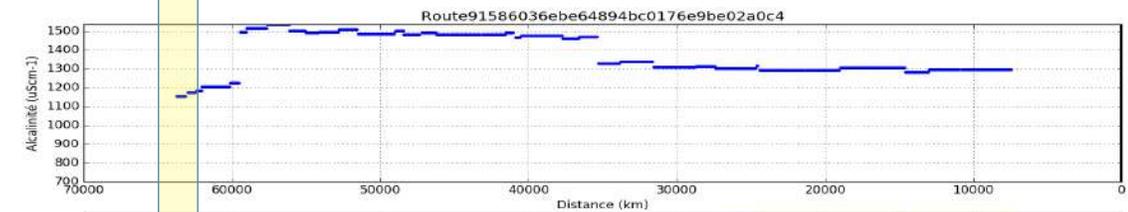
Largeur du chenal



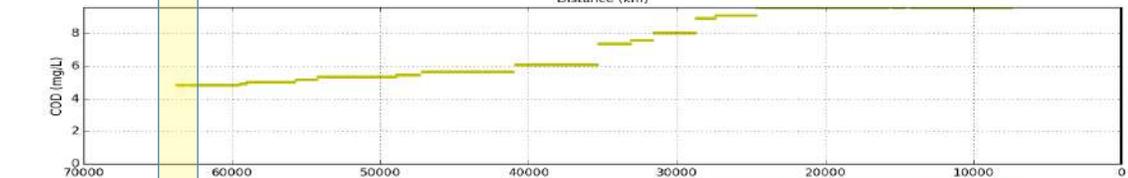
Puissance spécifique



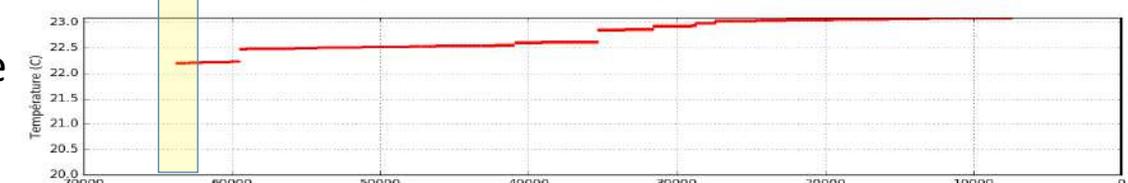
Alcalinité



COD



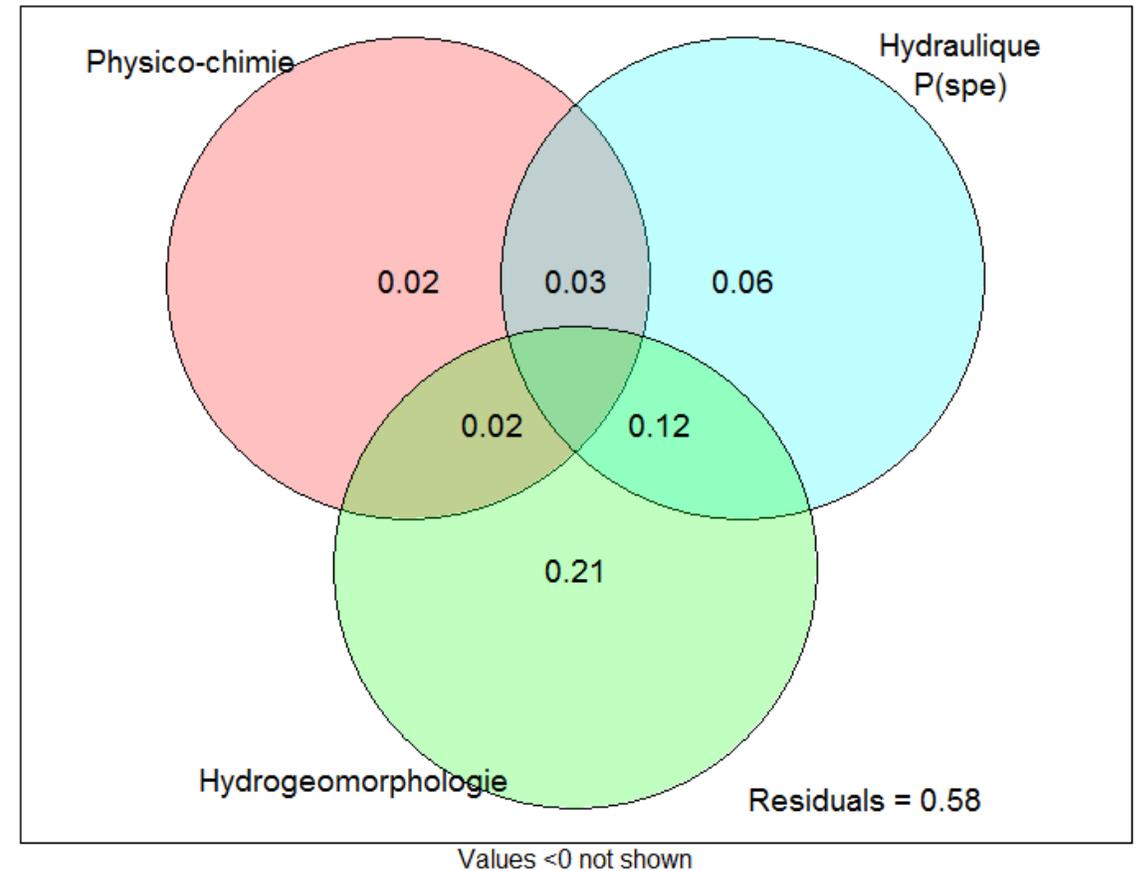
Température



Le biotope

Les facteurs hydrogéomorphologie et hydraulique expliquent une part importante de la variabilité spatiale des communautés benthiques.

Partition de la variance de la distribution spatiale de communautés benthiques expliquée par 3 groupe de facteurs.



Source: MDDELCC, DCÉ, analyse interne (2018).

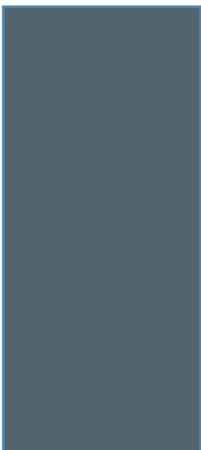
Le biotope

À petite échelle



Le biotope

À grande échelle





Les UEA

- 
- Pour révéler l'existence et les fonctions du biotope
 - Pour faciliter l'étude des liens entre les êtres vivants et leur biotope



On propose un outil cartographique : les **Unités Écologiques Aquatiques (UEA)**.

On entend par *UEA*:

- une unité spatiale constituée dans le but de révéler et étudier les liens entre les êtres vivants et leur habitat.
- une vue statique, une boîte qui délimite, au sein de gradients environnementaux, des entités aquatiques dont les propriétés et fonctions sont relativement homogènes ou cohérentes.

Propriétés des UEA pour représenter adéquatement le biotope:

- Multi-dimensionnels
- Multi-échelles
- Hiérarchique
- Topologique

Le système fluvial opère dans 4 dimensions:

- Longitudinale (talweg)
- Transversale (espaces d'inondabilité, de mobilité...)
- Verticale
- Temporelle

Les UEA représente actuellement 2 dimensions:

- Longitudinale
- Transversale

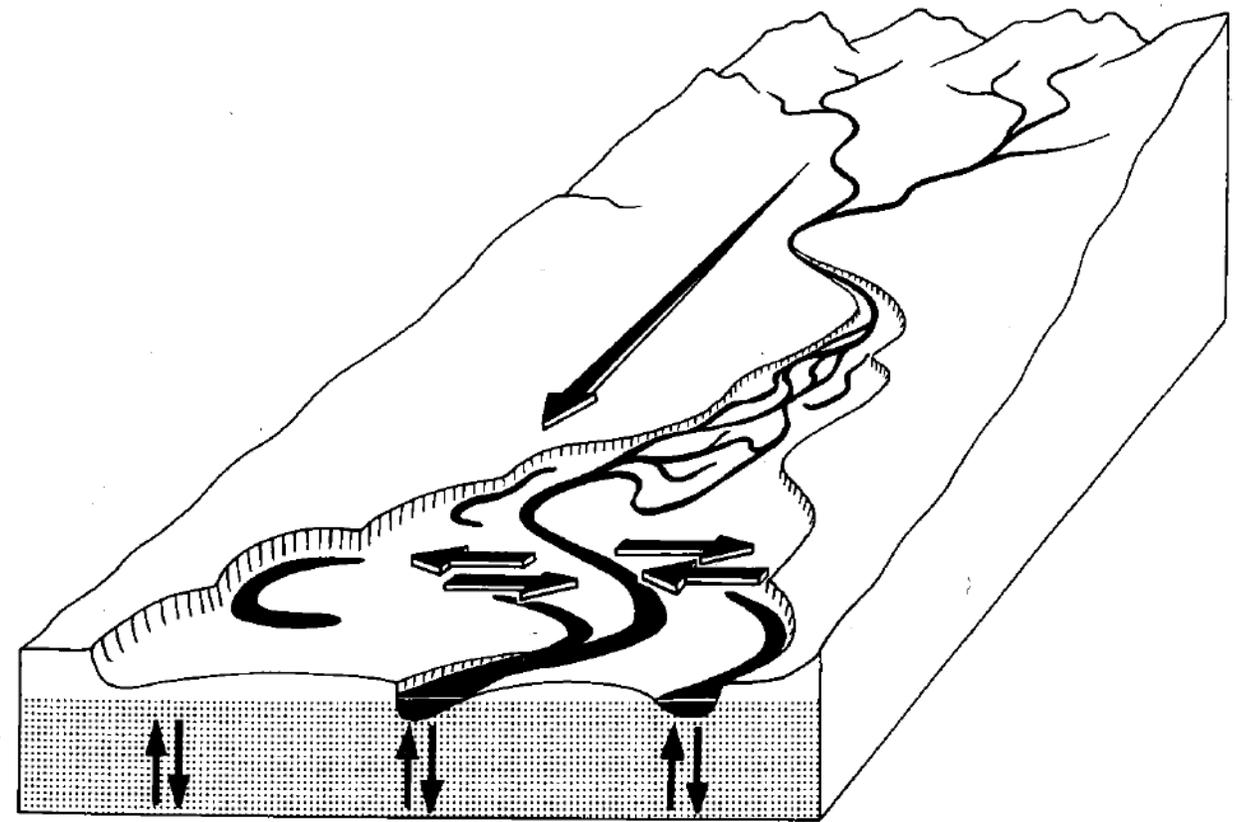
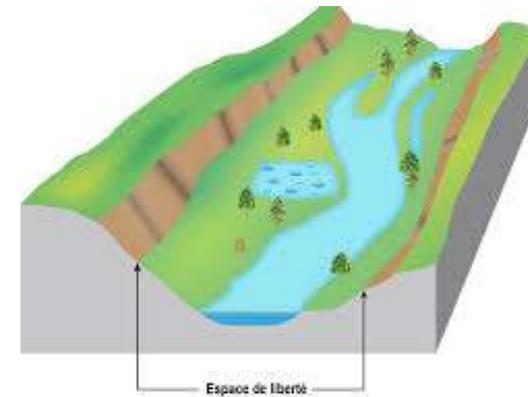
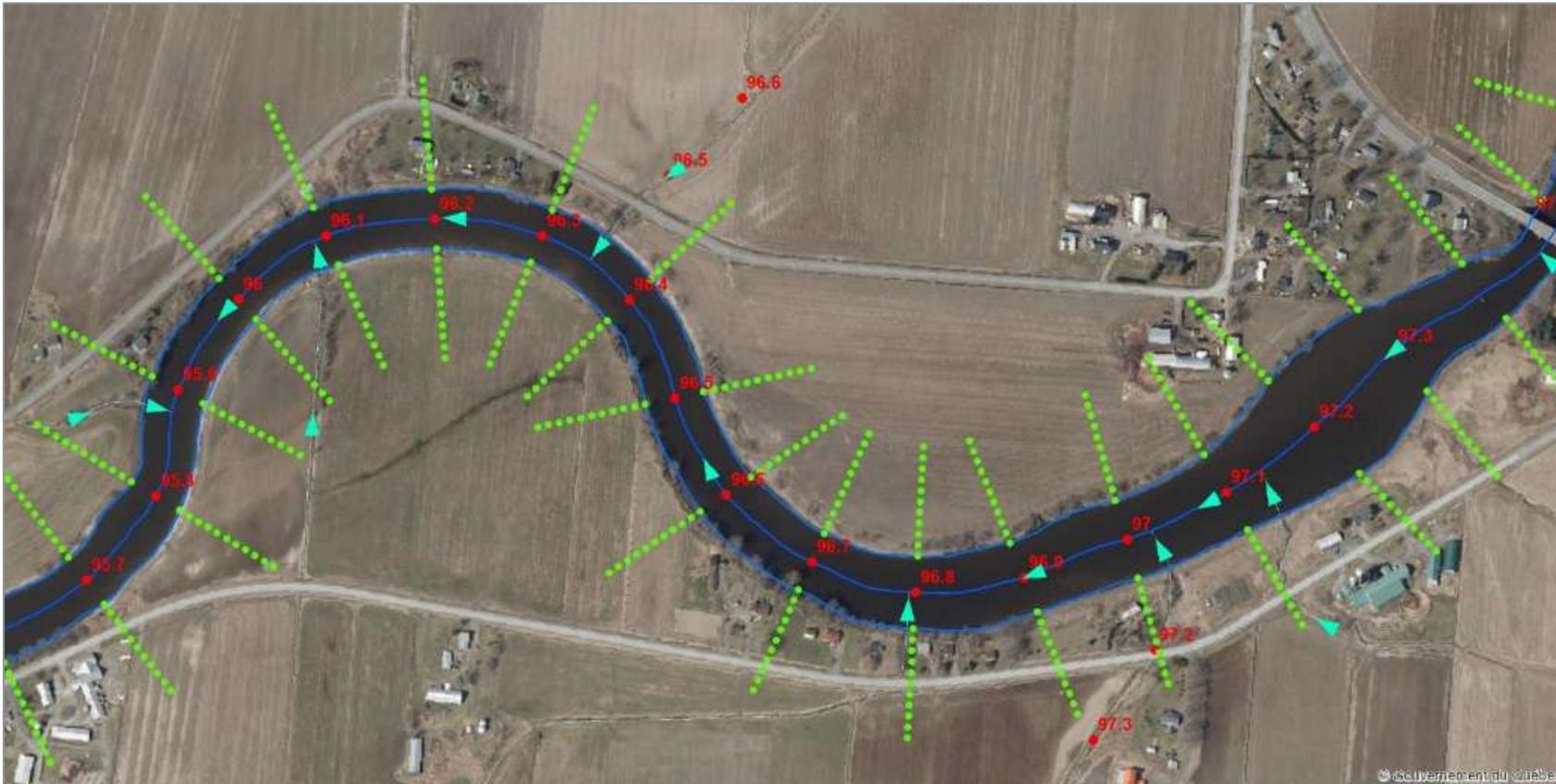


Figure 1.2 — Schématisation des flux bidirectionnels selon la dimension transversale (échanges avec les divers écosystèmes de la plaine alluviale) et la dimension verticale (échanges avec le domaine souterrain de l'aquifère alluvial).

Les UEA

Dimensions

- Longitudinale (talweg)
- Transversale (espaces d'inondabilité, de mobilité...)



© Gouvernement du Québec, 2014.
Source : Synthèse Modèles d'Études et de Travaux pour l'Aménagement et la Protection de la rivière Desjardins

Multi-échelles

- Tout ne peut être perçu à la même échelle



Multi-échelles

- L'échelle doit être adaptés à la magnitude des phénomènes



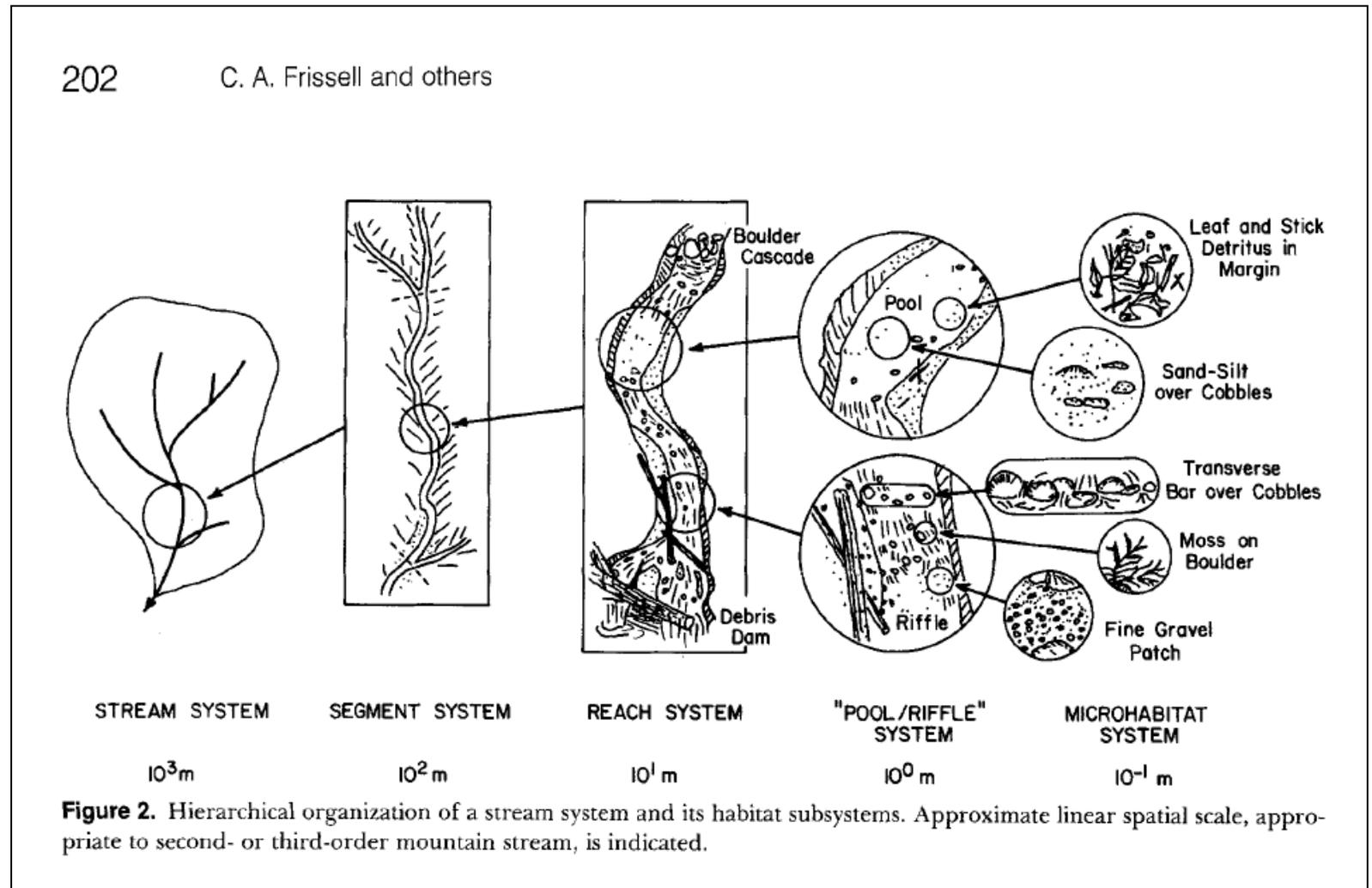
Hiérarchique

- 4 niveaux hiérarchiques
 - Environnements d'écoulement
 - Segments
 - Faciès
 - Micro-habitat

Les UEA

Sources d'inspirations pour la cartographie des UEA

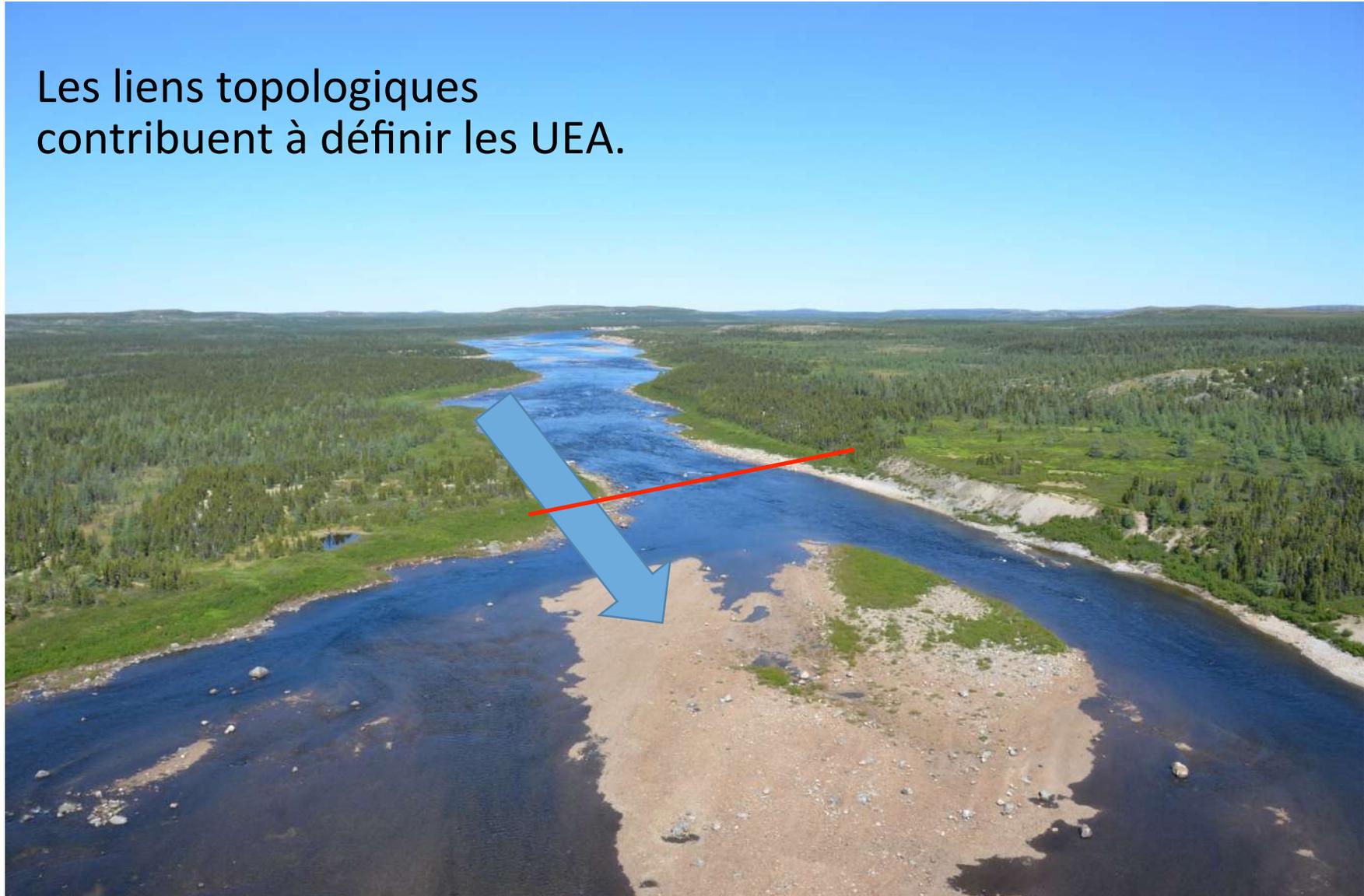
- Travaux de Frissel (1988)



Les UEA

Topologique

Les liens topologiques contribuent à définir les UEA.

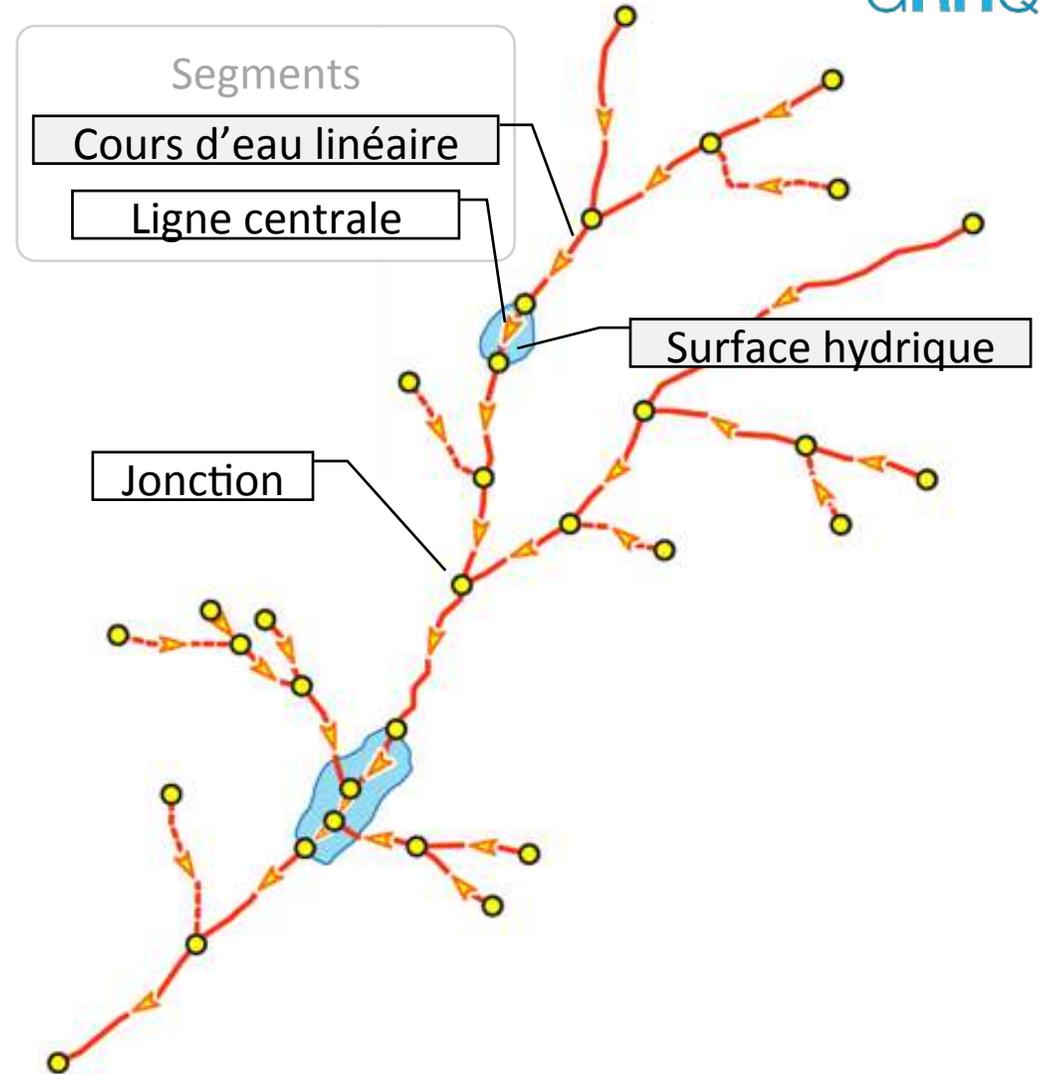


Les UEA

Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ)



Les liens topologiques entre les UEA sont assurés par le réseau de la GRHQ.





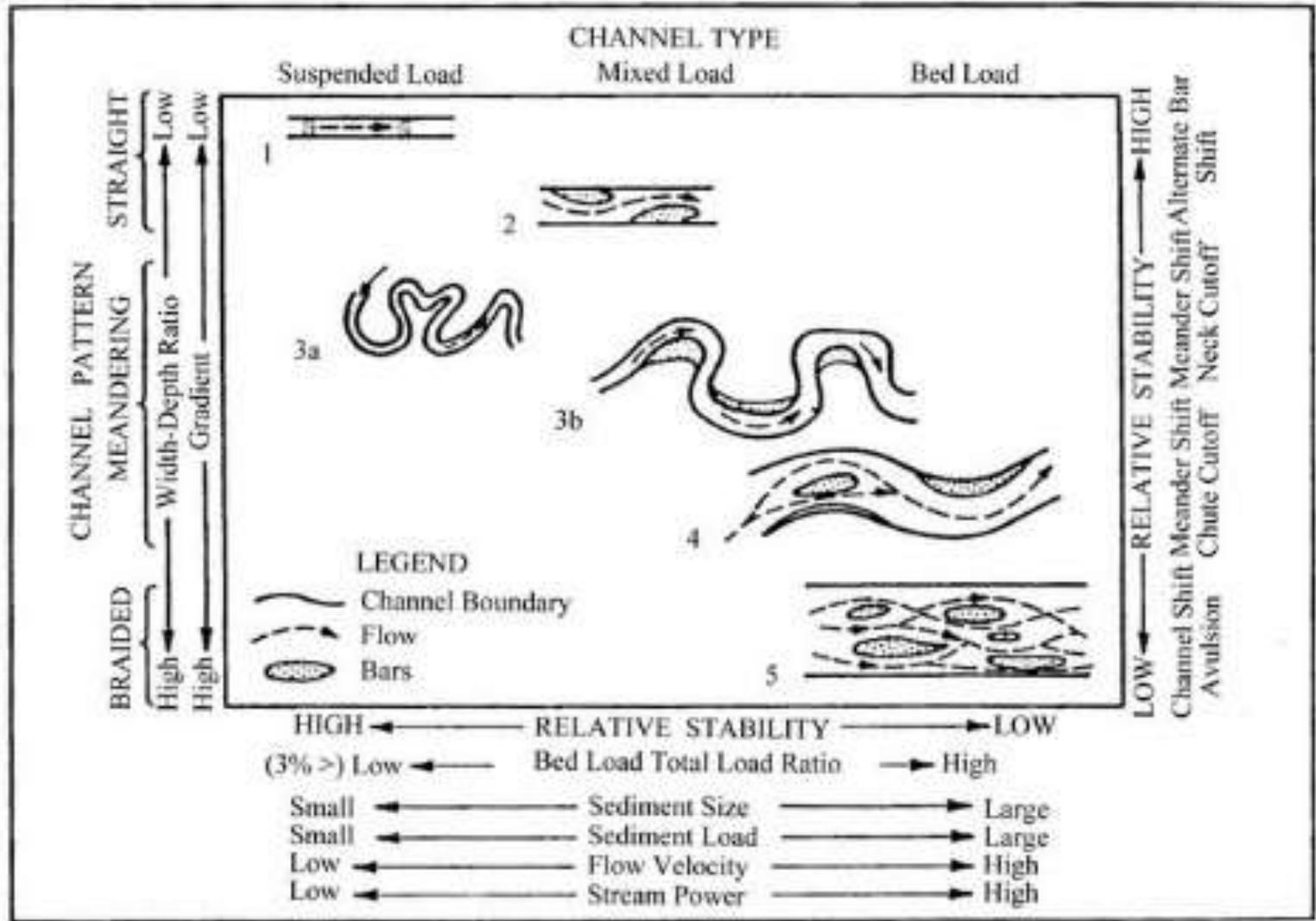
Les UEA -Délimitation



La délimitation des **UEA de niveau 2** repose essentiellement sur les concepts de l'hydrogéomorphologie fluviale. Elle passe par la reconnaissance des:

- Changements dans les patrons de pente, largeur, débit.
- Styles fluviaux
- Indicateurs de dynamismes

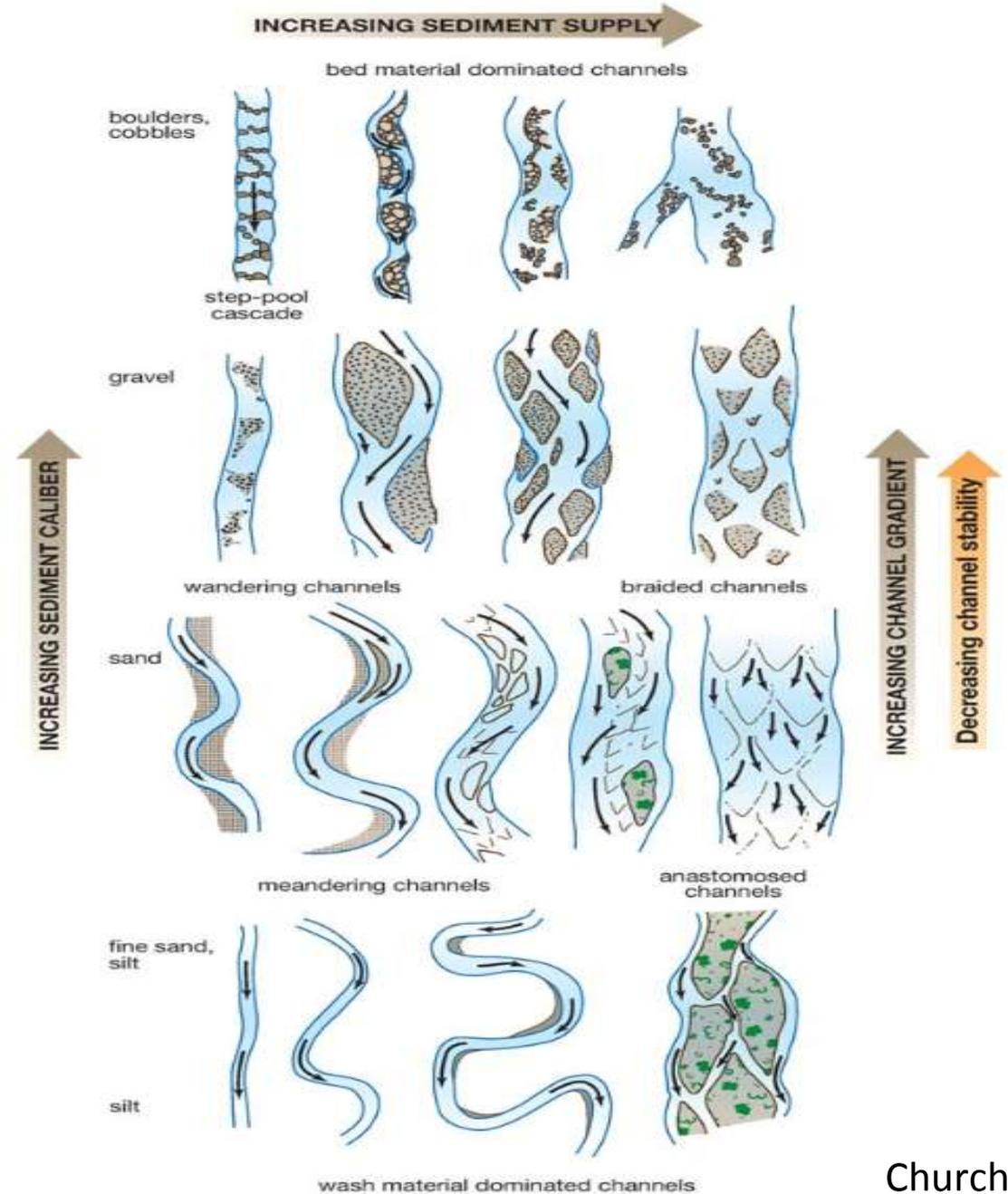
Les styles fluviaux



Les UEA -Délimitation

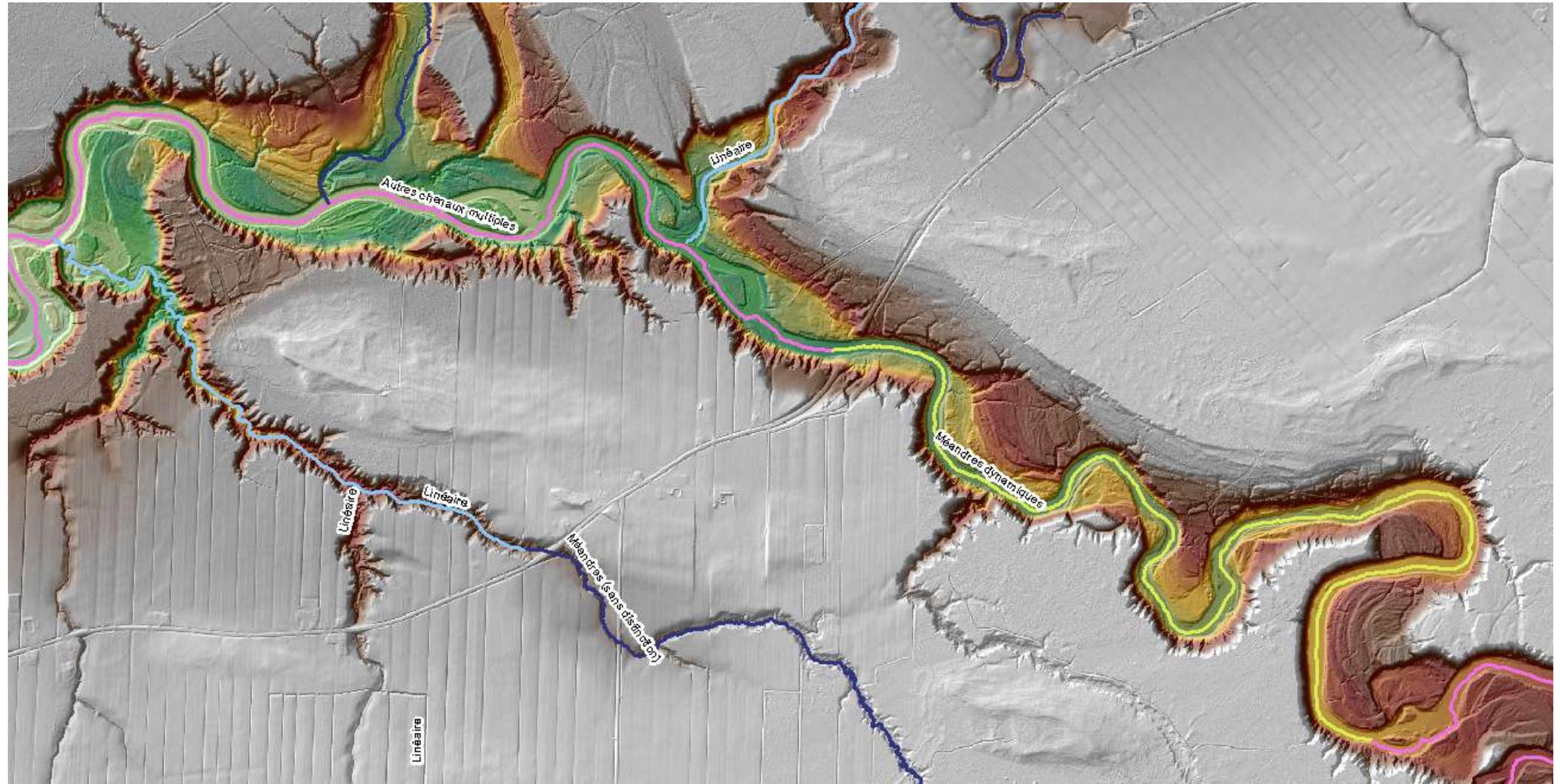
Les styles fluviaux

- À méandres
- Linéaire
- Seuil – mouille
- Divagant
- À Tresses
- Anastomoses
- Chenaux multiples
- Rectifié



Les UEA - Délimitation

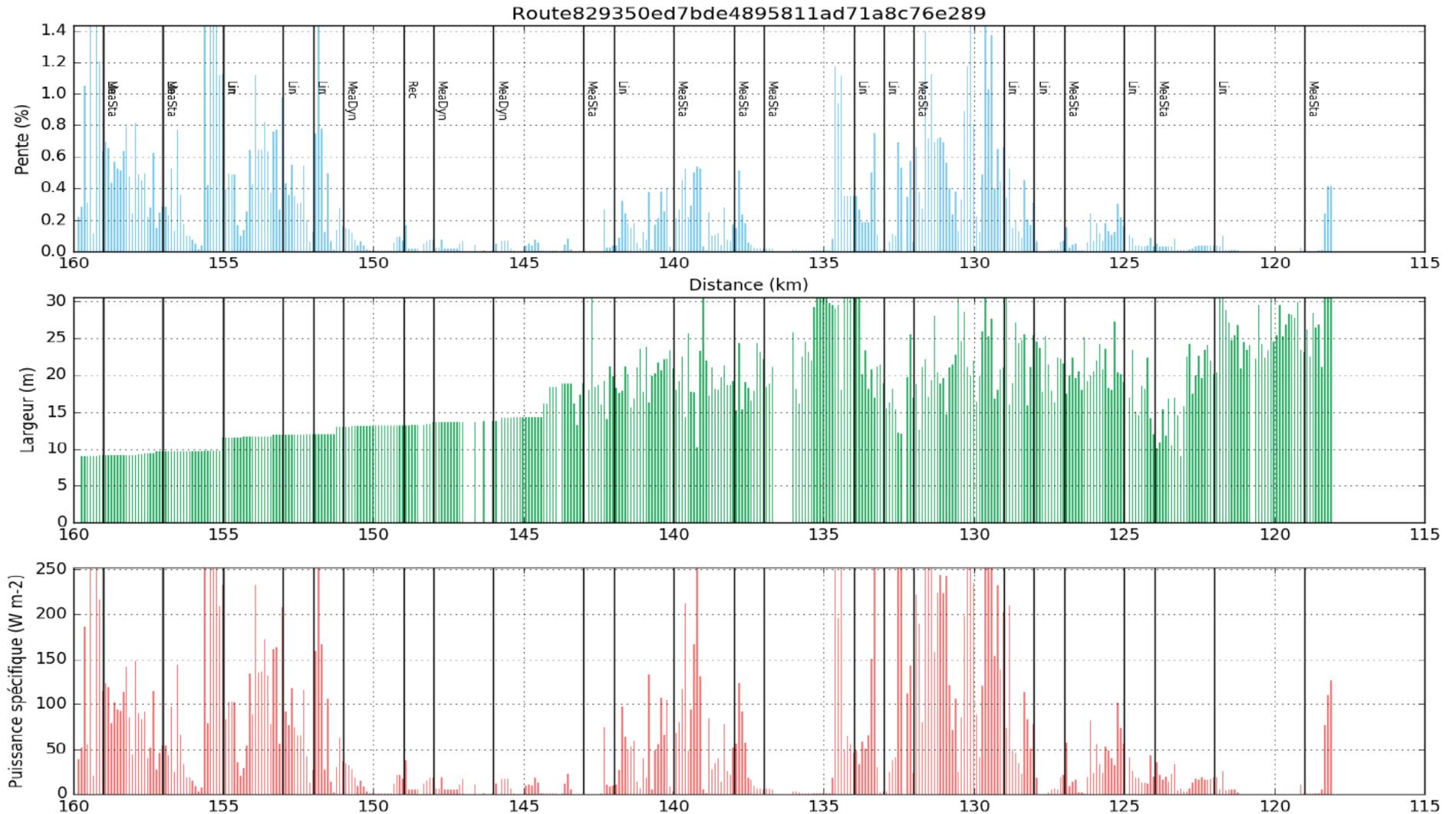
Ségrégation des unités écologiques aquatiques selon le style fluvial





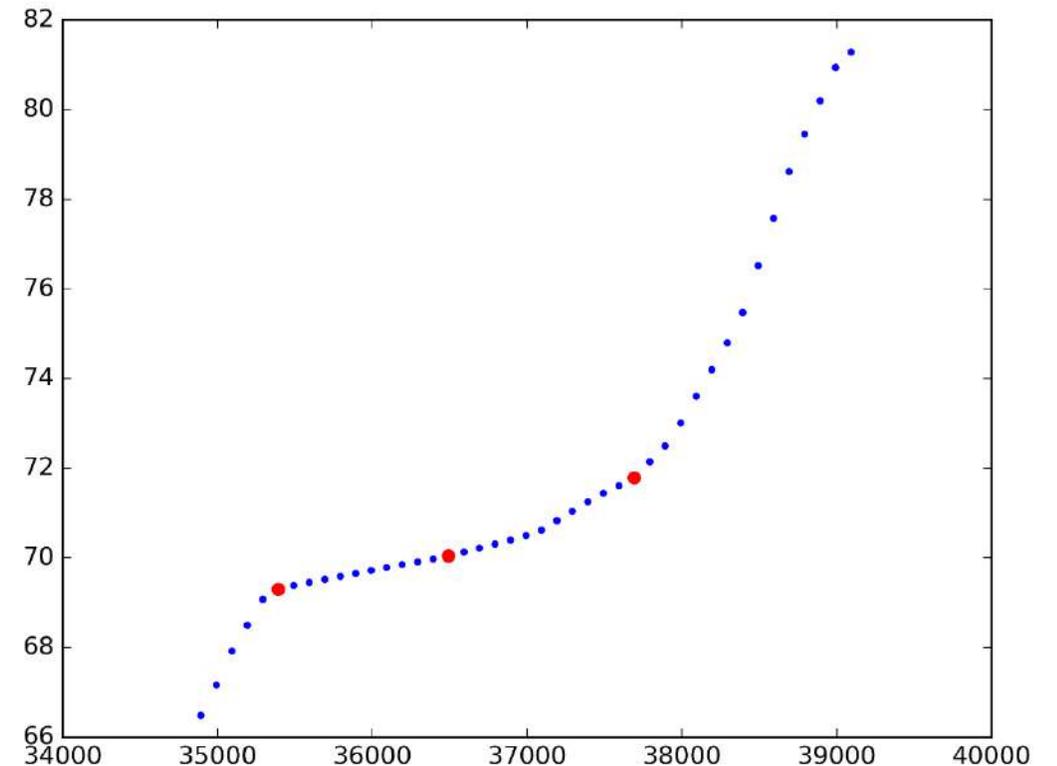
Les UEA - Délimitation

Les profils en long permettent de valider la ségrégation effectuée en plan.



Délimitation automatique

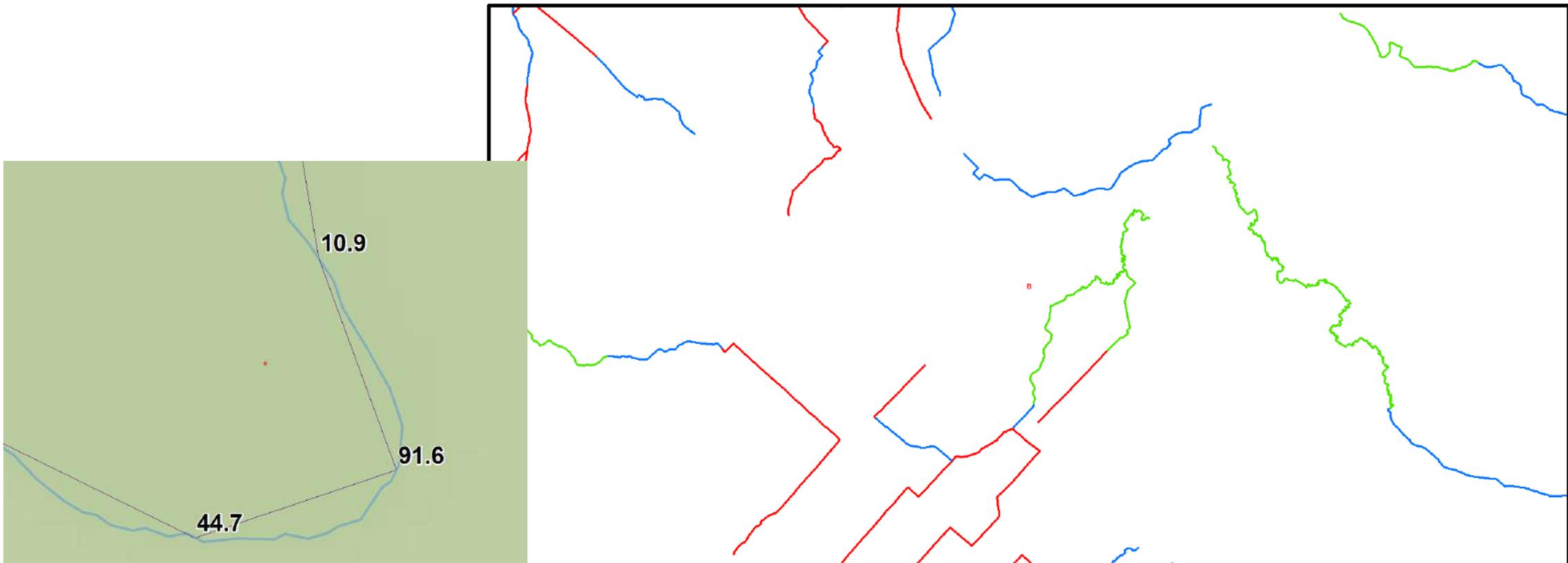
- Méthode statistique univariée (R- CPM)
- Détection des changements sur une séquence de données
- Appliquée à la pente



Les UEA - Délimitation

Détermination automatique du style fluvial

- Application de la technique des Forêts aléatoires
- Déviation, sinuosité, puissance spécifique (75^e quartile, pente du segment).



Les UEA -Description

Hydrologie:

- Débits
- Ruissellement de surface

Hydrogéomorphologie:

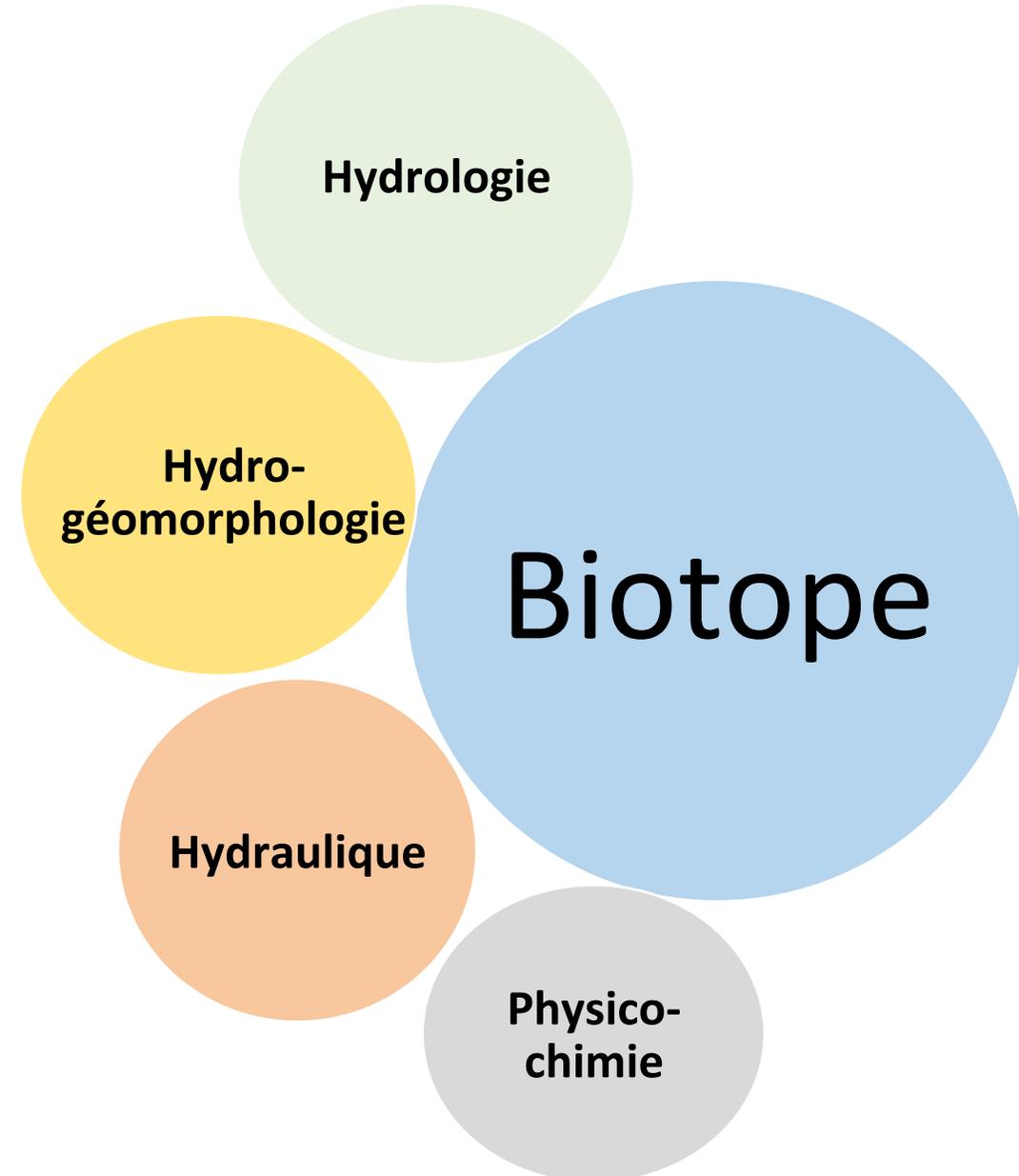
- Largeurs du cours d'eau / Profondeur
- Pente locale d'écoulement
- Dépôt en rive, substrat du lit
- Style fluvial

Hydraulique:

- Puissance spécifique
- Déviation

Physico-chimie:

- Température
- COD
- Alcalinité
- Nutriments



Les UEA -Description

Puissance spécifique

$$\omega = (g \rho Q S) / w \quad (\text{W/m}^2)$$

Où

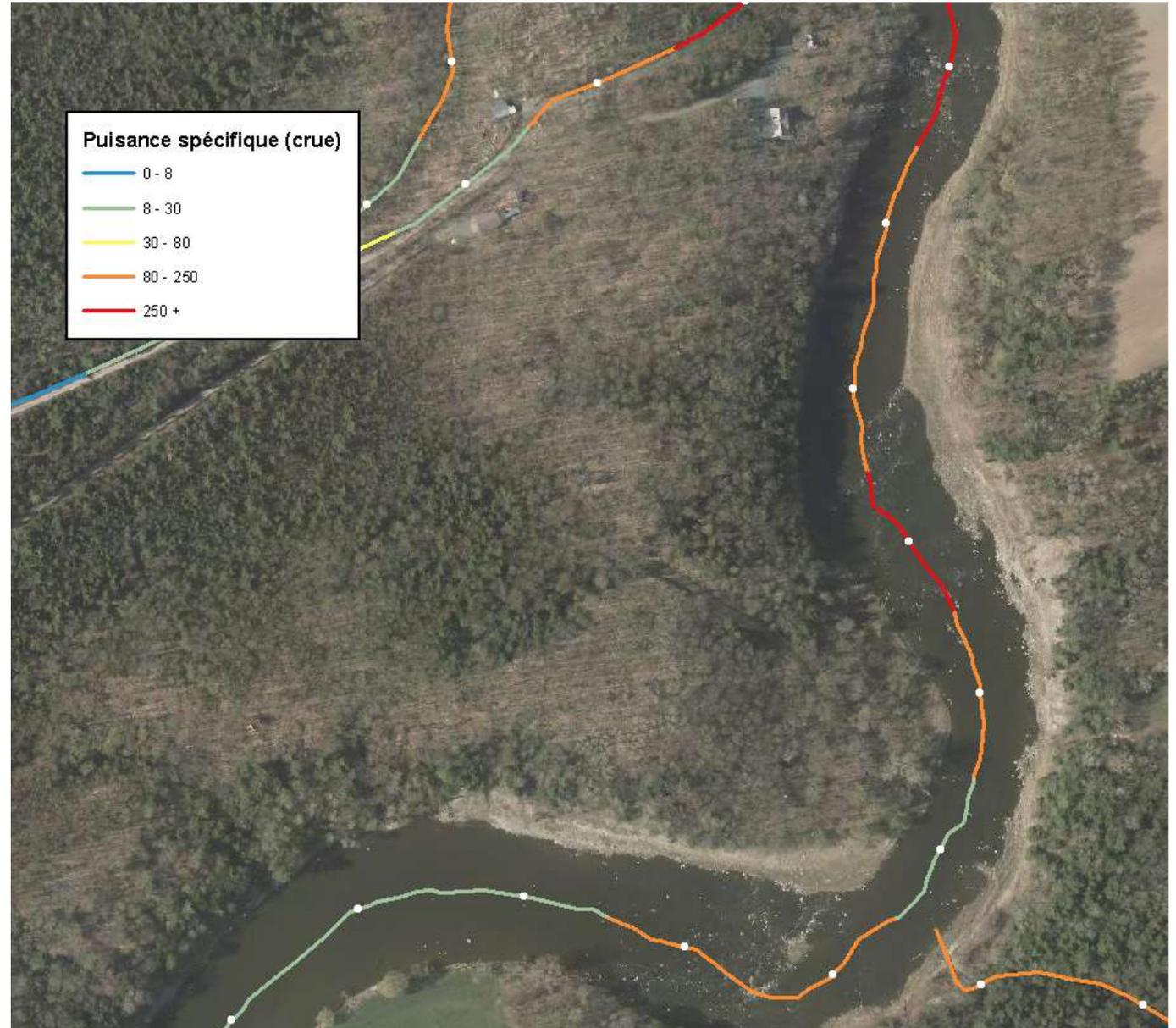
g : Accélération gravitationnelle (ms^2)

ρ : Densité de l'eau (g cm^{-3})

S : pente du chenal (ad)

W : Largeur (m)

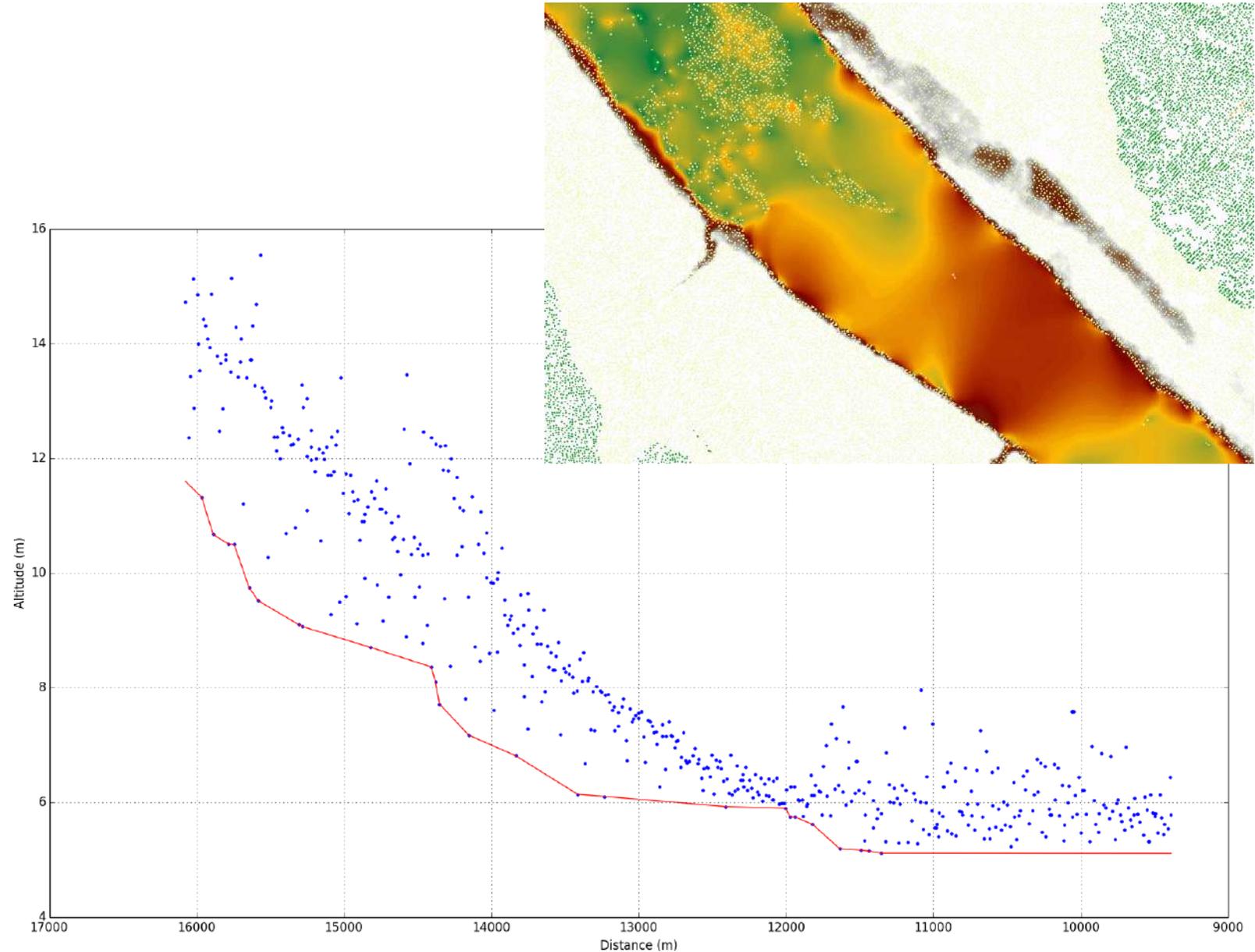
Q = débit de crue (m^3s^{-1})



Les UEA -Description

Pente du chenal

- Interpolation de l'altitude (Lidar) sur le filamenteaire de la GRHQ
- Recherche du talweg



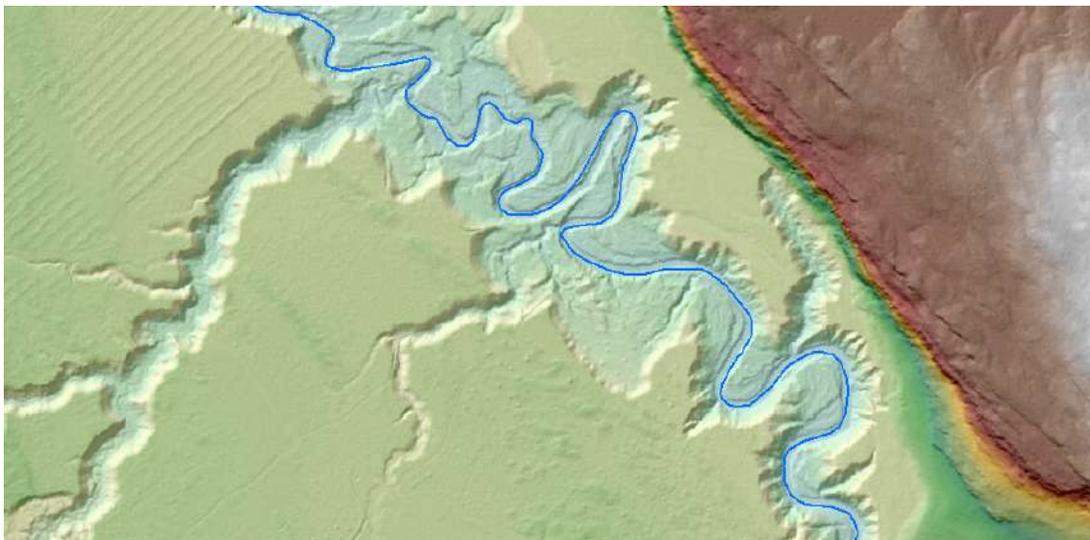


Les UEA -Description

Pourquoi utiliser LIDAR ?

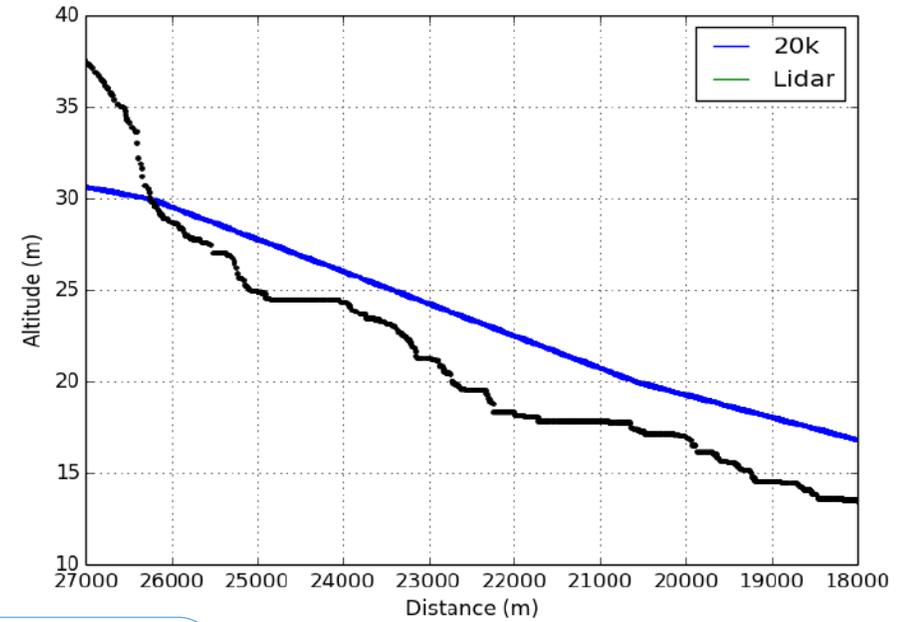


MNE 20K



MNE LIDAR

Altitude des sommets de la route 9bd76bad18



Les UEA -Description

Intersection cartographique
des transects (20k, 50k)

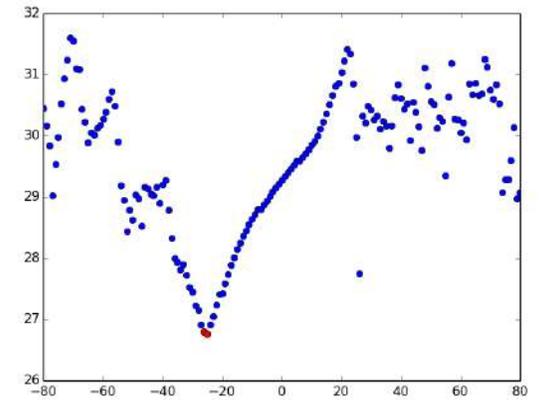
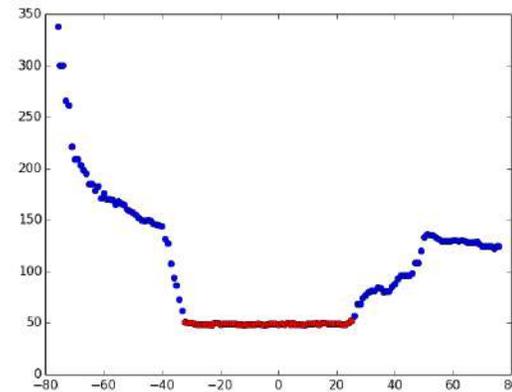


Largeur

Ajustement de modèles
locaux

Modèle empirique exponentiel ajusté aux
données terrain (MDDELCC)
 $W = 28.14Q^{0.6847}$

Analyse spatiale Lidar

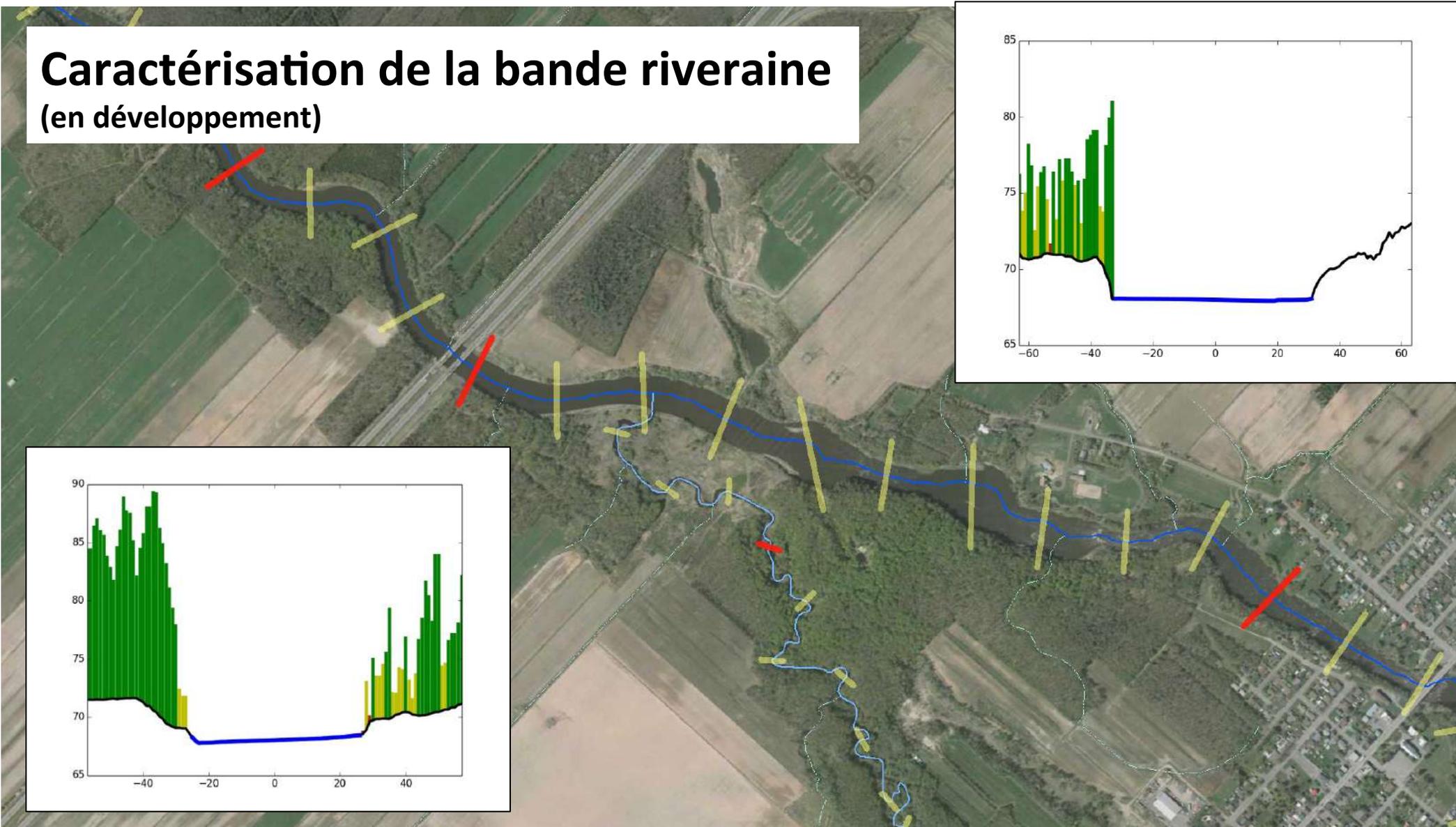


Débit en crue

- 
- Données de l'atlas hydroclimatique du Québec (DEH)
 - Appariement des statistiques de Q des stations de mesure aux points de référence par **Random Forest** sur les variables suivantes :
 - Pente moyenne du bassin versant
 - Température moyenne annuelle
 - % de dépôts argileux dans le bassin versant
 - % de surfaces d'eau dans le bassin versant
- 

Les UEA -Description

Caractérisation de la bande riveraine (en développement)



Les UEA -Description

Description exhaustive, aux points de référence

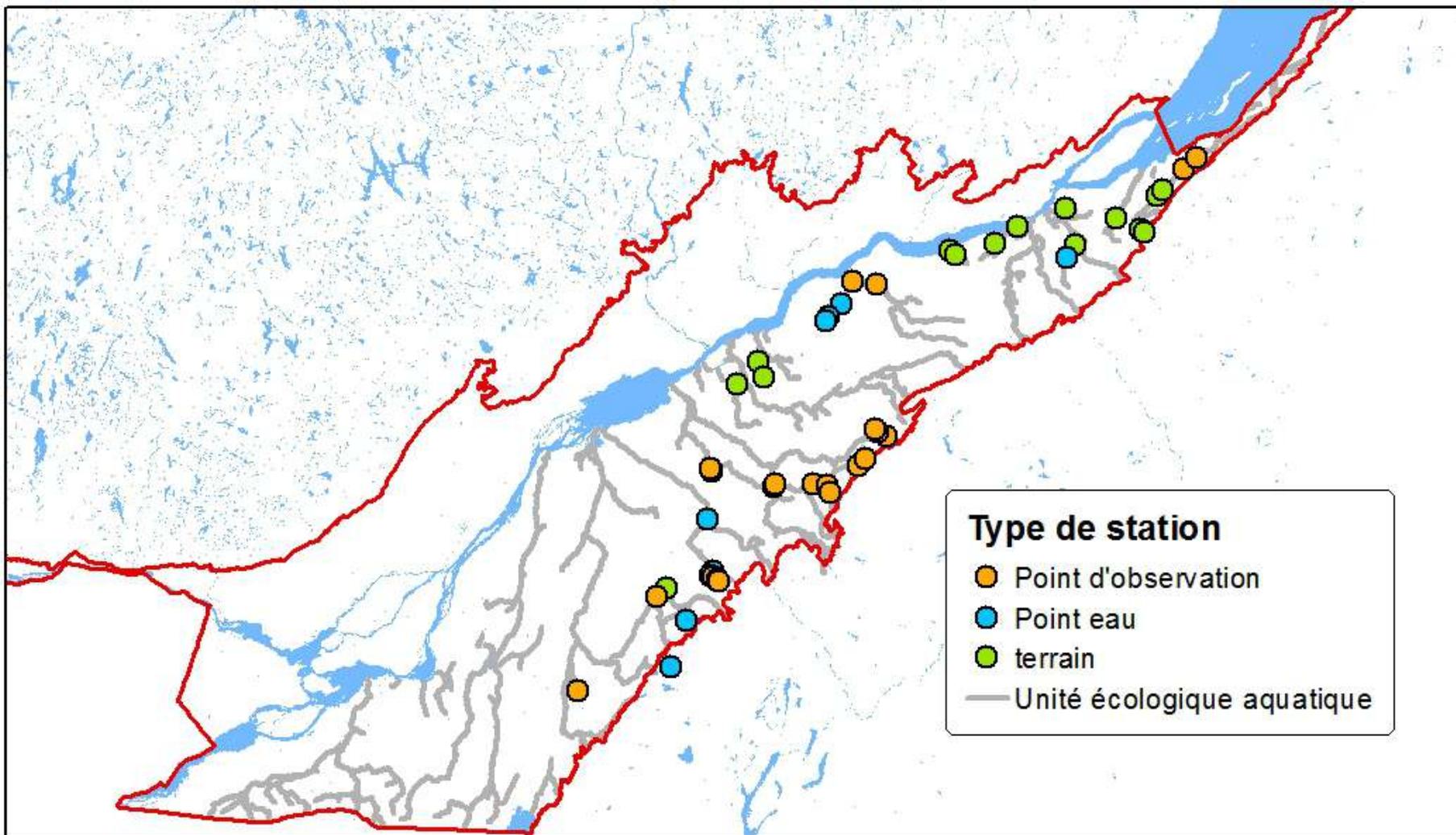


À chaque point de référence (100m):

- Ordre Strahler
- Altitude
- Largeur du cours d'eau
- Pente locale d'écoulement
- Pente du bassin versant
- Dépôt en rive
- Puissance spécifique
- Température moyenne annuelle
- Proportion géologie dans la bassin
- Proportion occupation du sol
- Déviation
- Etc.

Validation préliminaire des UEA sur le terrain

Valider les clés d'interprétation de la dynamique sédimentaire et du substrat et documenter les faciès d'écoulement des différents styles fluviaux

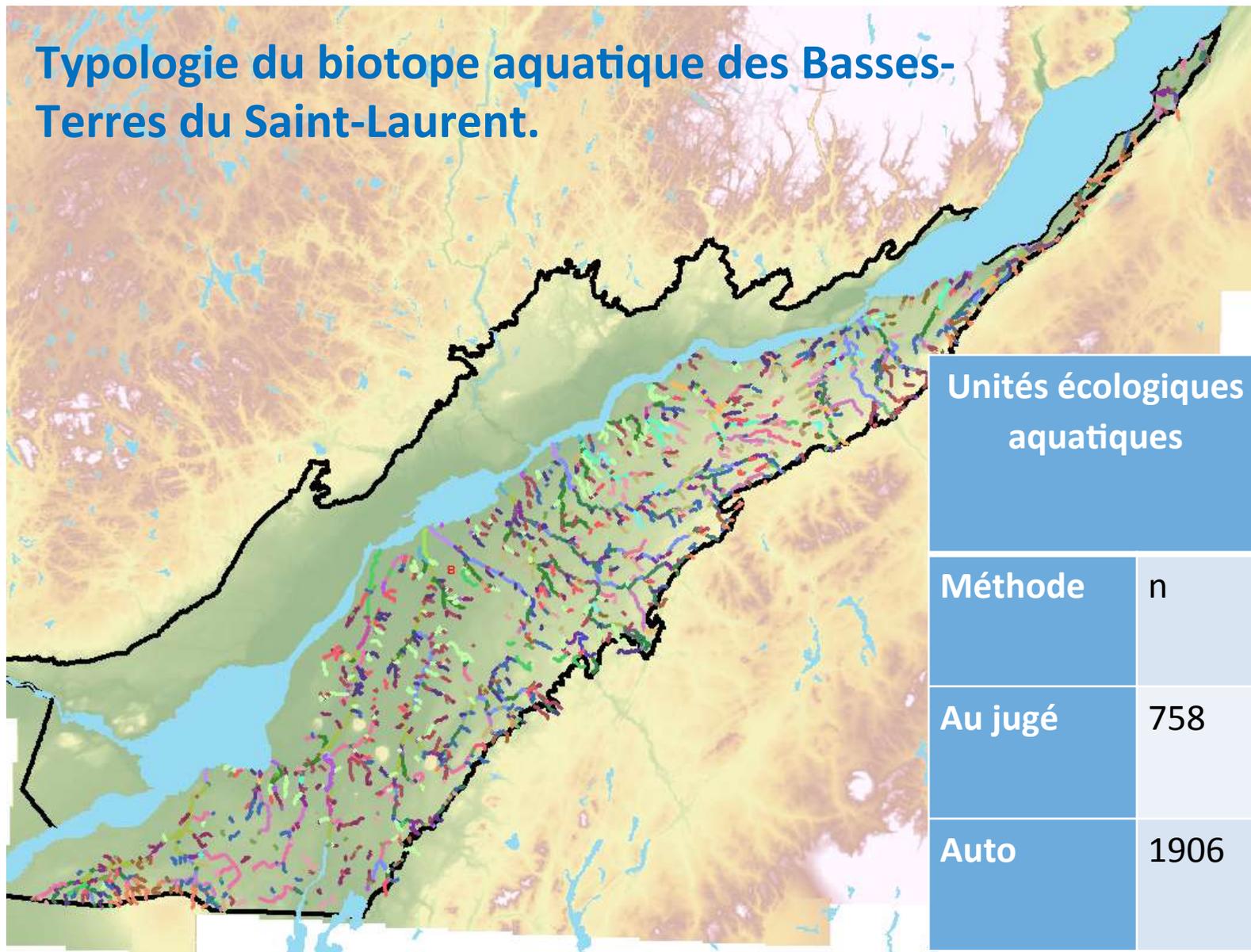


Supporter les décisions en matière de conservation

- 
- Caractériser la biodiversité
 - Caractériser la sensibilité des cours d'eau aux prélèvements d'eau de surface
- 

Applications

Typologie du biotope aquatique des Basses-Terres du Saint-Laurent.



Unités écologiques aquatiques		Longueur (km)				
Méthode	n	Totale	Moy	Écart -type	Min	Max
Au jugé	758	2558	3.4	3.6	0.06	29.9
Auto	1906	4196	2.2	1.6	0.02	15.5

Applications

Typologie des biotopes aquatiques des Basses-Terres du Saint-Laurent

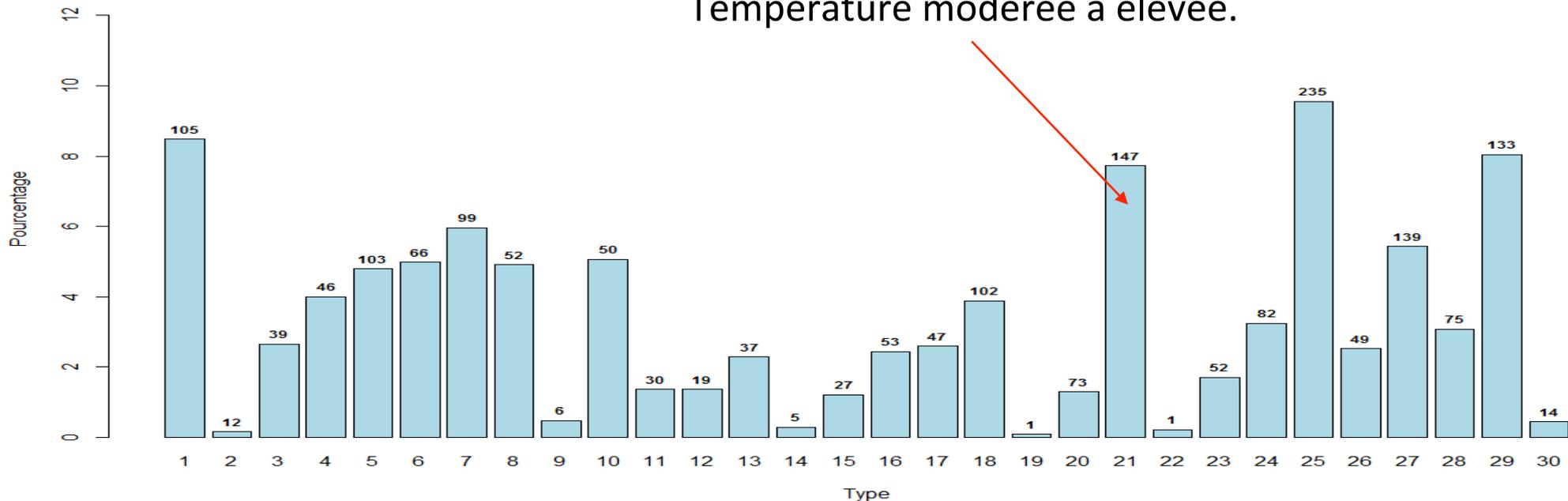
Type 21 (commun)

Cours d'eau à méandres de petite taille.

Puissance spécifique en crue modéré et peu variable dans l'espace.

Alcalinité très élevée, COD modérée.

Température modérée à élevée.



Applications

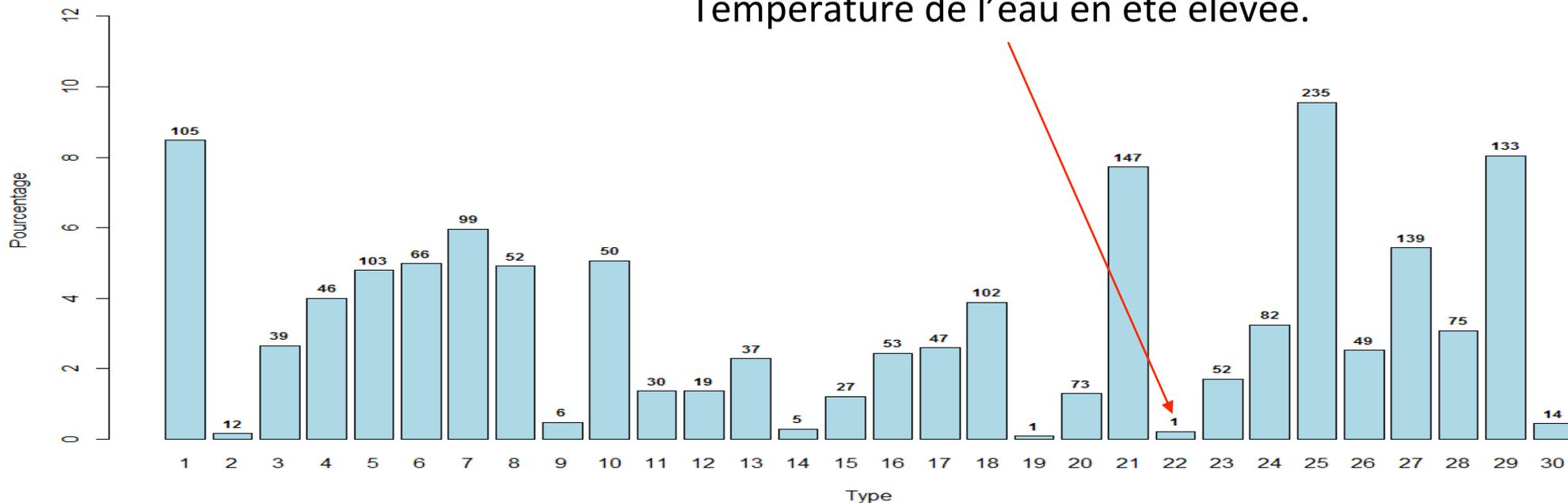
Typologie des biotopes aquatiques des Basses-Terres du Saint-Laurent

Type 22 (rare)

Cours d'eau anastomosés de grande taille sur anciens delta, dont la puissance spécifique en crue est très faible et peu variable dans l'espace.

Alcalinité et COD modérés à élevés.

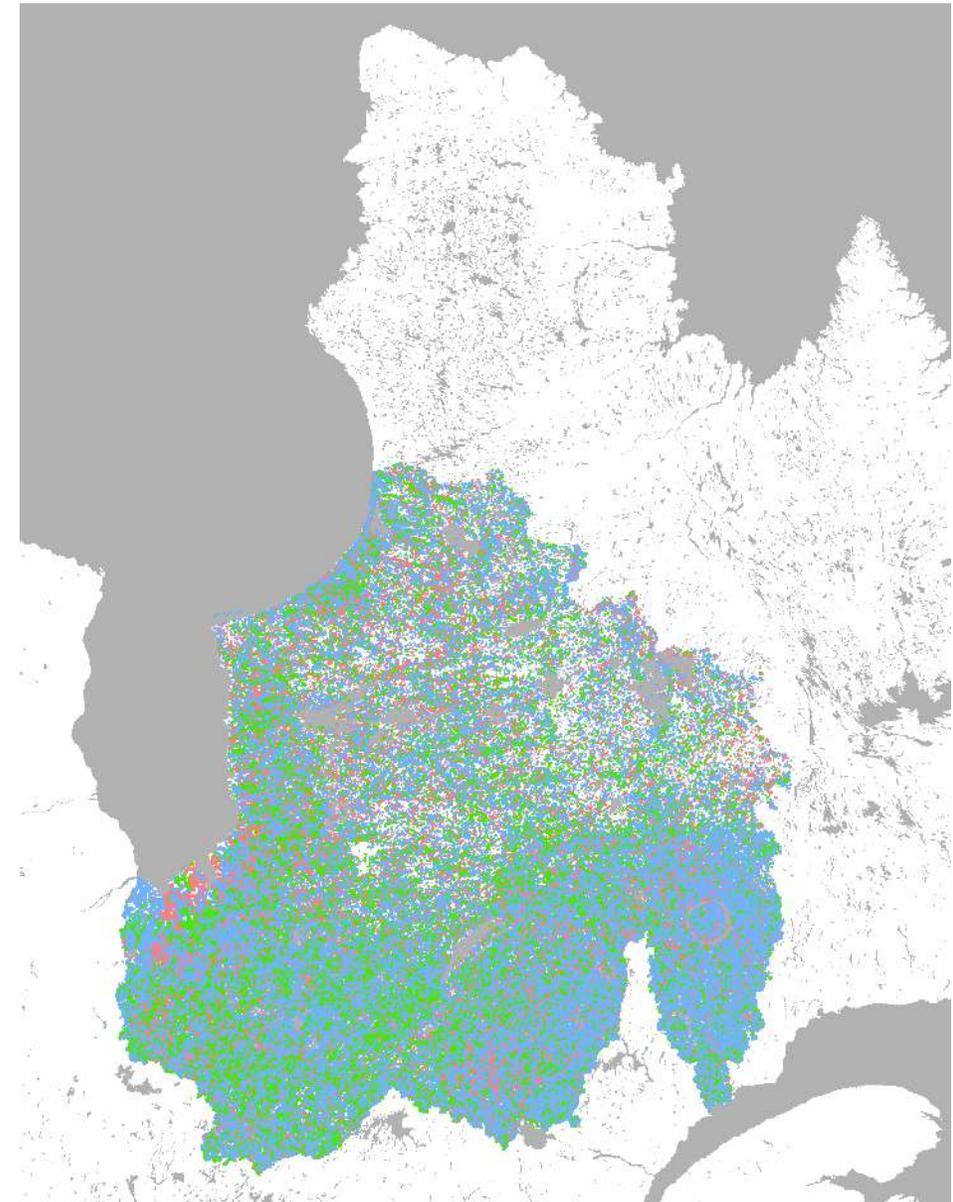
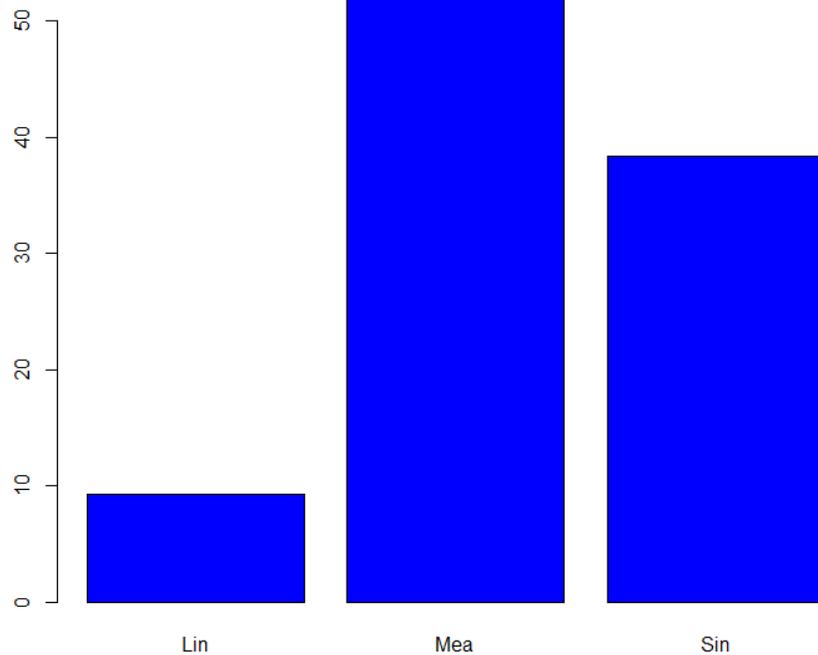
Température de l'eau en été élevée.



Applications

Typologie du biotope aquatique du territoire d'Eeyou-Ishtee Baie-James

Proportion des styles fluviaux
pour le territoire de Eeyou-Ishtee - Baie-James

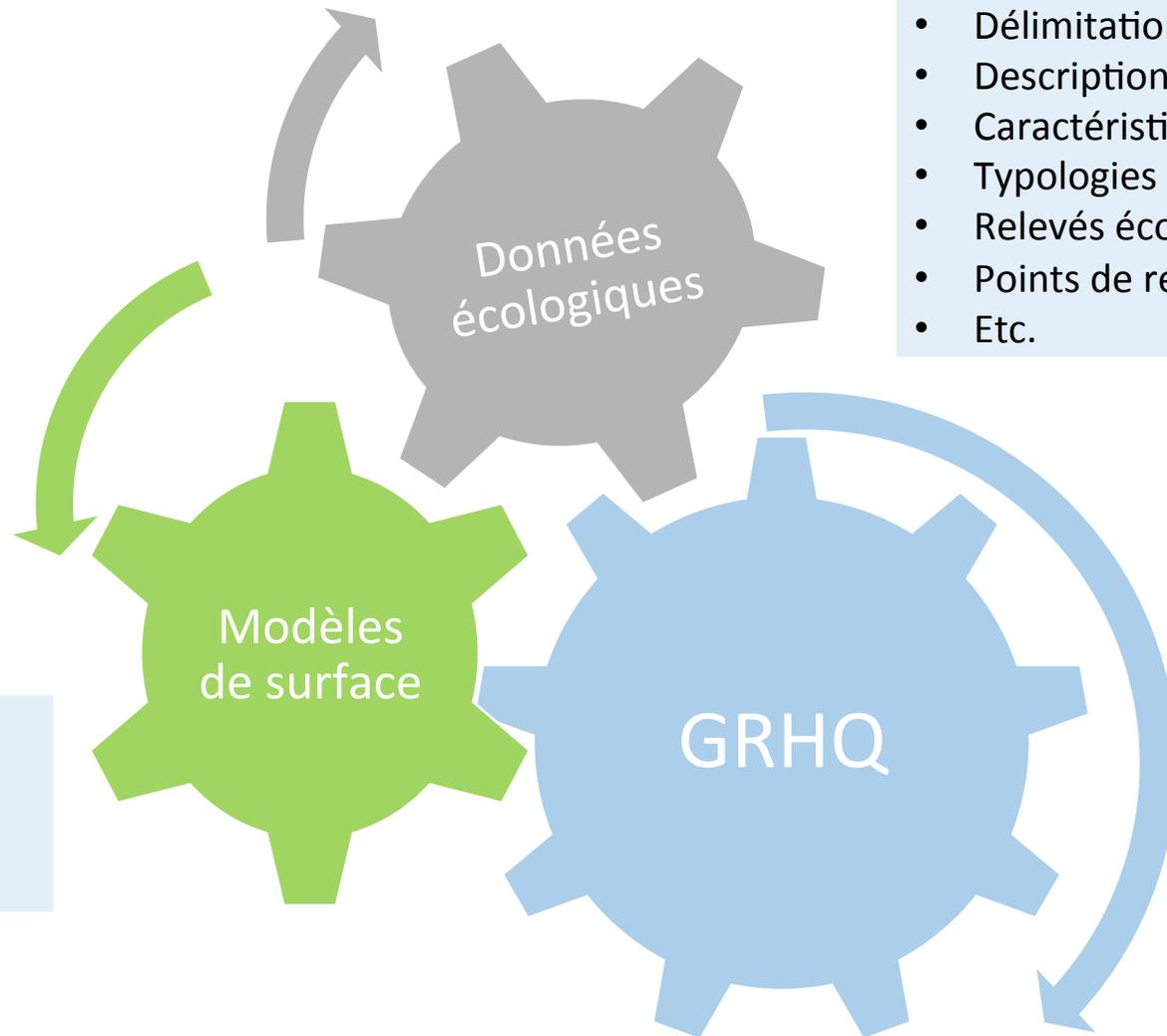


Les UEA

Font partie d'un cadre de référence spatial sur les écosystèmes aquatiques

CRHQ =

- Modèles d'altitude
- Modèles de pente
- Modèles d'écoulement
- Etc.



- Délimitation UEA
- Description UEA
- Caractéristiques écologiques
- Typologies aquatiques
- Relevés écologiques
- Points de référence
- Etc.



Conclusion

- 
- ➔ Les UEA offrent une manière organisée d'aborder la complexité qui caractérise le biotope aquatique
 - ➔ Facilite l'établissement de liens entre les êtres vivants et leur biotope
 - ➔ Une manière d'aborder les écosystèmes là où nous ne possédons pas de données sur le biotope