

Hydrogéomorphologie et analyse des dynamiques fluviales



18-19 octobre 2018

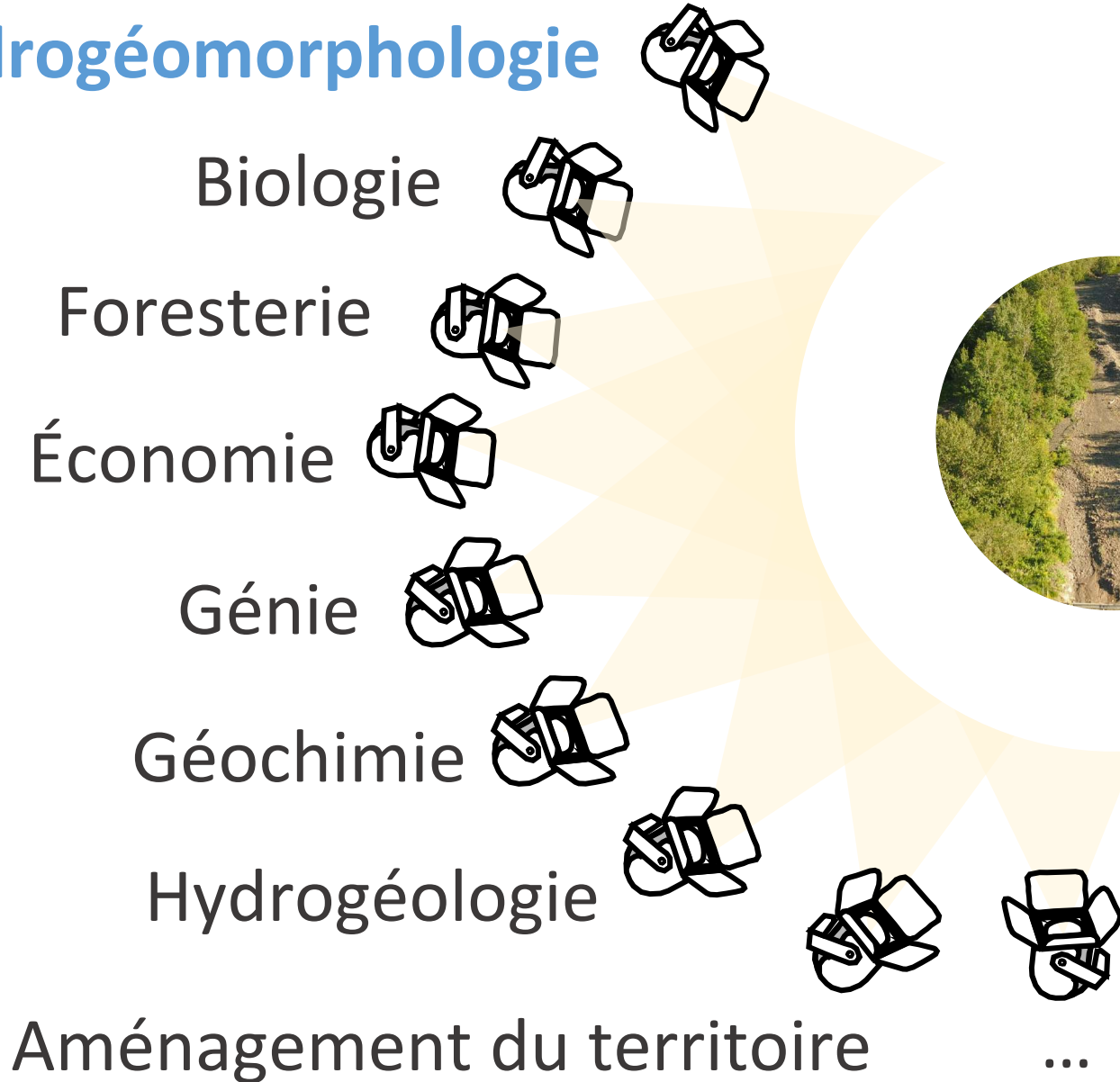


Thomas Buffin-Bélanger
Laboratoire de recherche en
géomorphologie et dynamique fluviale

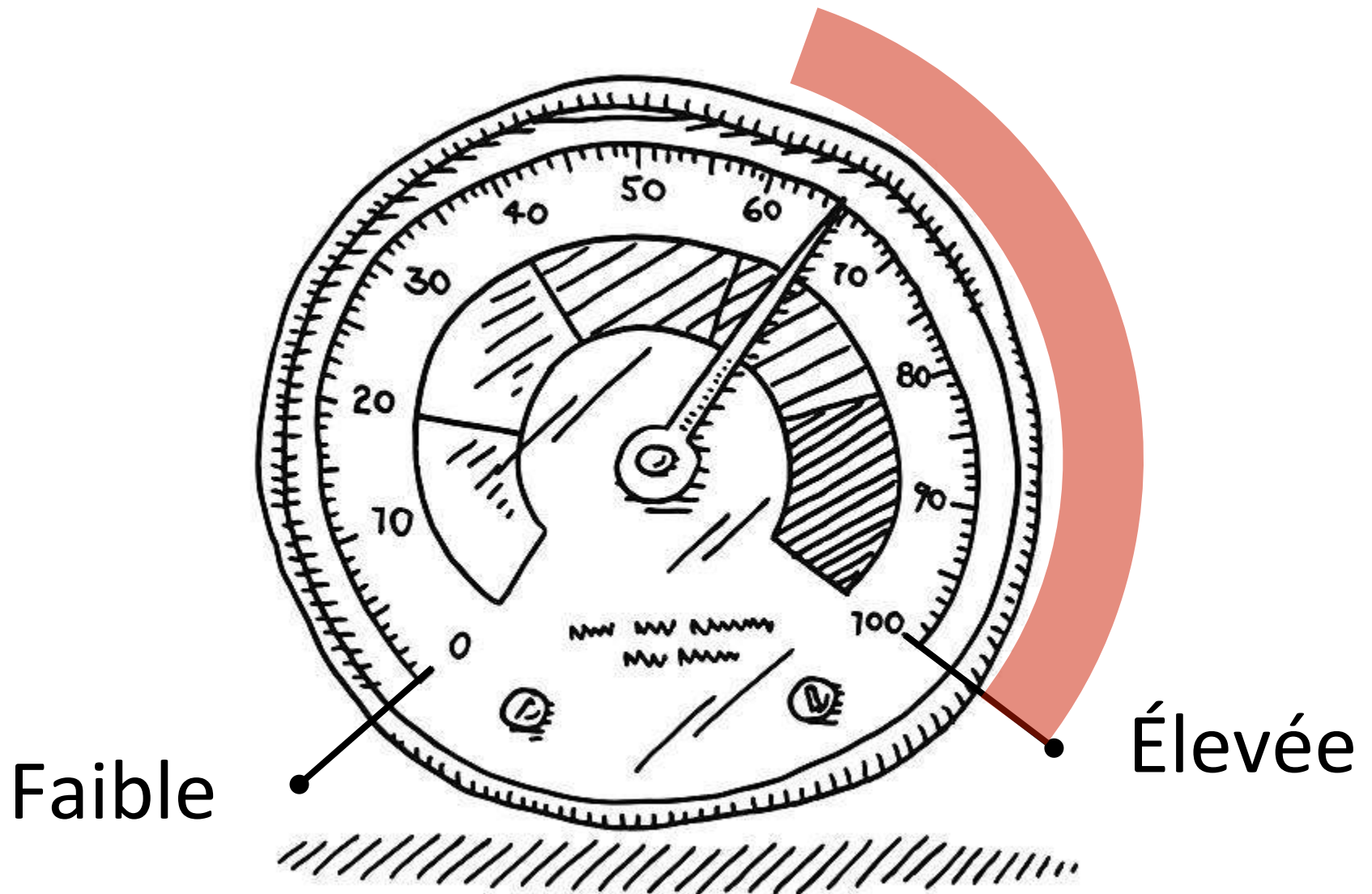


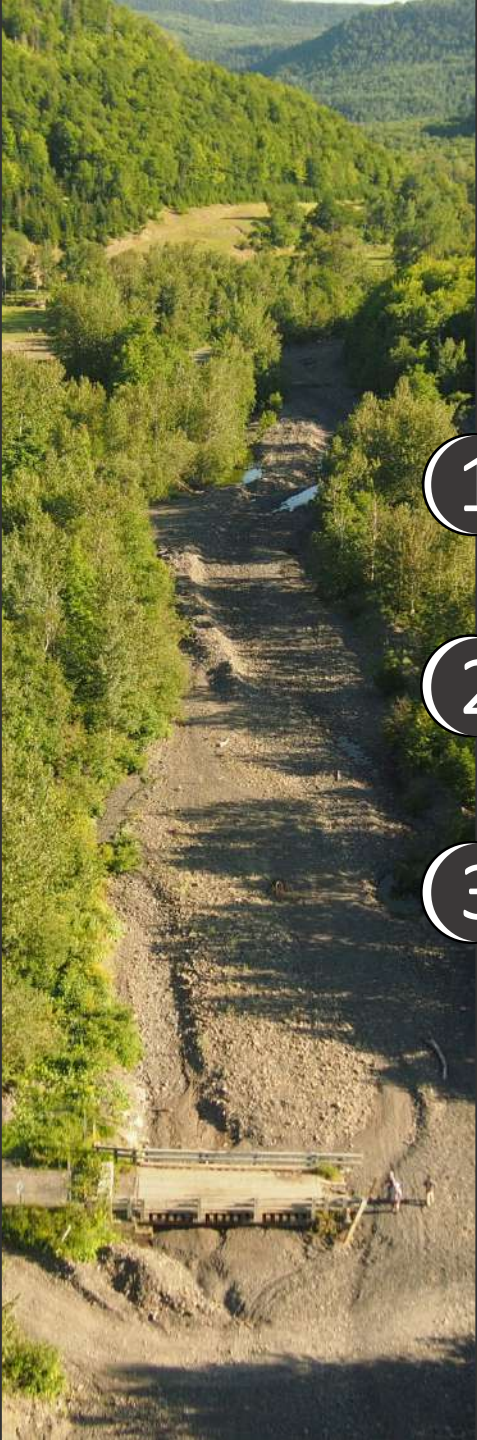
Éclairages disciplinaires sur les cours d'eau

Hydrogéomorphologie



Mobilité des cours d'eau...



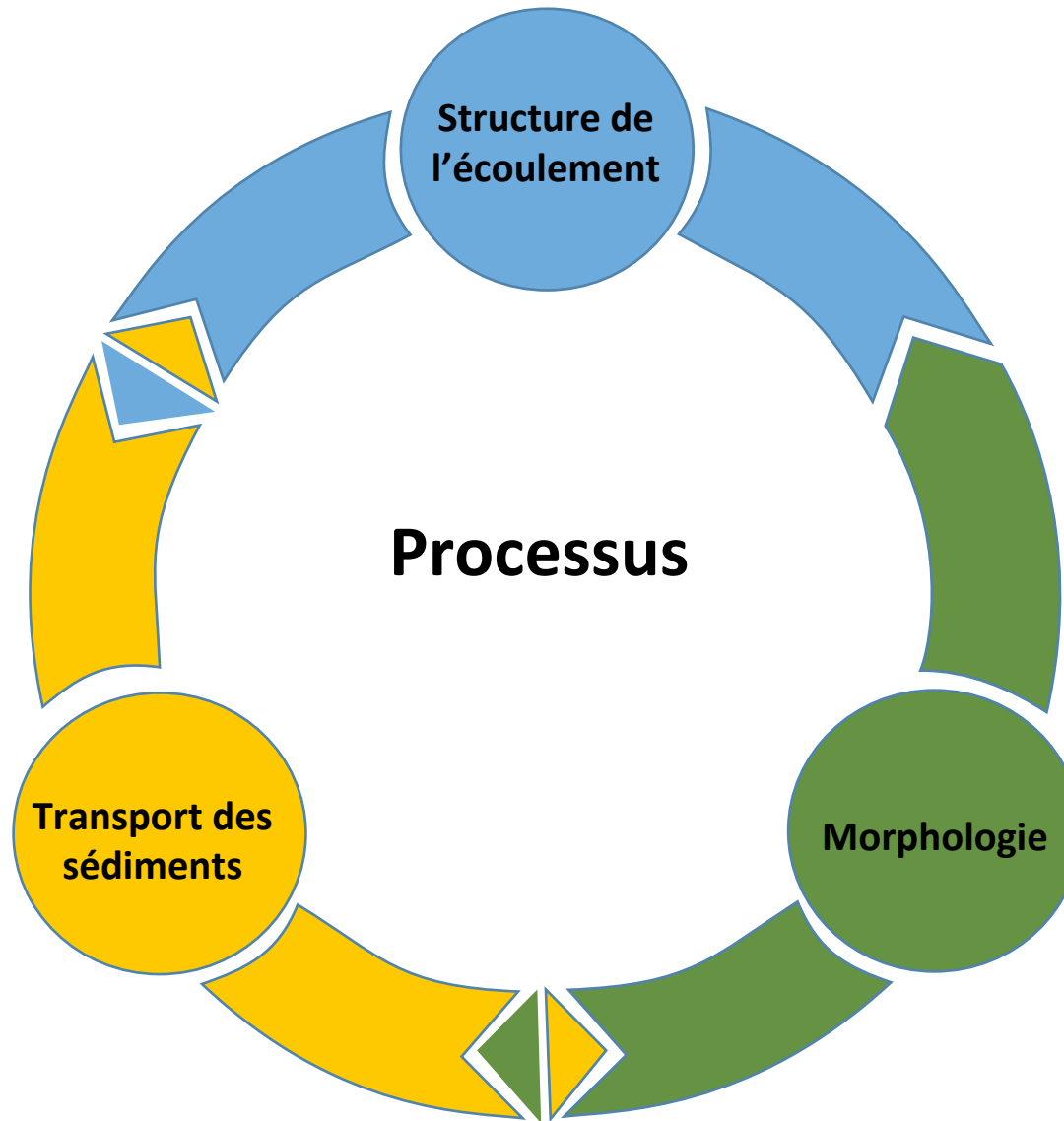


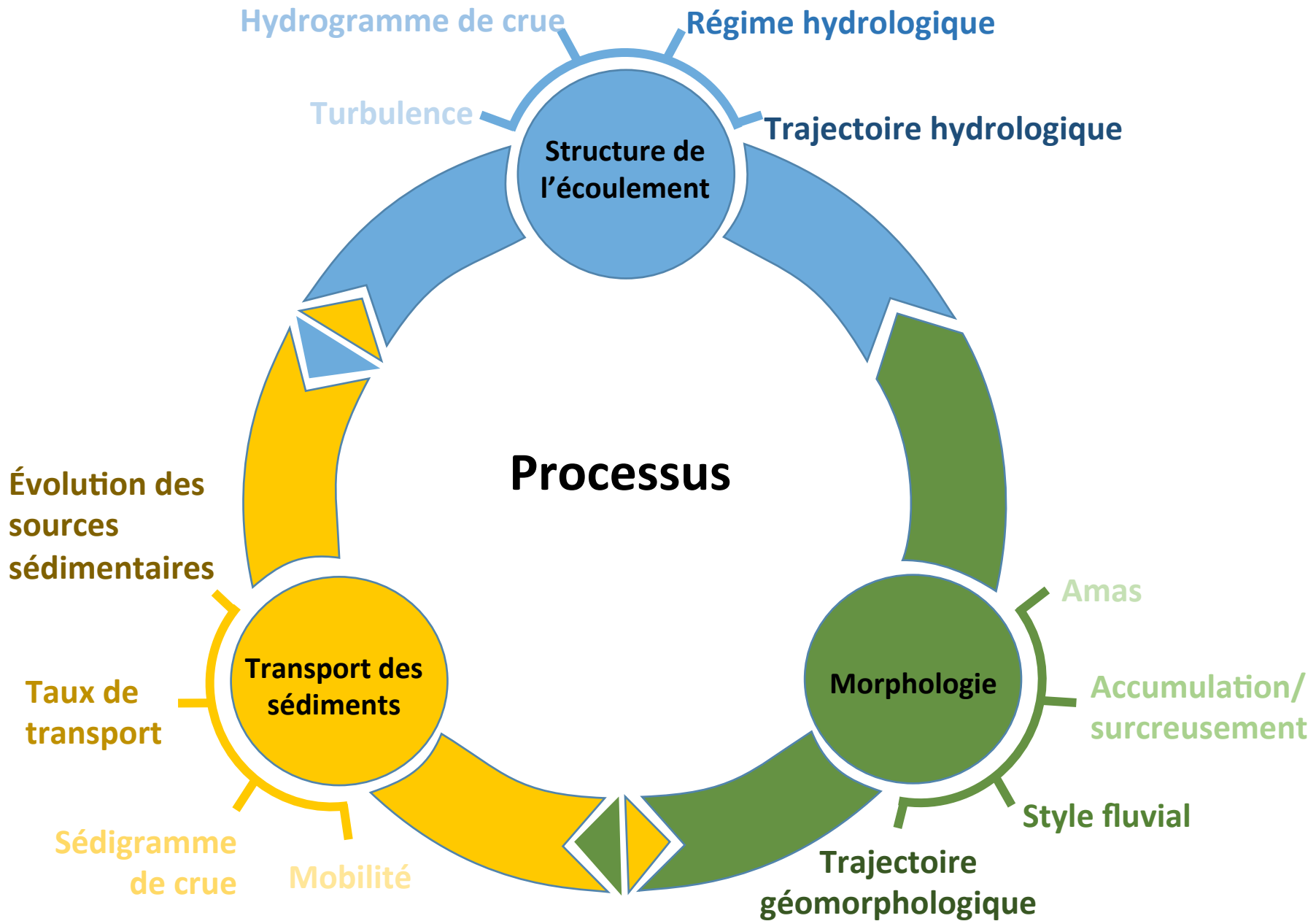
① Processus → *3 composantes*

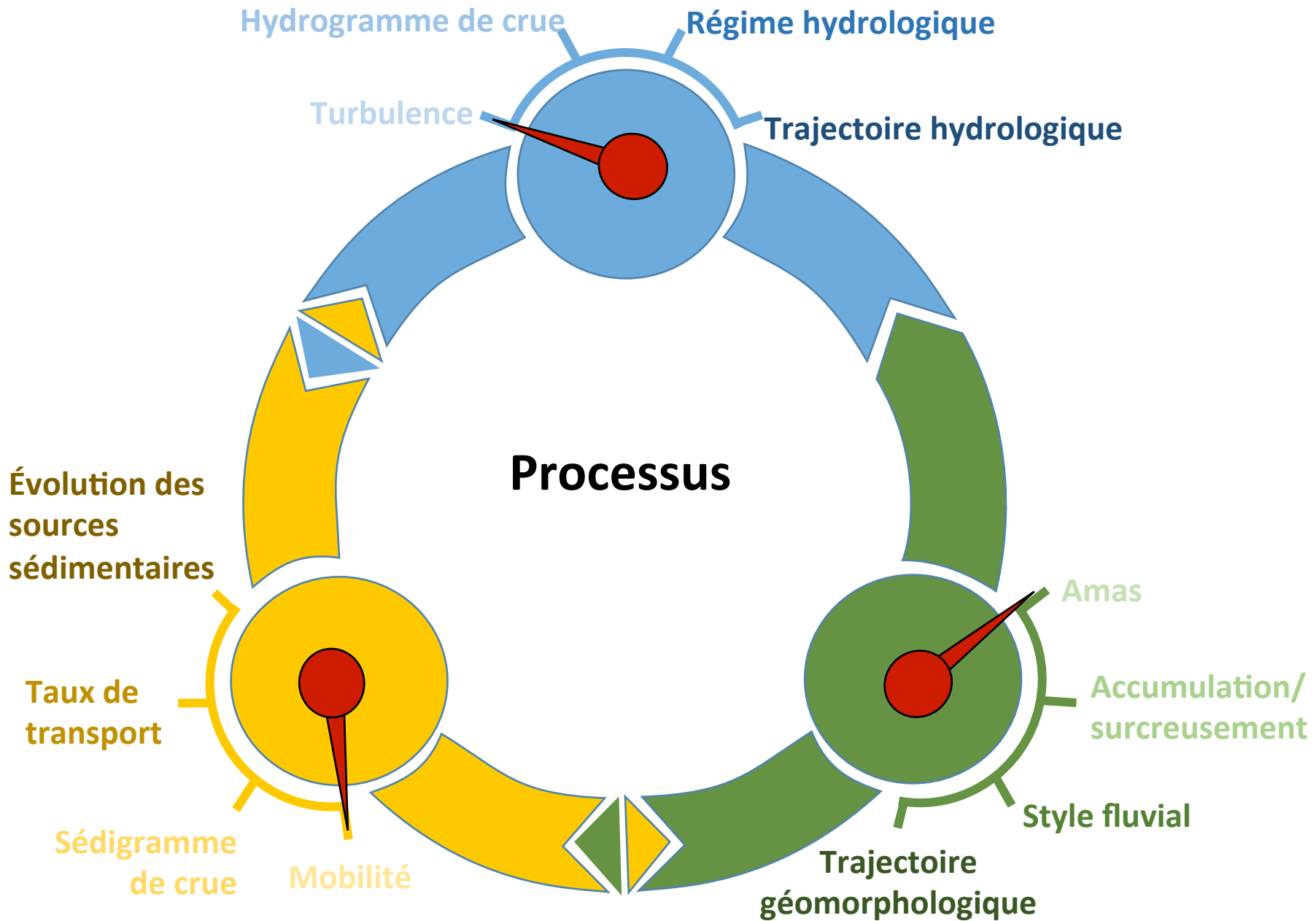
② Morphologie → *Styles fluviaux*

③ Trajectoire → *Gestion*

1 Processus → 3 composantes



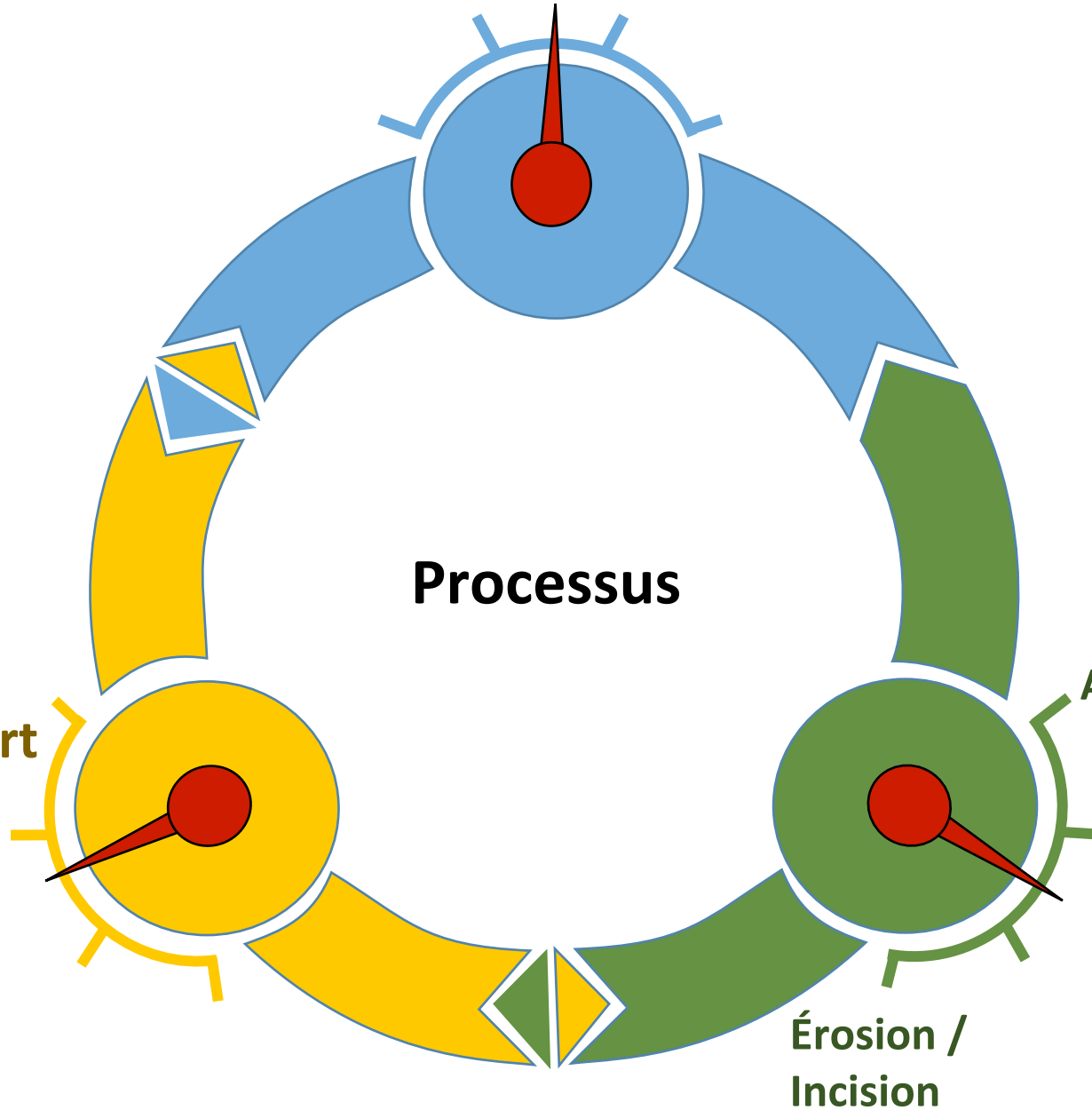




Puissance — $Q * S$

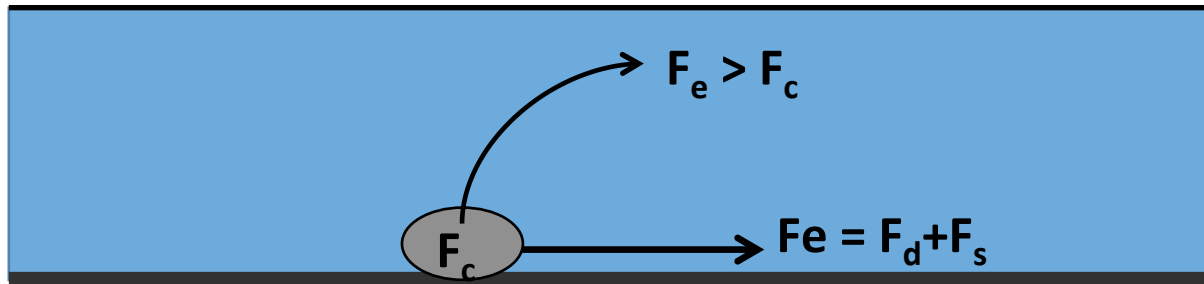
Capacité
de transport

$Q_s * D_{50}$

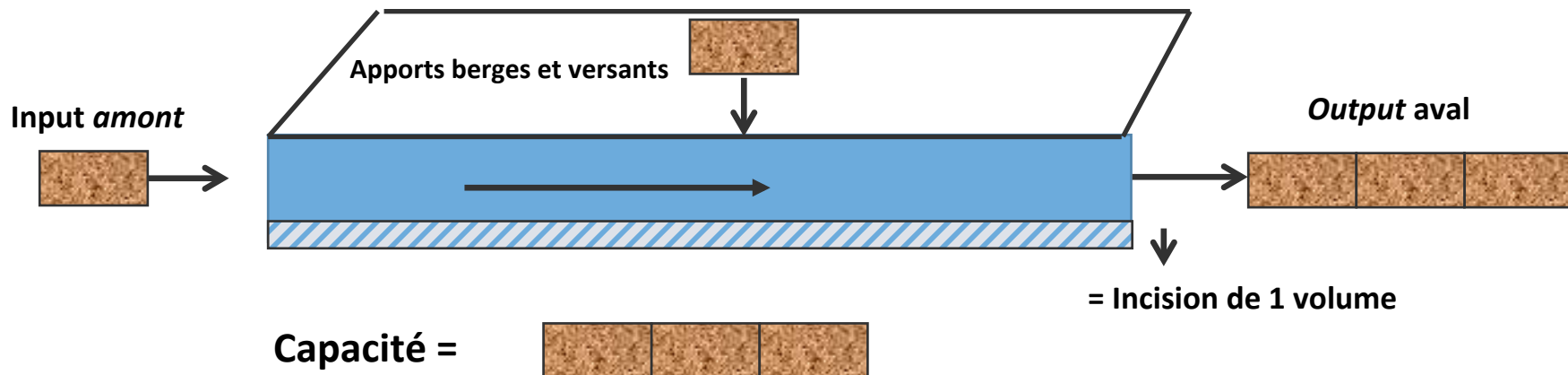


Processus dominants : Érosion / Incision

❑ Force d'entraînement (F_e) > Force d'entraînement critique (F_c)

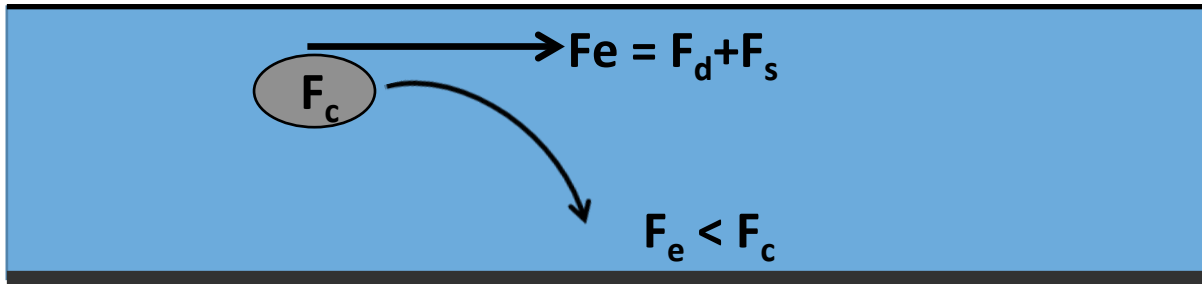


❑ Capacité de transport > Apports en sédiments

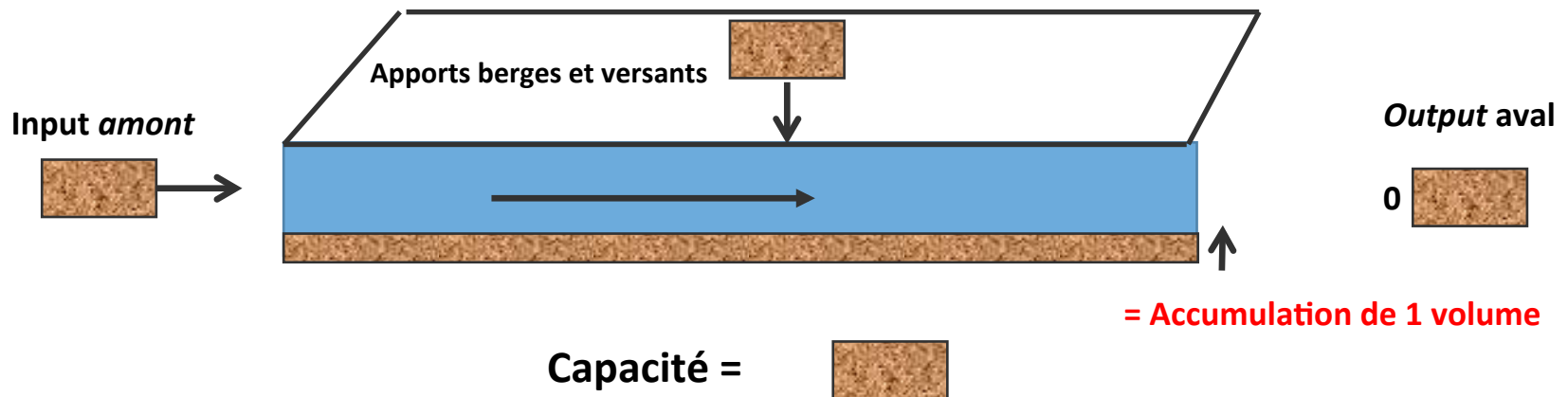


Processus dominants : Accumulation / Aggradation

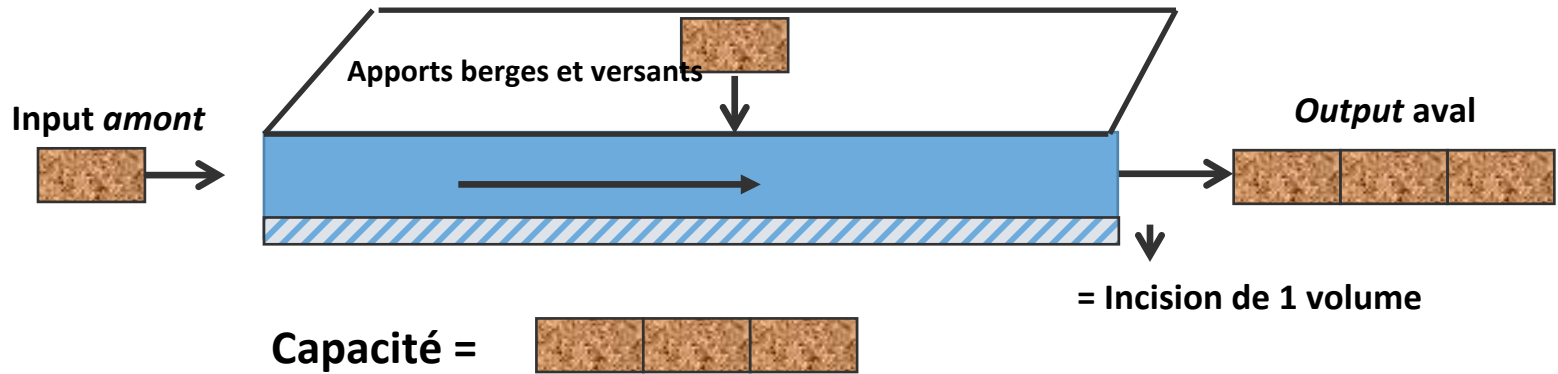
❑ Force d'entraînement (F_e) < Force d'entraînement critique (F_c)



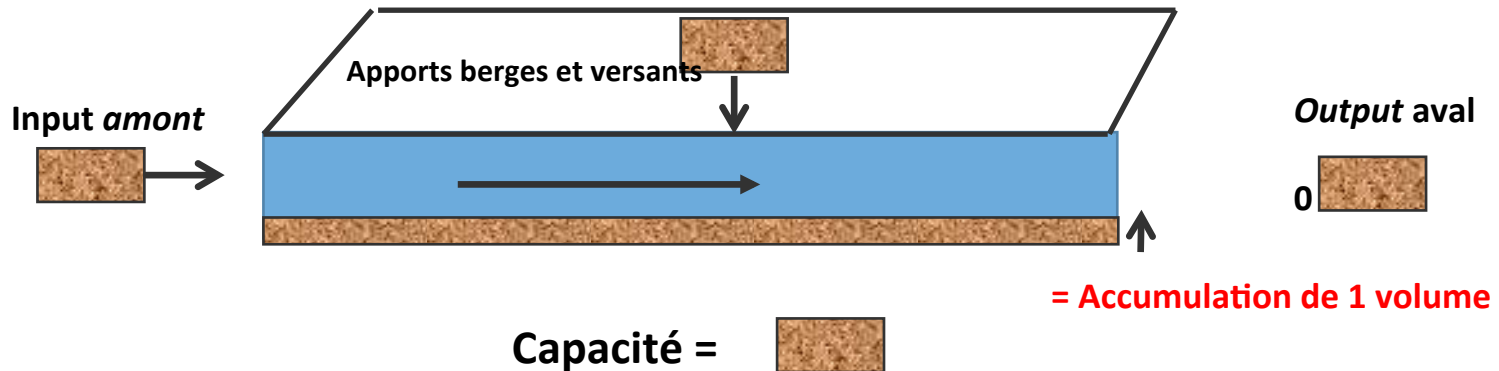
❑ Capacité de transport < Apports en sédiments



❑ Capacité de transport > Apports en sédiments

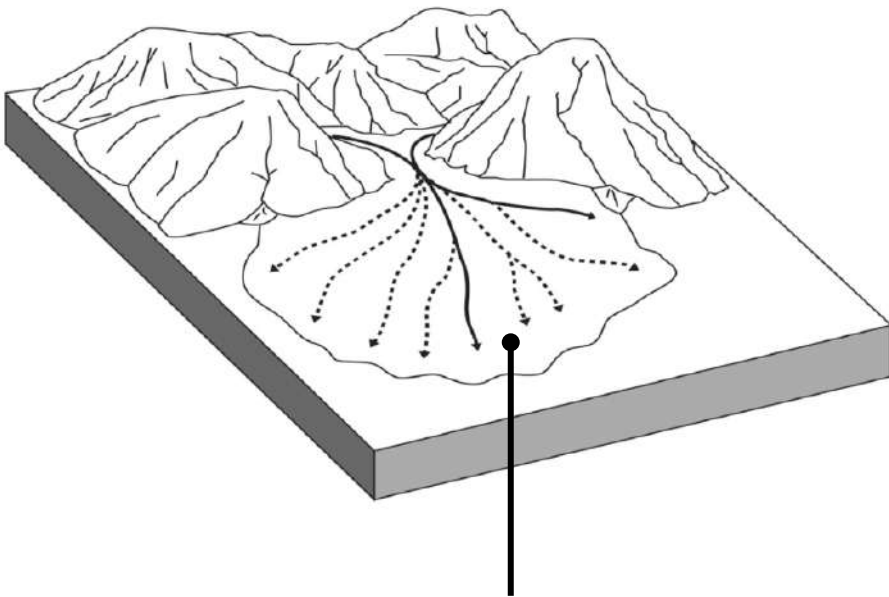


❑ Capacité de transport < Apports en sédiments



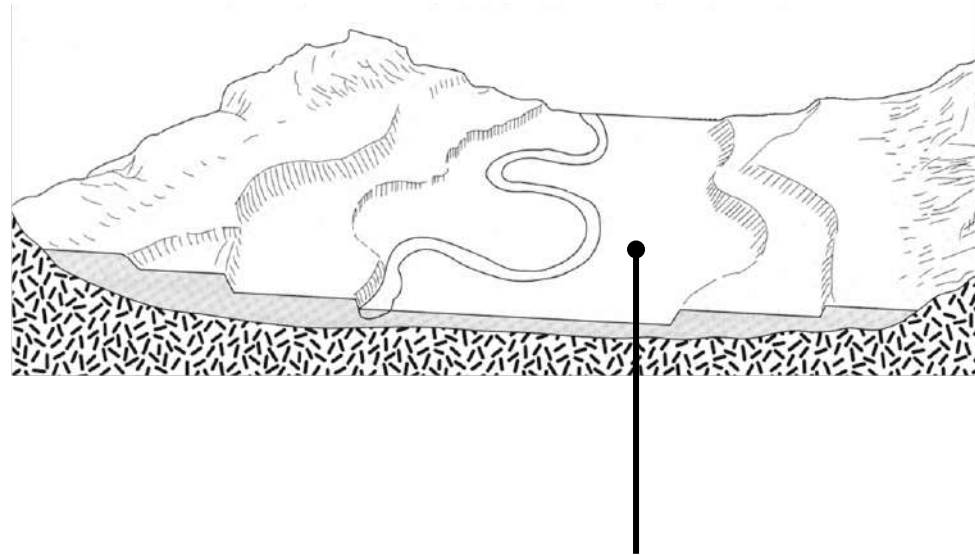
Morphologie : une question d'équilibre

Deux morphologies fluviales



Les cônes alluviaux (cônes de déjection) sont des formes d'accumulation liées à une rupture de pente lorsqu'un cours d'eau émerge d'une région montagneuse et se déverse dans une plaine alluviale.

Les sédiments charriés dans la portion à forte pente se déposent et s'accumulent du fait de la perte d'énergie liée à la diminution de la pente.

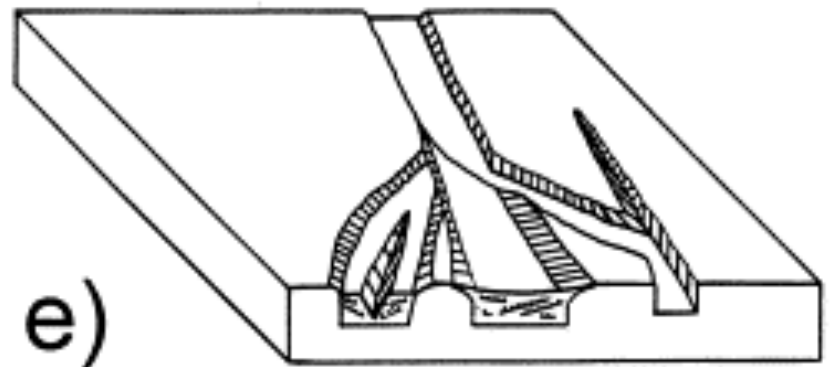
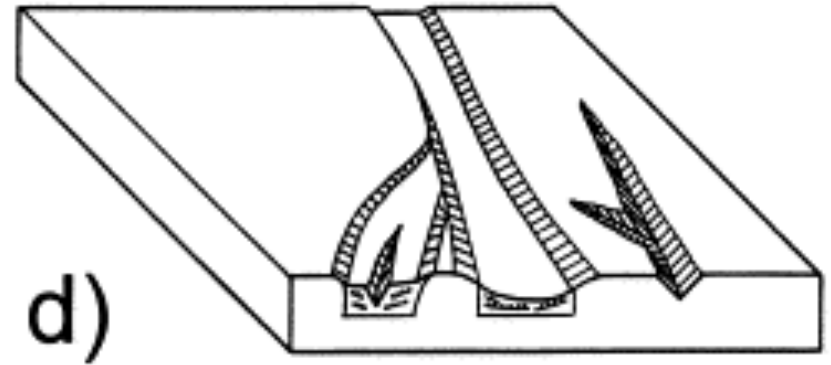
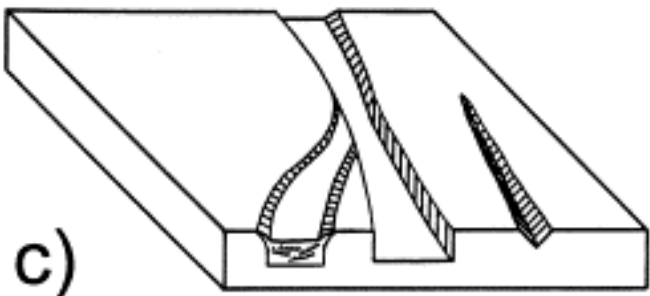
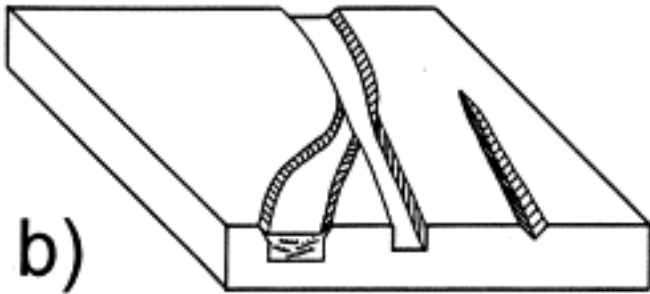
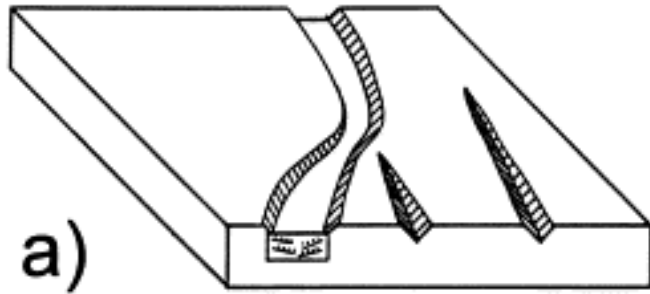


Les plaines sont aussi des formes d'accumulation construites par la combinaison des processus de migration latérale et de débordement des cours d'eau. Ces deux processus laissent en place les alluvions qui construisent la plaine.

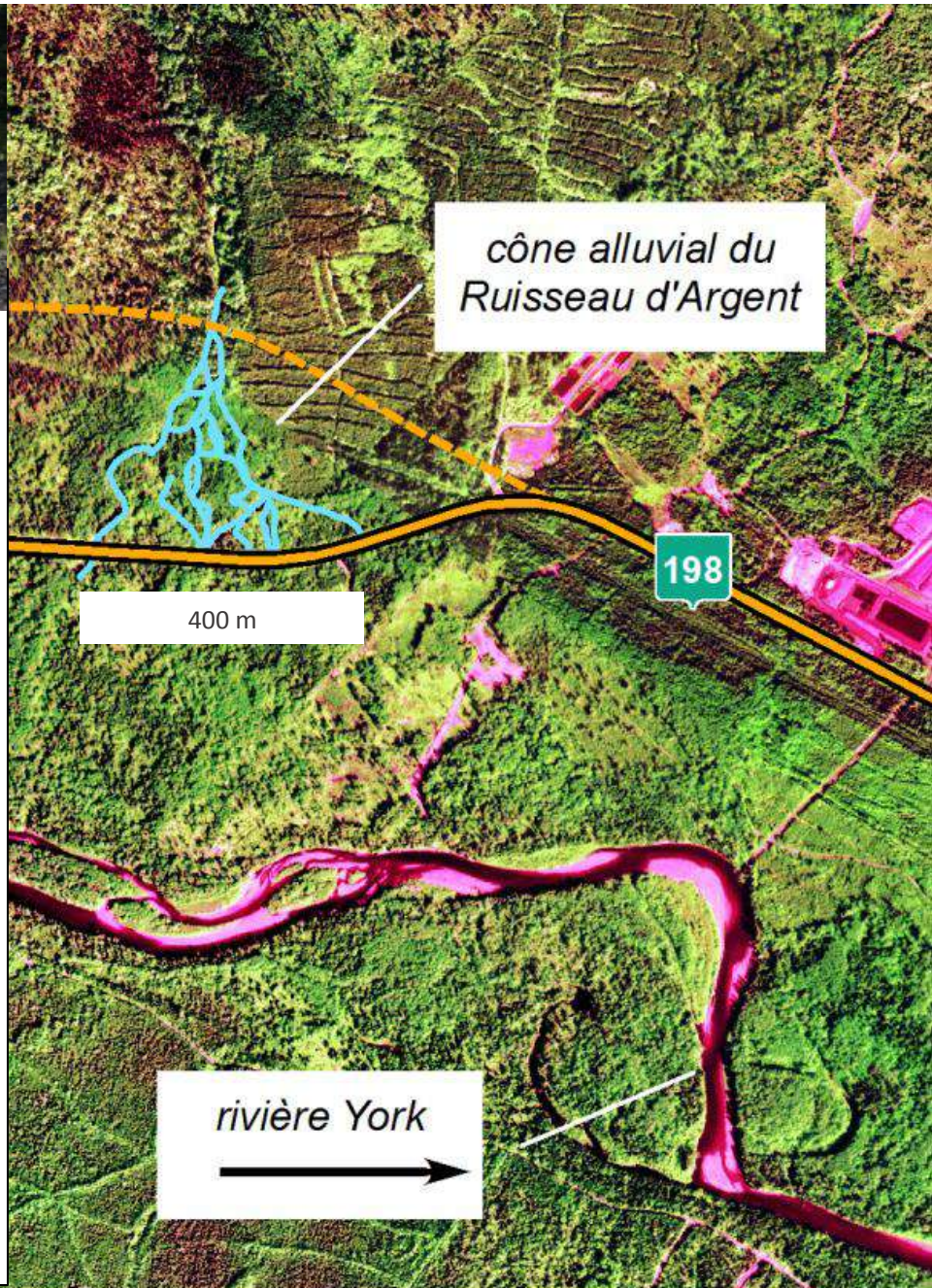
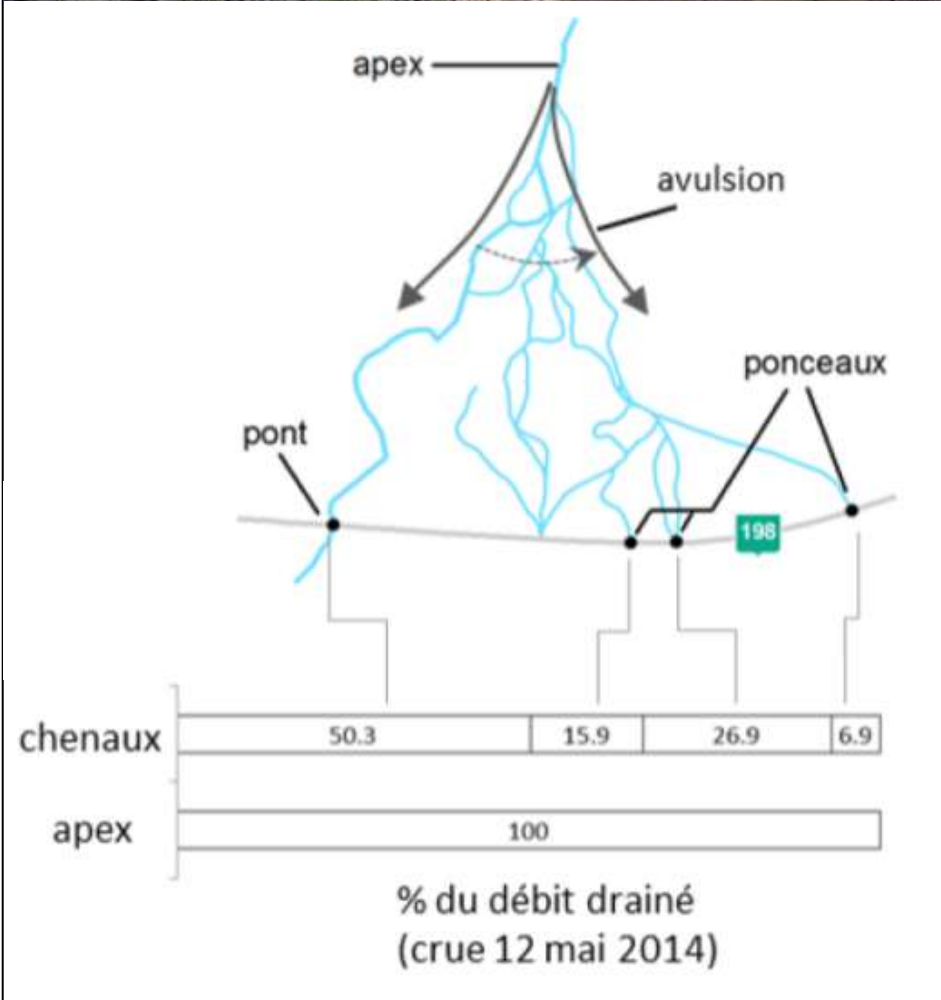
La morphologie et la stratigraphie de la plaine alluviale reflètent les processus qui la construisent: levées alluviales, vastes complexes de milieux humides, méandres abandonnées, chenaux secondaires et chenaux de débordements occupés lors des inondations.

L'évolution des cônes alluviaux

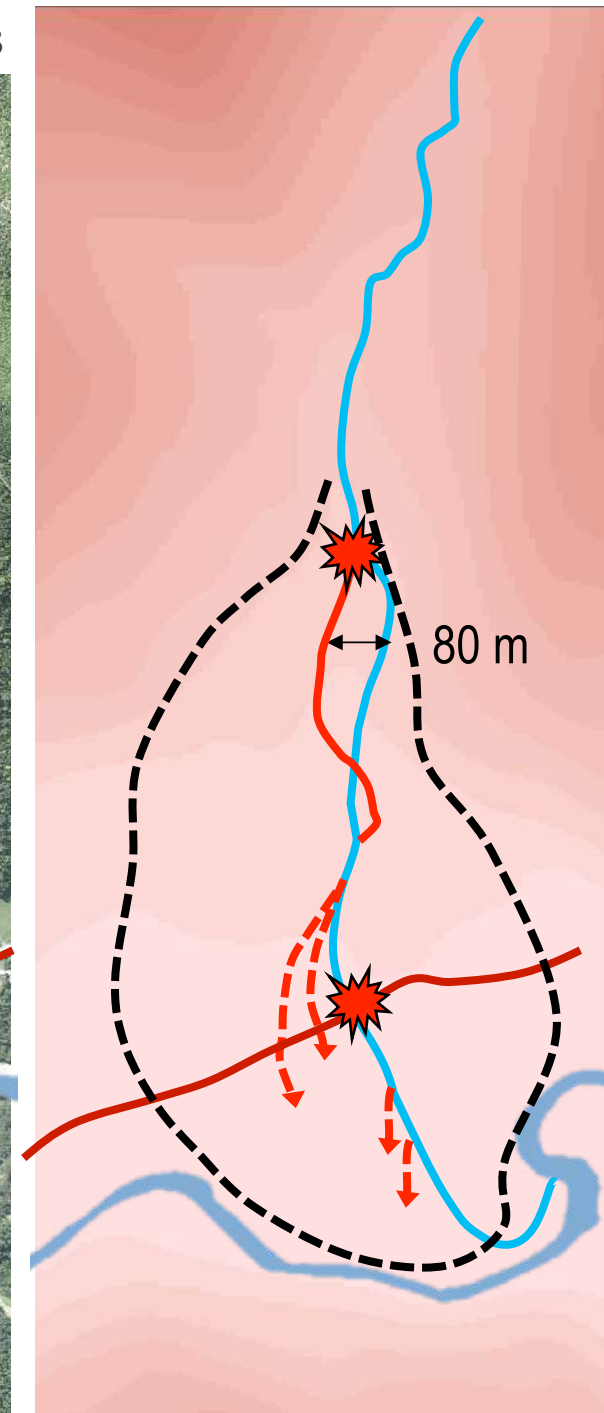
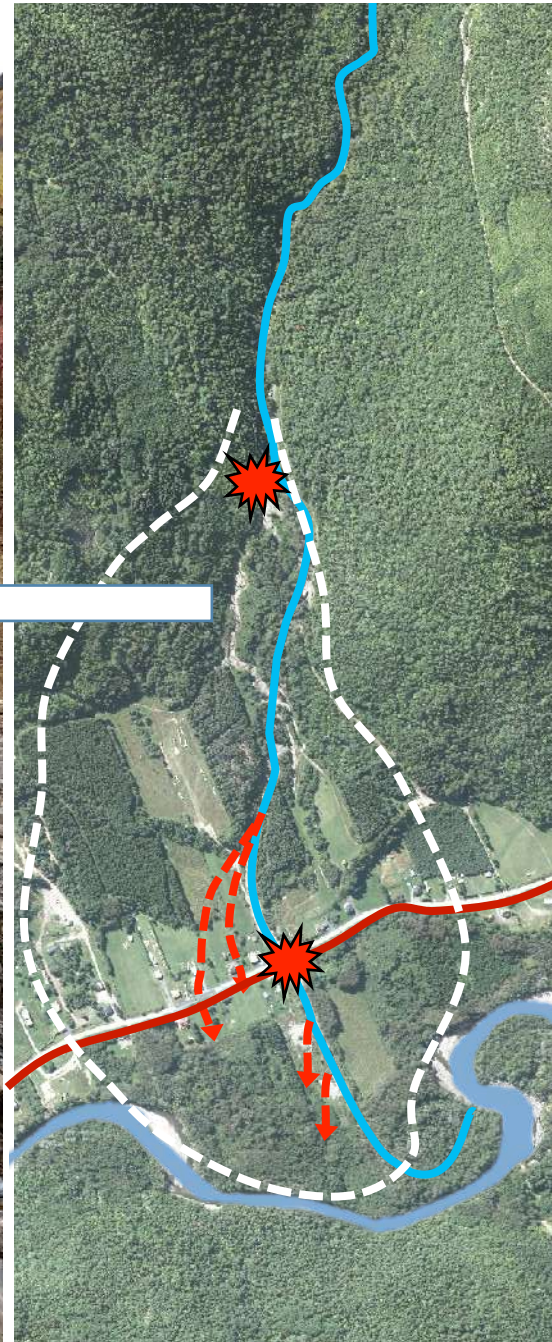
- ❑ aggradation: accumulation généralisée dans le cours d'eau
- ❑ avulsion: changement subit dans le tracé du cours d'eau



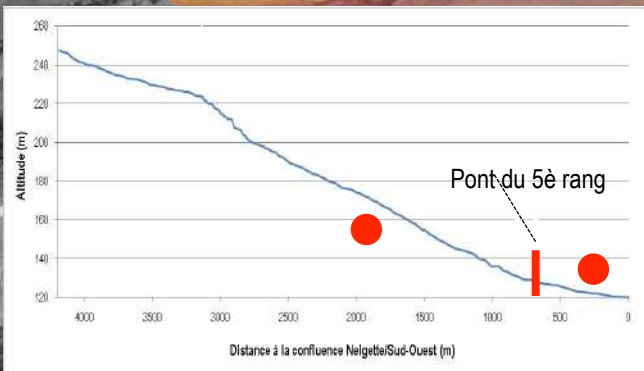
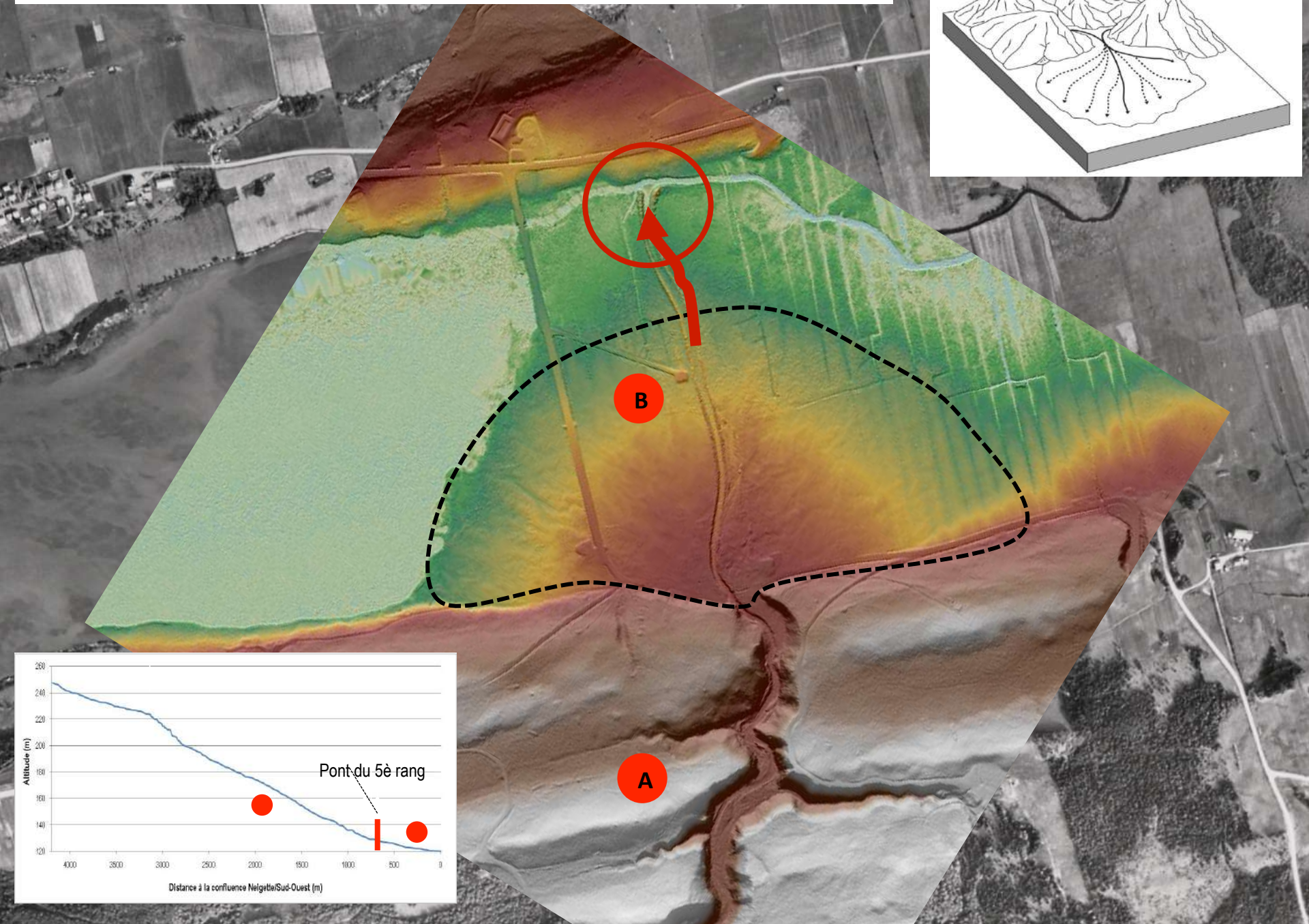
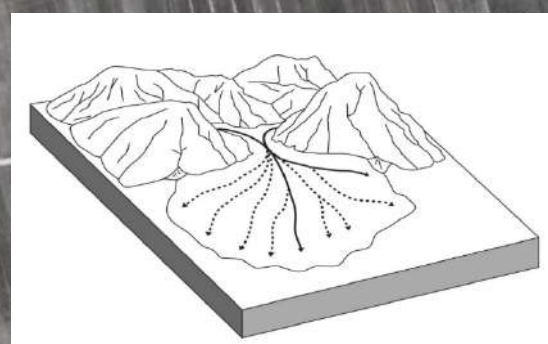
Exemple de cône alluvial dans la vallée de la rivière York



Exemple de cône alluvial dans la vallée de la rivière Mont-Louis

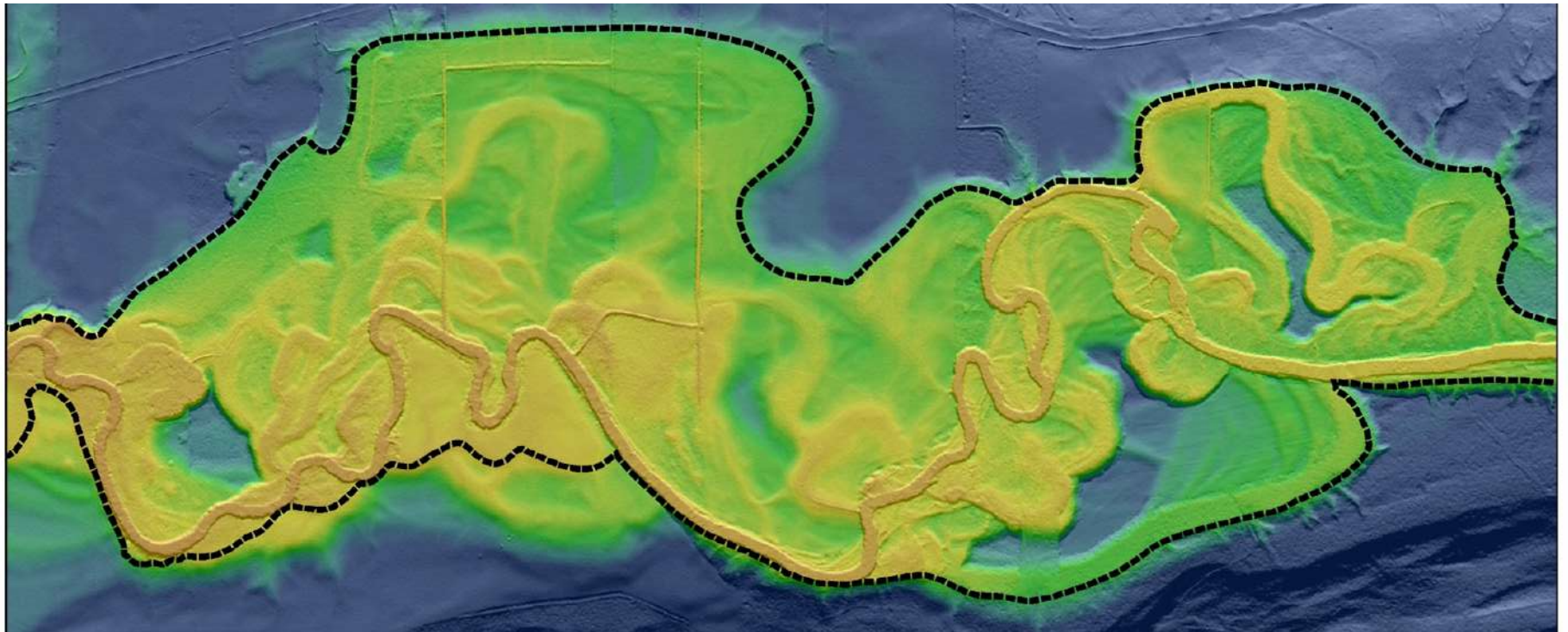


Exemple de cône alluvial dans la vallée de la rivière Sud-Ouest



L'évolution des plaines alluviales :

- ☐ Mobilité latérale (migration du chenal, avulsion)
- ☐ Incision et aggradation du lit
- ☐ Inondations (dépôts de débordement)



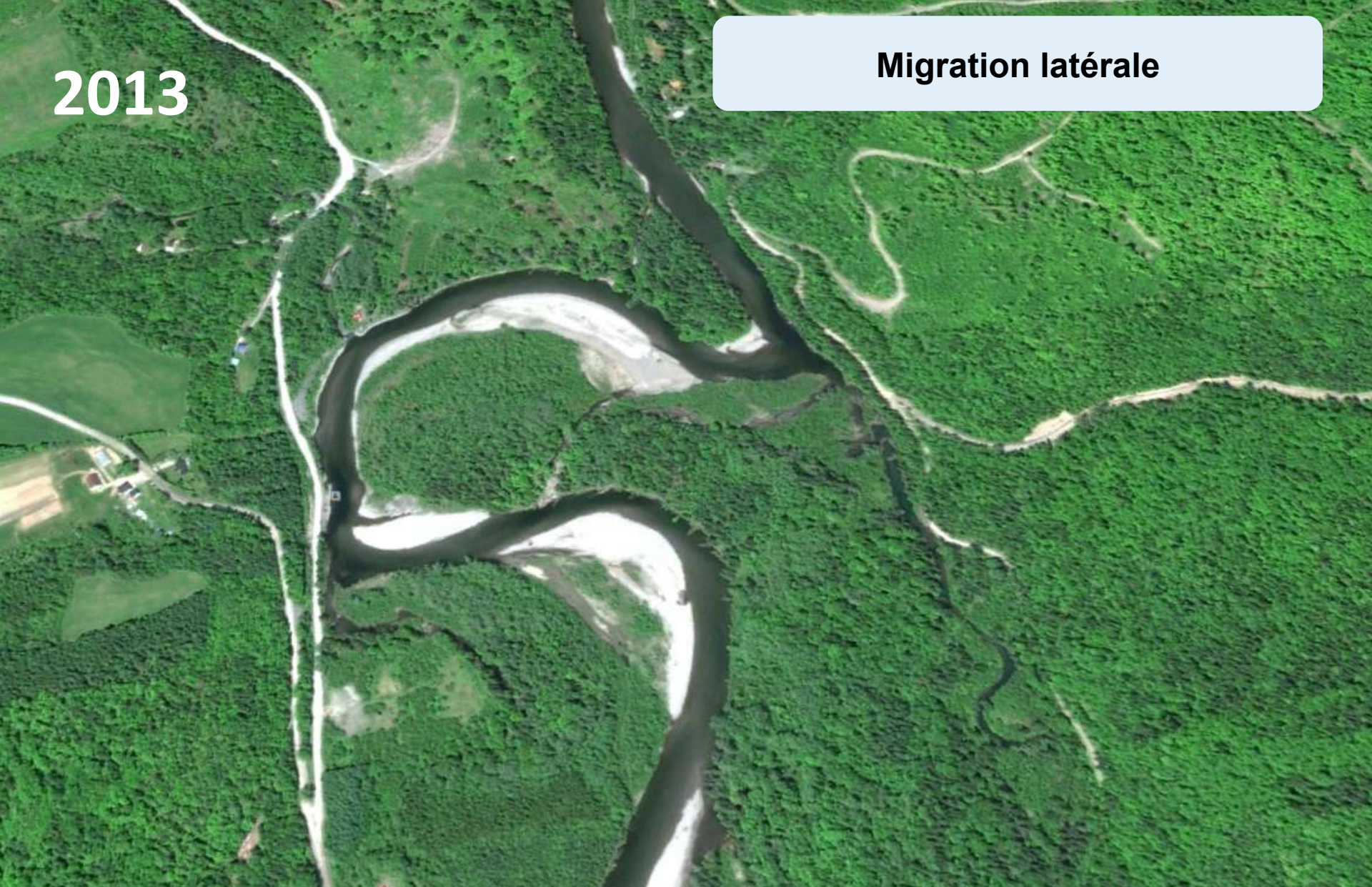
Migration latérale



rivière Dartmouth (Gaspé)

2013

Migration latérale



rivière Saint-Anne (Sainte-Anne-des-Monts)

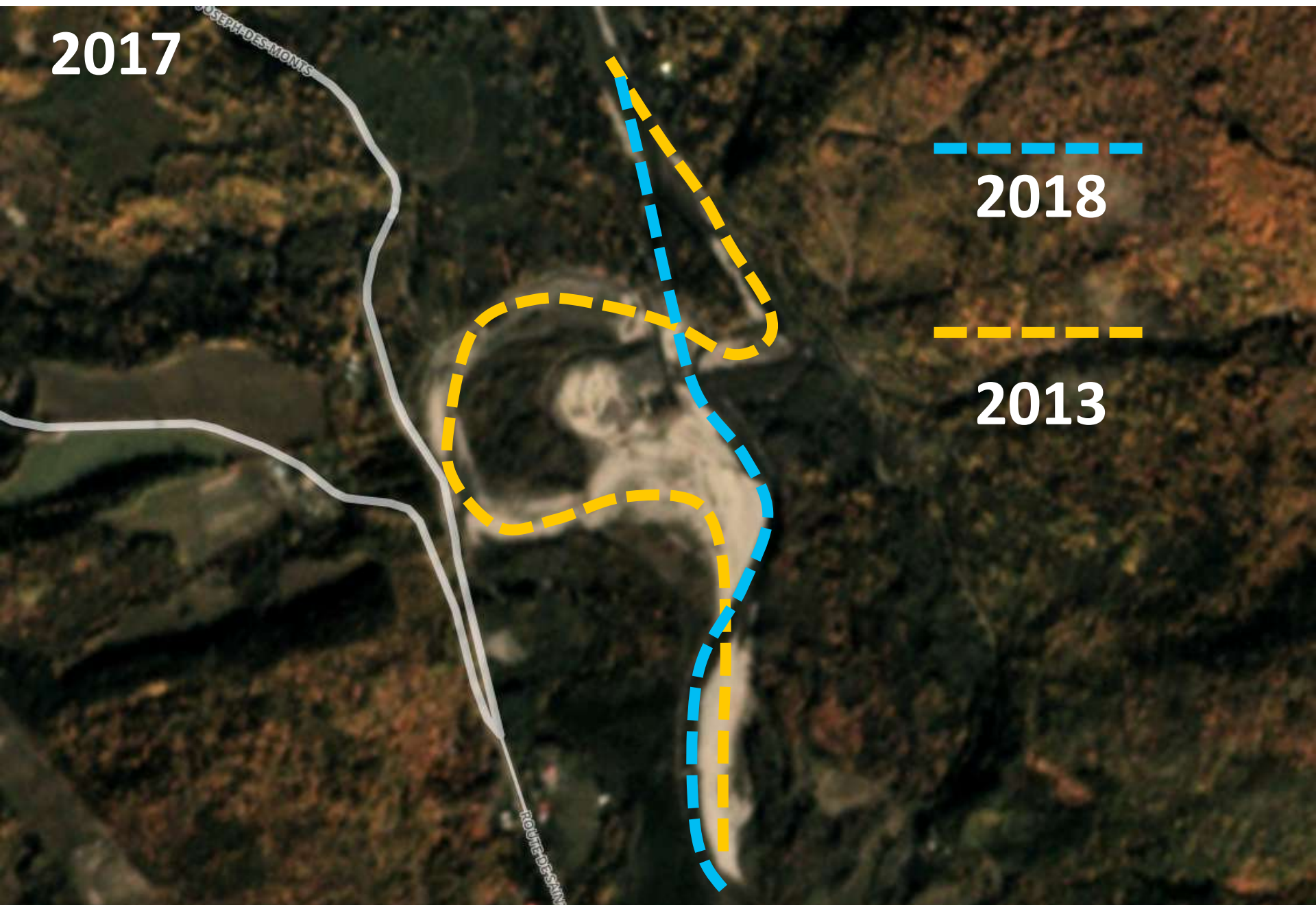
2016



2017

2018

2013

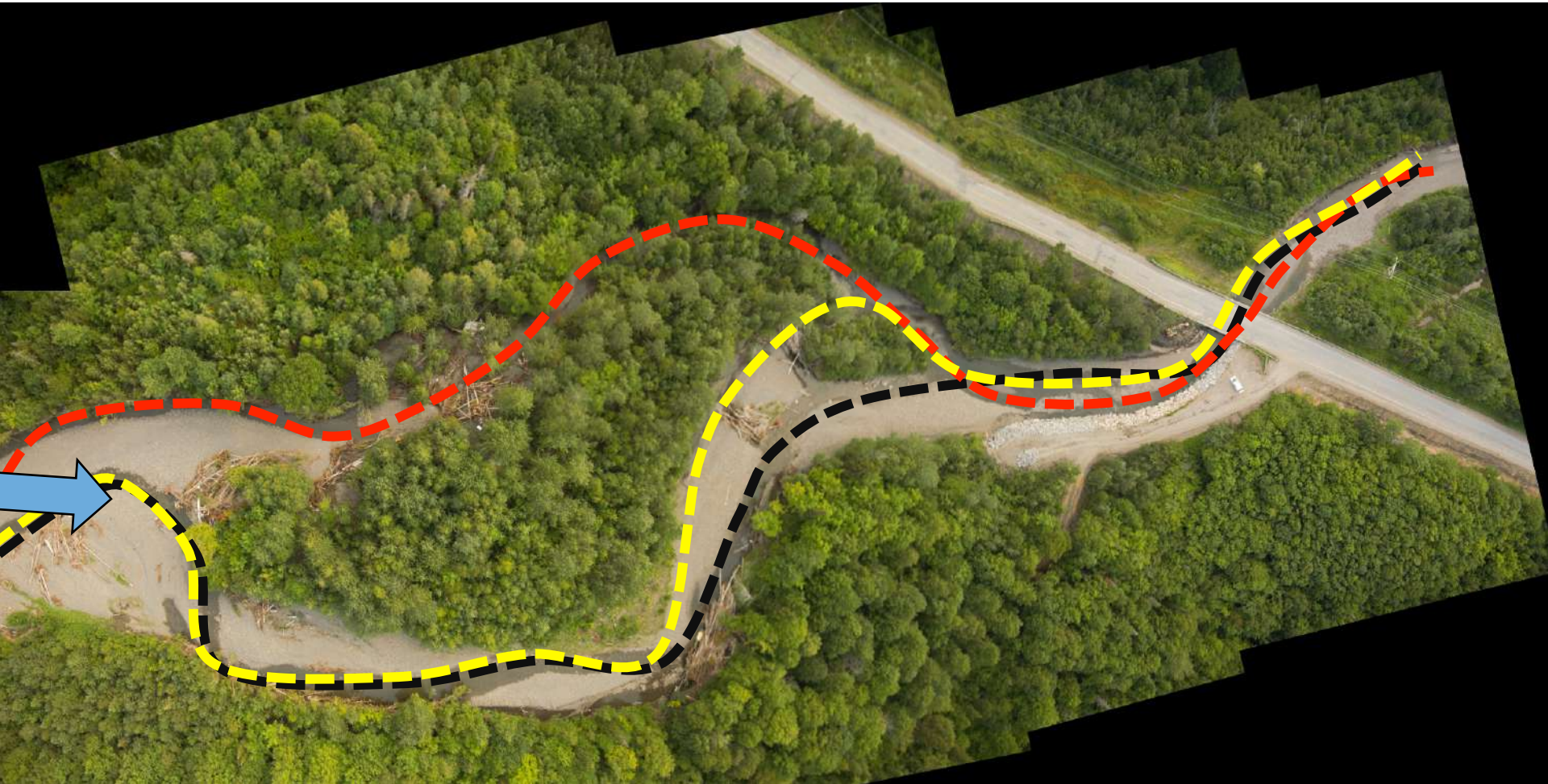


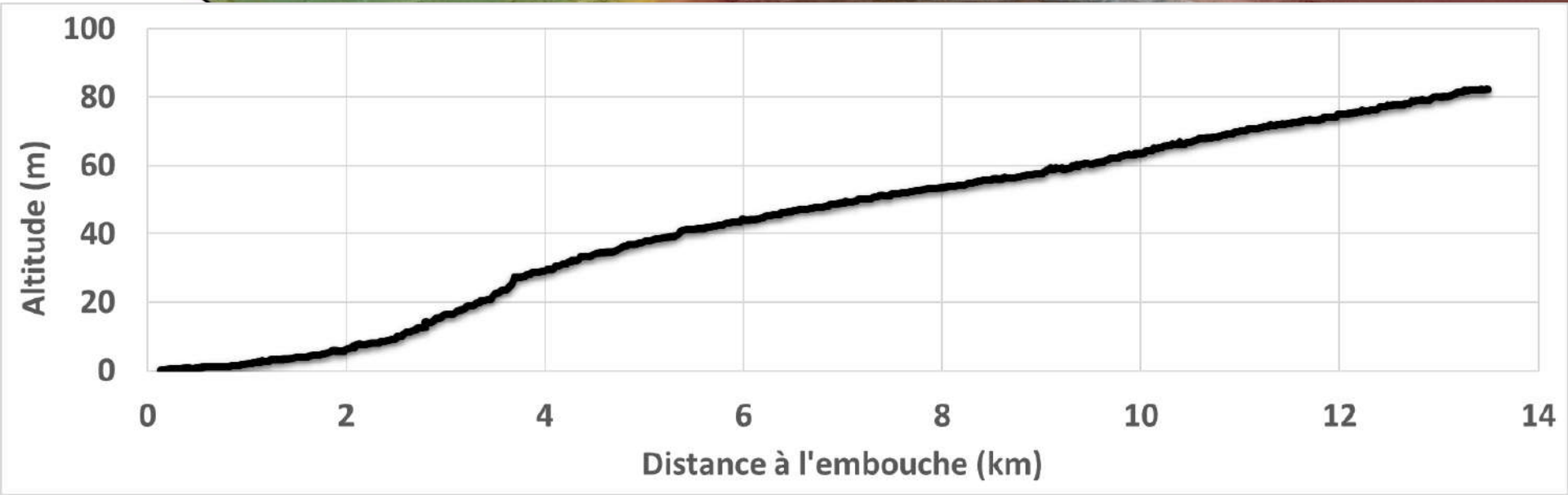
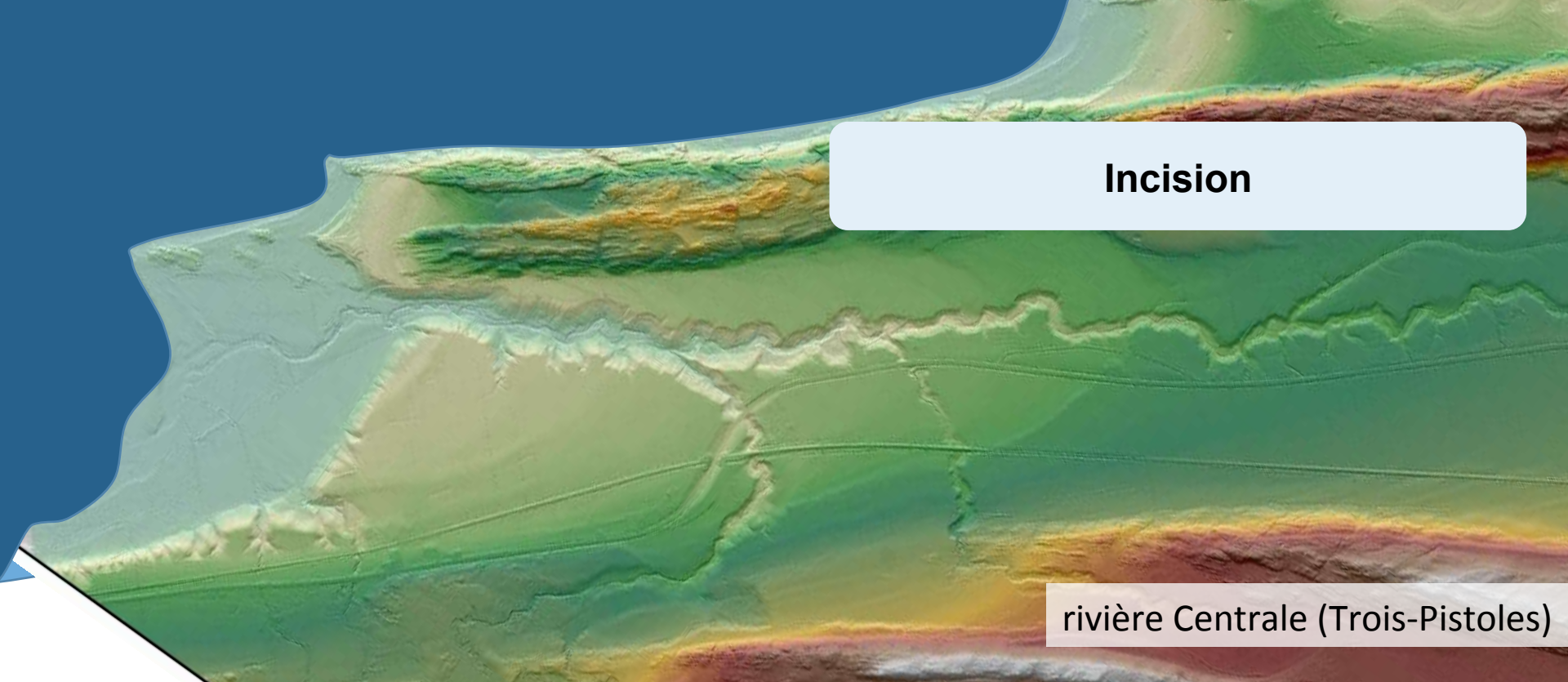
Tracé fluvial de l'Anse-Pleureuse (>50% du débit)

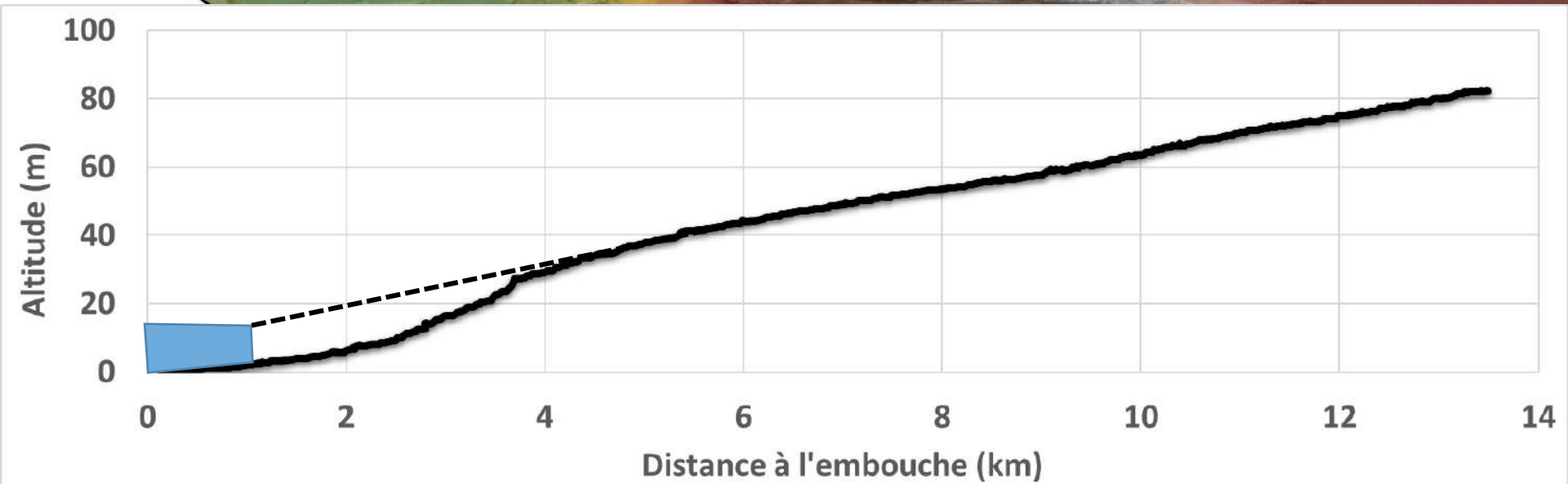
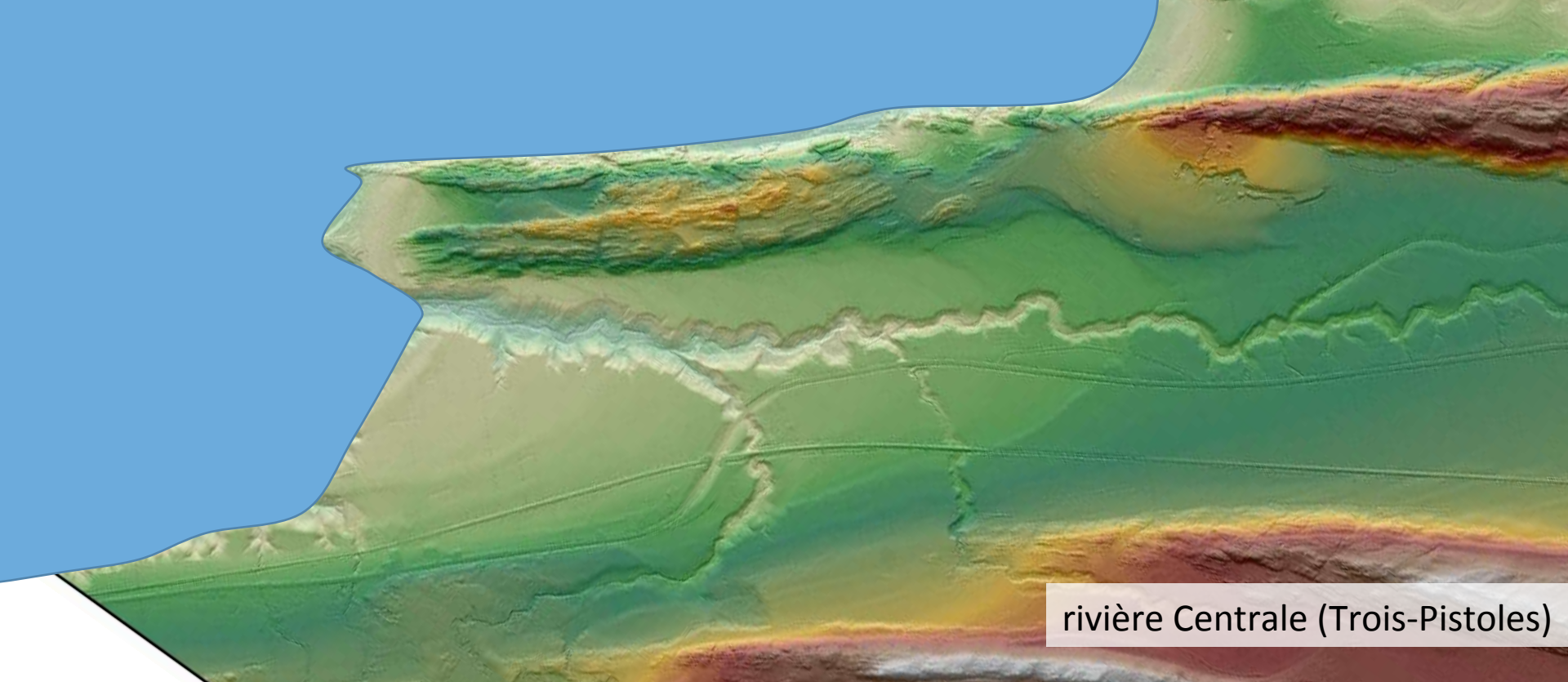
----- Juin 2009

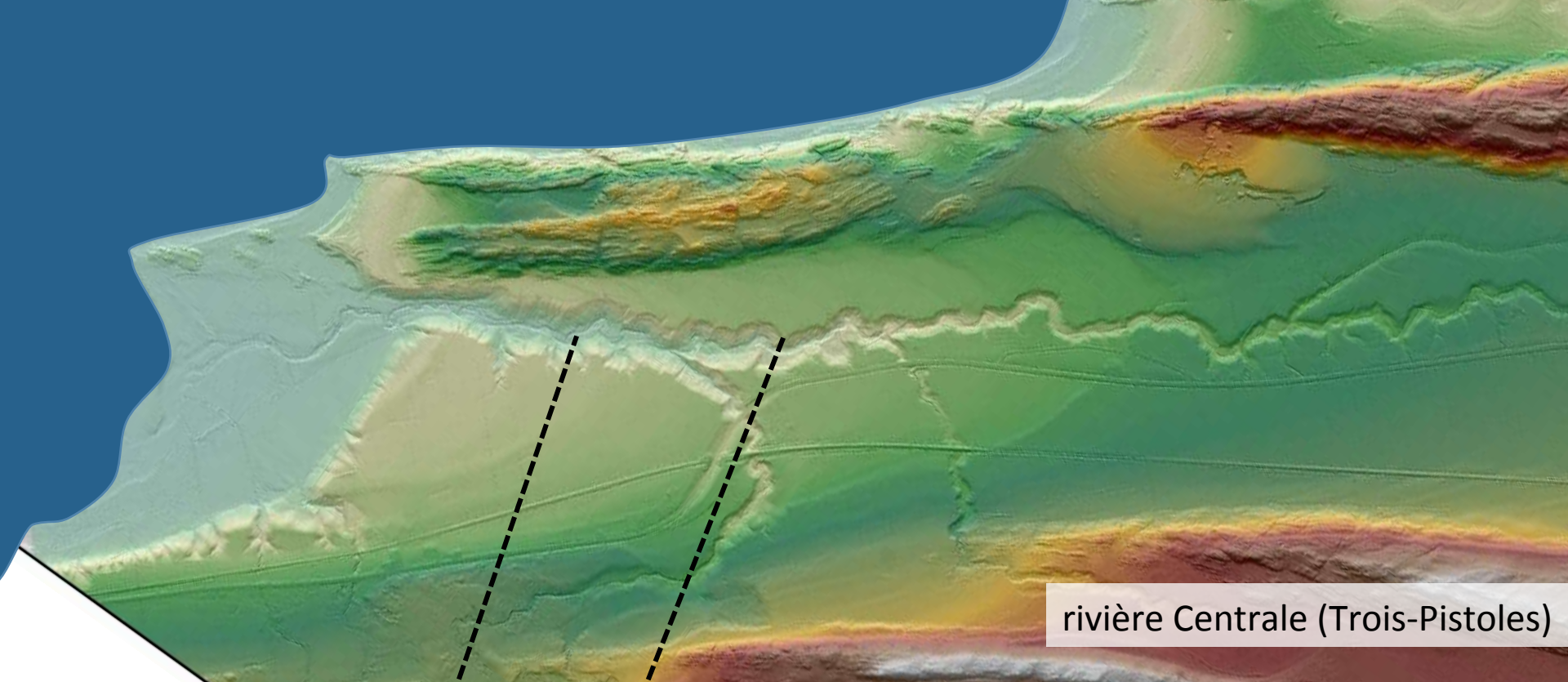
----- Juin 2014

----- Juillet 2014 (après Arthur)

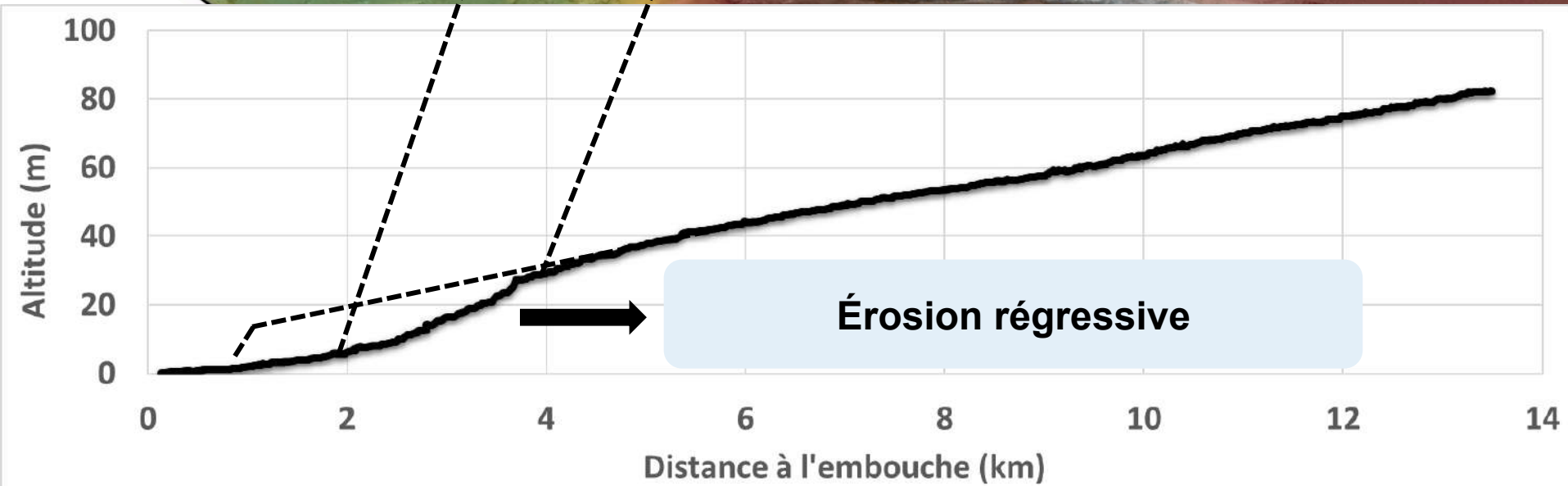








rivière Centrale (Trois-Pistoles)



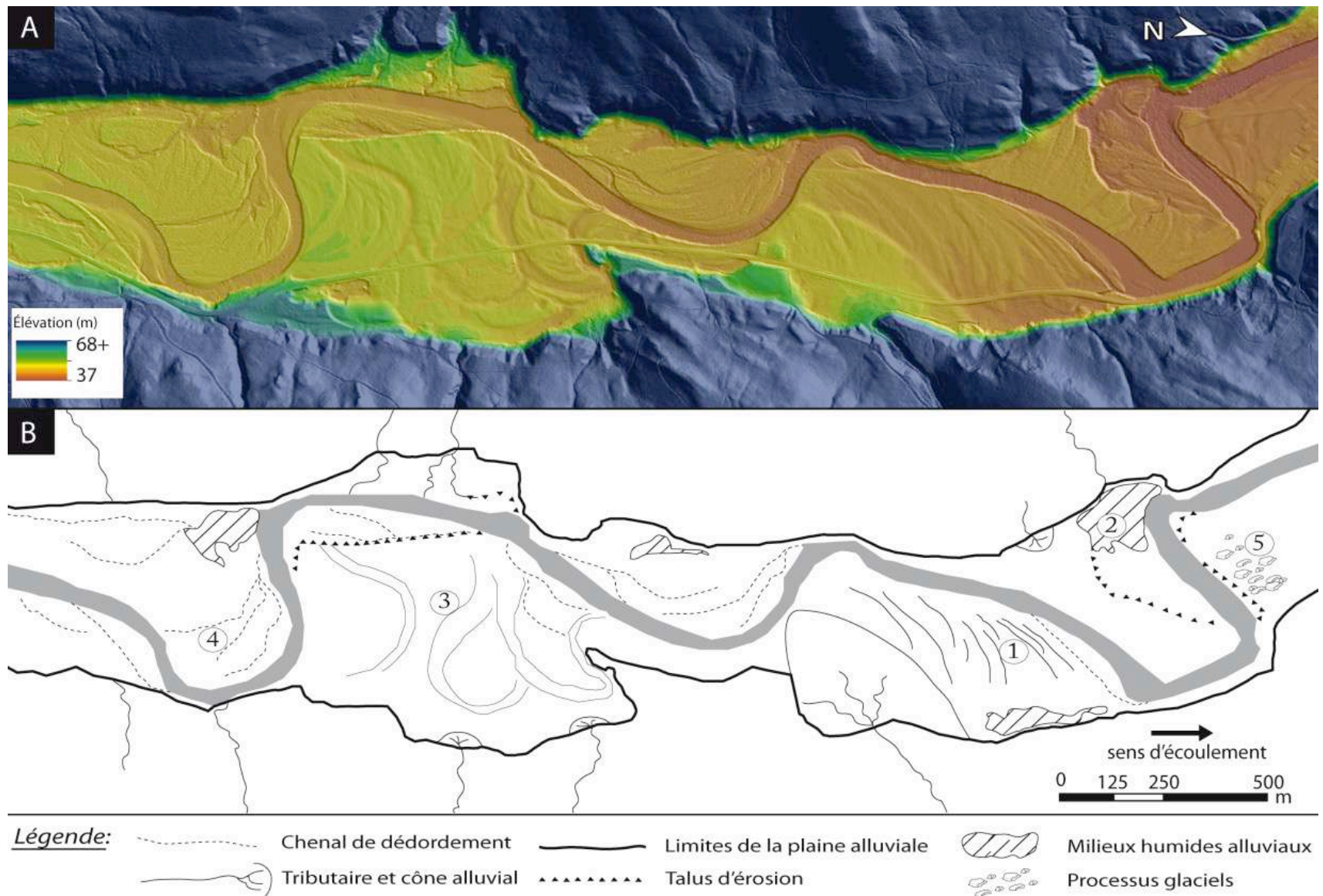


Figure 3 : La plaine alluviale de la rivière Matane : a) Modèle numérique de terrain (LiDAR aéroporté) d'un tronçon situé dans la partie aval du bassin versant; et b) Interprétation géomorphologique de ce tronçon : (1) : rides et sillons; (2) : milieux humides alluviaux; (3) : paléochenaux (méandres abandonnés); (4) : chenaux de débordements; (5) : encoche d'érosion provoquée par le passage des glaces.

2 Morphologie – Styles fluviaux.

- *Lier morphologie et processus pour mieux cerner et prédire l'évolution d'un cours d'eau : prédire l'évolution d'un cours d'eau selon son apparence*
- *D'où l'intérêt de se pencher sur le style fluvial qui révèle les processus*



Plusieurs classifications

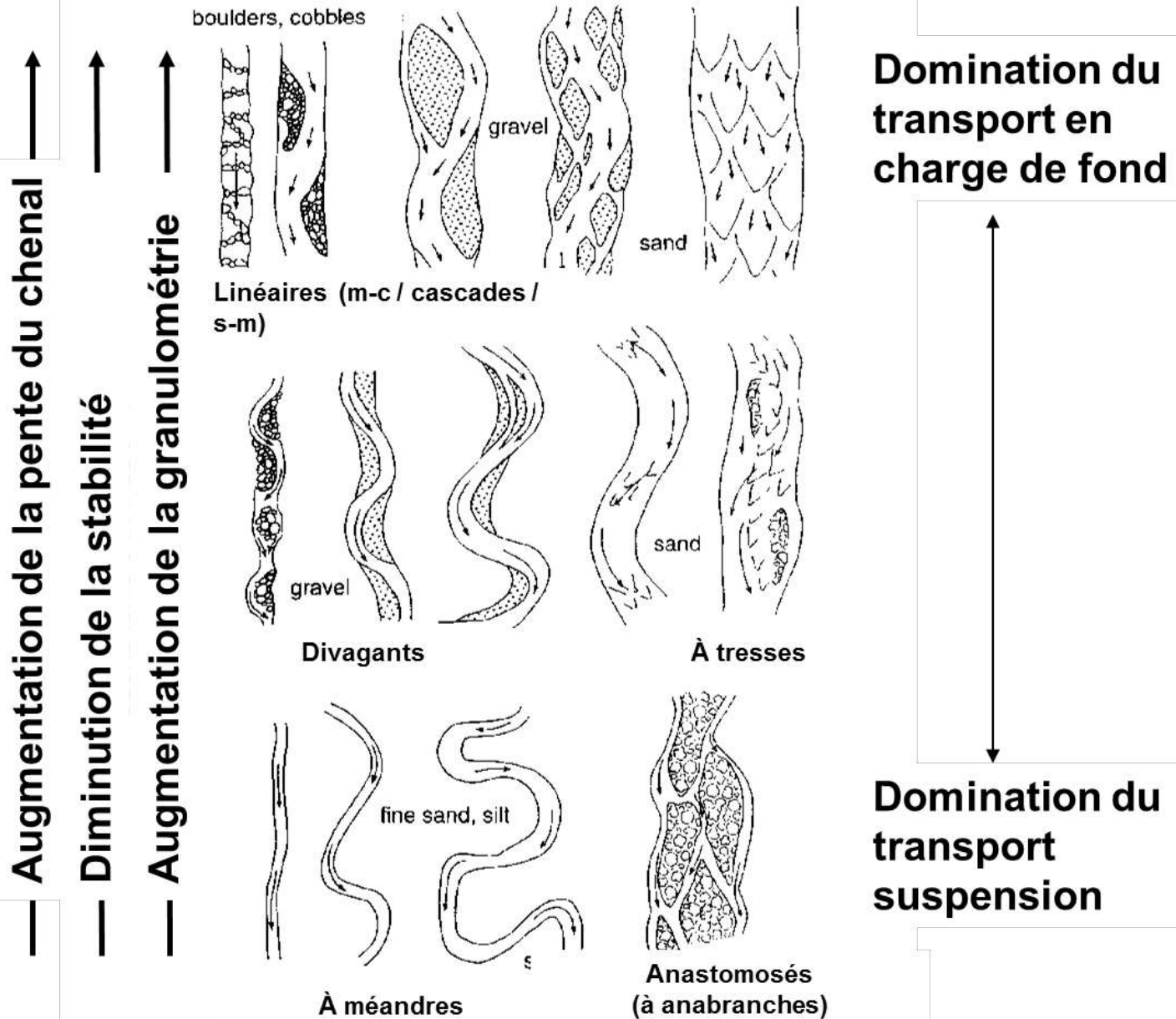
	Variables										Spatial scales (km ²)					
Leopold and Wolman (1957)			●										●	●	●	
Rust (1978)			●										●	●	●	
Lotspeich (1980)	●										●	●	●	●		
Cloots and Maire (1980)	●	●	●	●								●	●	●		
Ferguson (1981)			●			●							●	●		
Maire and Wilms (1984)		●	●	●	●		●			●				●	●	
Brussock <i>et al.</i> (1985)	●										●					
Frissel <i>et al.</i> (1986)	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Hugues <i>et al.</i> (1993)	●										●					
Cupp (1989a,b)		●	●										●	●	●	
Agence de l'Eau Rhin-Meuse <i>et al.</i> (1991)	●			●	●								●	●	●	
Otto (1991)		●	●		●		●						●	●	●	
Nanson and Croke (1992)		●	●	●	●	●	●	●		●			●	●		
Corbonnois and Zumstein (1994)	●	●			●								●	●		
Downs (1994, 1995)	●				●					●			●	●	●	
Rosgen (1994, 1996)		●	●	●	●		●							●	●	●
Petit (1995)			●			●				●			●	●		
Nanson and Knighton (1996)	●	●	●	●	●	●	●	●		●			●	●		
Bethemont <i>et al.</i> (1996)	●	●	●	●	●				●		●	●	●	●	●	●
Bernot <i>et al.</i> (1996)	●			●	●	●	●						●	●		
AQUASCOP (1997)	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●			

●: Variable partially taken into account

Kondolf et al. (2003)

Figure 7.3 Variables and spatial scales taken into account for 21 geomorphic channel classification schemes

- Diminution de la stabilité du chenal →
- Augmentation de l'apport sédimentaire →



Robert (2003)

Type de chenal

Forme du chenal

Schumm (1981)

Faible

Ratio largeur / profondeur

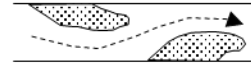
Élevé



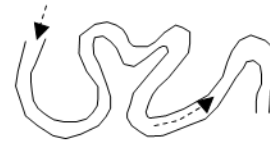
1



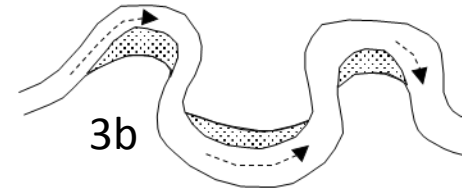
2



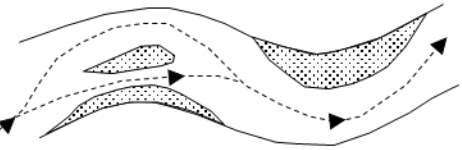
3a



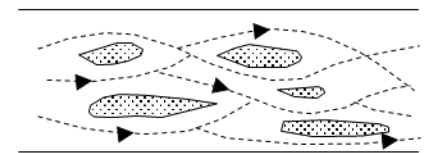
3b



4



5



1- linéaire

2- sinueux

3a – méandres stables

3b – méandres dynamiques

4- divagant

5- à tresses

ÉLEVÉE



Stabilité relative



FAIBLE

Légende



Berge



Sens d'écoulement



Banc d'accumulation

Faible (3% >)

Ratio charge de fonds / charge totale

Élevé (> 11%)

Petite



Taille granulométrique

Grande

Faible



Puissance du courant

Élevé

Linéaire S/M

Migration latérale

Érosion mouille /
accumulation
seuil



**Méandres
stables**

Débordements sur
la plaine alluviale

Divagante

Migration latérale
avec bancs
centraux

Avulsions



**Méandres
dynamiques**

Migration latérale
avec bancs de
convexité

Recoupements de
méandres

En tresse

Chenaux
multiples avec
bancs centraux

Migration du
chenal actif



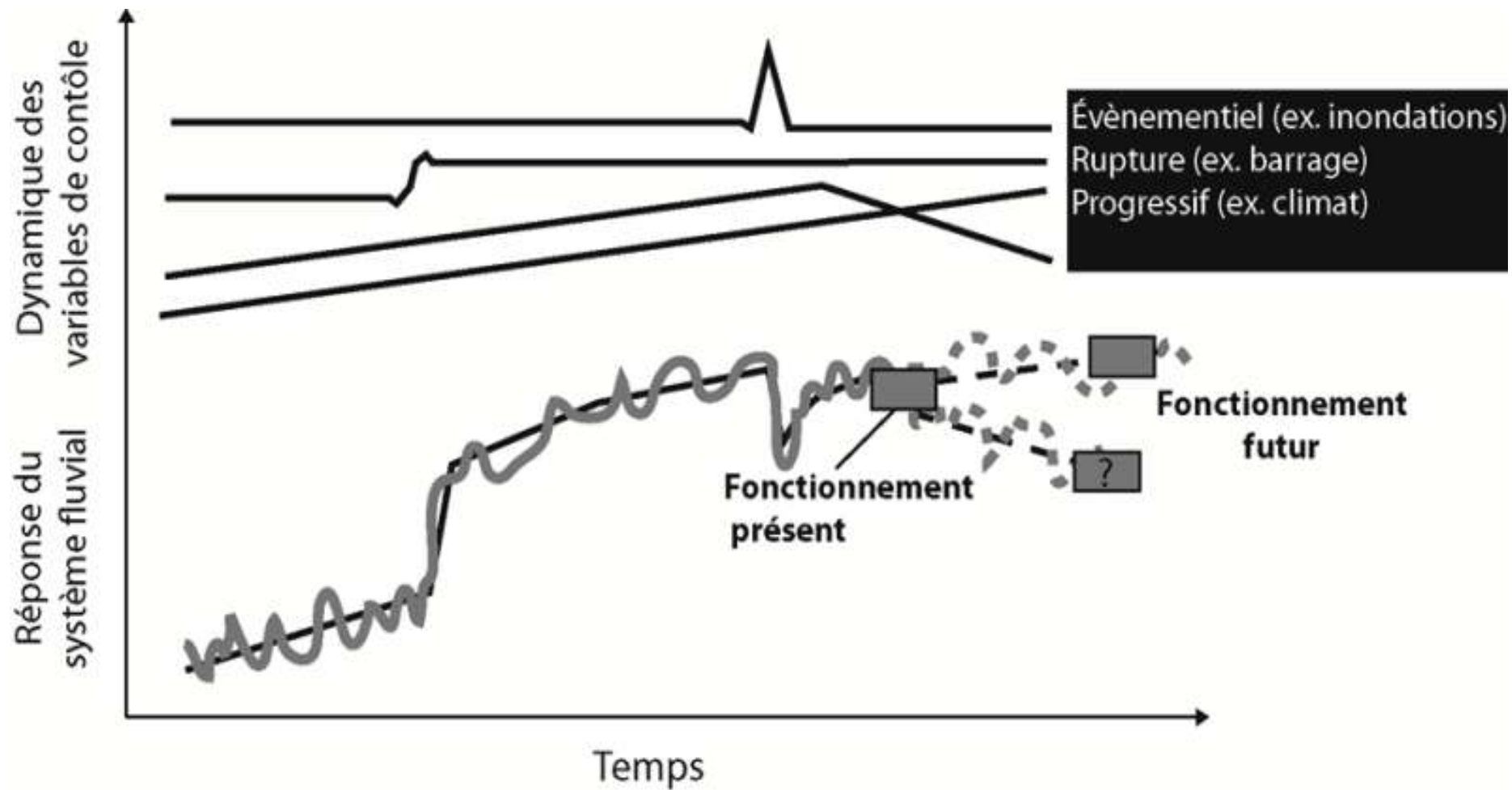
Anastomosé

Débordements
sur la plaine
alluviale

Avulsion

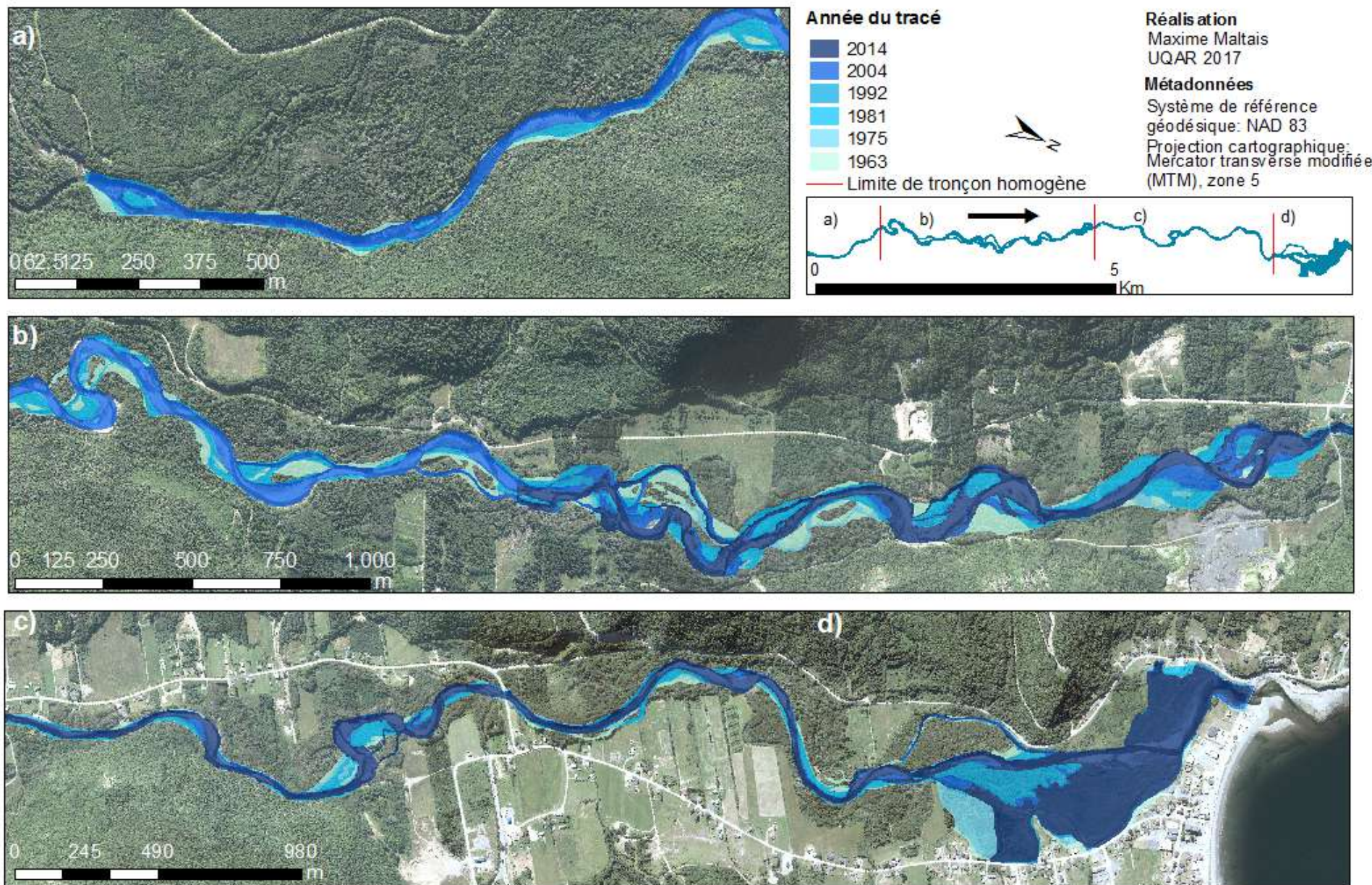
3 Trajectoire – Gestion.

- *Le style fluvial est une photographie.*
- *Il est possible que cours d'eau soit en ajustement et que le style soit le reflet d'une période de transition*
- *Pour mieux cerner où se situe le cours d'eau, la trajectoire permet*
 - *observer l'évolution passée des caractéristiques du cours d'eau*
 - *déterminer les variables clefs qui jouent sur son évolution*
 - *évaluer sa sensibilité et sa résilience*
 - *anticiper son évolution*

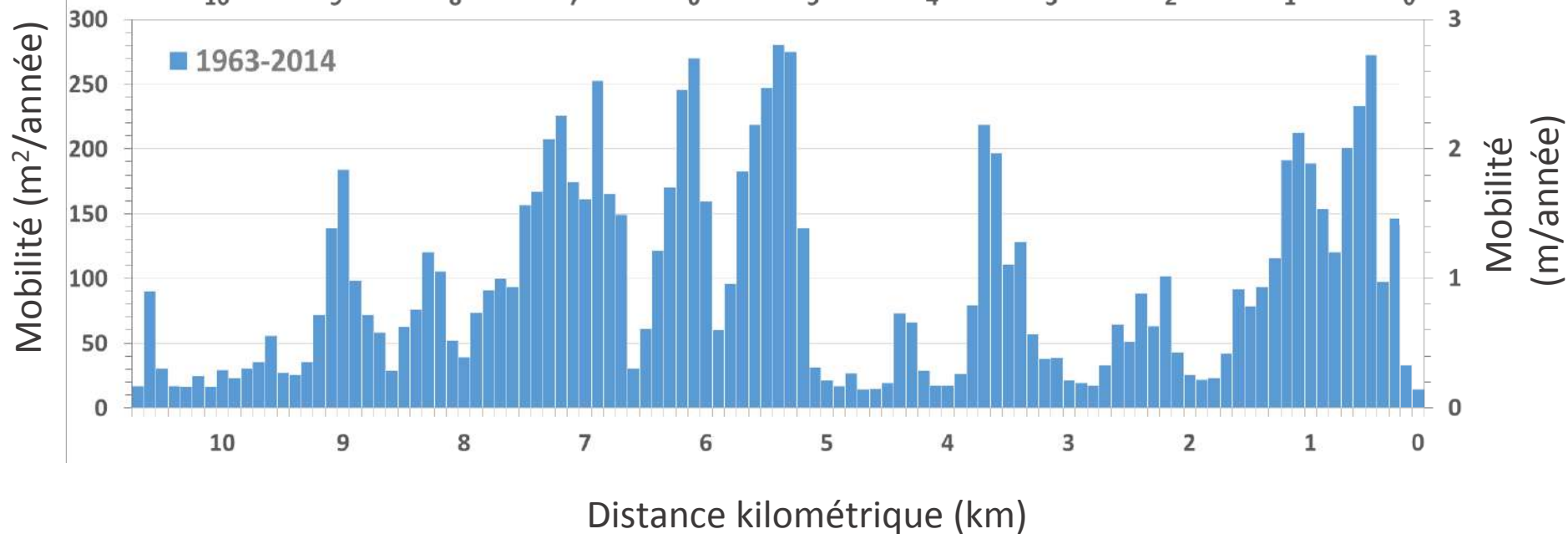
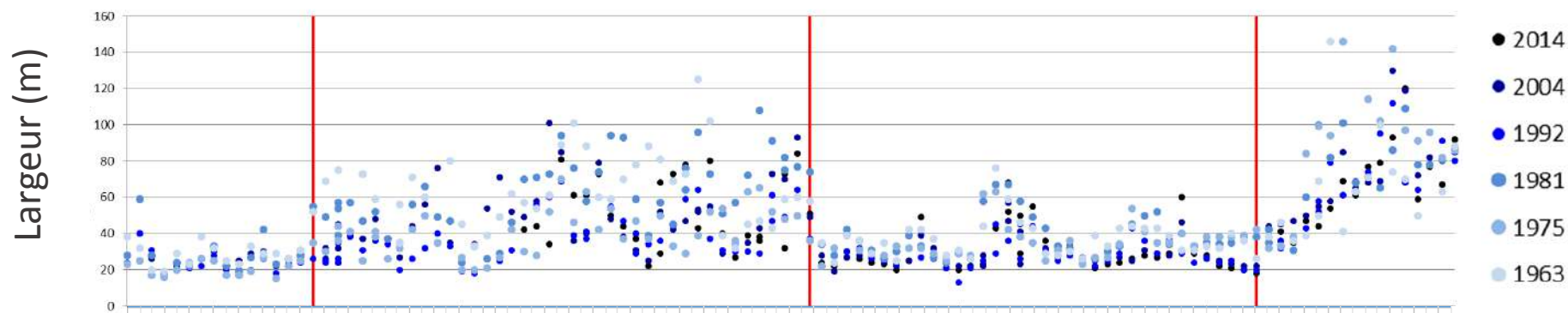
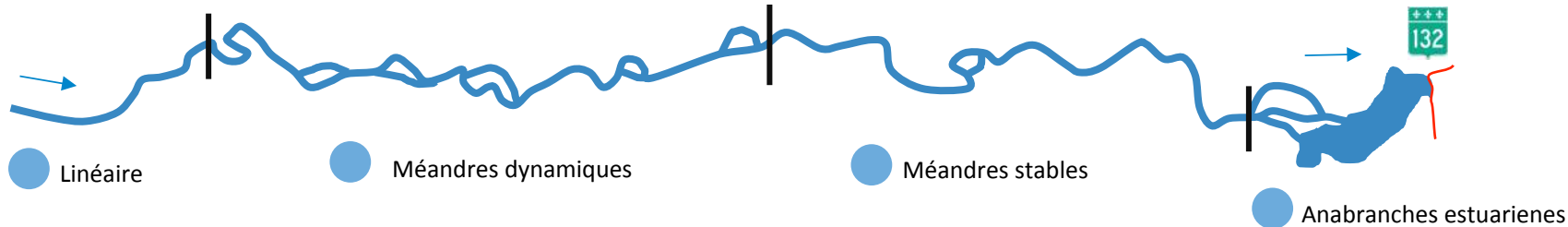


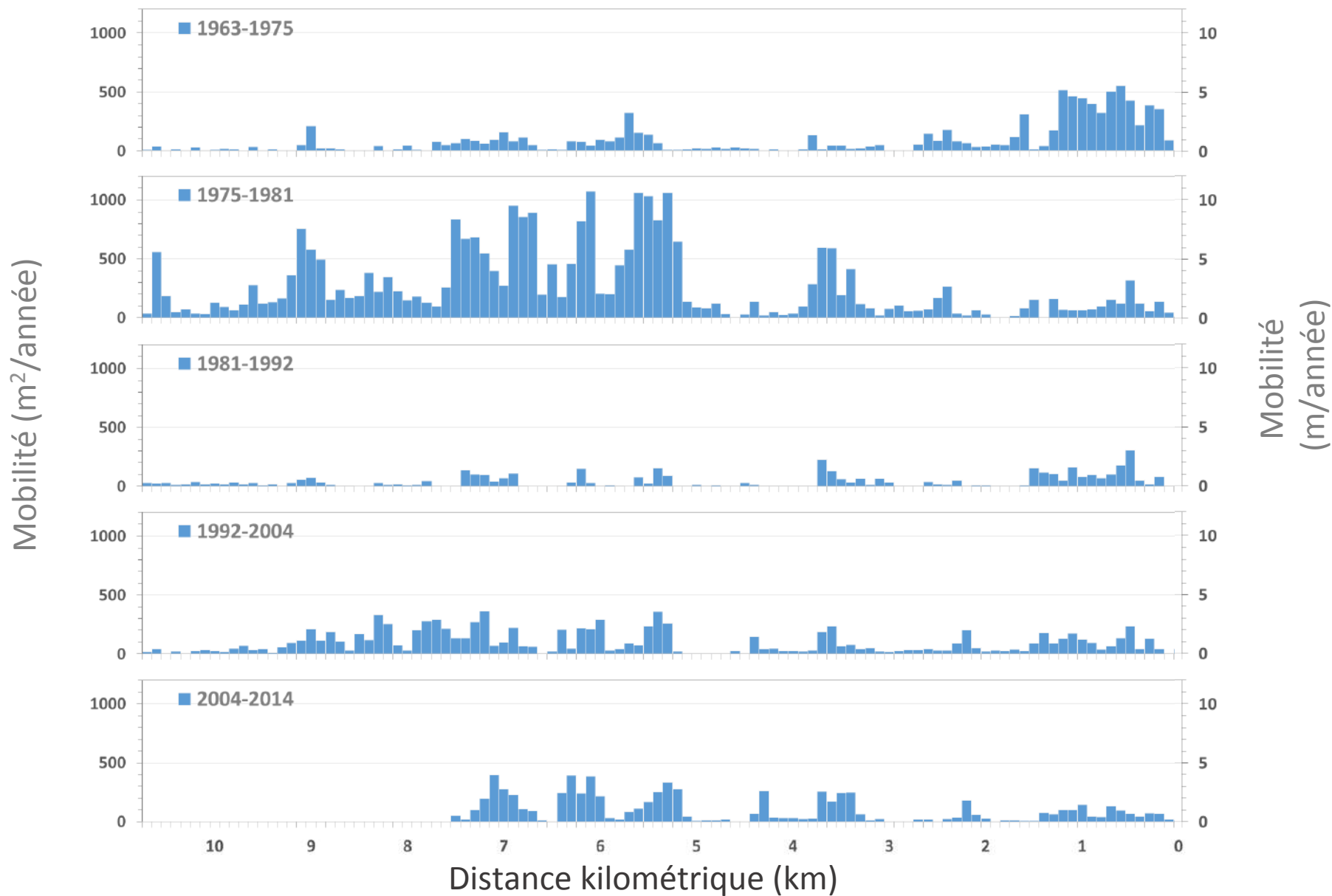
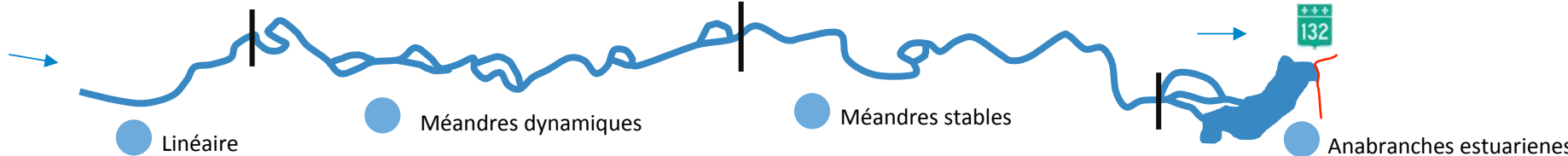
Tracés fluviaux de la rivière Mont-Louis

Maltais (2018)



Rivière Mont-Louis





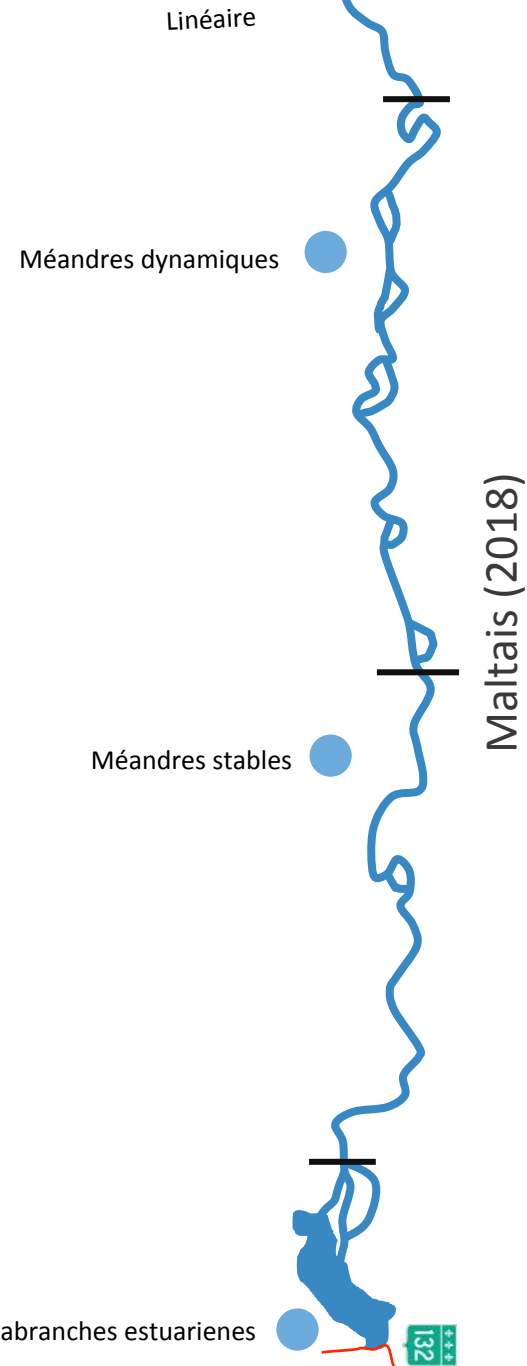
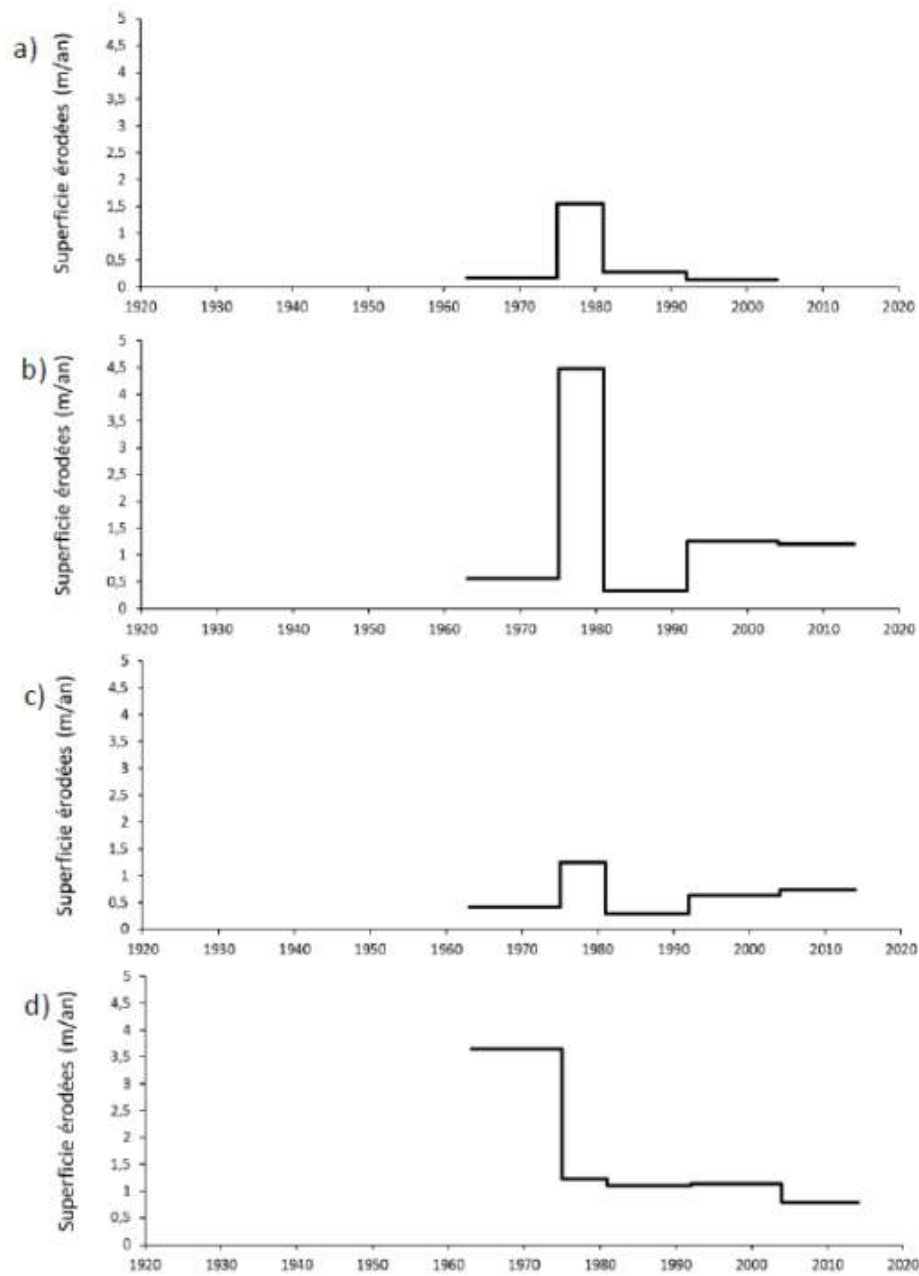
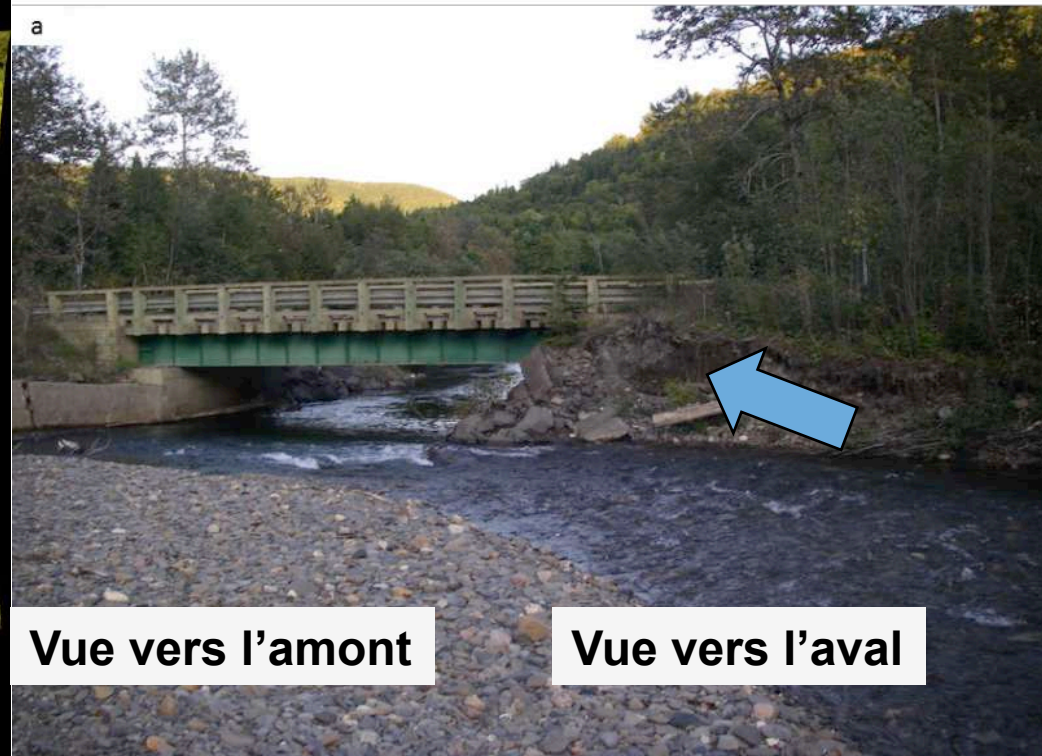


Figure 45. Taux d'érosion par tronçon homogène, a) linéaire, b) divagant, c) à méandres, d) estuaire

Anabranches estuariennes

Rivière Marsoui



Vue vers l'amont

Vue vers l'aval

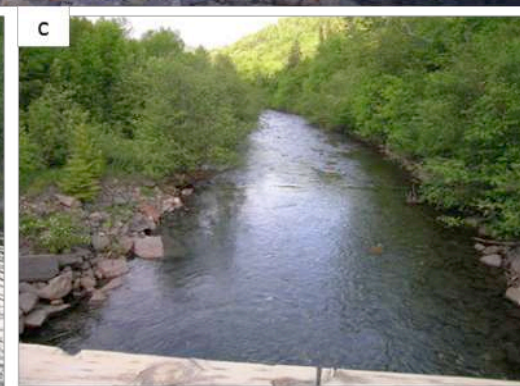
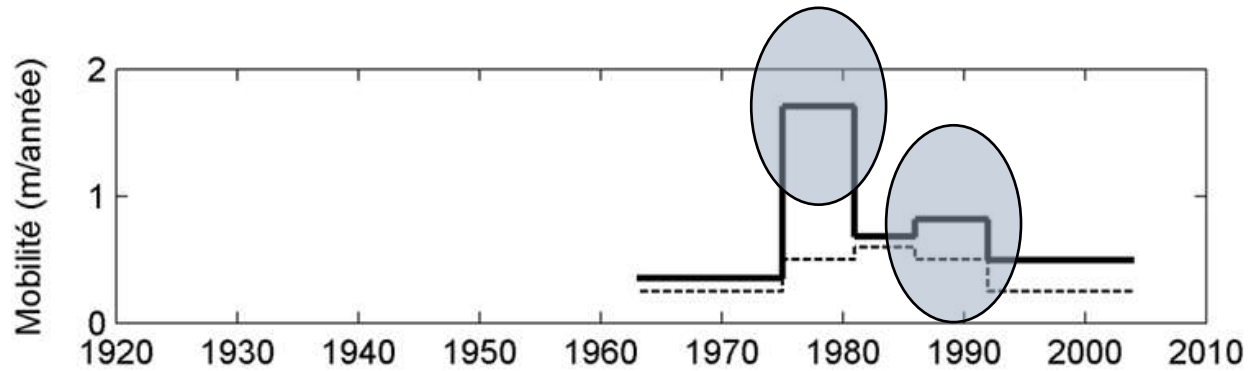
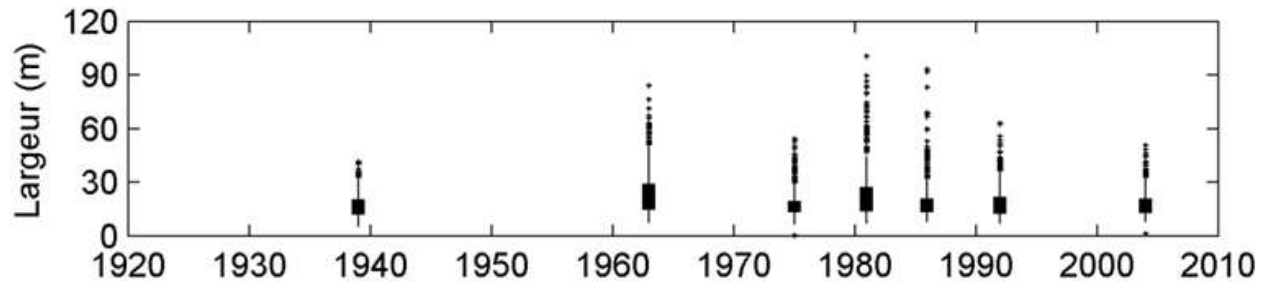
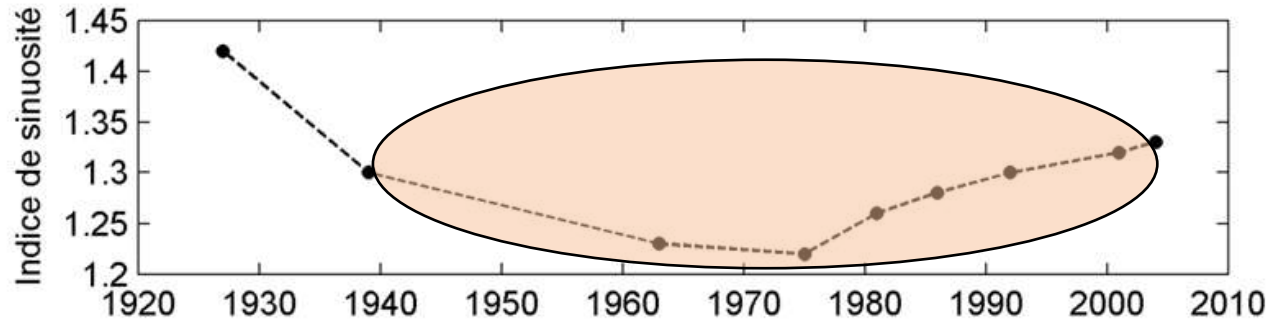
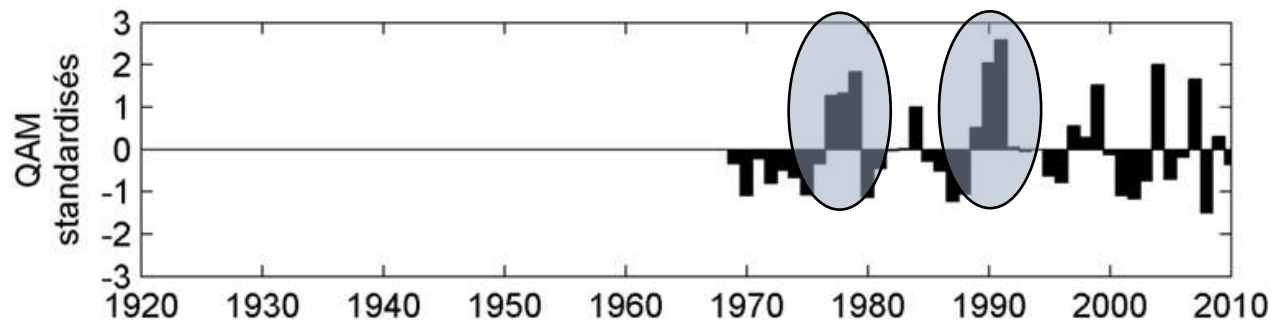
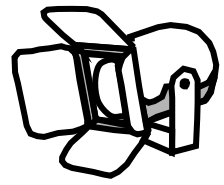


Figure 1. a- Vue de la traverse P-10065 et de l'érosion des matériaux de la berge droite du cours d'eau en 2008 (photo de Serge Rhéaume, MTQ Rimouski); b- vue en amont et c- vue en aval à partir de la traverse du cours d'eau.





1 Processus → 3 composantes

❑ connaissance des processus : *expliquer les formes*

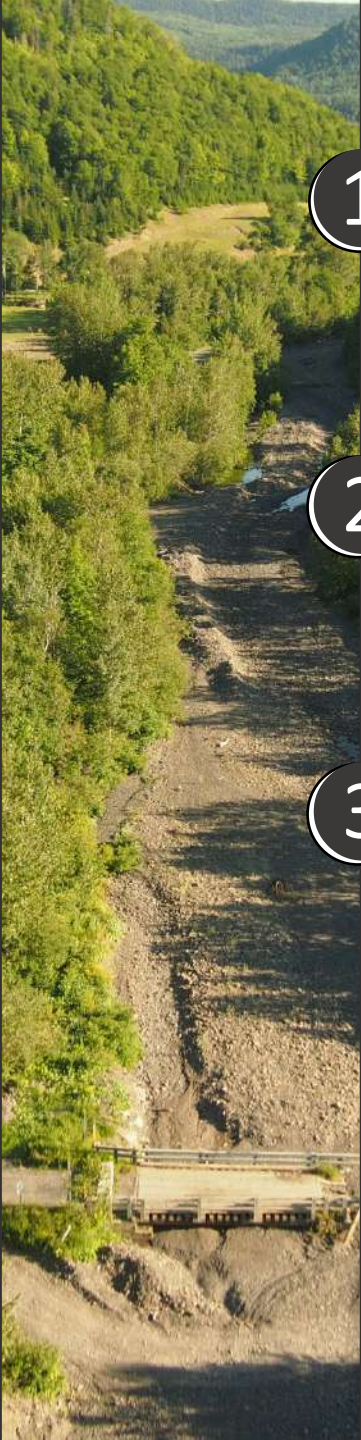
2 Morphologie → Styles fluviaux

❑ reconnaissance des styles fluviaux: *inférer les processus, la sensibilité et la résilience du cours d'eau*

3 Trajectoire → Gestion

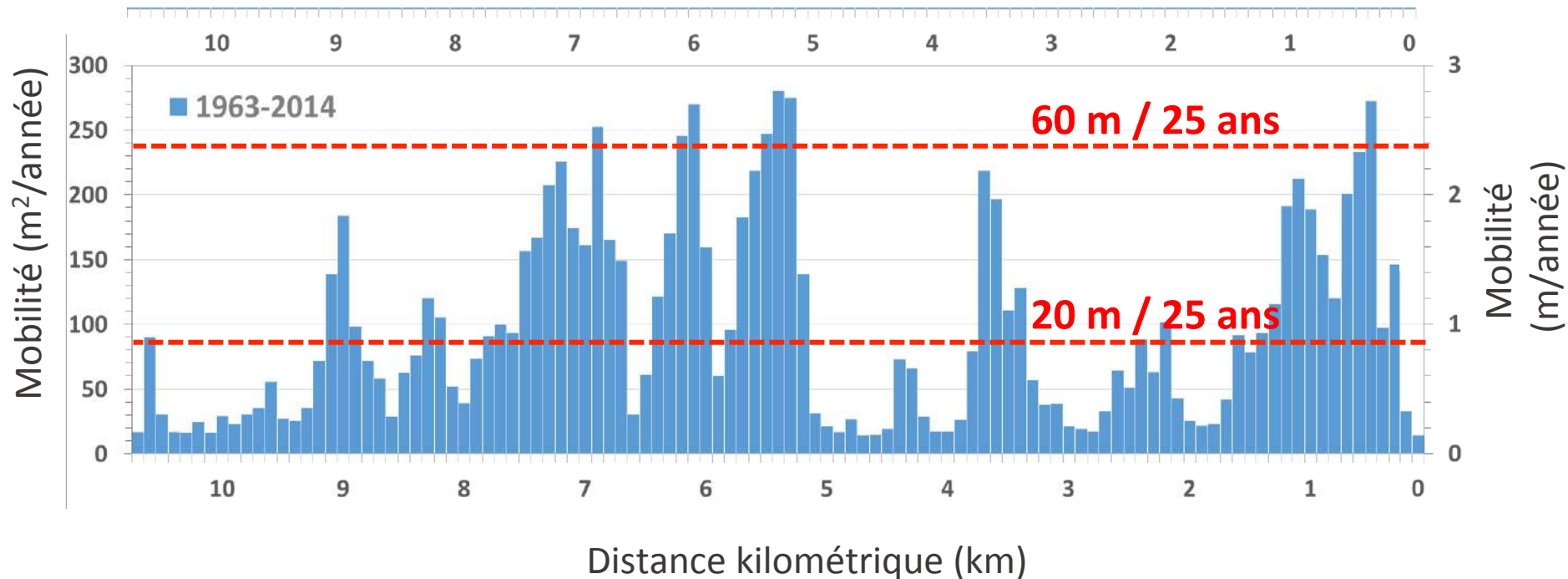
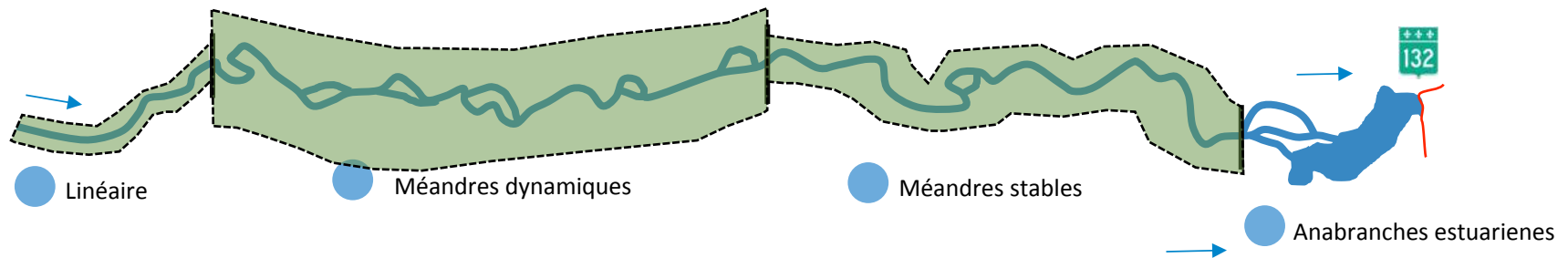
❑ quantification de la trajectoire morphologique : *évaluer la sensibilité des tronçons et identifier les facteurs de contrôle*

❑ anticiper l'évolution des cours d'eau : *orienter les choix et les objectifs de gestion/aménagement des cours d'eau*



- Anticipation des ajustements morphologiques
- Modulation des largeurs de bandes riveraines
- Choix des aménagements (traverses, routes) : position, conception

Rivière Mont-Louis



Cours d'eau	Trajectoire			Profil en long	Cartographie HGM		Segmentation	Diagnostic
	Rivière	Plaine	AEC		Plaine	Cône		
Cap-Chat								
Sainte-Anne								
Petite Sainte-Anne								
La Martre								
Marsoui								
À Claude								
Mont-St-Pierre								
Mont-Louis								
Anse-Pleureuse								
Madeleine								
Grande-Vallée								
Rivière-au-Renard								
Anse-au-Griffon								
Darmouth								
York								
Saint-Jean								



UEA



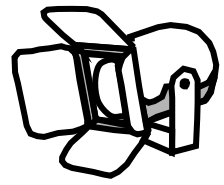
IQM

Remerciements

**Sylvio Demers, Maxime Boivin, Maxime
Maltais, Simon Massé, Taylor Olsen et
Pascale Biron**

Financements :





1 Processus → 3 composantes

❑ connaissance des processus : *expliquer les formes*

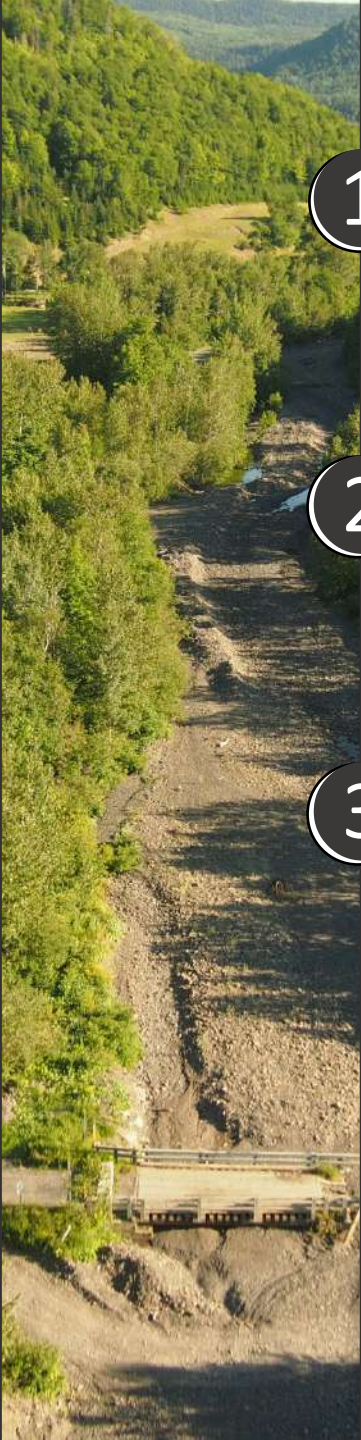
2 Morphologie → Styles fluviaux

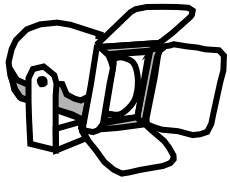
❑ reconnaissance des styles fluviaux: *inférer les processus, la sensibilité et la résilience du cours d'eau*

3 Trajectoire → Gestion

❑ quantification de la trajectoire morphologique : *évaluer la sensibilité des tronçons et identifier les facteurs de contrôle*

❑ anticiper l'évolution des cours d'eau : *orienter les choix et les objectifs de gestion/aménagement des cours d'eau*





Hydrogéomorphologie

Approche HGM pour l'analyse des dynamiques fluviales

① Reconnaissance géomorphologique

Identification du style fluvial
Cartographie HGM

Classification des styles fluviaux
Analyse de la puissance spécifique

② Trajectoire géomorphologique

Appréciation des variabilités morphométrique et sédimentaire
Évaluation des facteurs de contrôle

Quantification des variabilités morphométrique et hydrosédimentaire (taux d'érosion, bilans sédimentaires, ...)

③ Anticipation géomorphologique

Scénarios d'ajustements probables en lien avec l'évolution/changements des facteurs de contrôle

Modélisation hydrodynamique intégrant l'évolution/changement des facteurs de contrôle

Gestion des risques, des habitats et des services écosystémiques des cours d'eau