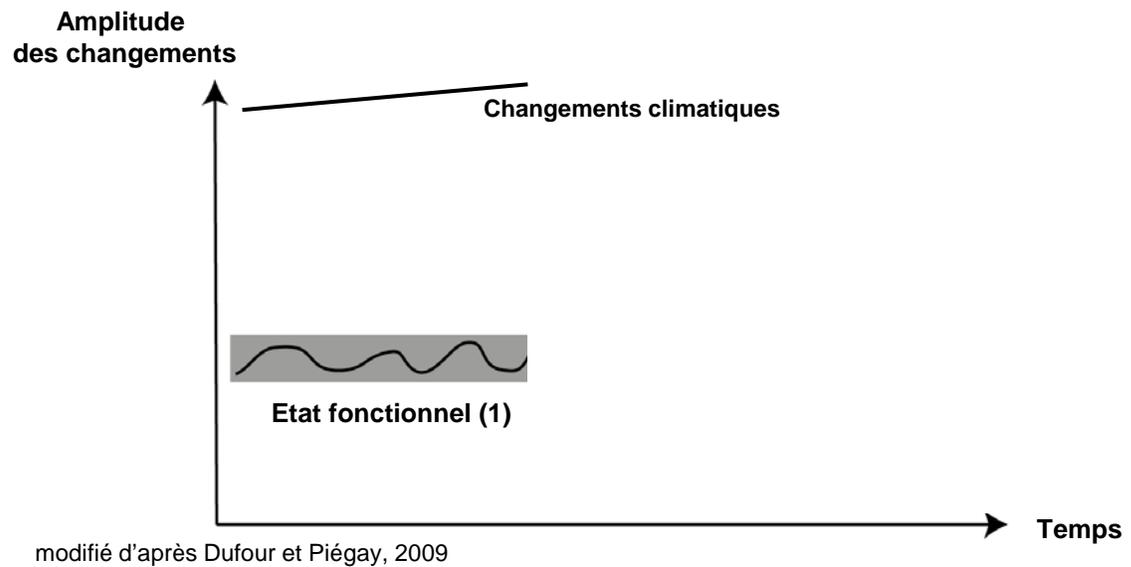


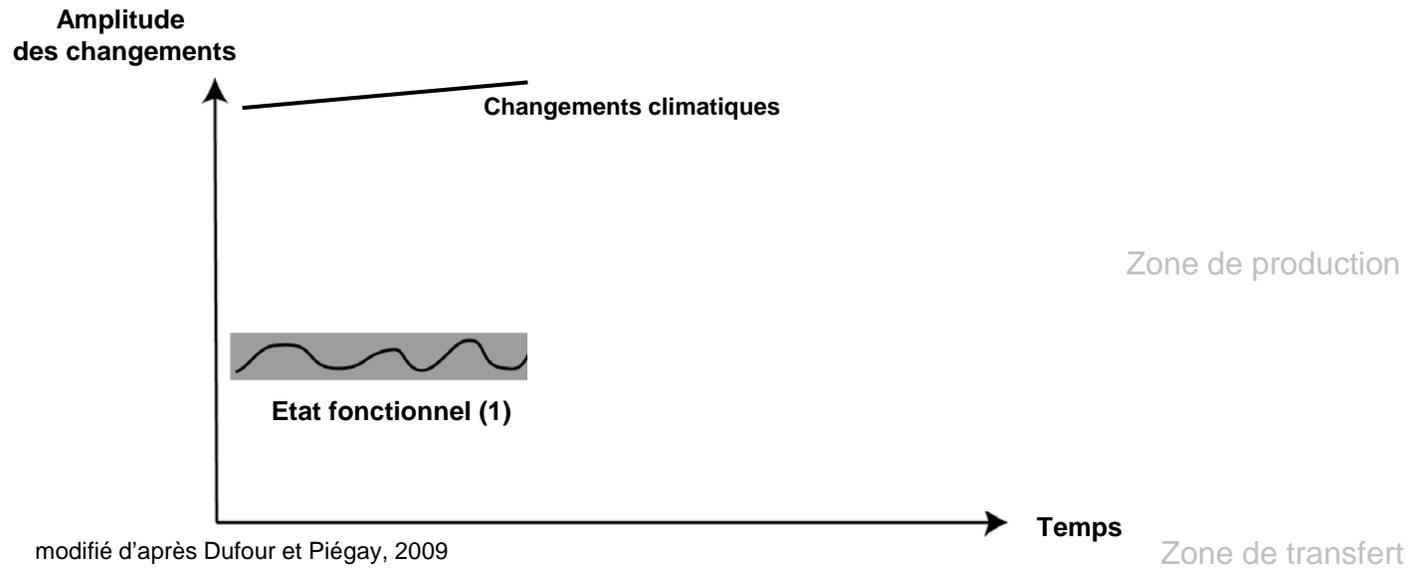
Géomorphologie fluviale du diagnostic à l'action

Toulouse, le 16 mai 2023

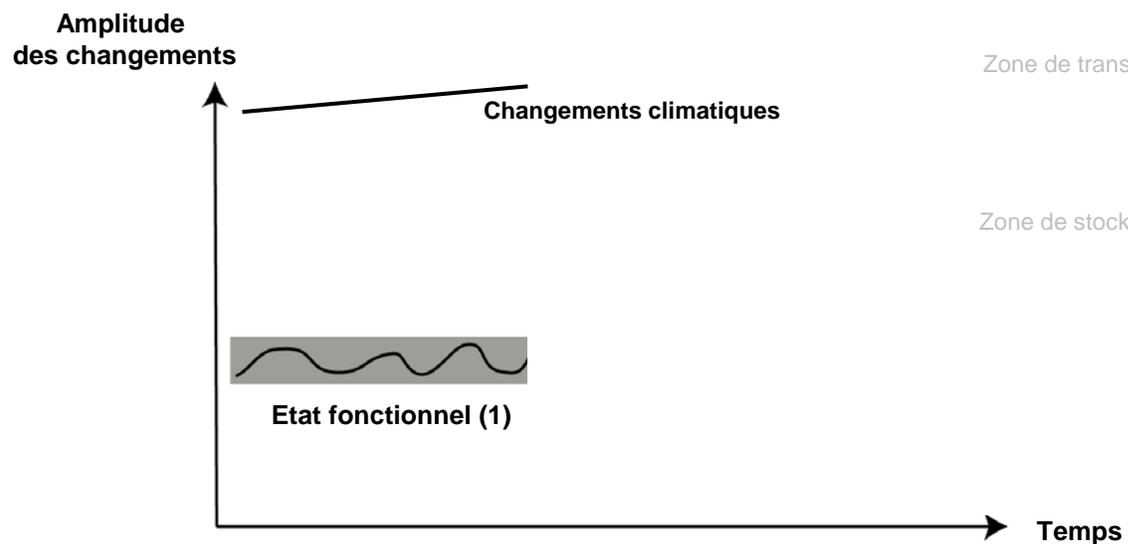
Introduction



Introduction



Introduction

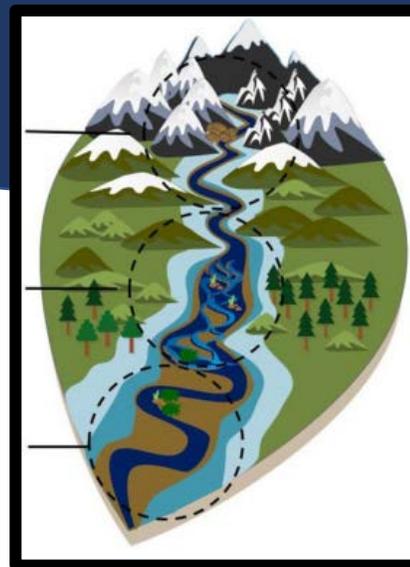


modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

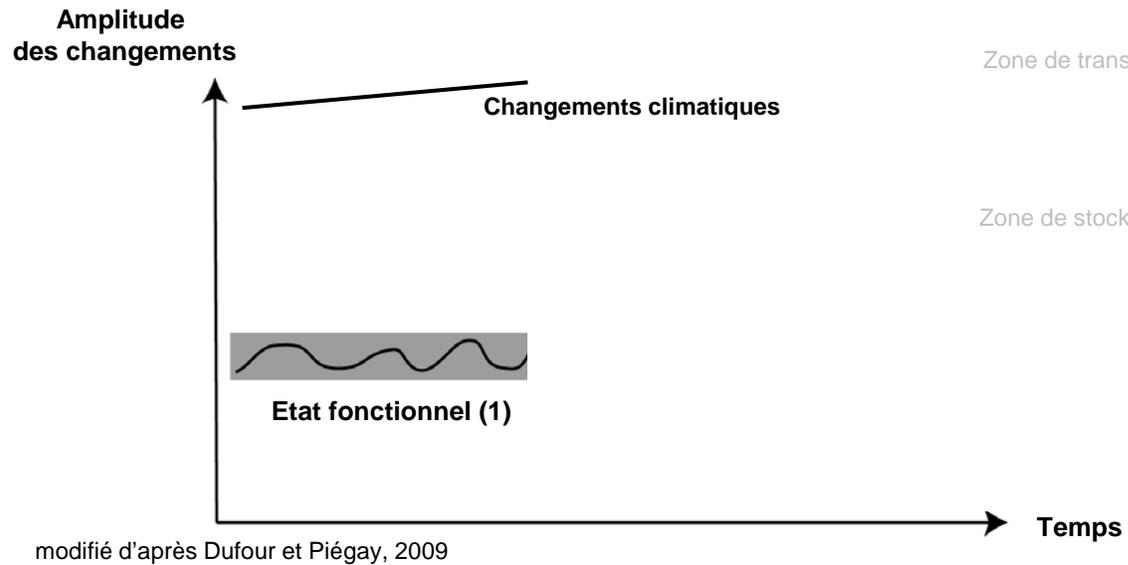
Zone de production

Zone de transfert

Zone de stockage



Introduction



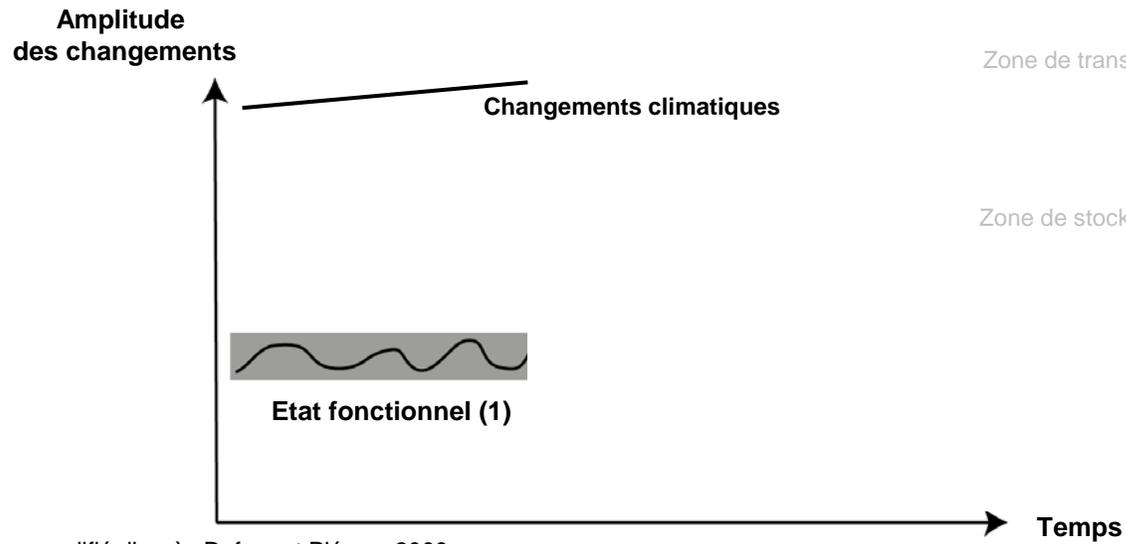
Zone de production

Zone de transfert

Zone de stockage



Introduction



modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

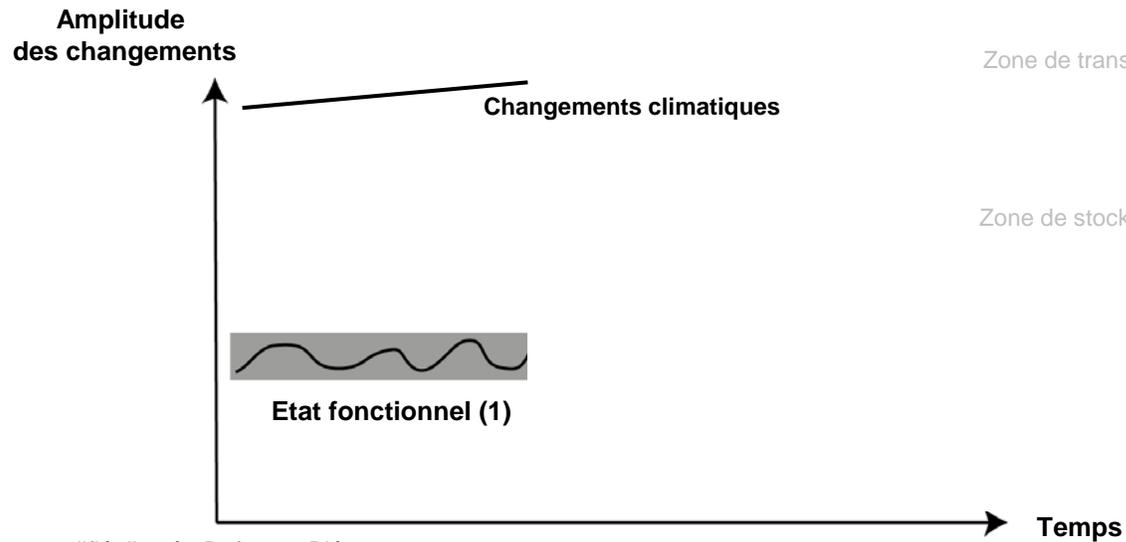
Zone de production

Zone de transfert

Zone de stockage



Introduction



modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

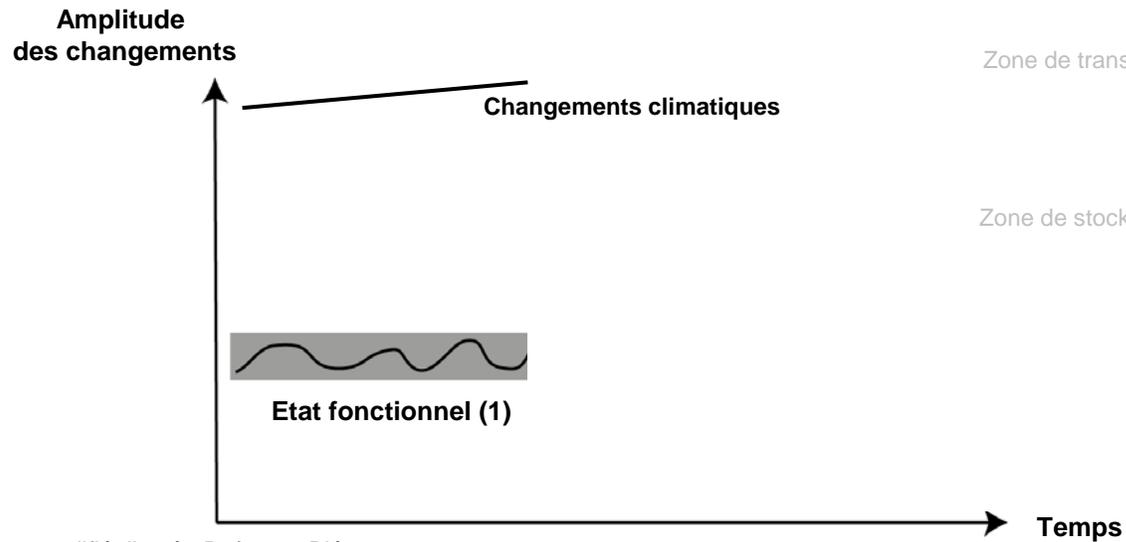
Zone de production

Zone de transfert

Zone de stockage



Introduction



modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

Zone de production

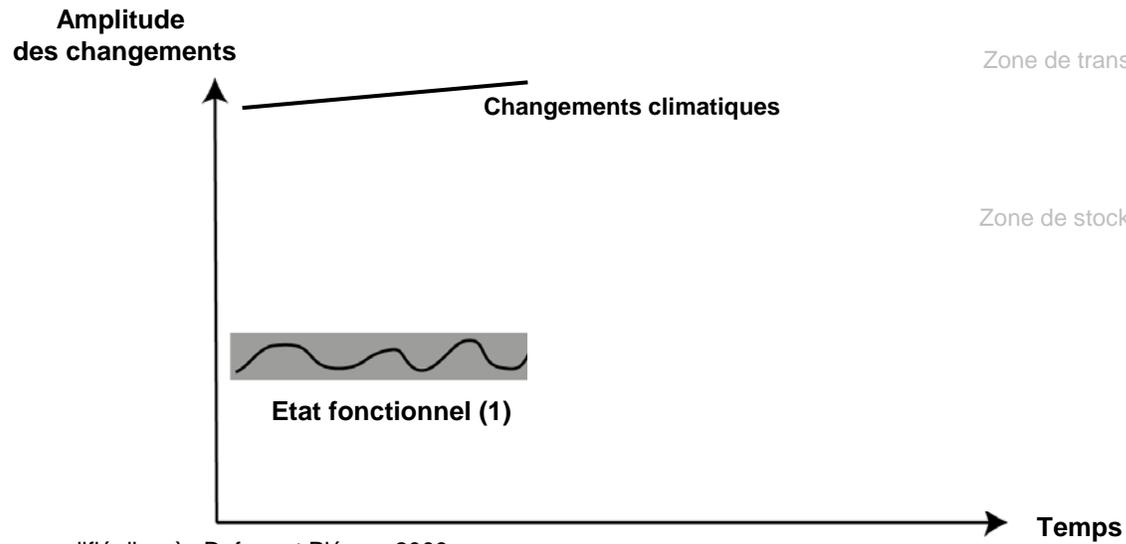
Zone de transfert

Zone de stockage



Pas d'état de référence car vision figée -> notion de « nature musée » très dangereuse

Introduction



modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

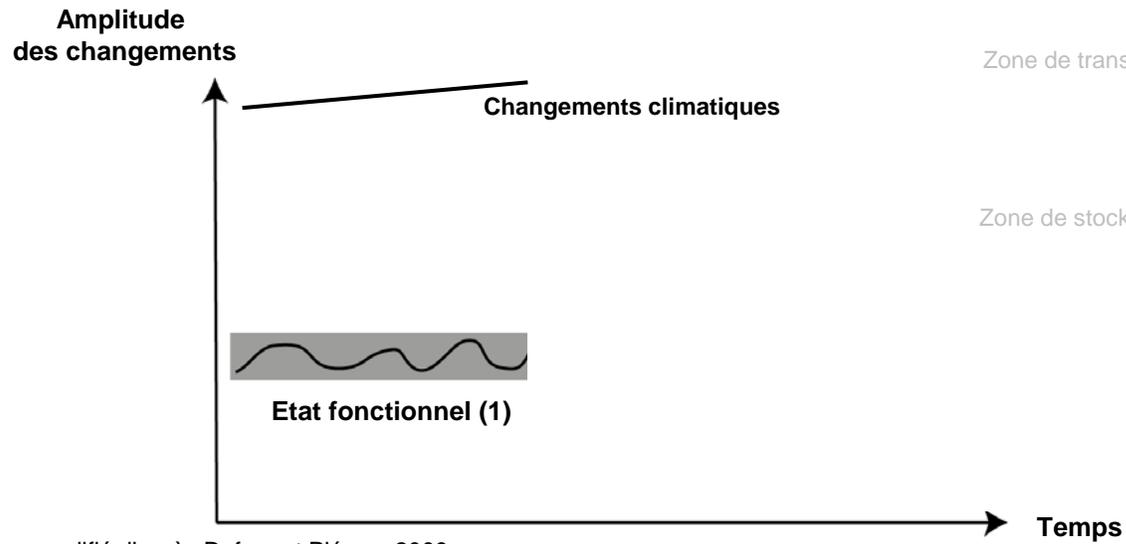
Zone de production

Zone de transfert

Zone de stockage



Introduction



modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

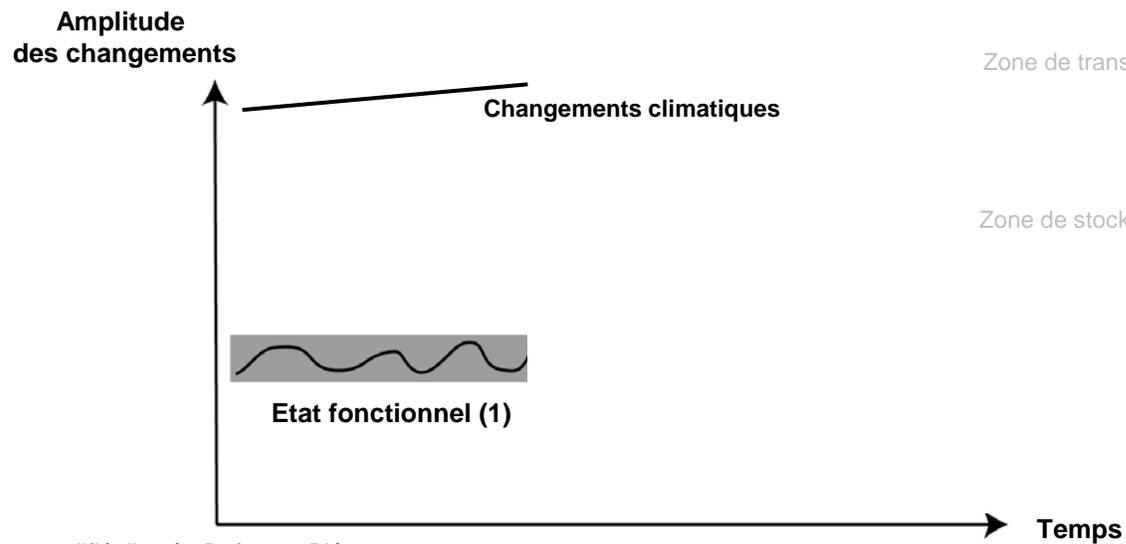
Zone de production

Zone de transfert

Zone de stockage



Introduction



modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

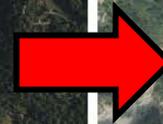


Equilibre dynamique



Cours d'eau à bancs alternés

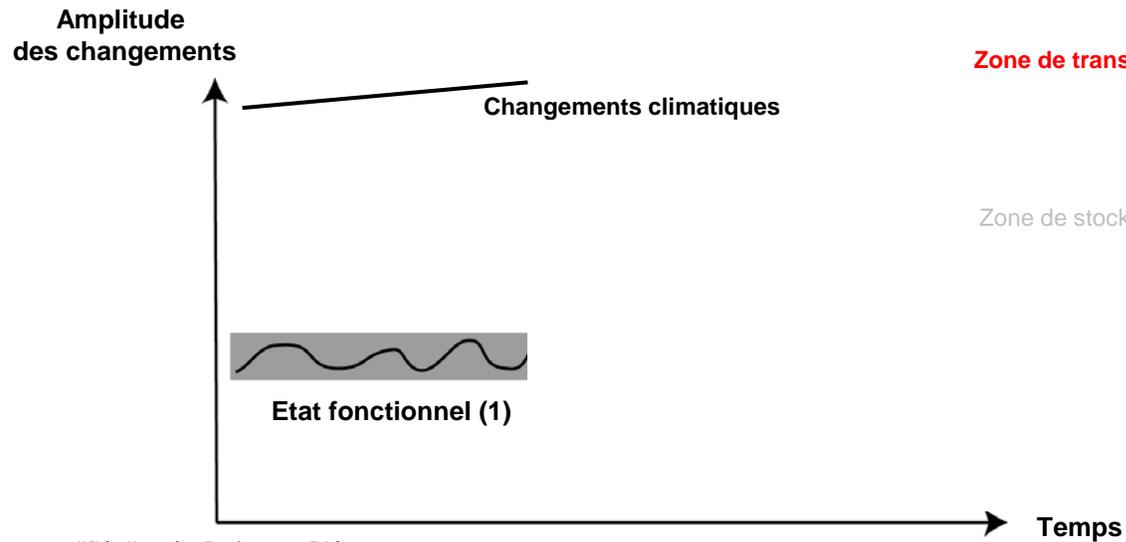
Aval Saint-Martin-Vésubie 2017



Cours d'eau en tresses

Aval Saint-Martin-Vésubie 2020

Introduction



modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

Zone de production

Zone de transfert

Zone de stockage



Equilibre dynamique

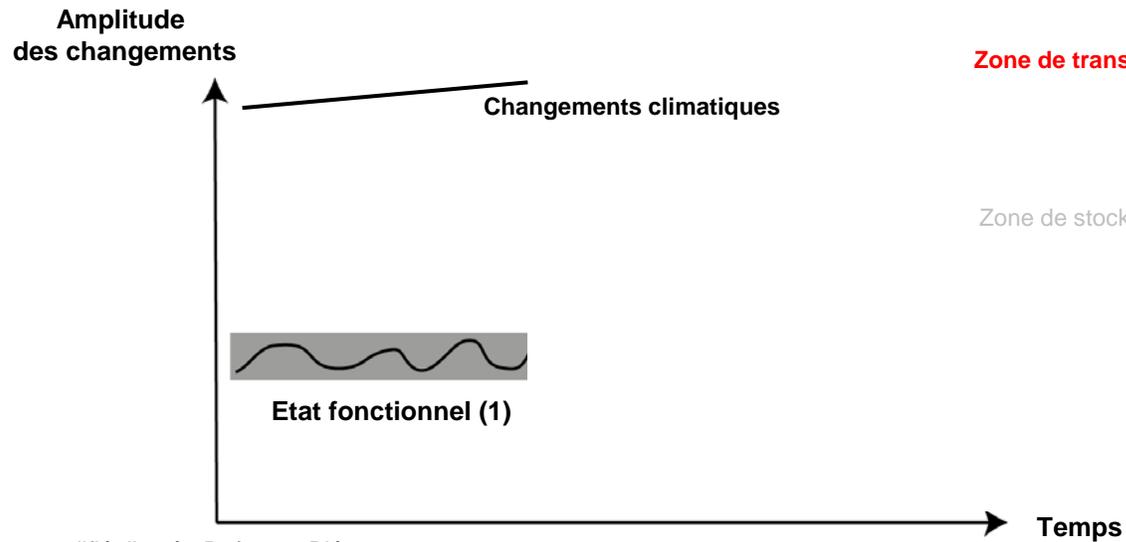


Frontières perméables



Cours d'eau à bancs alternés

Introduction



modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

Zone de production

Zone de transfert

Zone de stockage



Equilibre dynamique

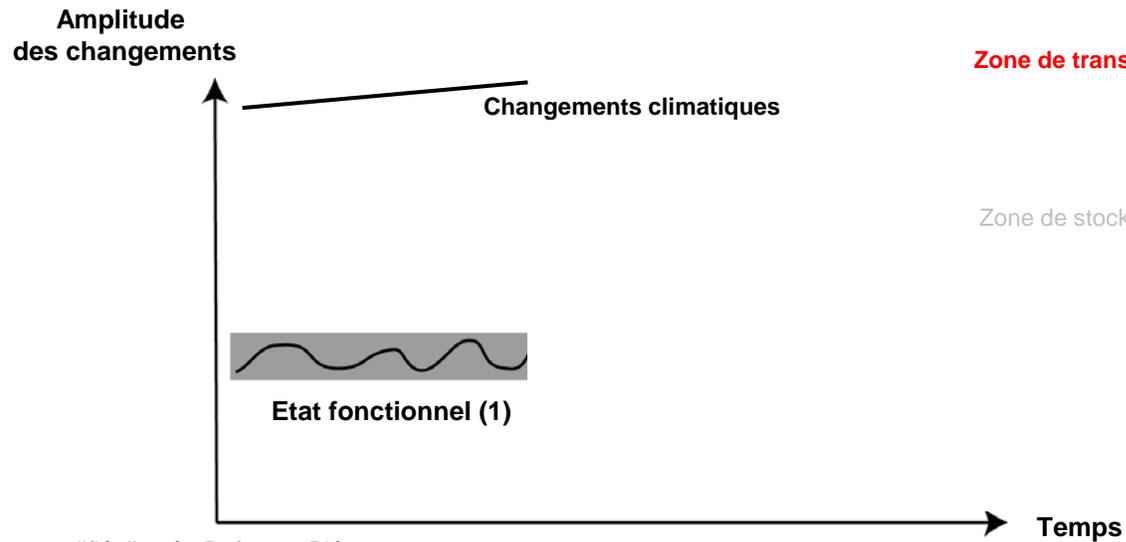
Cours d'eau à méandres mobiles



Cours d'eau à bancs alternés



Introduction



modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

Zone de production

Zone de transfert

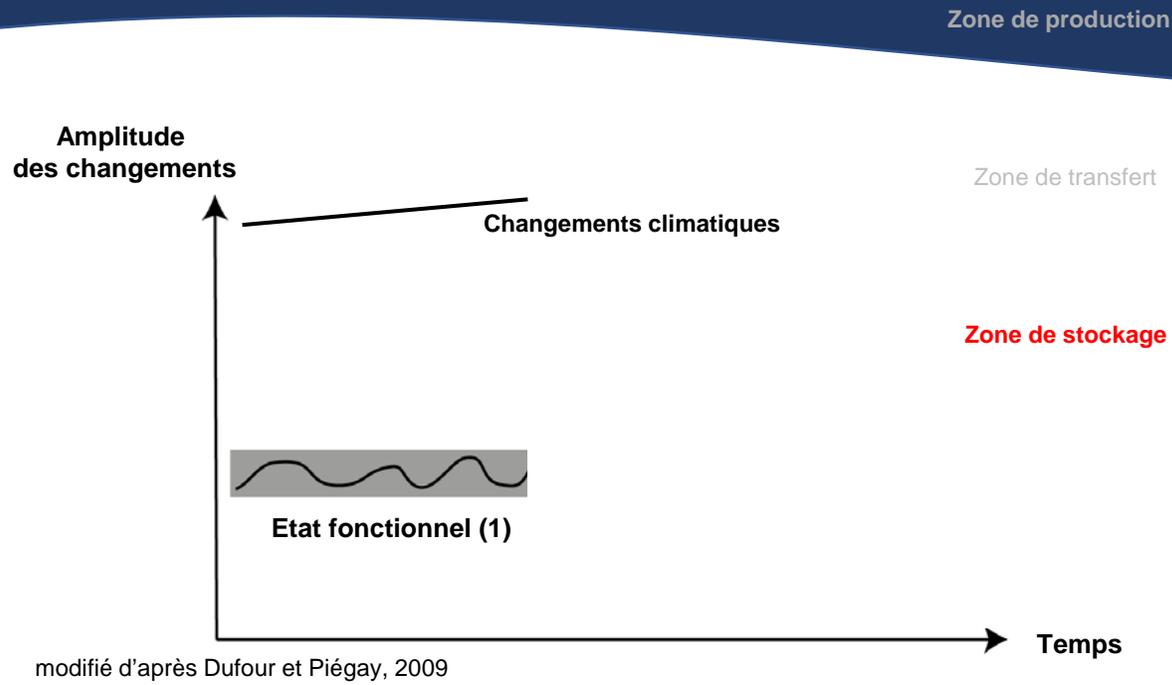
Zone de stockage



Equilibre dynamique



Introduction



Zone de production

Zone de transfert

Zone de stockage



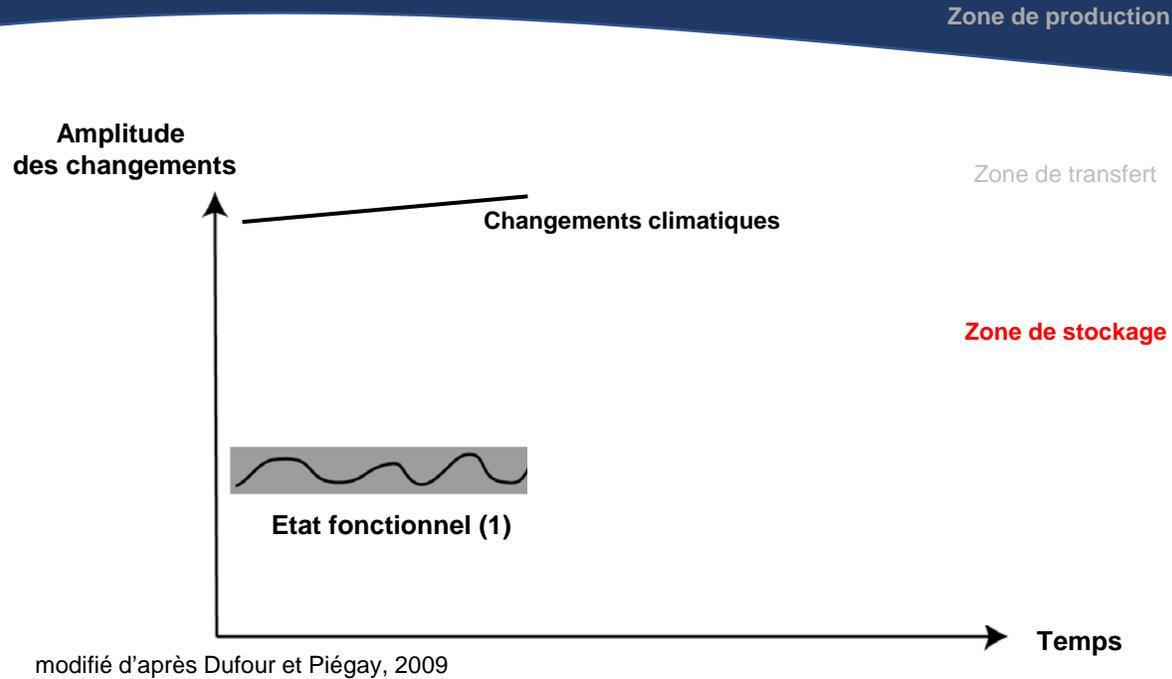
Equilibre dynamique



Frontières perméables



Introduction



Zone de production

Zone de transfert

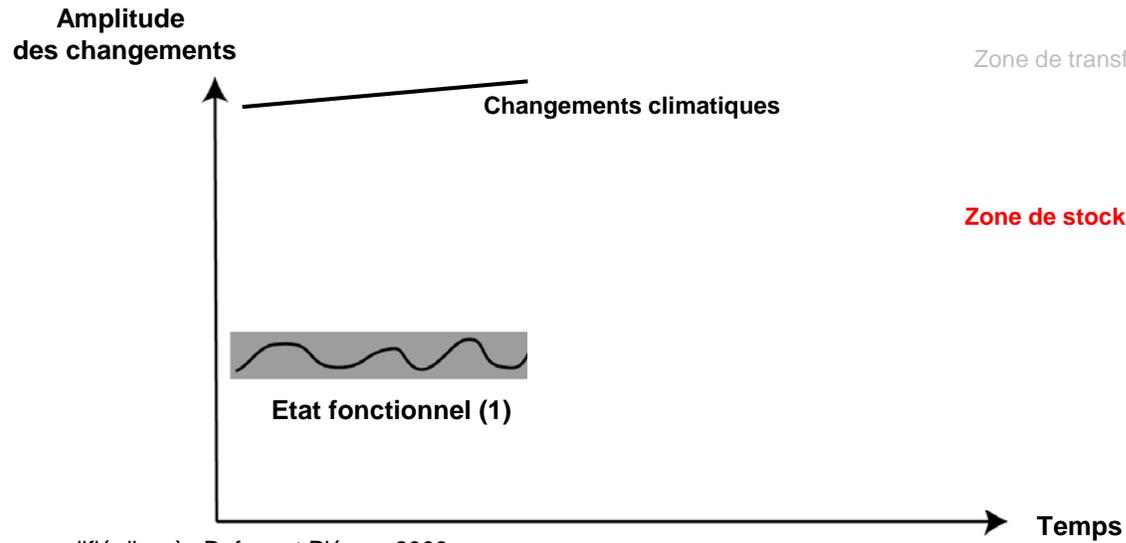
Zone de stockage



Equilibre dynamique



Introduction



modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

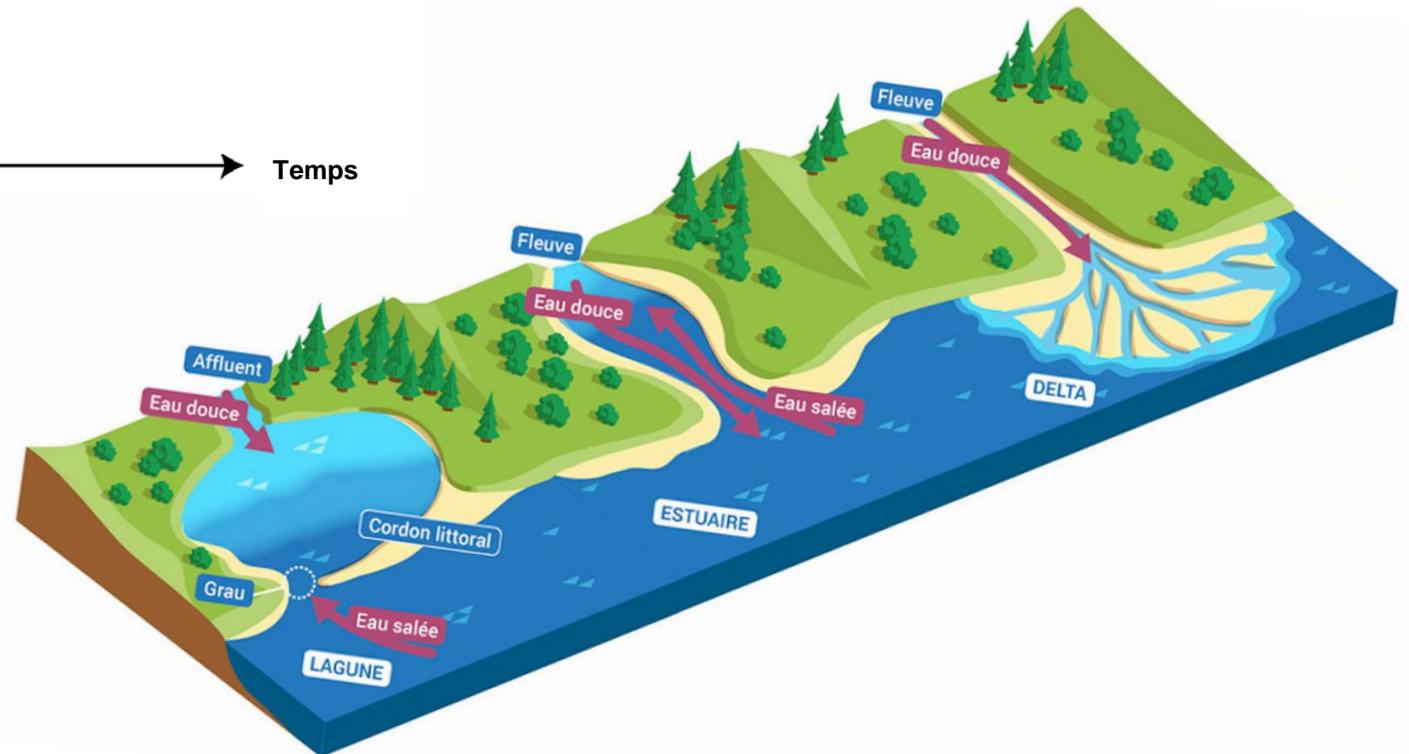
Zone de production

Zone de transfert

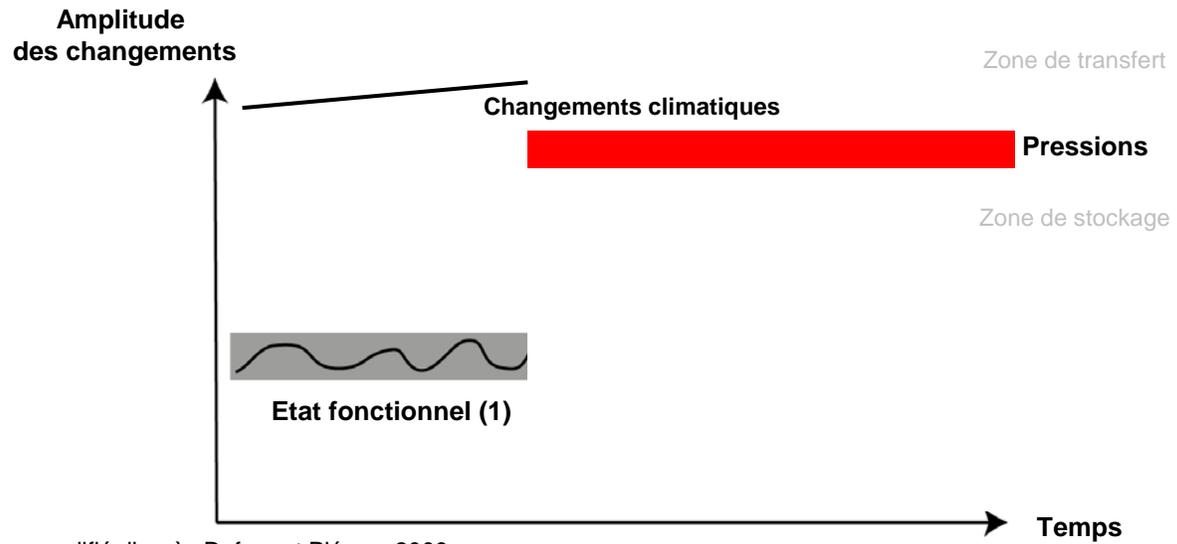
Zone de stockage



Equilibre dynamique



Introduction

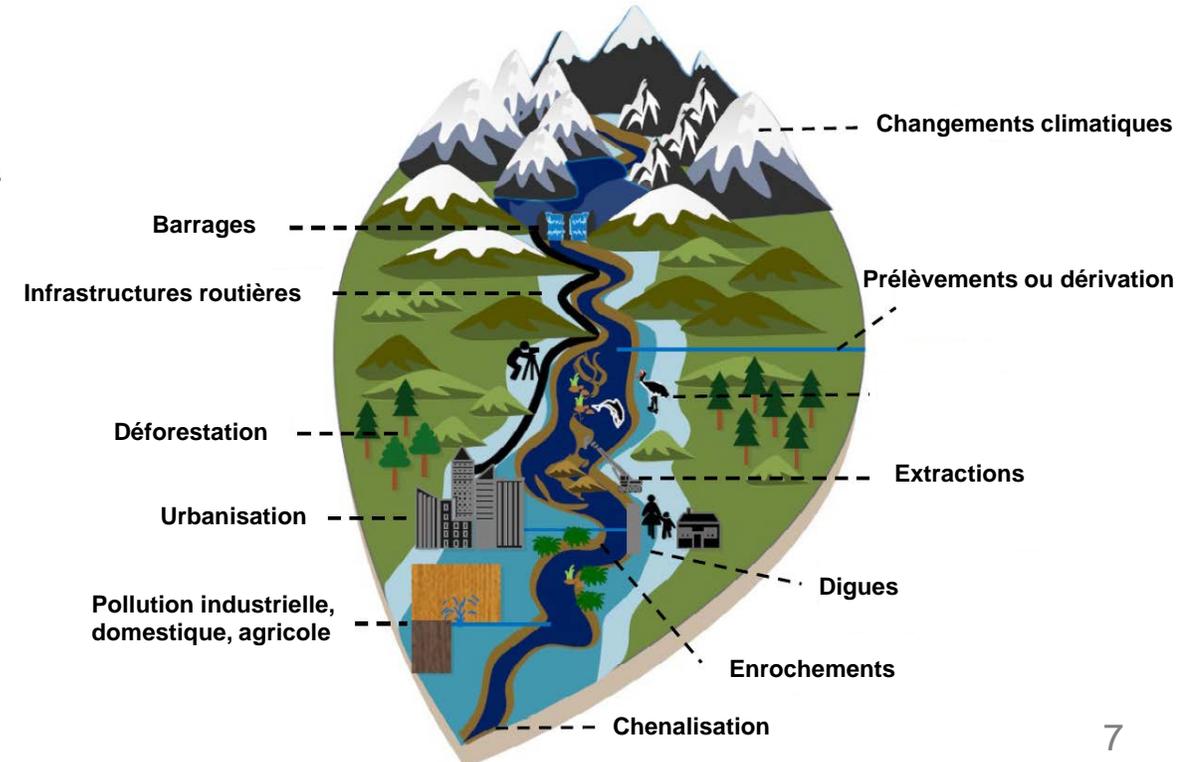


modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

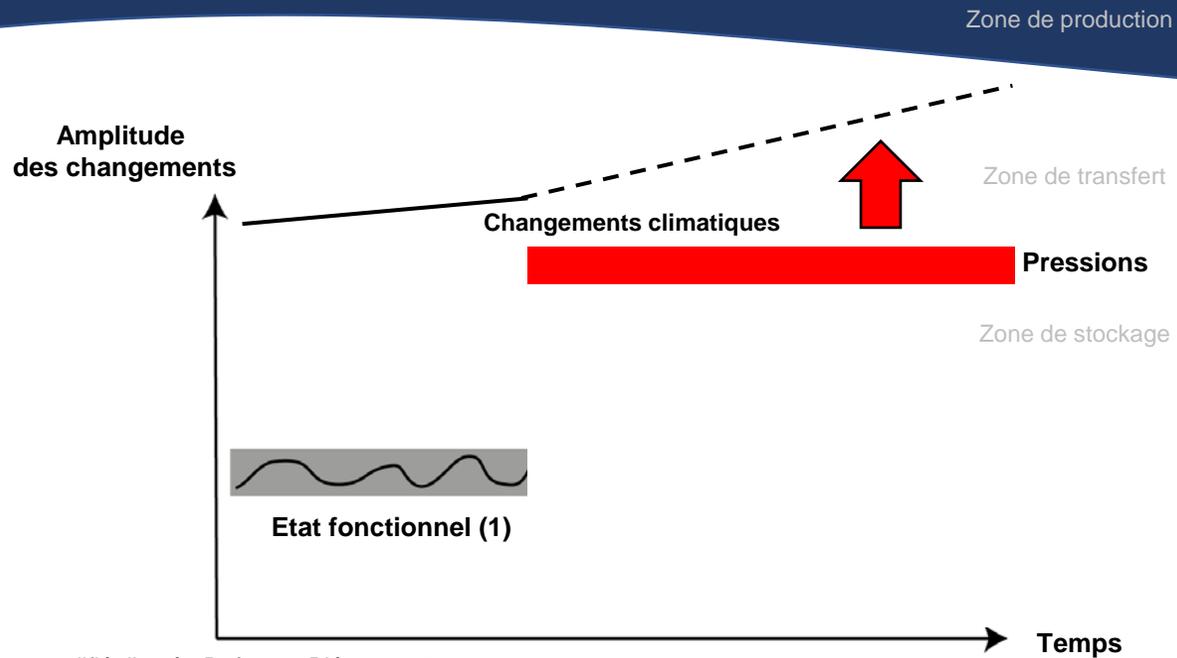
Zone de production

Zone de transfert

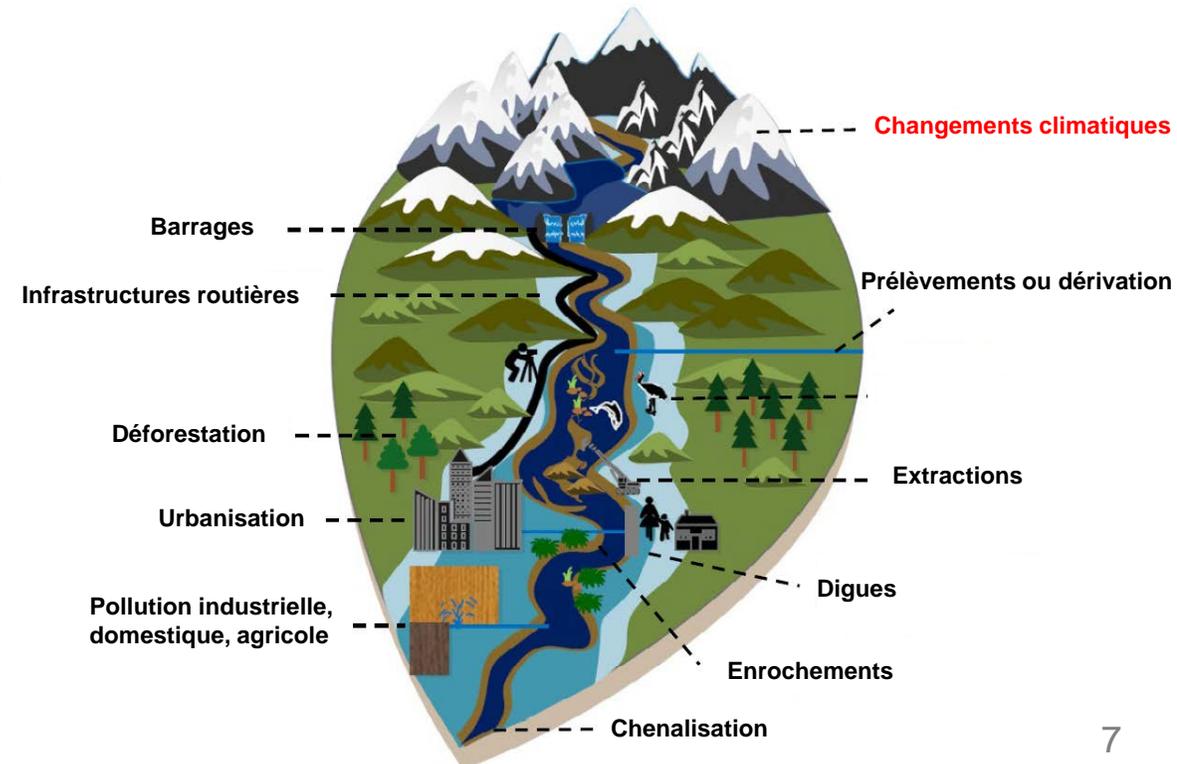
Zone de stockage



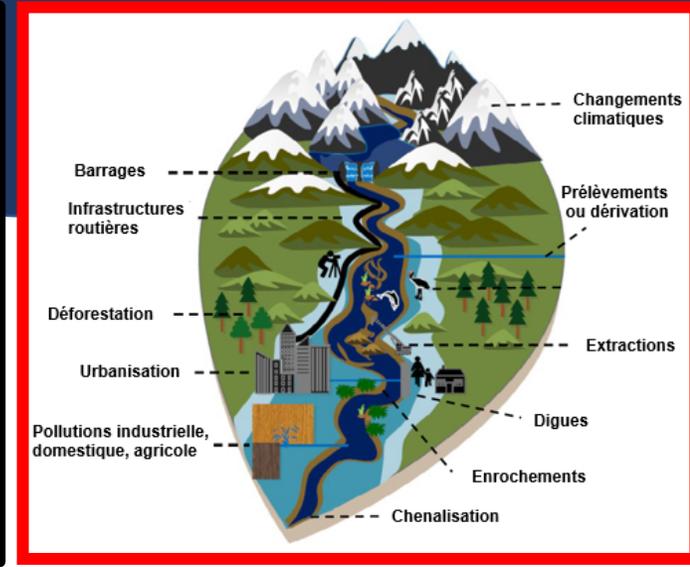
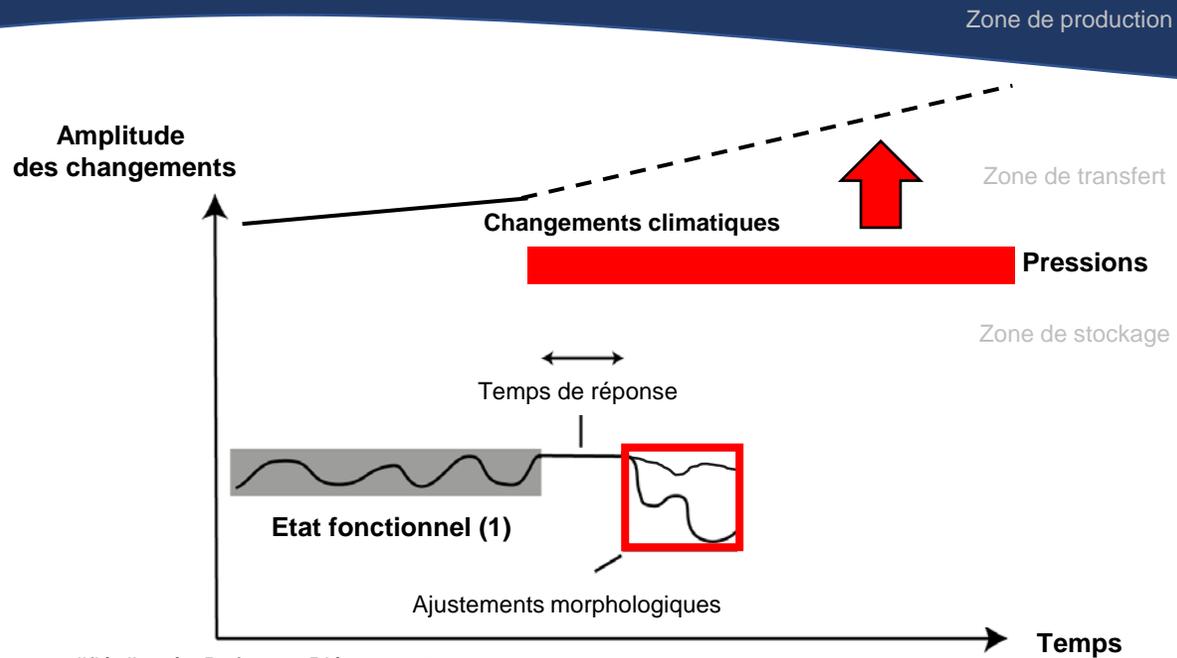
Introduction



modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

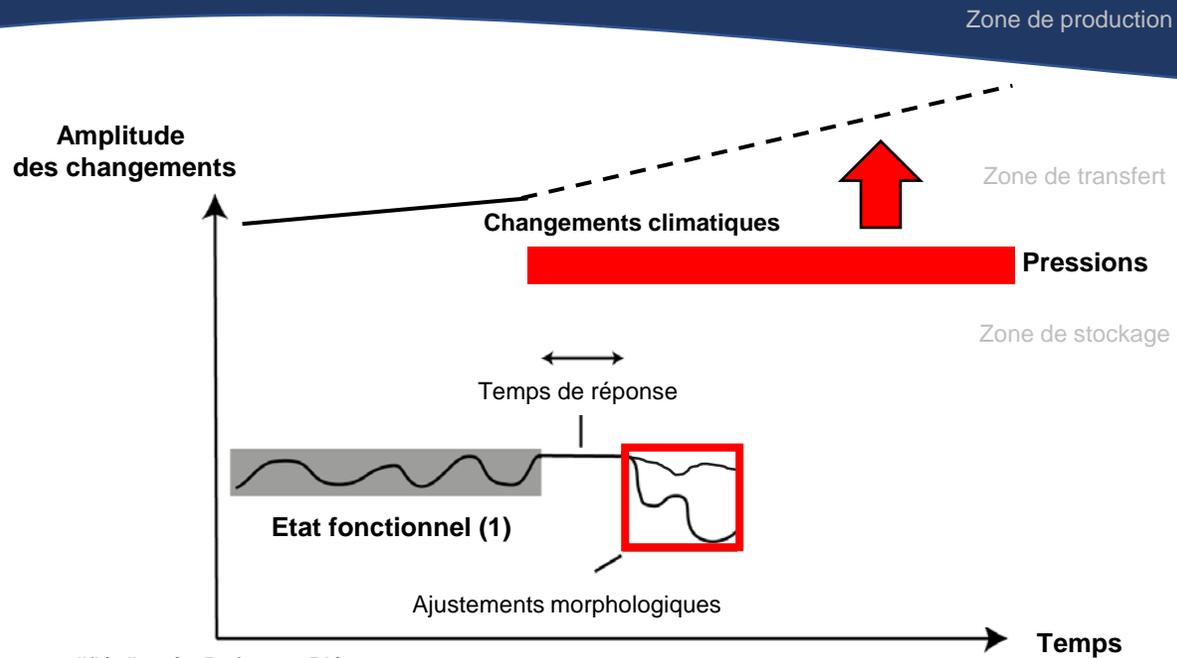


Introduction

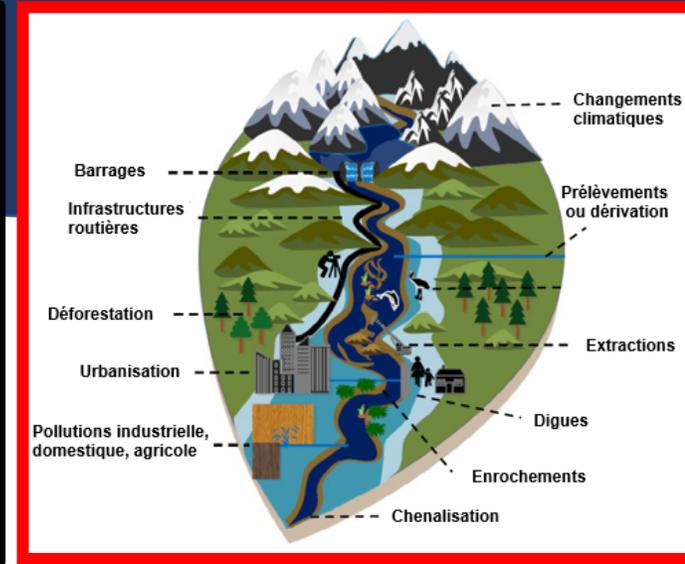
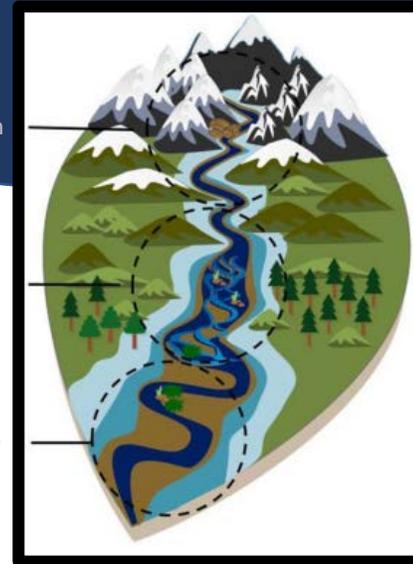


Temps de réponse aux pressions en lien avec les crues (« ingénieur de l'hydrosystème »)

Introduction



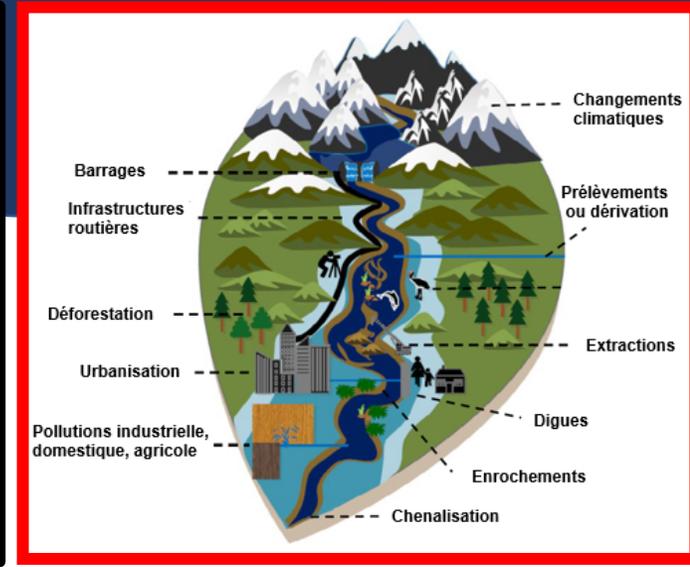
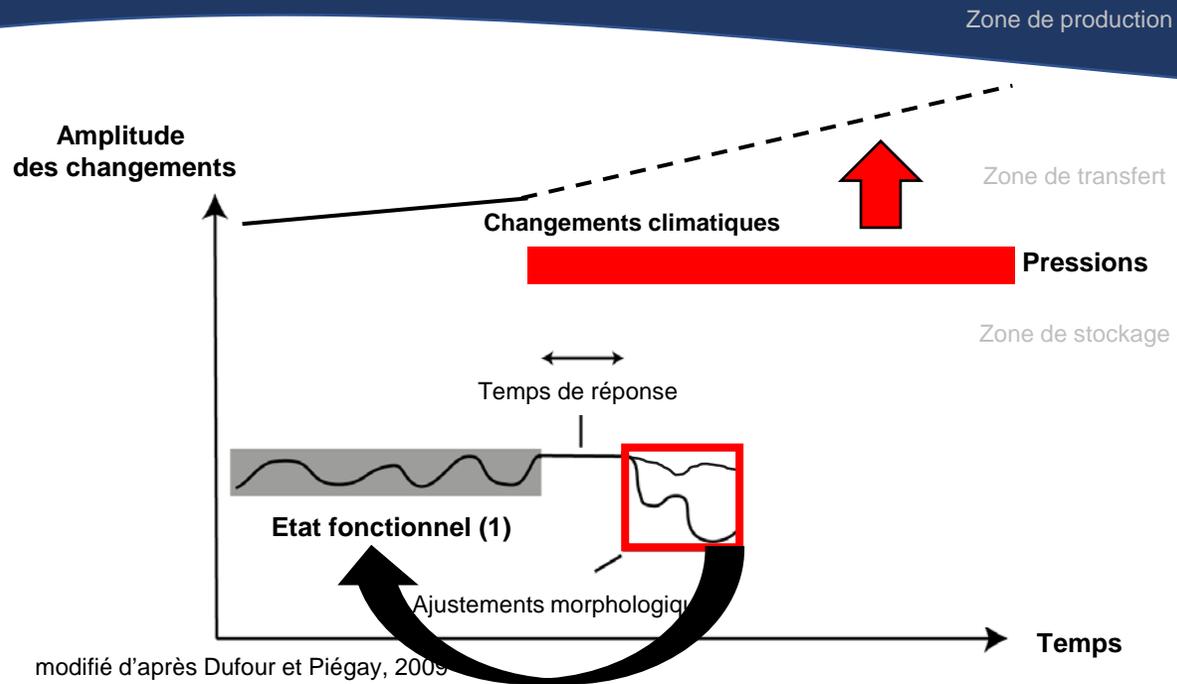
modifié d'après Dufour et Piégay, 2009



Temps de réponse aux pressions en lien avec les crues (« ingénieur de l'hydrosystème »)

Ajustements en cours ou terminés (incision, rétraction de la bande active, chenalisation...)

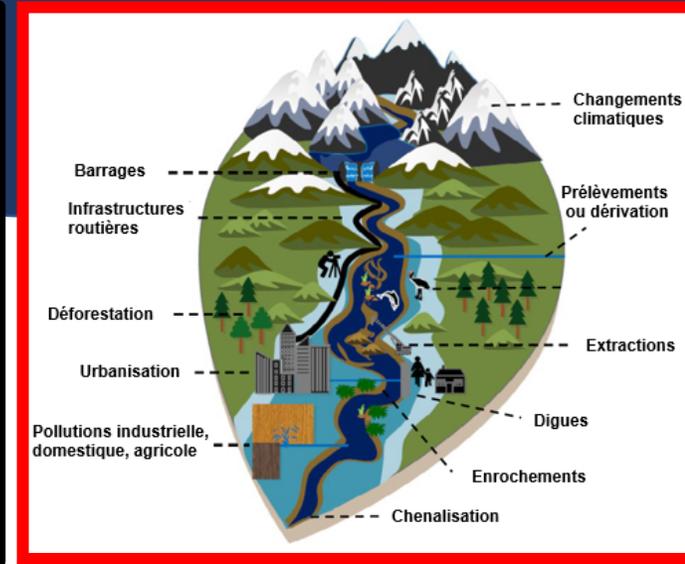
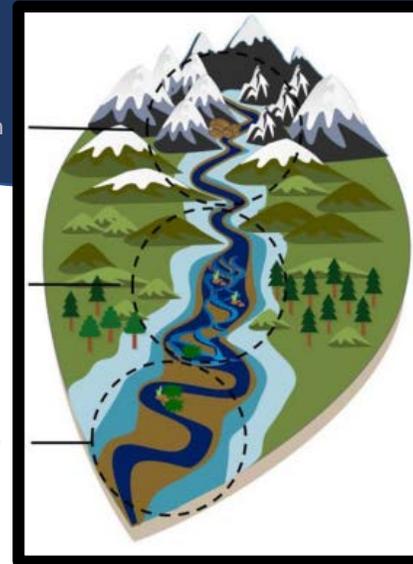
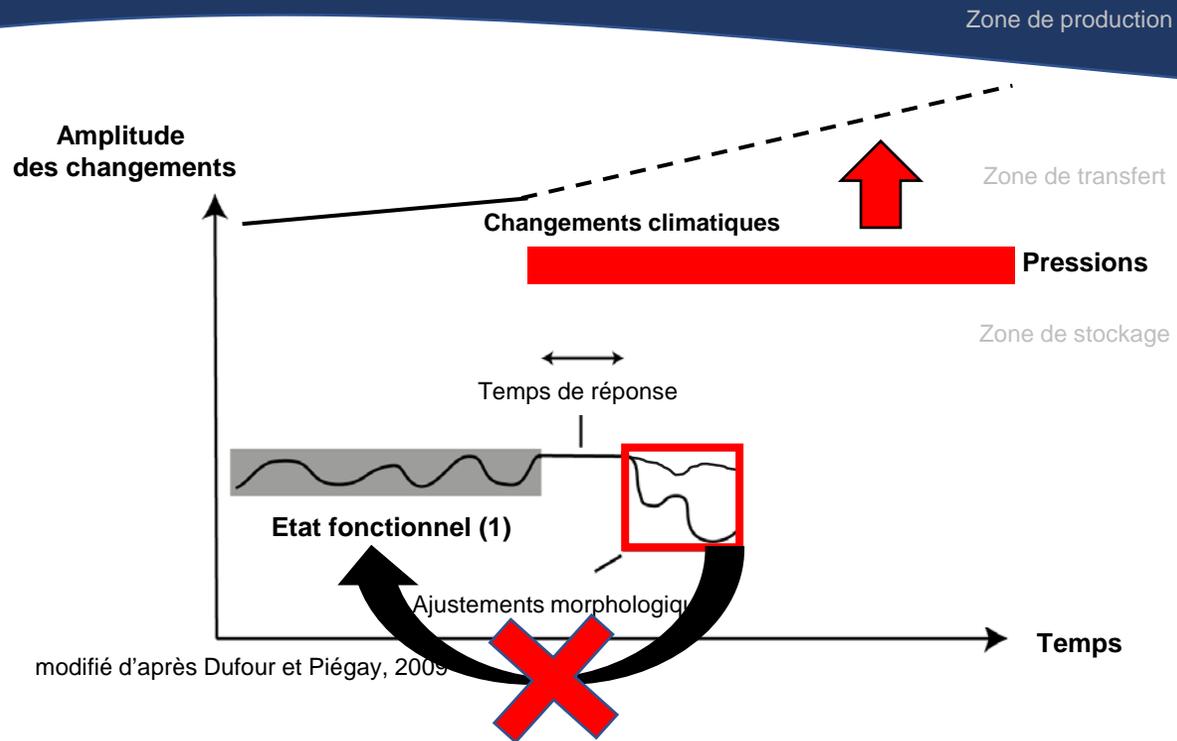
Introduction



Temps de réponse aux pressions en lien avec les crues (« ingénieur de l'hydrosystème »)

Ajustements en cours ou terminés (incision, rétraction de la bande active, chenalisation...)

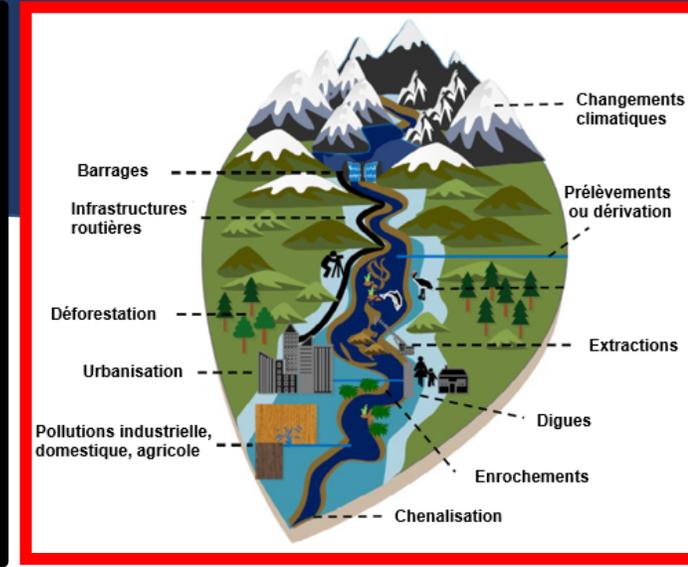
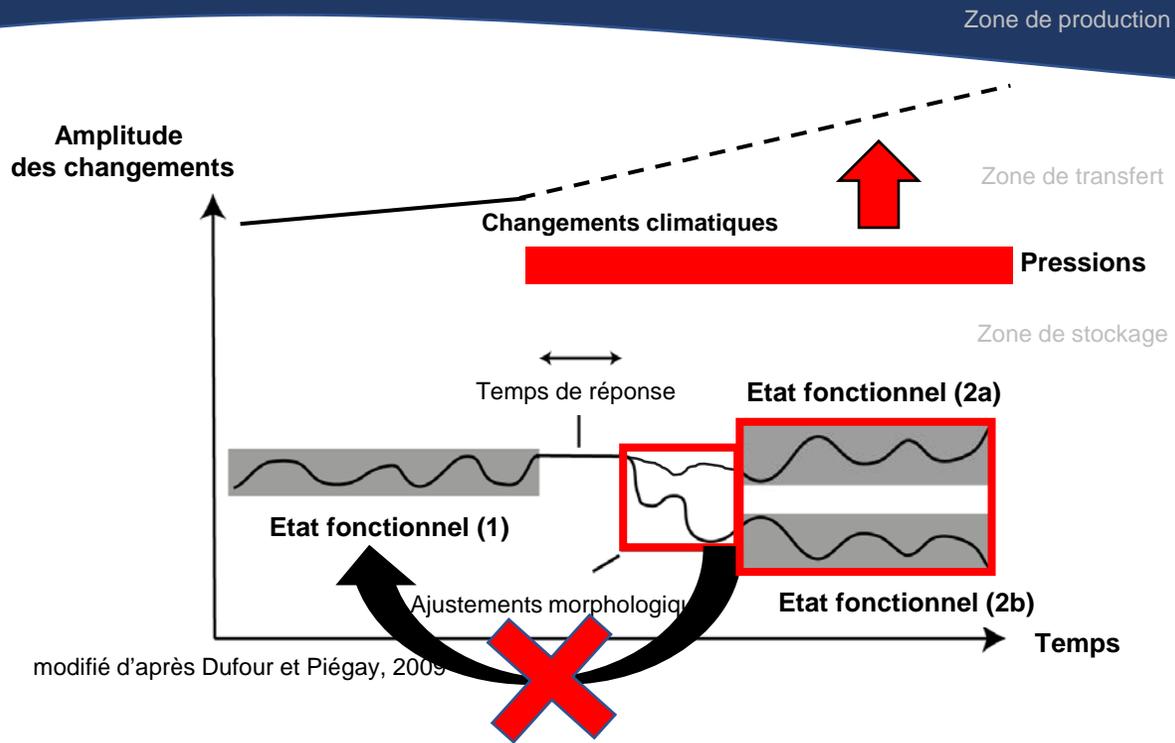
Introduction



Temps de réponse aux pressions en lien avec les crues (« ingénieur de l'hydrosystème »)

Ajustements en cours ou terminés (incision, rétraction de la bande active, chenalisation...)

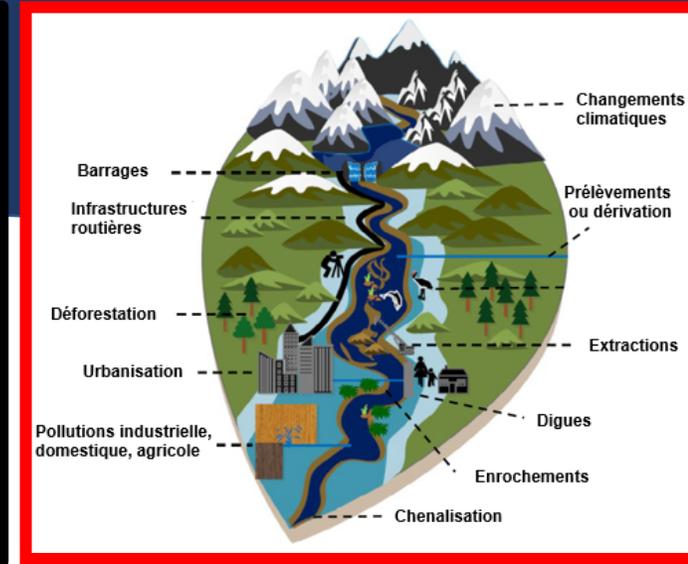
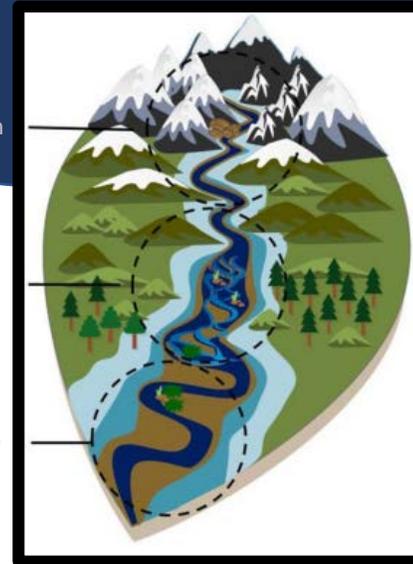
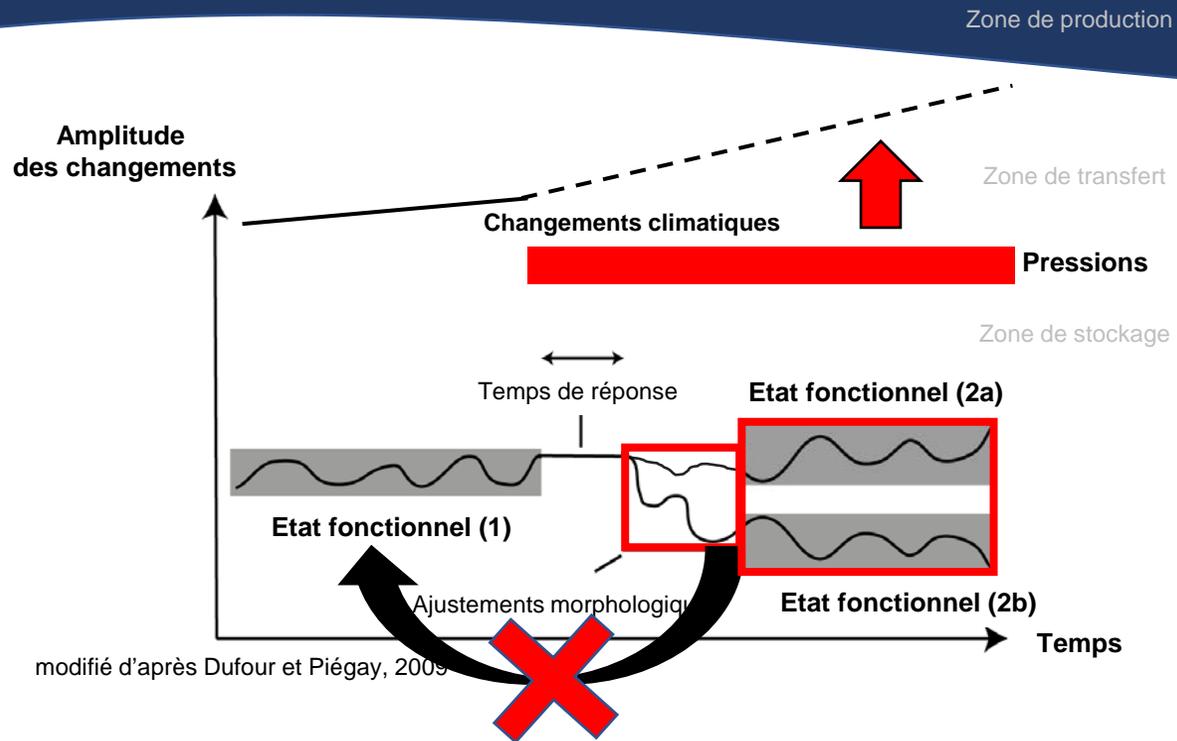
Introduction



Temps de réponse aux pressions en lien avec les crues (« ingénieur de l'hydrosystème »)

Ajustements en cours ou terminés (incision, rétraction de la bande active, chenalisation...)

Introduction

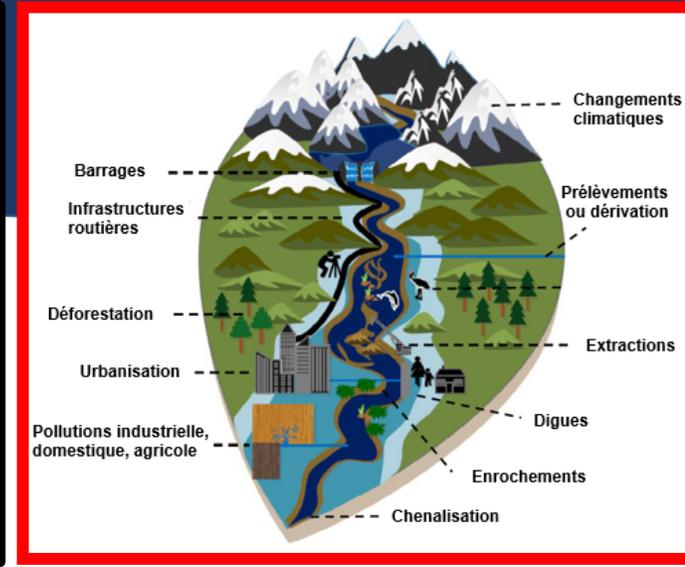
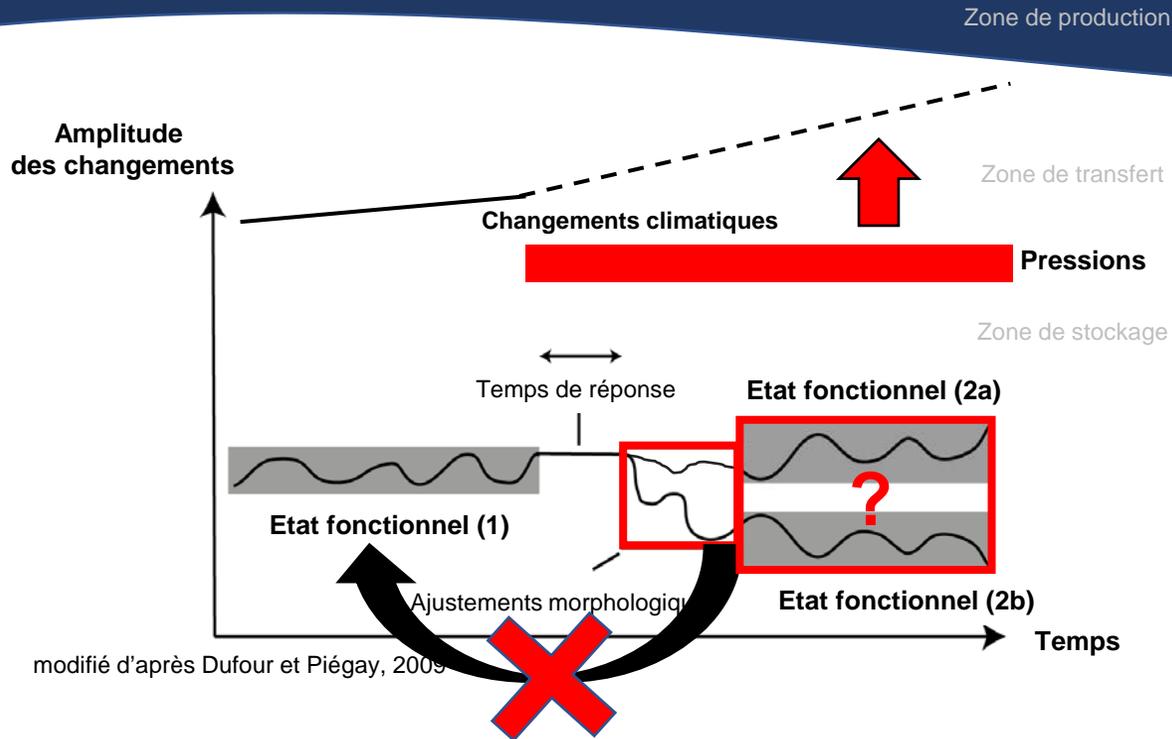


Temps de réponse aux pressions en lien avec les crues (« ingénieur de l'hydrosystème »)

Ajustements en cours ou terminés (incision, rétraction de la bande active, chenalisation...)

Les enjeux et les objectifs (DCE : le « bon état »)

Introduction



Temps de réponse aux pressions en lien avec les crues (« ingénieur de l'hydrosystème »)

Ajustements en cours ou terminés (incision, rétraction de la bande active, chenalisation...)

- | | |
|--|--------------------------------|
| Transports
 | Sécurité civile
 |
| Adaptation aux changements climatiques
 | Résilience des écosystèmes
 |
| Récréotourisme
 | Qualité du cadre de vie
 |

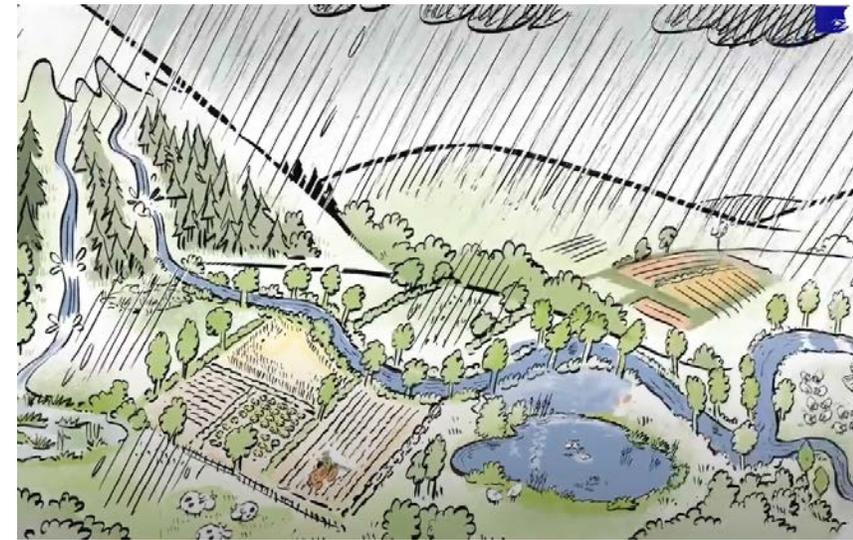
Les enjeux et les objectifs (DCE : le « bon état »)

Il faut distinguer les « services » des « fonctions écologiques » qui les produisent : les fonctions écologiques sont les processus naturels de fonctionnement et de maintien des écosystèmes, alors que les services sont le résultat de ces fonctions

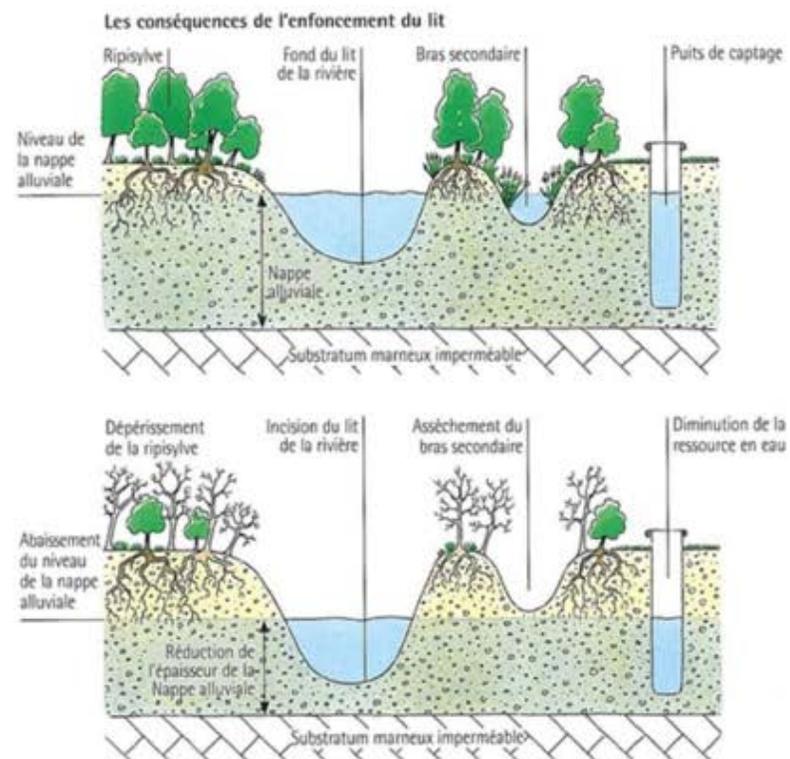
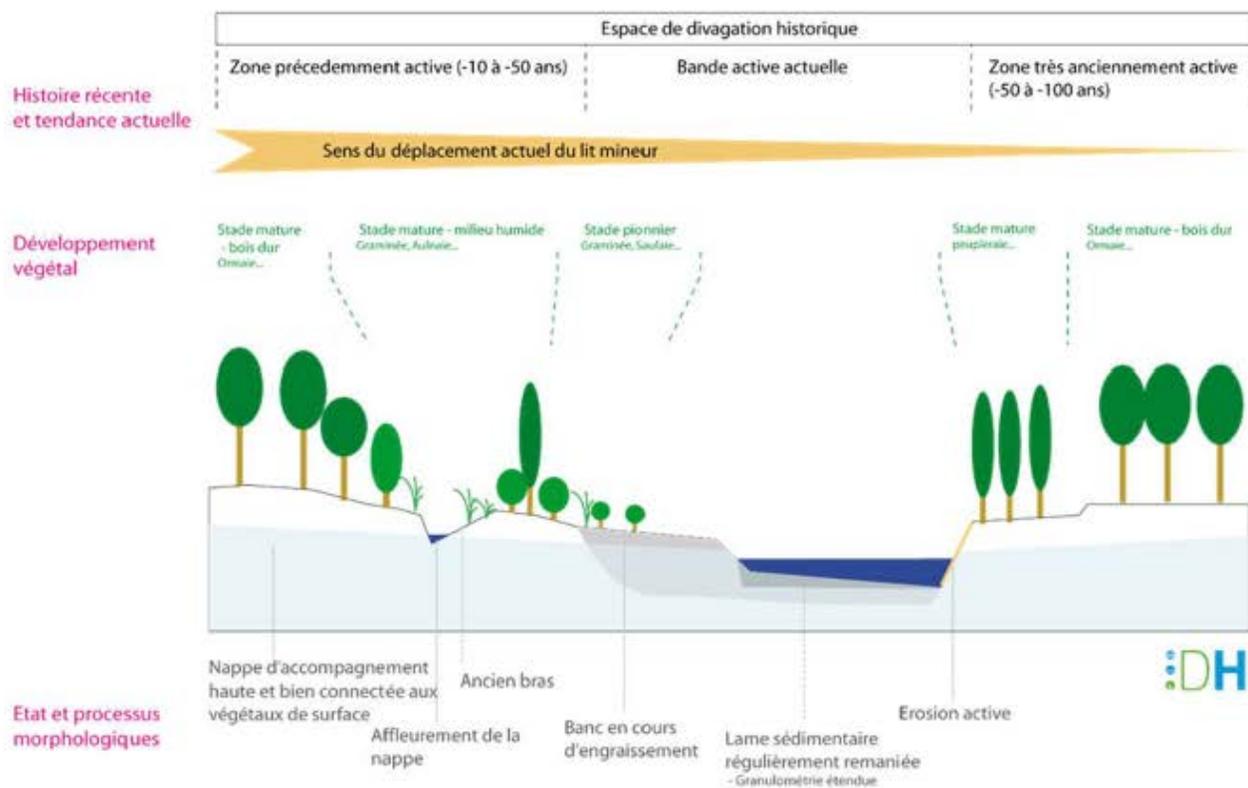
Exemples : enjeux et objectifs



Exemples : enjeux et objectifs



Exemples : enjeux et objectifs



- **Le Drac : une rivière à fort charriage, à hydrologie naturelle**
 - Contexte post-glaciaire fragile : couche argileuse sous un lit en tresses
 - Incision due aux extractions passées, aggravées par crues 2006-08
 - Enjeux humains et écologiques forts pour la vallée du Champsaur
- **La CLEDA s'est donnée les moyens d'intervenir en urgence et pour un projet ambitieux de recharge sédimentaire**
 - Gestion de projet efficace
 - Logique de bassin versant



Le Drac incisé avant travaux



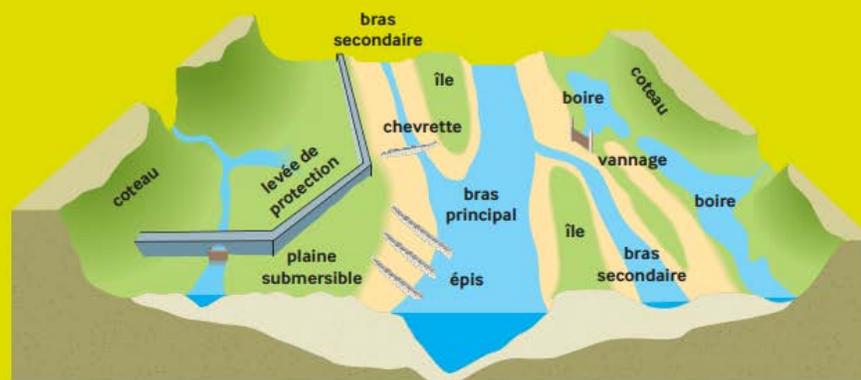
Le Drac en tresses, état de référence

Exemples : enjeux et objectifs



Exemples : enjeux et objectifs

Les définitions en images



Deux épis et une chevette à l'amont du bras de l'île Neuve-Macrière



Un épi

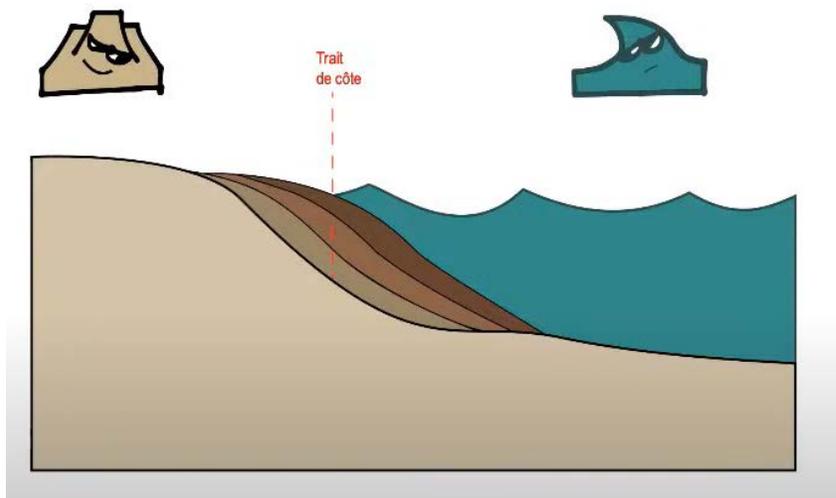
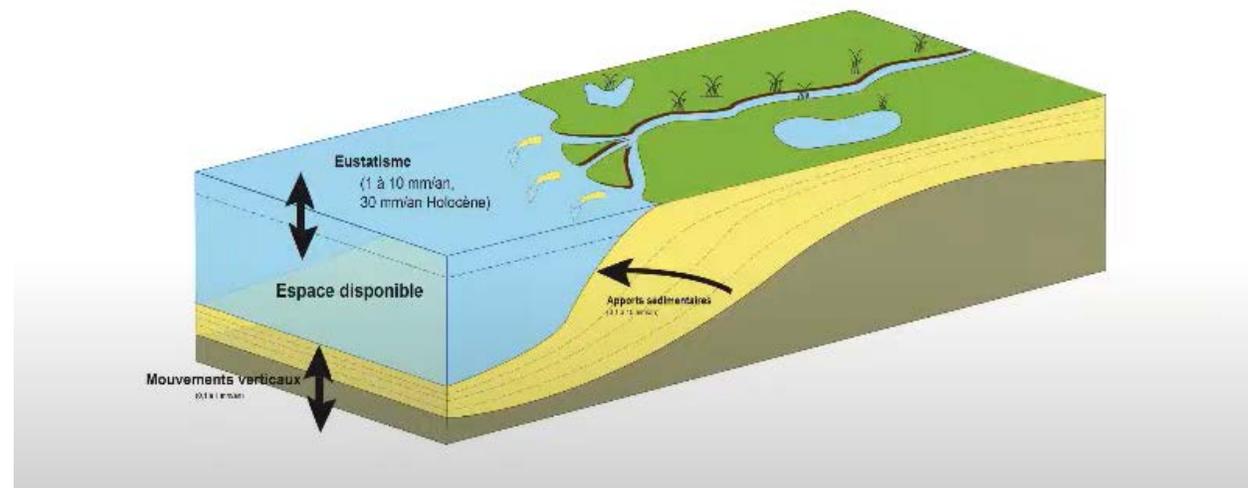


De gauche à droite, le bras secondaire de Thouaré, l'île de la Chênaie et le bras principal de la Loire

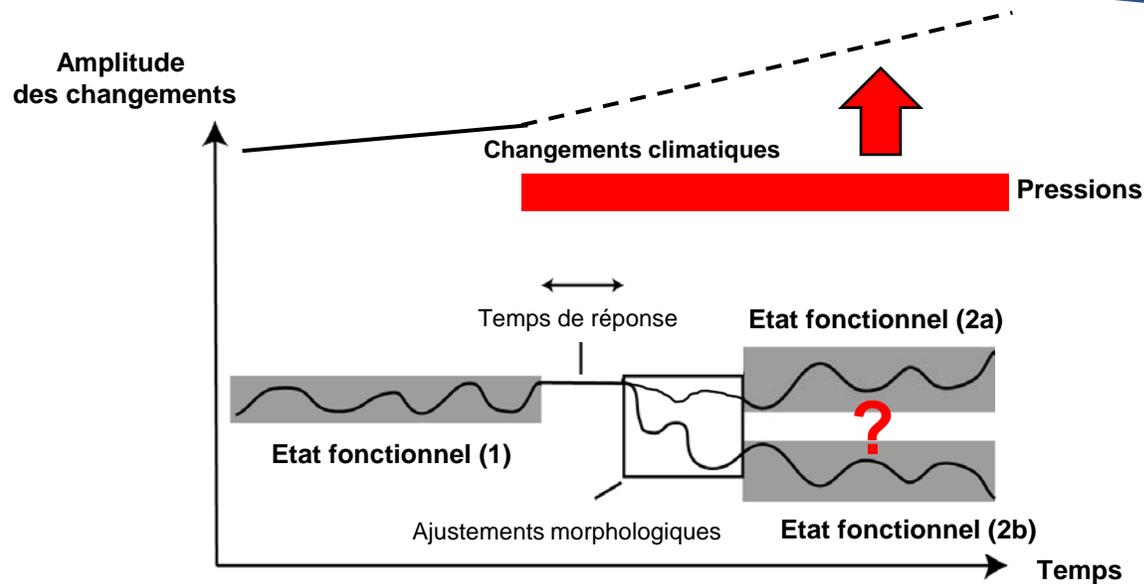


Sur la gauche, la boire Chapoin

Exemples : enjeux et objectifs



Erosion du trait de cote



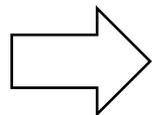
modifié d'après Dufour et Piégay, 2009

Où se situe actuellement le système ?

- Utiliser le passé pour identifier la réactivité potentielle des rivières (Ock et al., 2015; Arnaud et coll., 2017)

Quelle est sa capacité à s'ajuster et son fonctionnement actuel ?

- Mesures terrains (transport solide, budget sédimentaire et enjeux biologiques ; Frings 2015)



Accompagner des anthroposystèmes vers un nouvel état fonctionnel qu'il faut définir

1. Le contexte

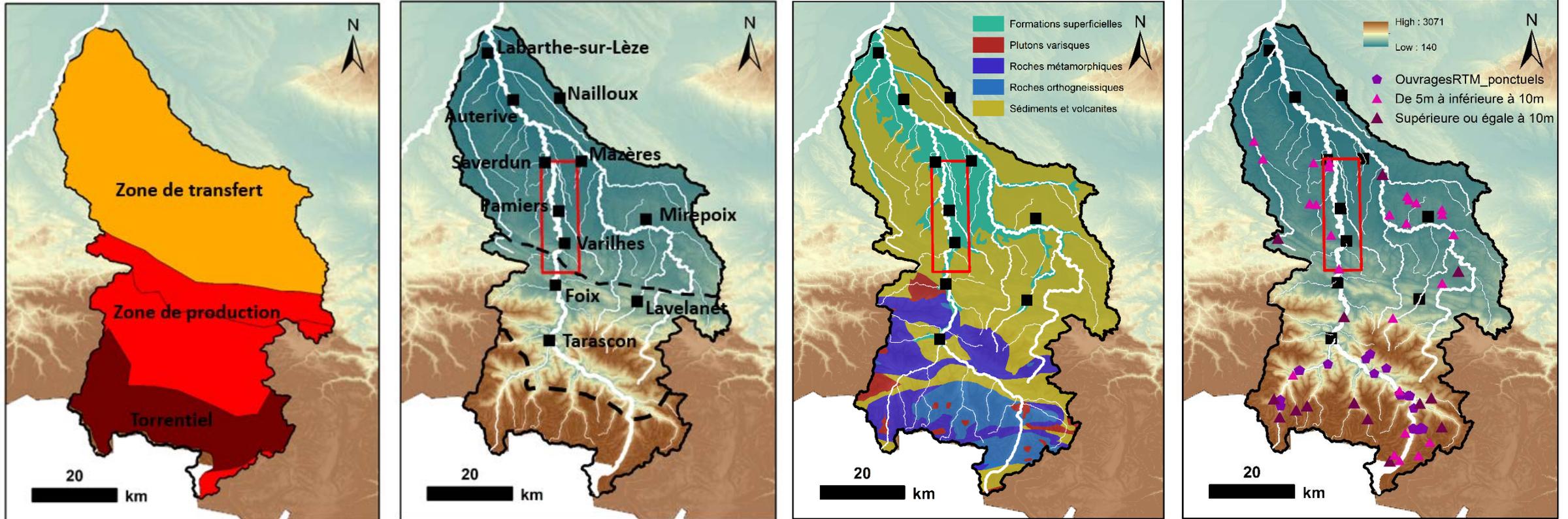
➤ Le contexte morphodynamique



Style fluvial attendu et processus à l'origine du fonctionnement morphologique

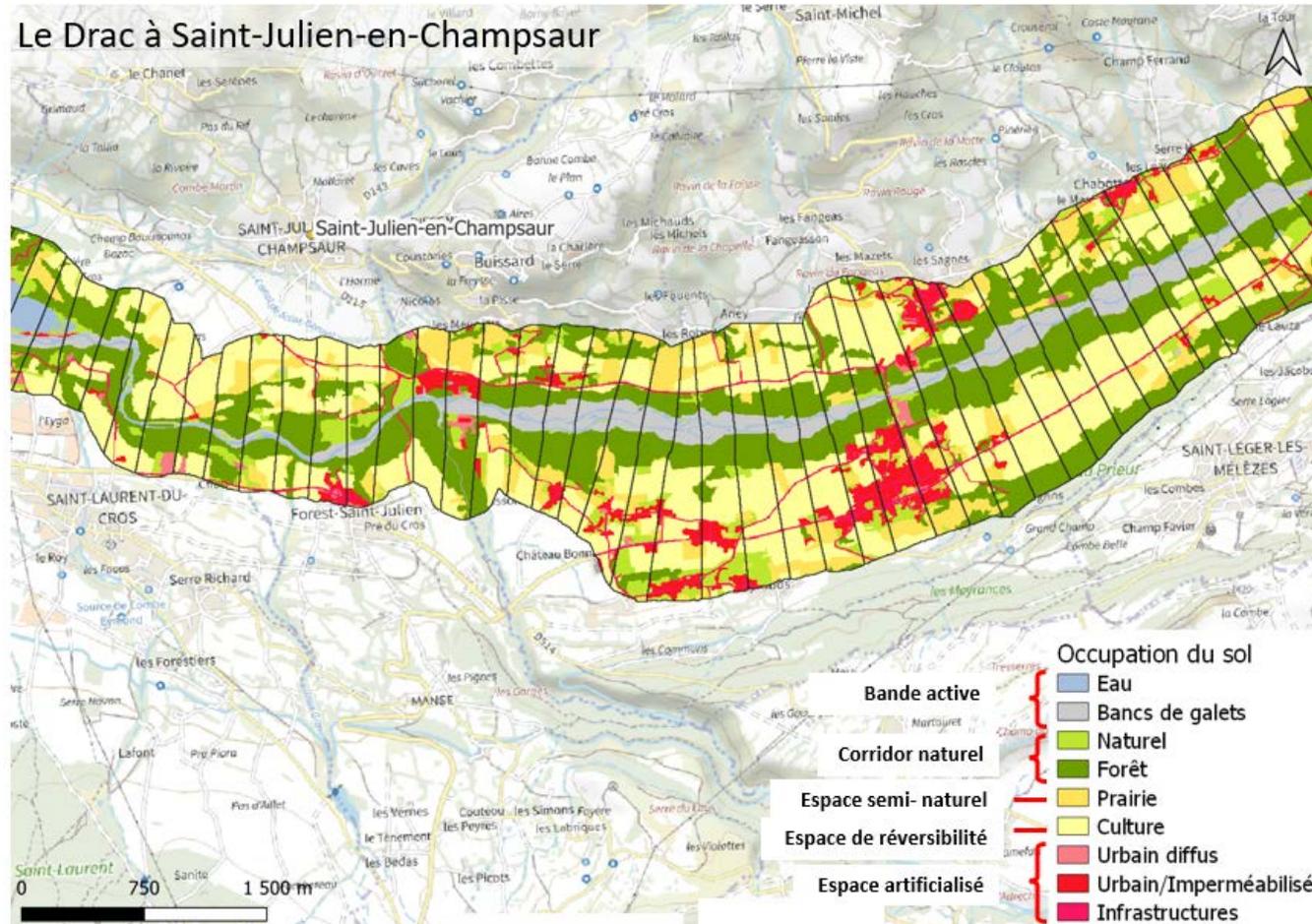
➤ La taille du système sur le secteur d'étude

1. Le contexte



Données macro à l'échelle du bassin versant (la spatialisation)

1. Le contexte



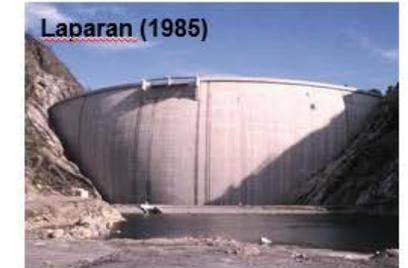
Occupations du fond de vallée

1. Le contexte

➤ Barrages-réservoirs de l'amont



Impacts sur l'hydrologie et le transit sédimentaire



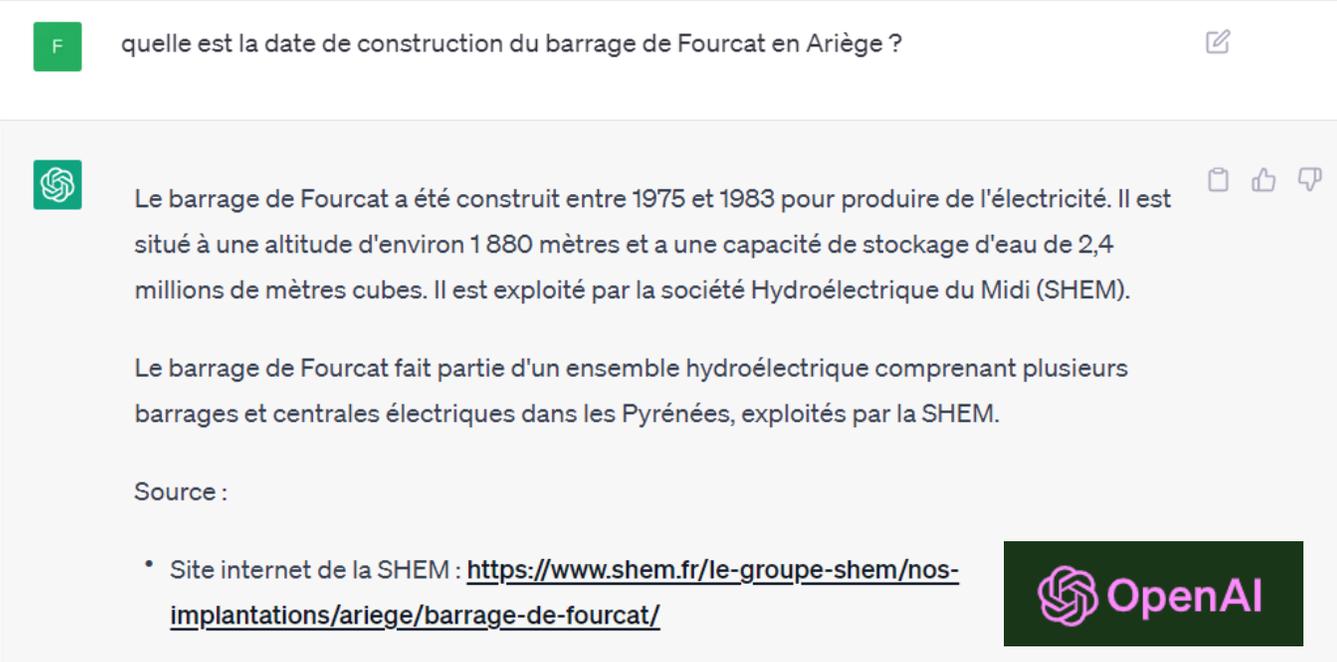
- TS : 1900 et 1948
- Hydrologie : 1900 à 1930, 1960-61 et 1983-85

Données macro à l'échelle du bassin versant (la chronologie)

1. Le contexte

Des recherches généralement très chronophages,
simplifiés par certains outils modernes

Un gain de temps considérable



The screenshot shows a chat window with a user question and an AI response. The user's question is: "quelle est la date de construction du barrage de Fourcat en Ariège ?". The AI response provides detailed information: "Le barrage de Fourcat a été construit entre 1975 et 1983 pour produire de l'électricité. Il est situé à une altitude d'environ 1 880 mètres et a une capacité de stockage d'eau de 2,4 millions de mètres cubes. Il est exploité par la société Hydroélectrique du Midi (SHEM). Le barrage de Fourcat fait partie d'un ensemble hydroélectrique comprenant plusieurs barrages et centrales électriques dans les Pyrénées, exploités par la SHEM. Source : Site internet de la SHEM : <https://www.shem.fr/le-groupe-shem/nos-implantations/ariege/barrage-de-fourcat/>". The AI logo and the text "OpenAI" are visible in the bottom right corner of the chat window.

F quelle est la date de construction du barrage de Fourcat en Ariège ?

Le barrage de Fourcat a été construit entre 1975 et 1983 pour produire de l'électricité. Il est situé à une altitude d'environ 1 880 mètres et a une capacité de stockage d'eau de 2,4 millions de mètres cubes. Il est exploité par la société Hydroélectrique du Midi (SHEM).

Le barrage de Fourcat fait partie d'un ensemble hydroélectrique comprenant plusieurs barrages et centrales électriques dans les Pyrénées, exploités par la SHEM.

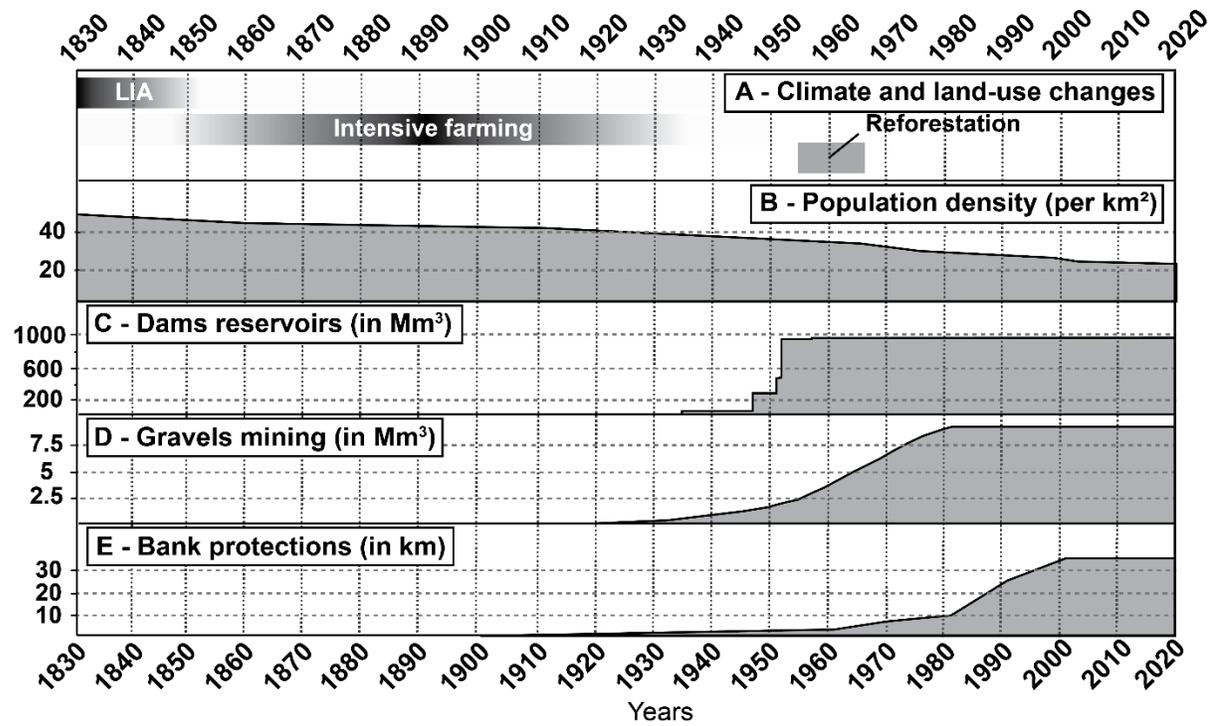
Source :

- Site internet de la SHEM : <https://www.shem.fr/le-groupe-shem/nos-implantations/ariege/barrage-de-fourcat/>

OpenAI

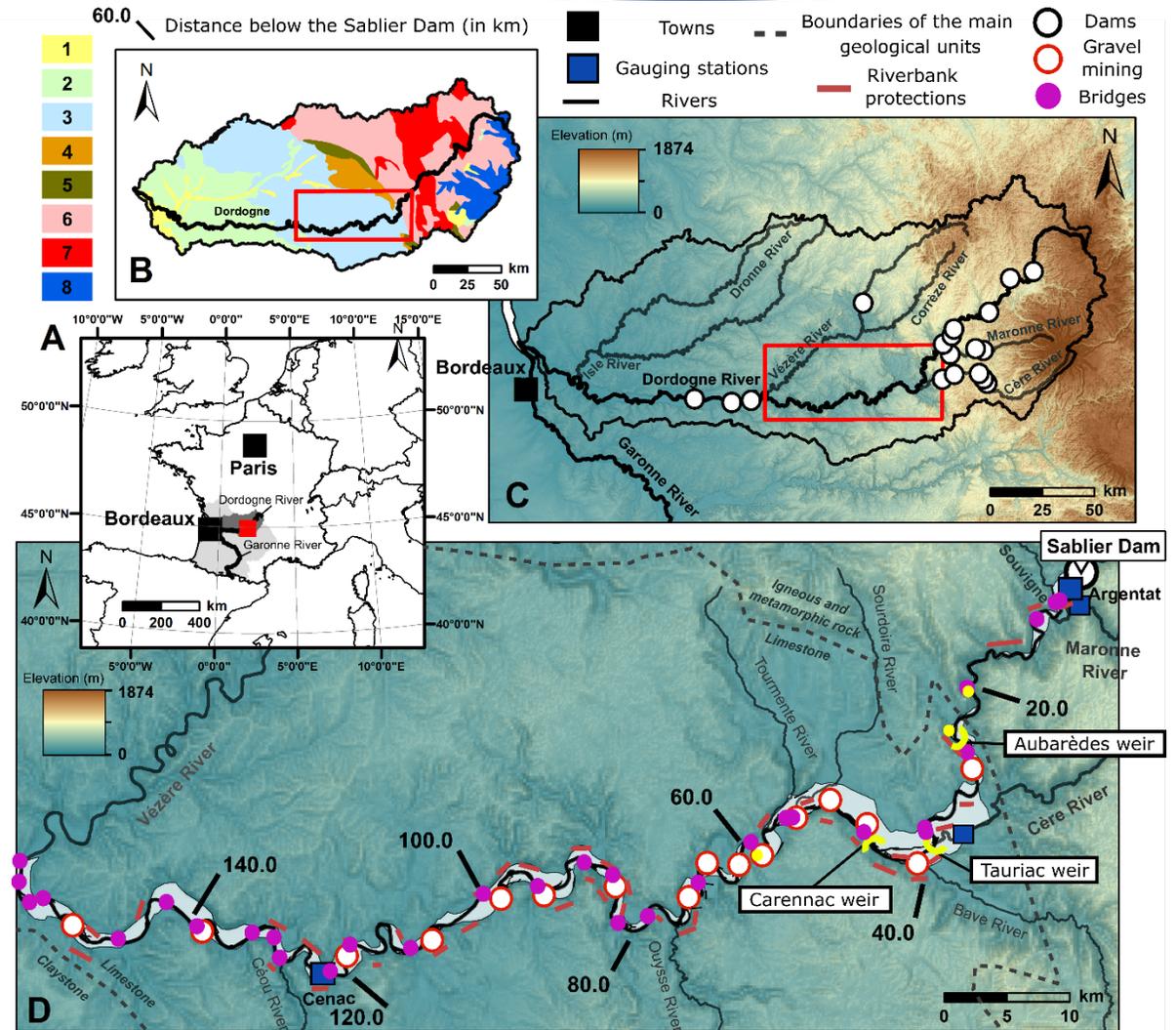
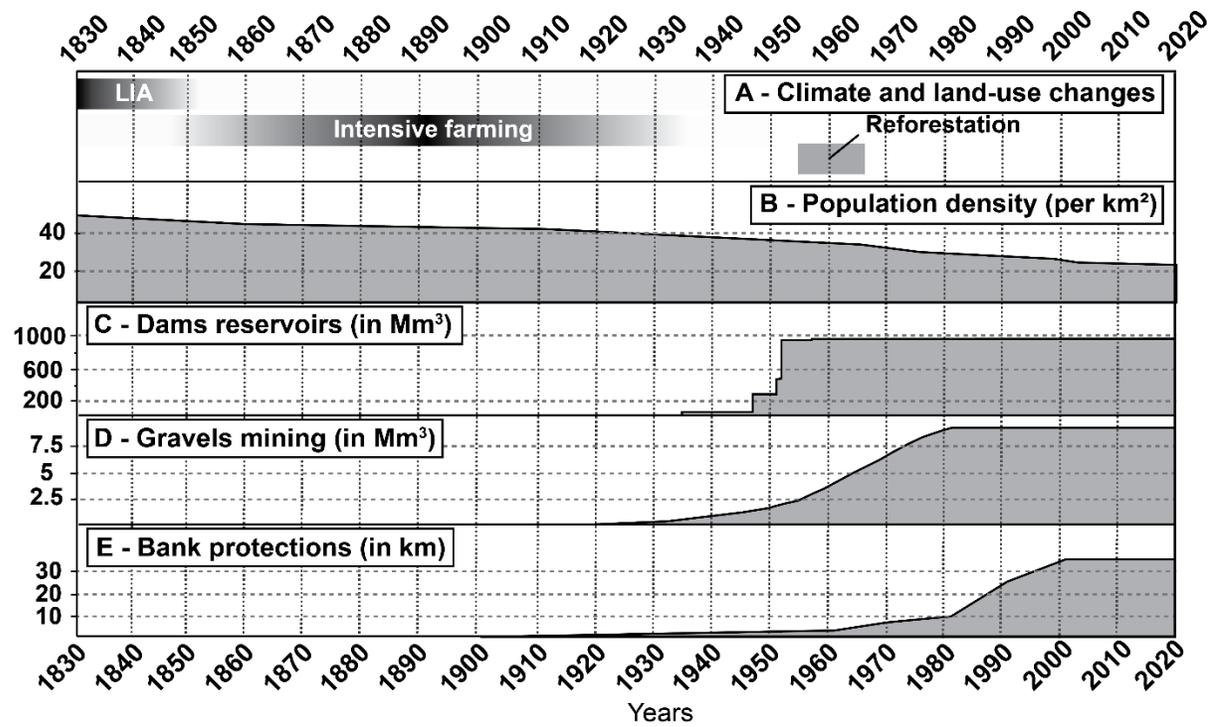
1. Le contexte

Chronologie et cartographie



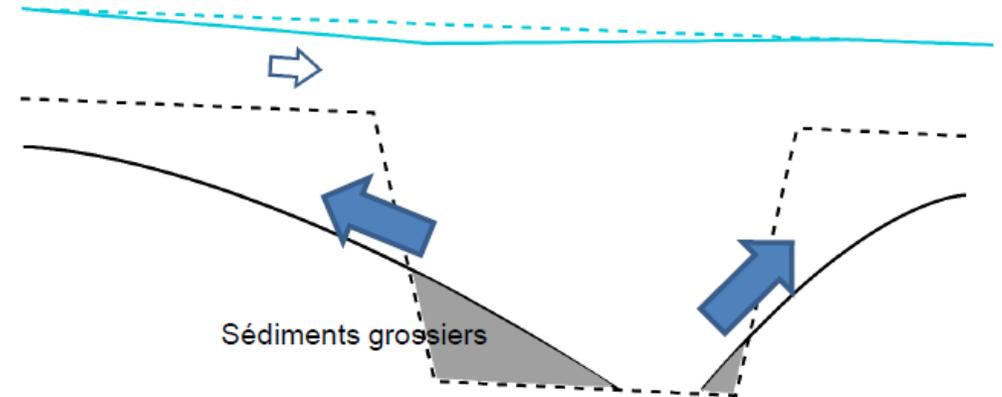
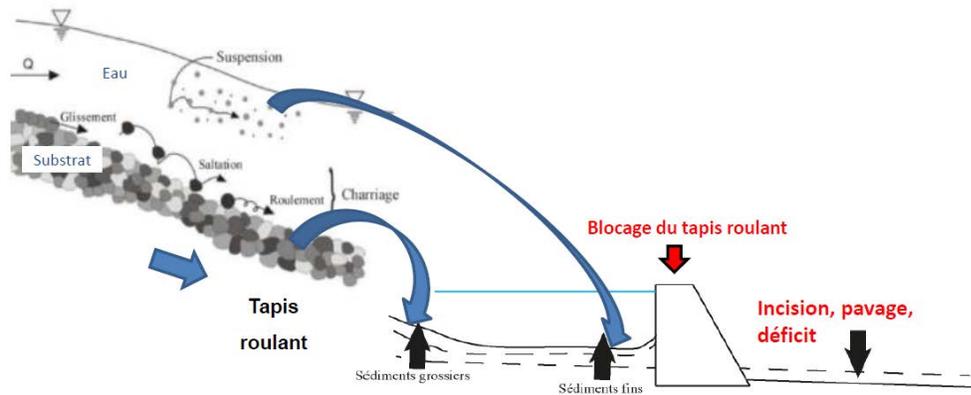
1. Le contexte

Chronologie et cartographie



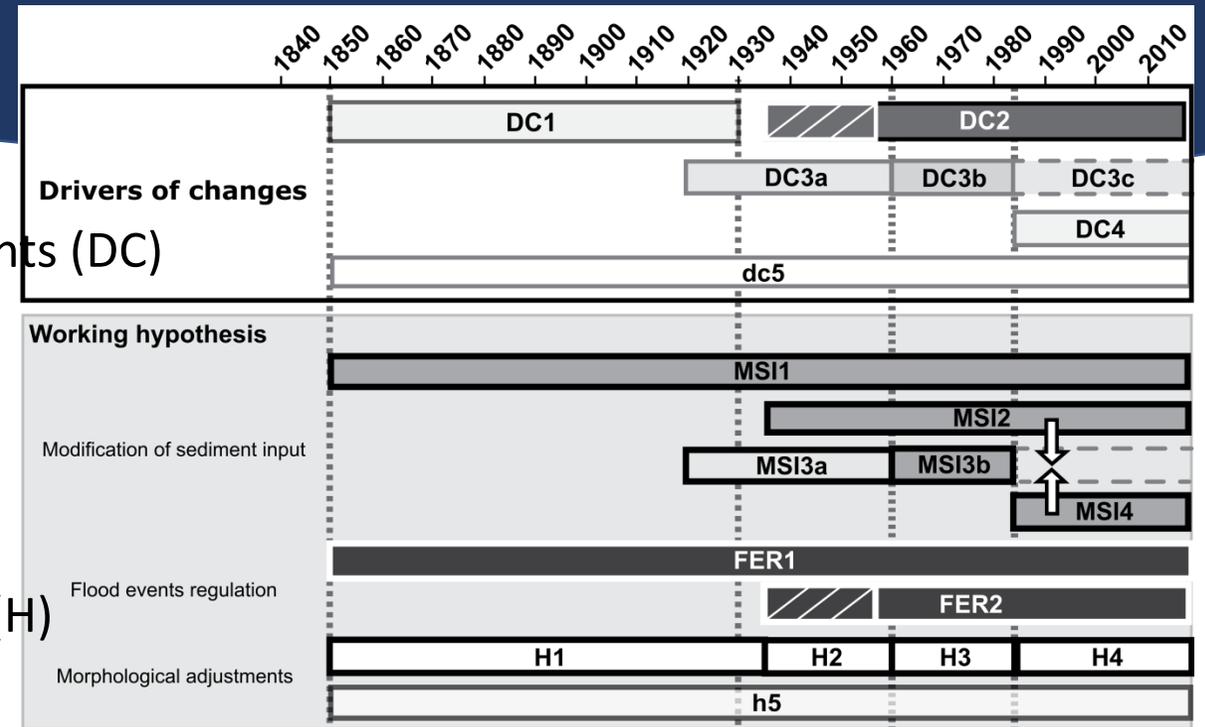
2. L'approche par hypothèses

- Facteurs potentiellement à l'origine des changements (DC)
- Modification des apports sédimentaires (MSI)
- Régulation des crues (FER)
- Hypothèses sur les changements morphologiques (H)



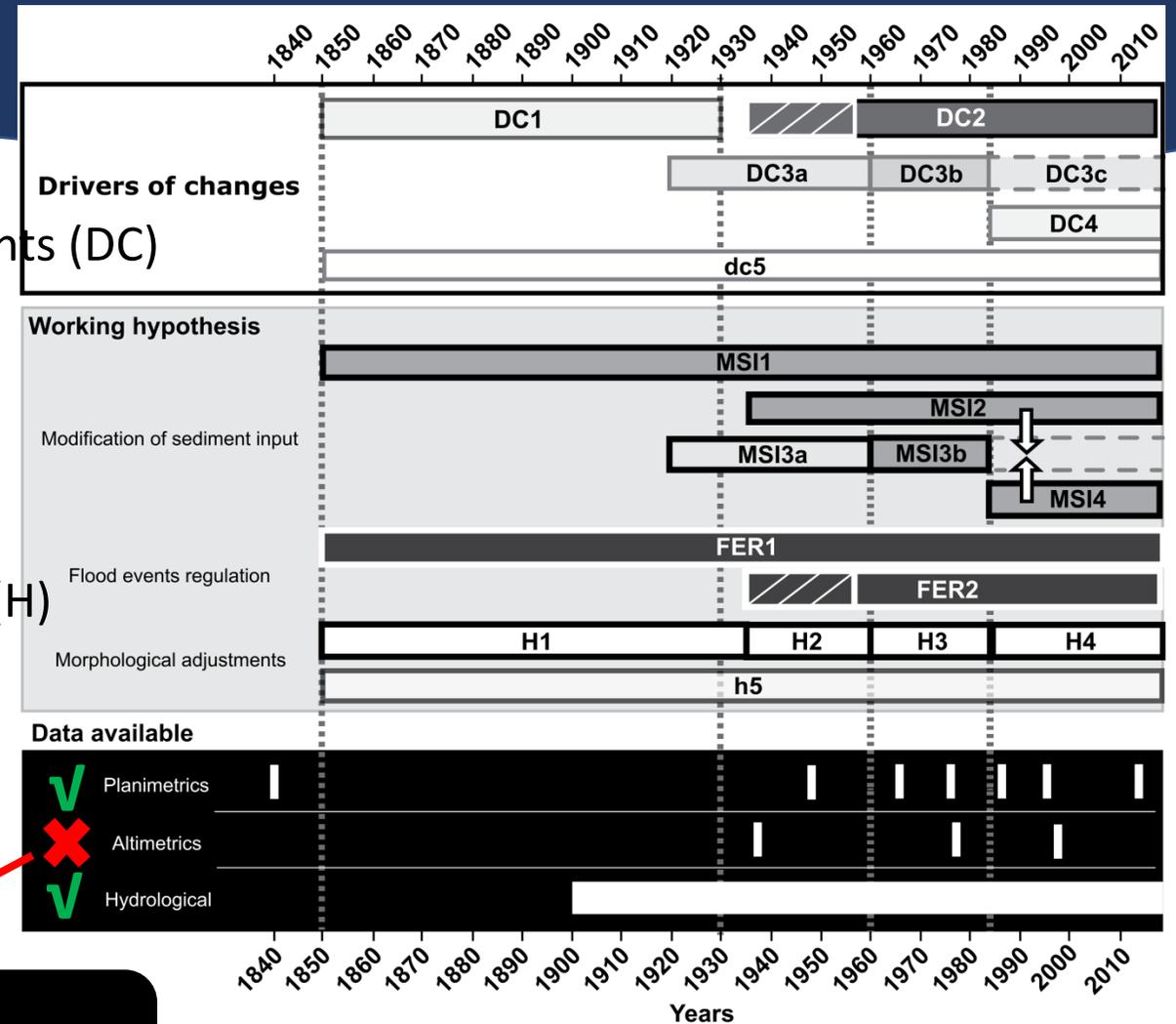
2. L'approche par hypothèses

- Facteurs potentiellement à l'origine des changements (DC)
- Modification des apports sédimentaires (MSI)
- Régulation des crues (FER)
- Hypothèses sur les changements morphologiques (H)



2. L'approche par hypothèses

- Facteurs potentiellement à l'origine des changements (DC)
- Modification des apports sédimentaires (MSI)
- Régulation des crues (FER)
- Hypothèses sur les changements morphologiques (H)
- Données disponibles

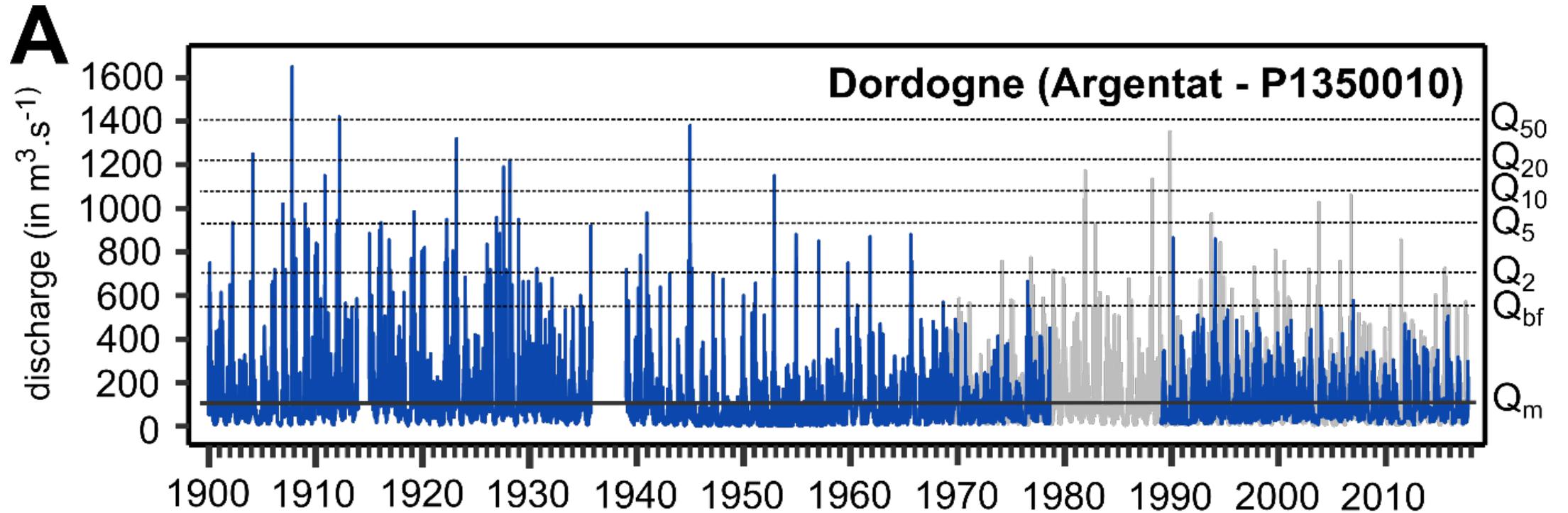


Flood events
Planimetric adjustments

Vertical adjustments

3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles

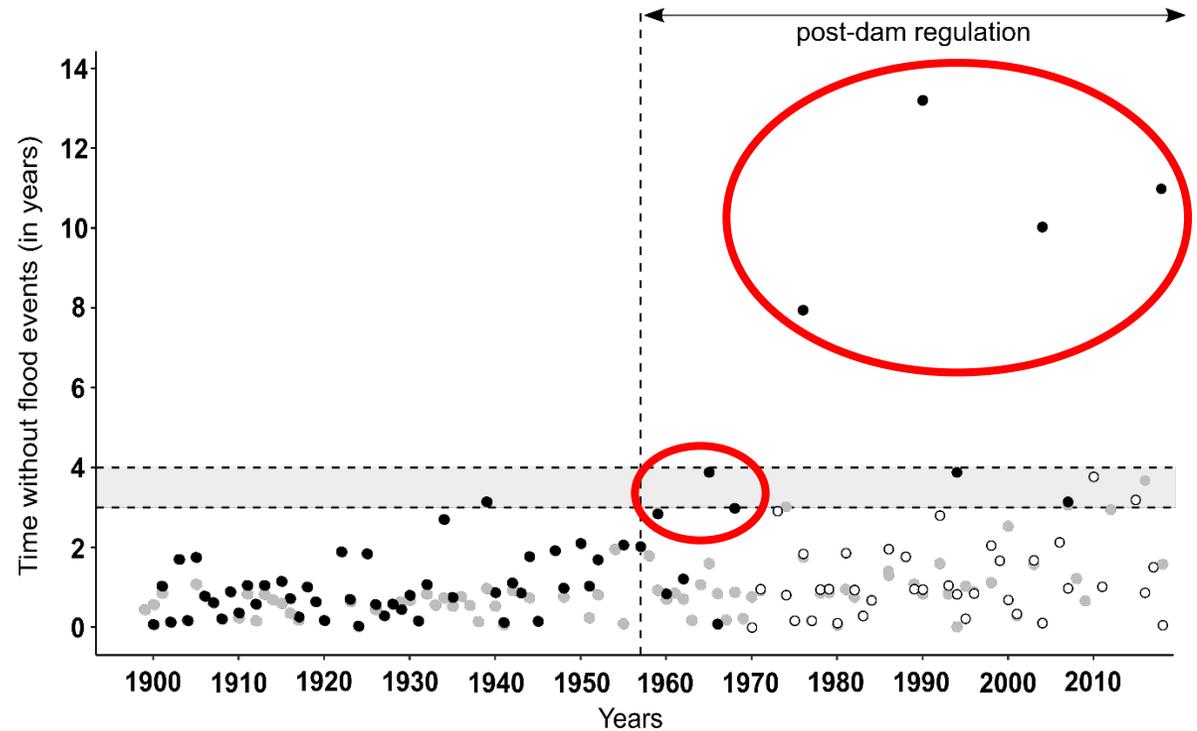
Intensité des crues



3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles

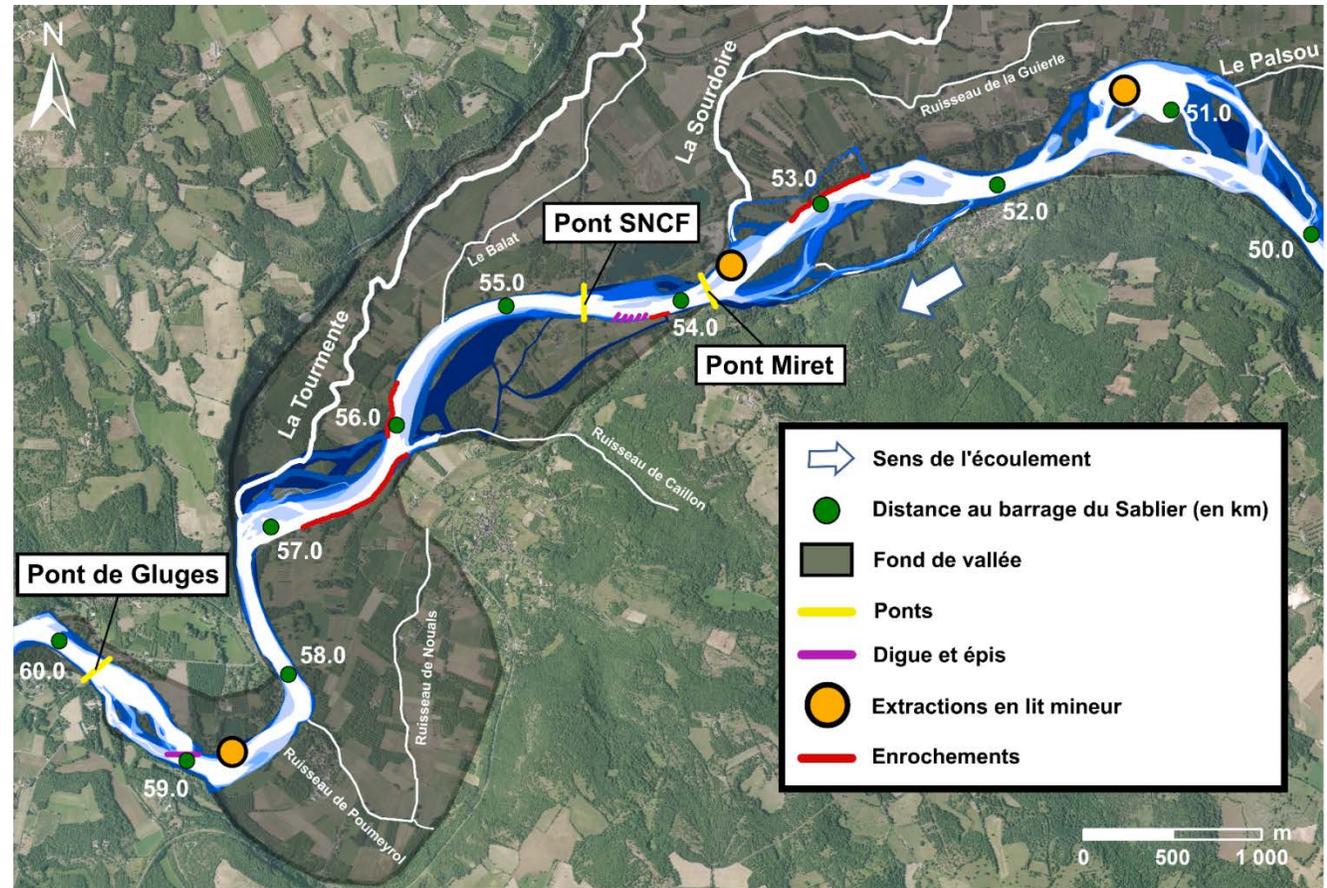
Fréquences des crues

Entre 3 et 4 ans : développement pérenne de la végétation



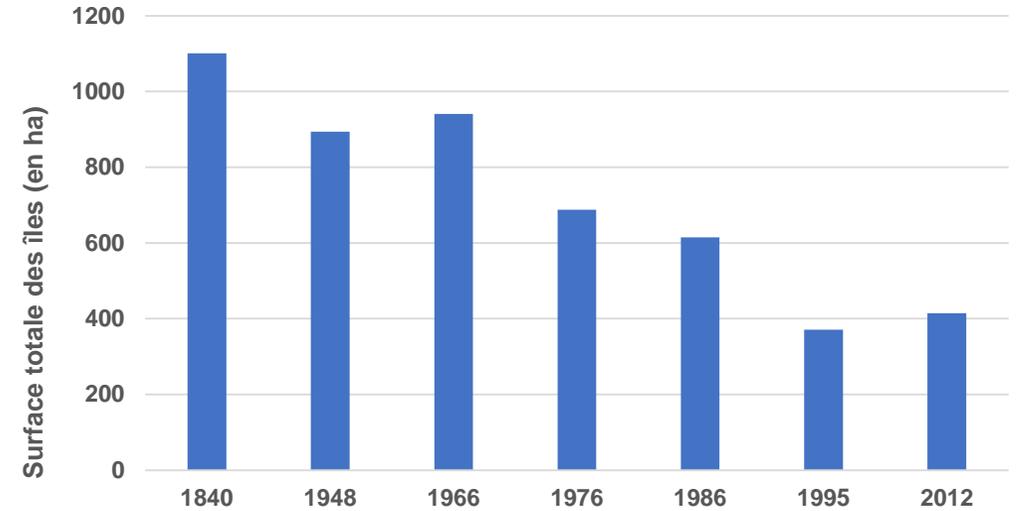
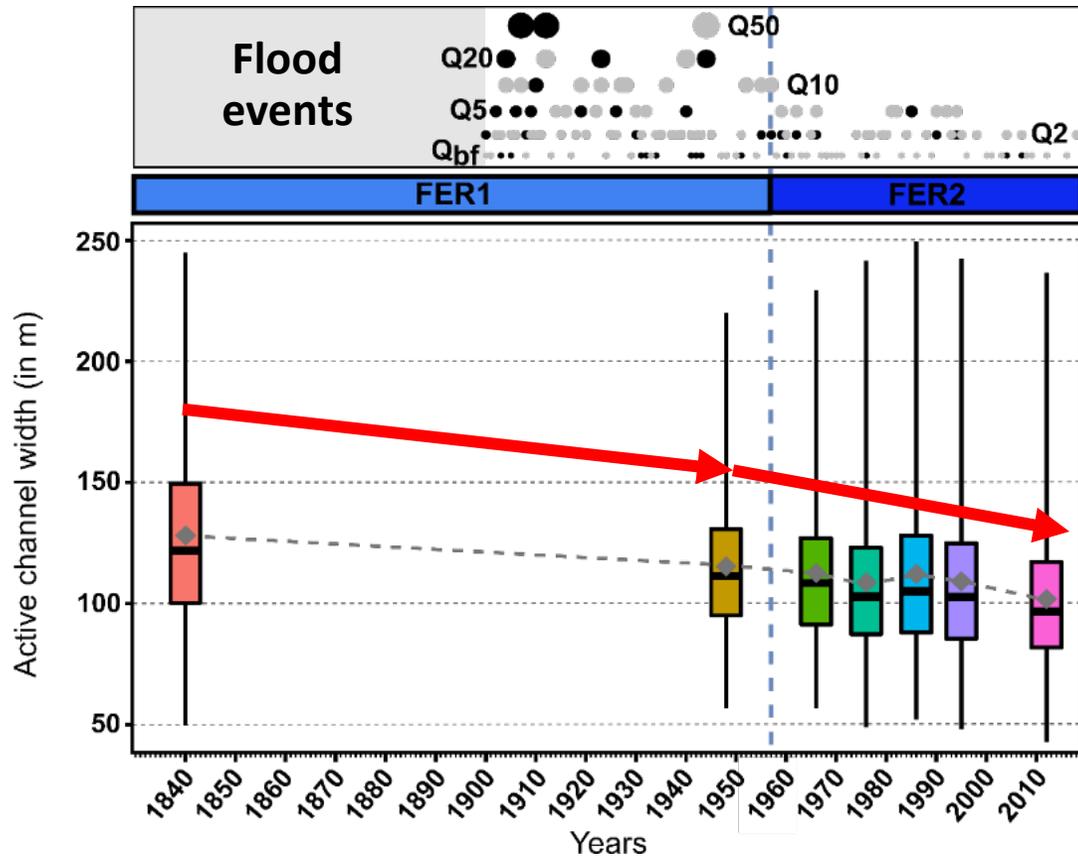
3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles

- Rétraction de la bande active et simplification



3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles

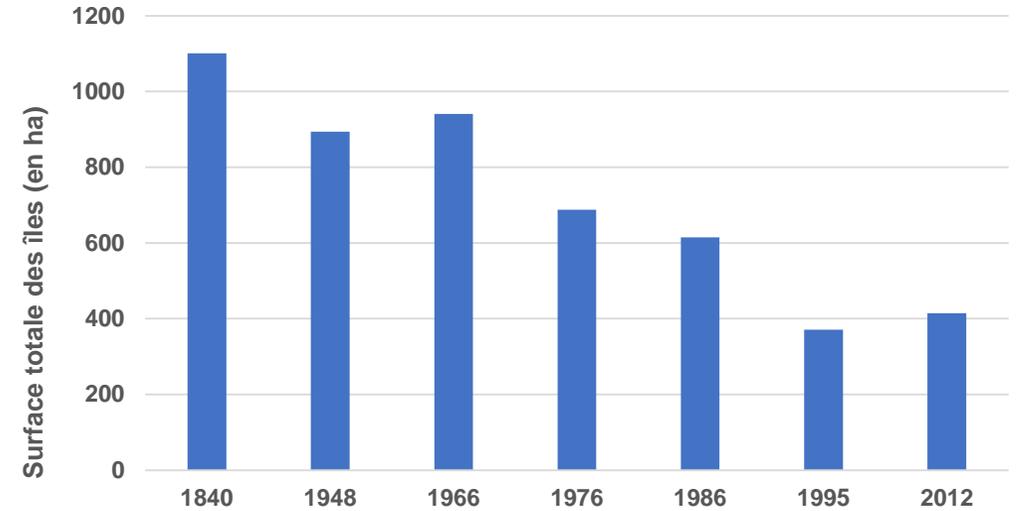
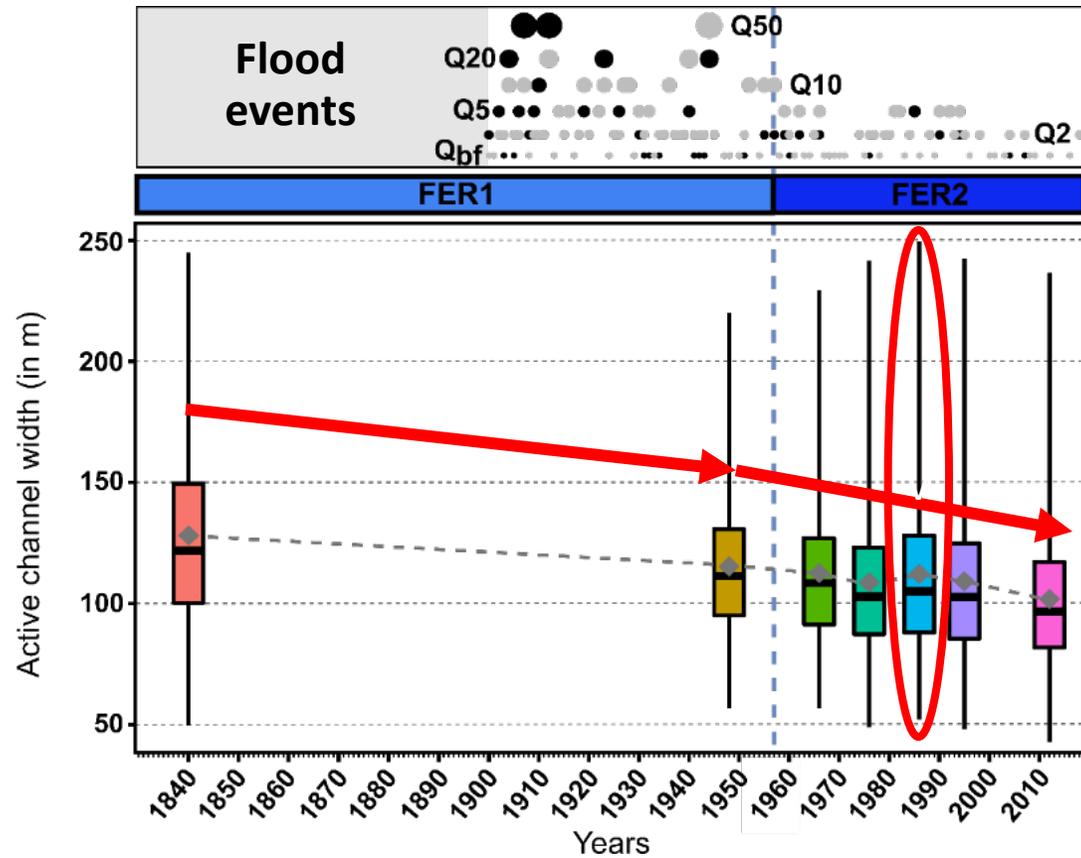
- Rétraction de la bande active et simplification



- - 465 ha de bande active
- - 700 hectares d'îles

3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles

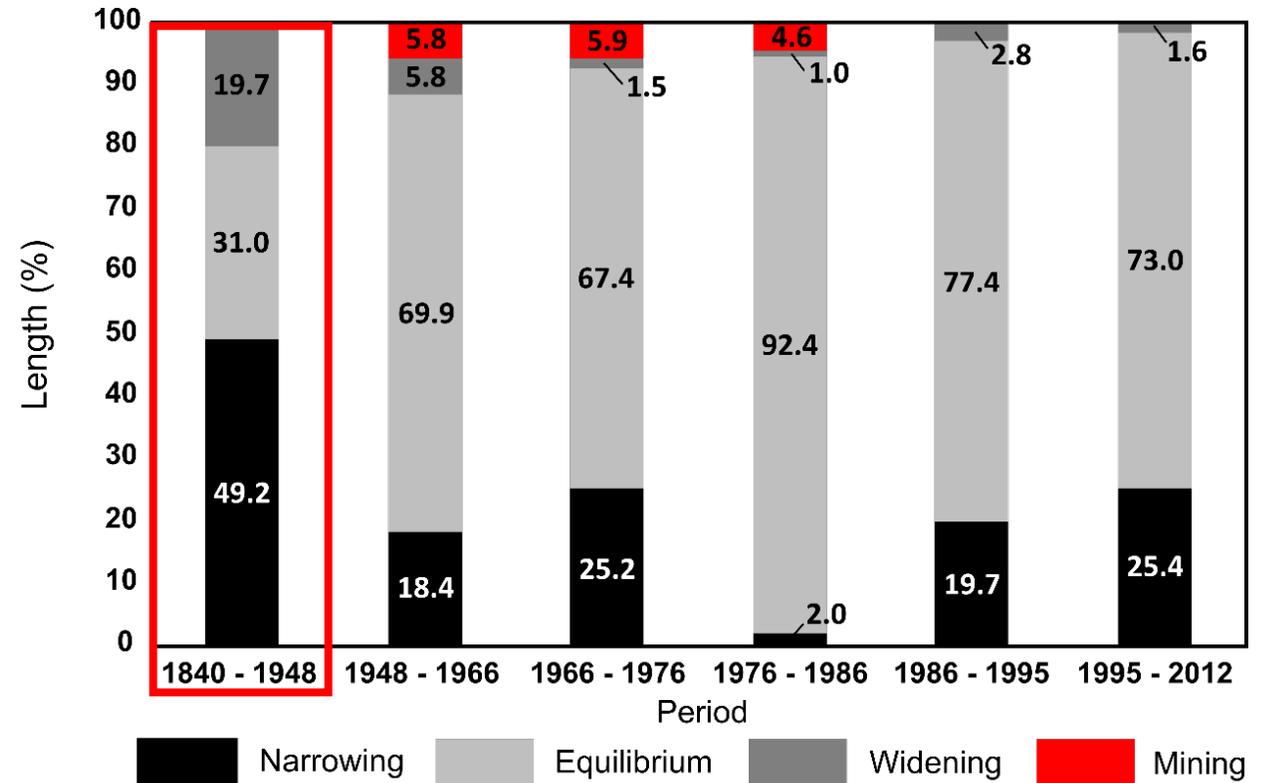
- Rétraction de la bande active et simplification



- - 465 ha de bande active
- - 700 hectares d'îles

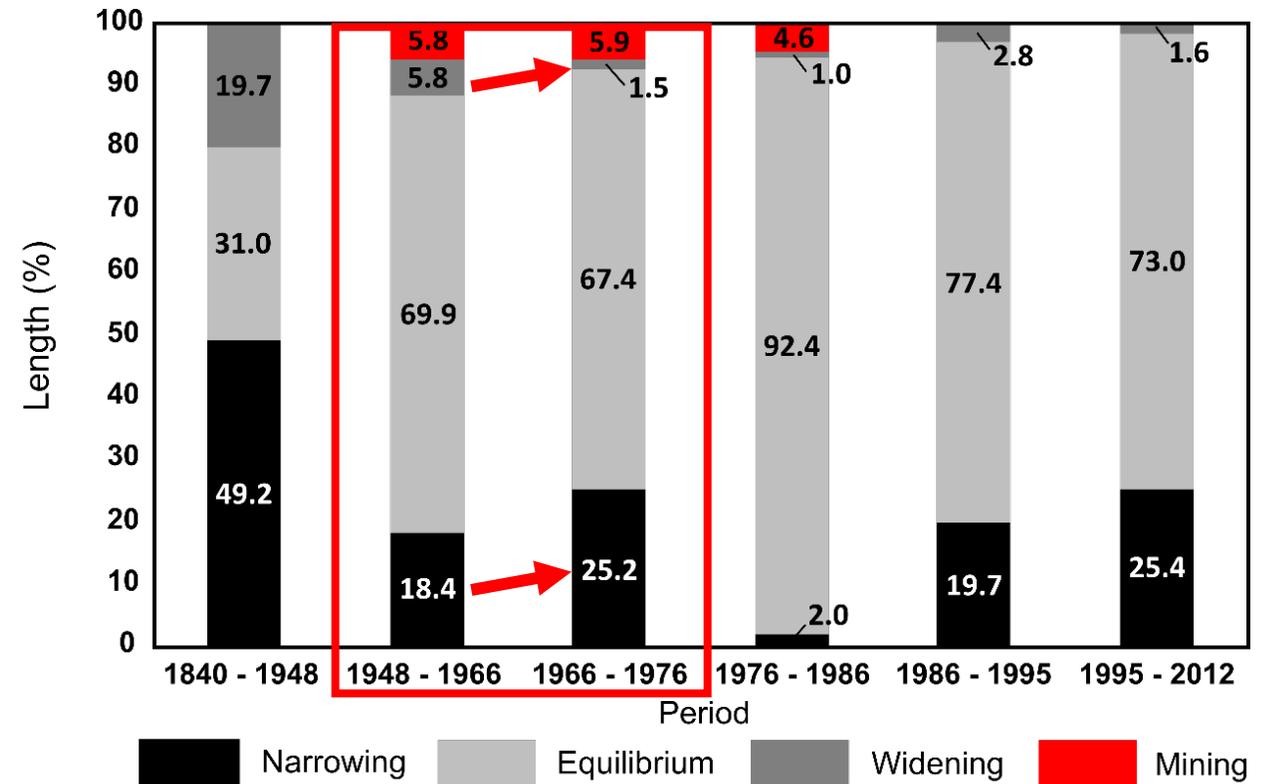
3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles

- Avant régulation (barrages) - > mobilité latérale et simplification lente

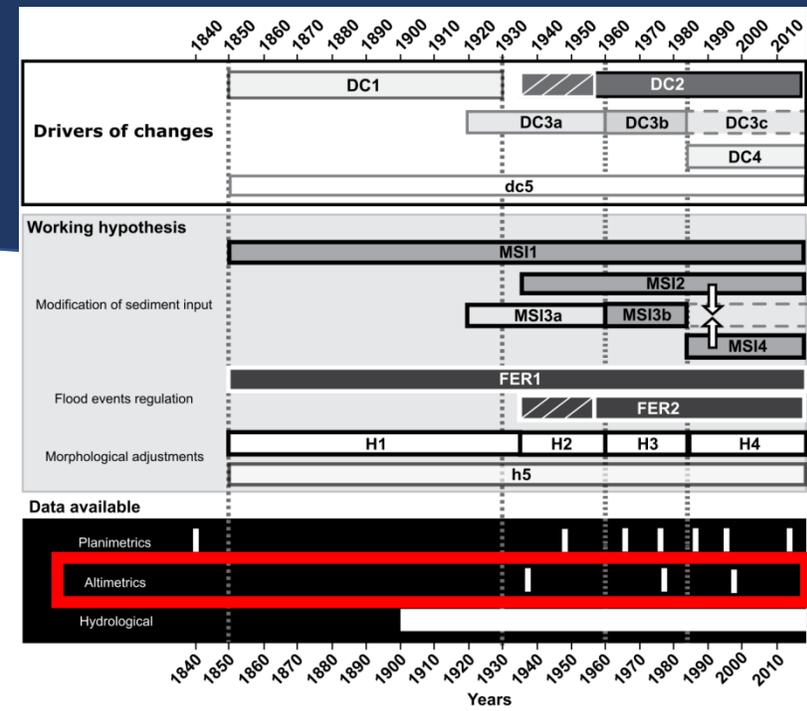


3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles

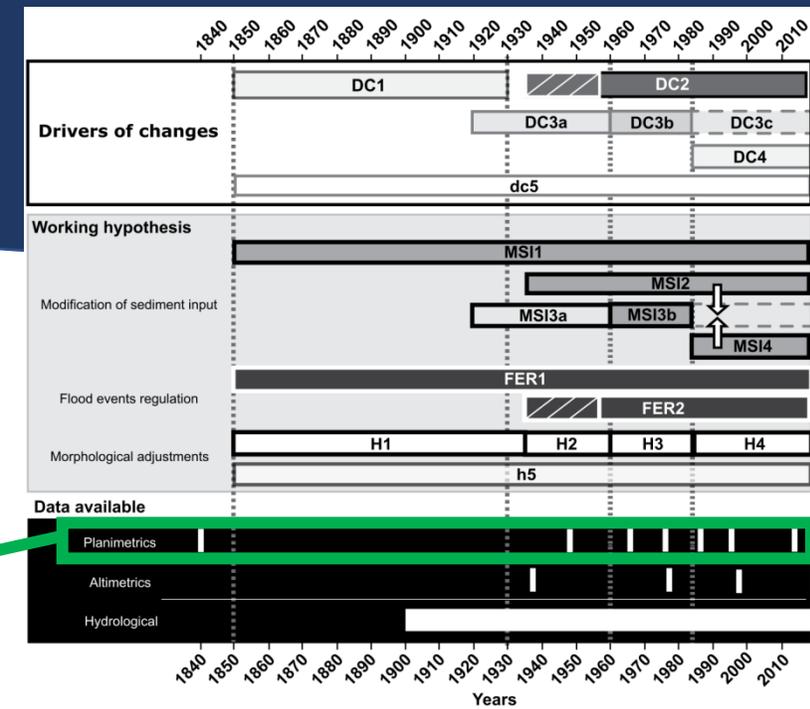
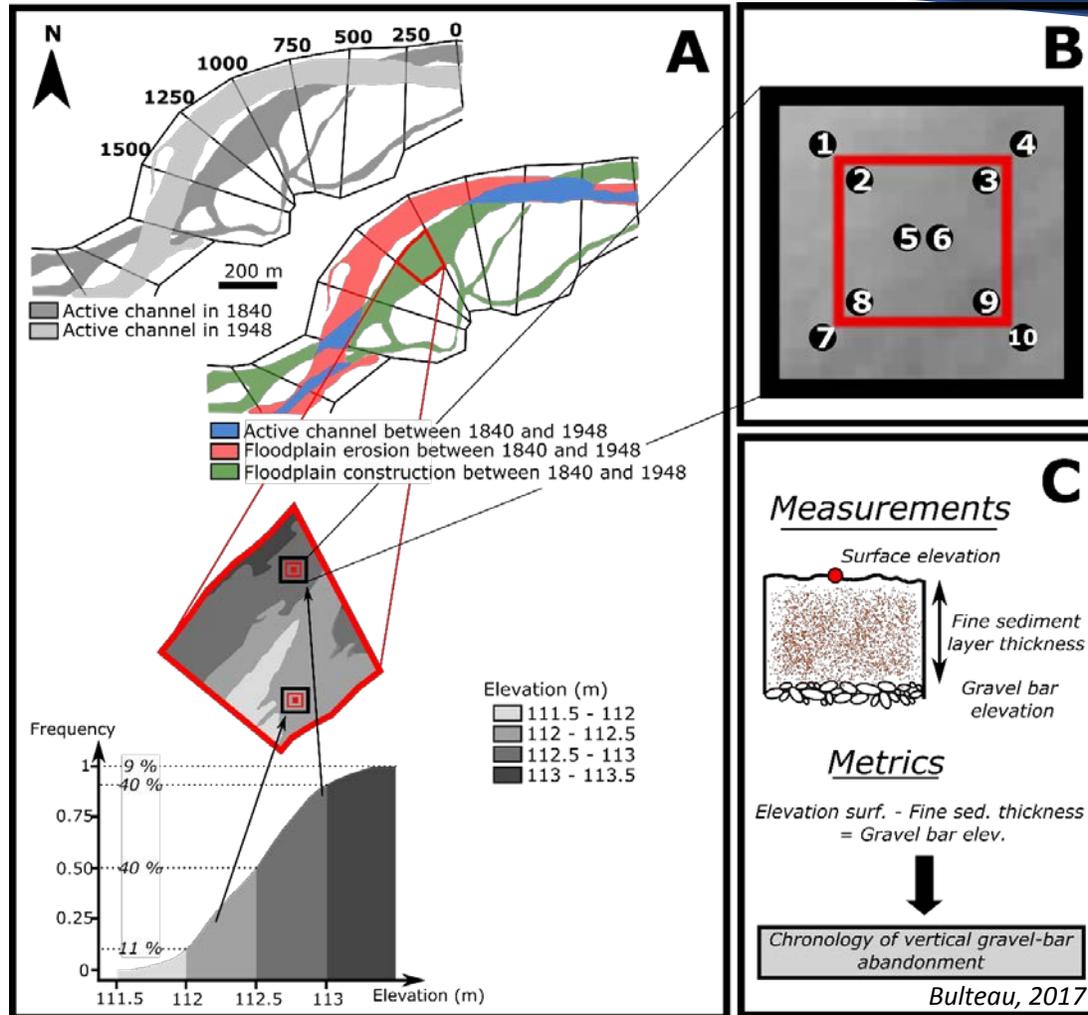
- Avant régulation (barrages) - > mobilité latérale et simplification lente
- Après régulation (barrages) - > plus de mobilité et végétalisation



3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles



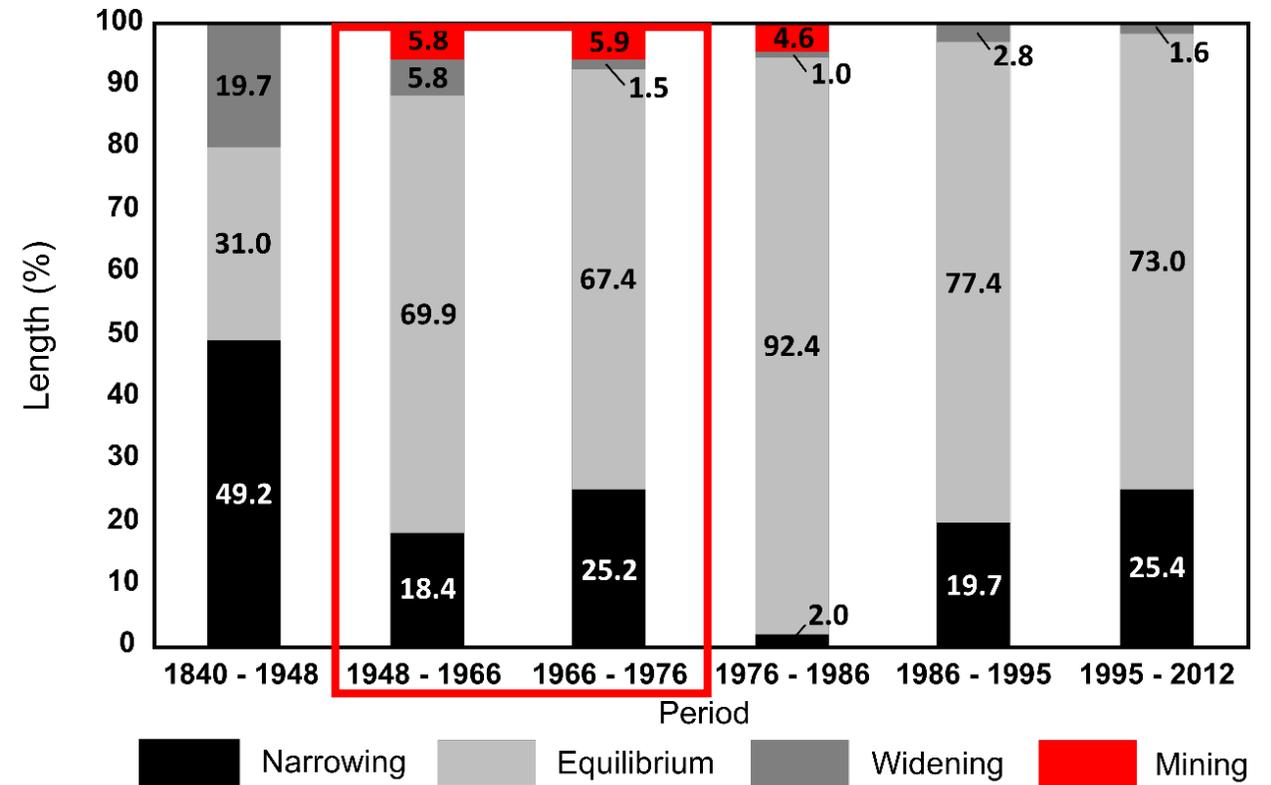
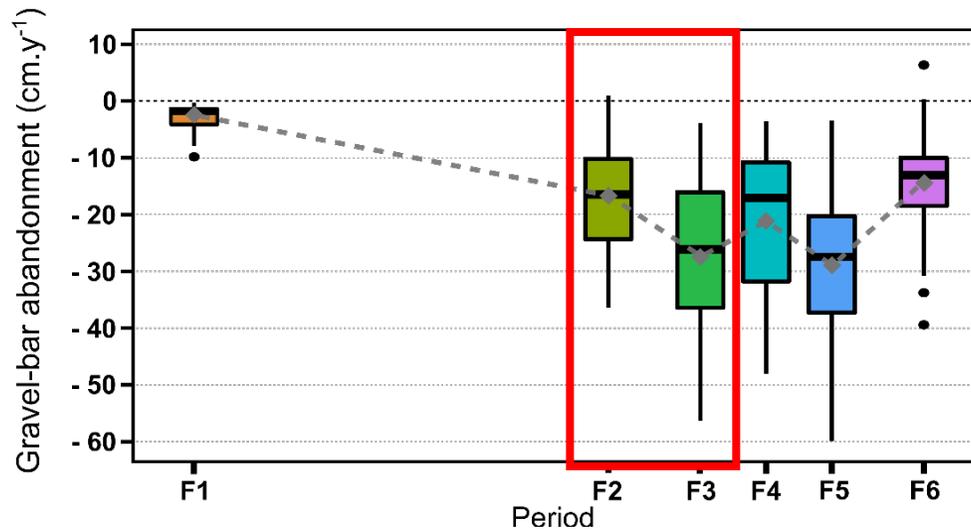
3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles



- Surfaces végétalisées -> proxy de l'incision et des apports de fines
- Contribution aux budgets sédimentaires/Volumes disponibles en plaine alluviale

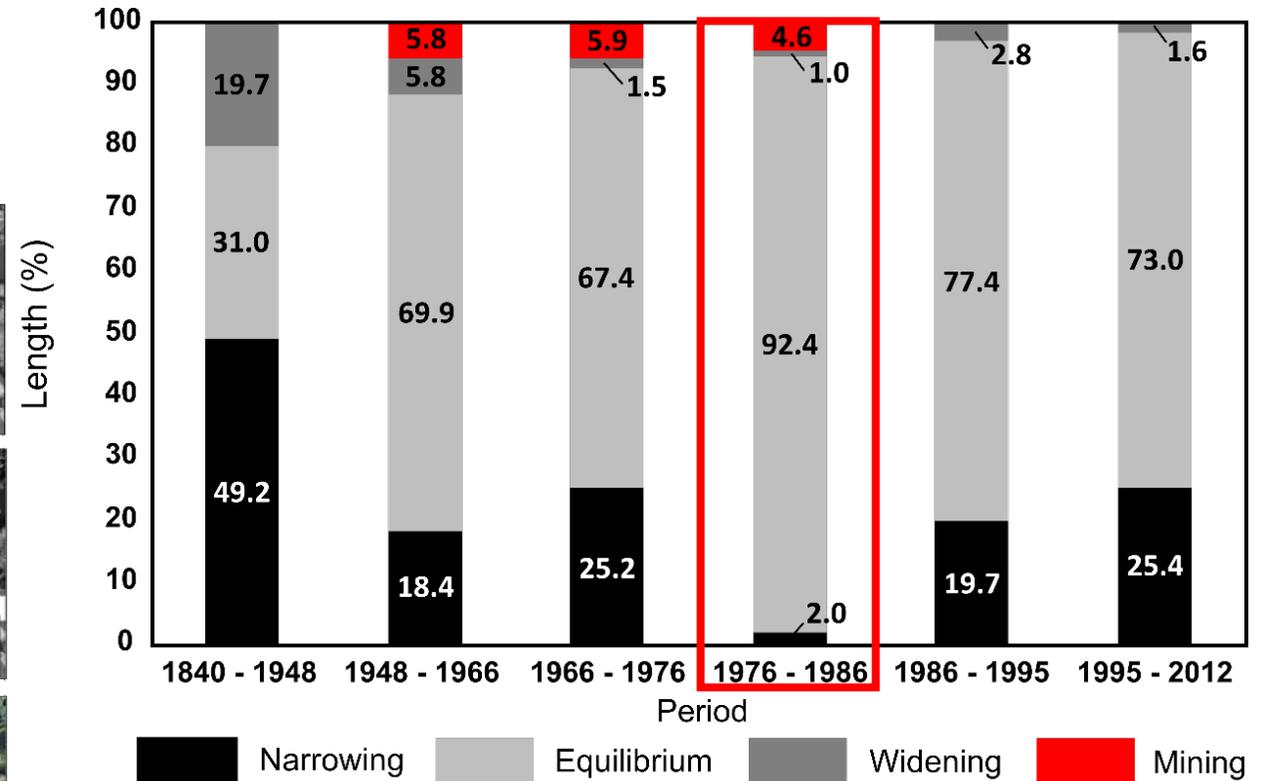
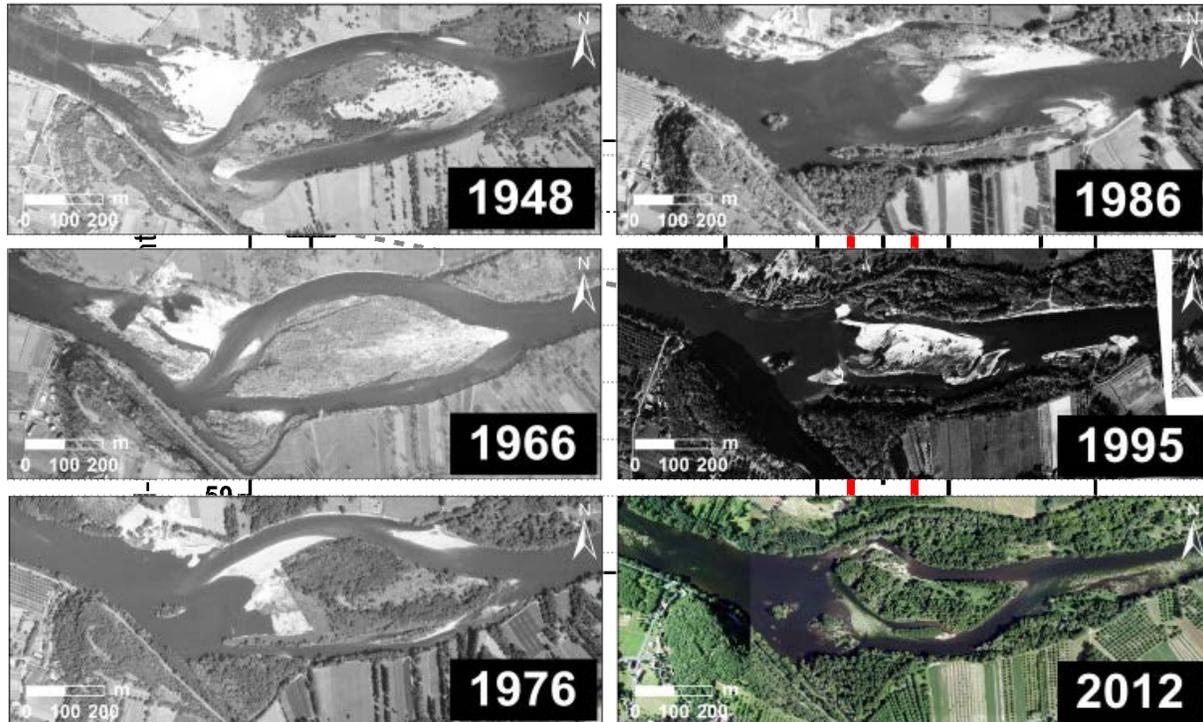
3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles

- Avant régulation (barrages) - > mobilité latérale et simplification lente
- Après régulation (barrages) - > plus de mobilité et végétalisation
- Incision (extractions)



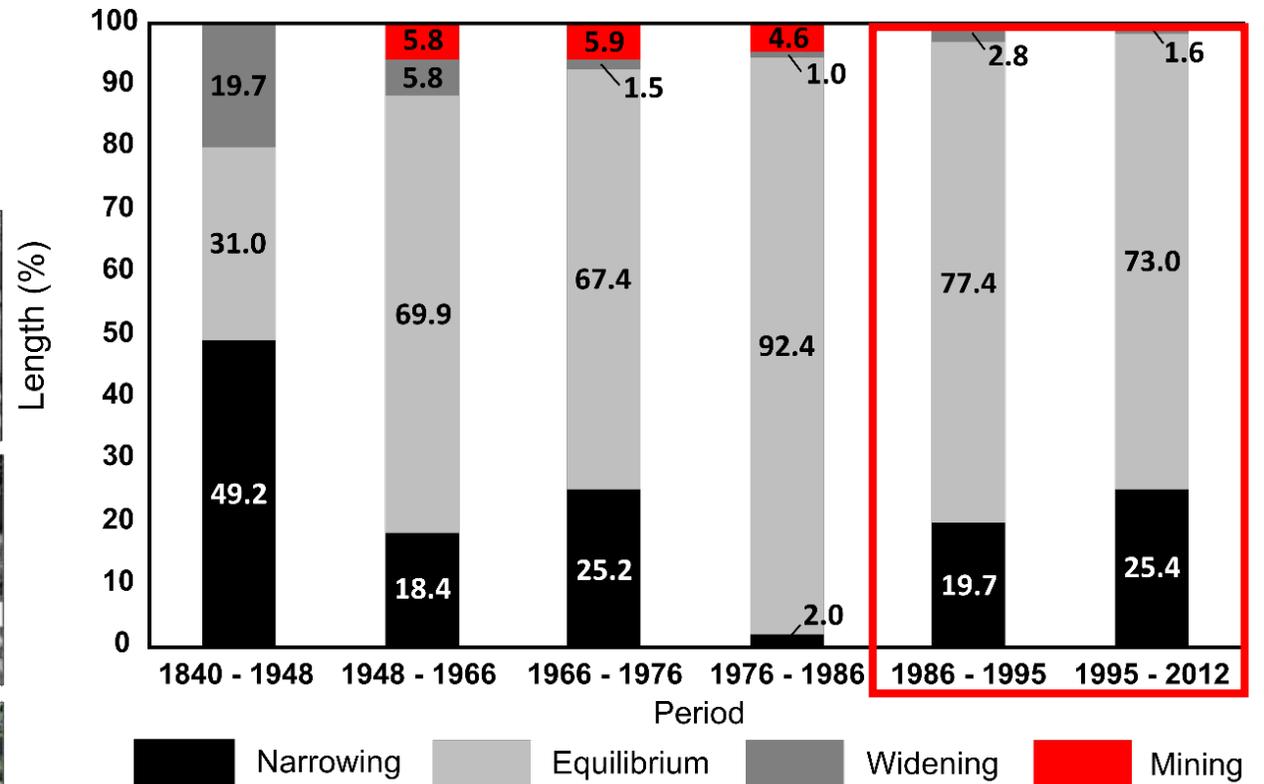
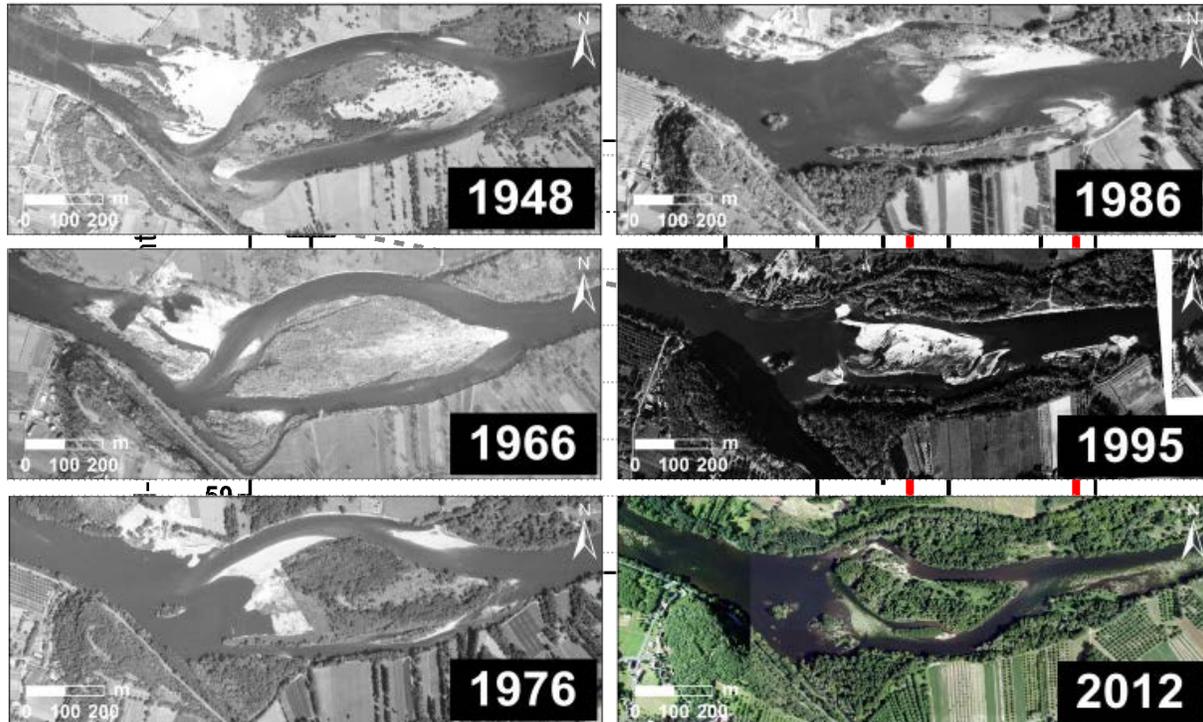
3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles

- Avant régulation (barrages) - > mobilité latérale et simplification lente
- Après régulation (barrages) - > plus de mobilité et végétalisation
- Incision (extractions)



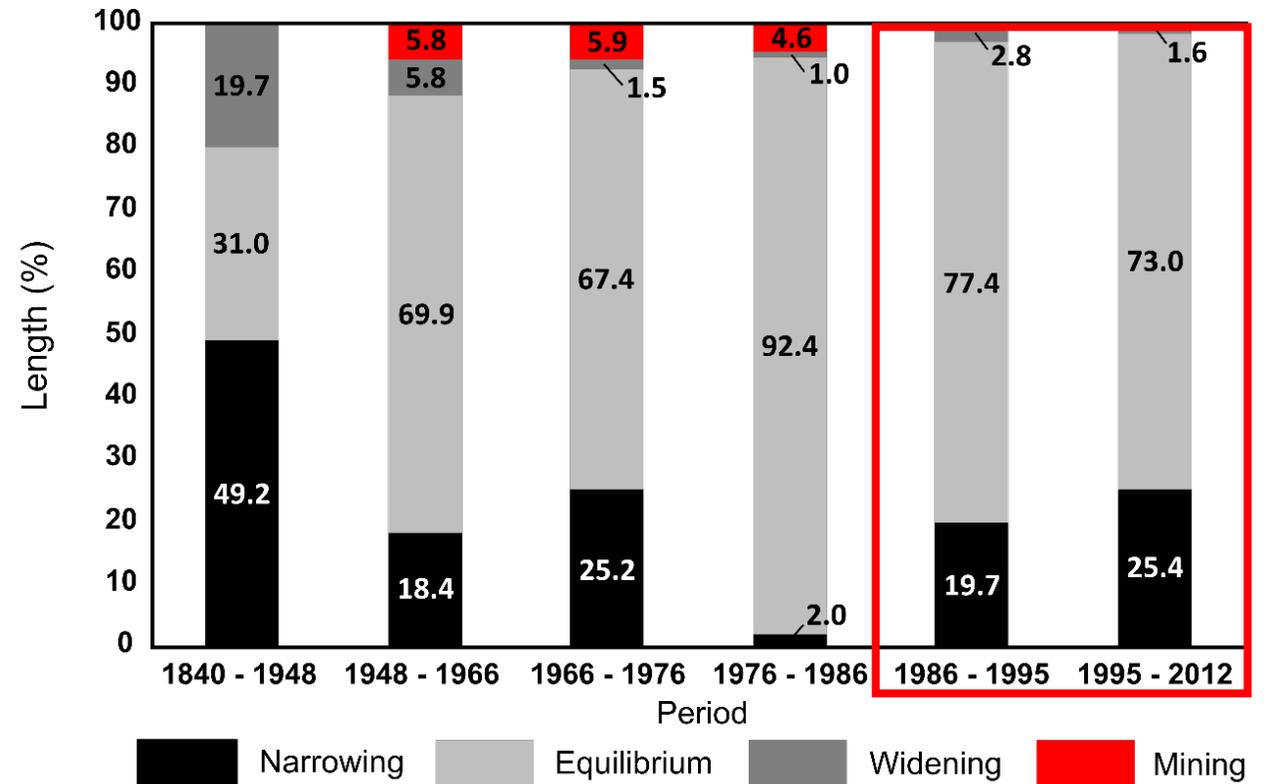
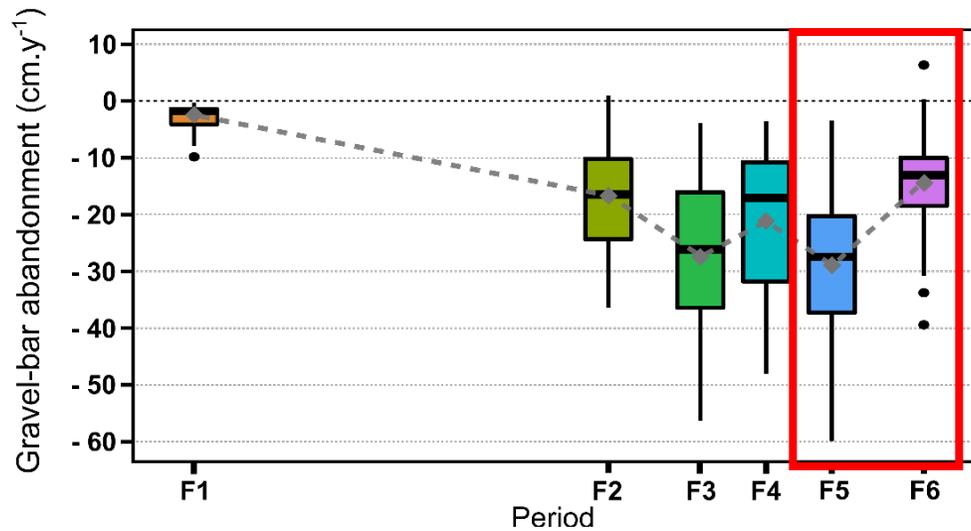
3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles

- Avant régulation (barrages) - > mobilité latérale et simplification lente
- Après régulation (barrages) - > plus de mobilité et végétalisation
- Incision (extractions)



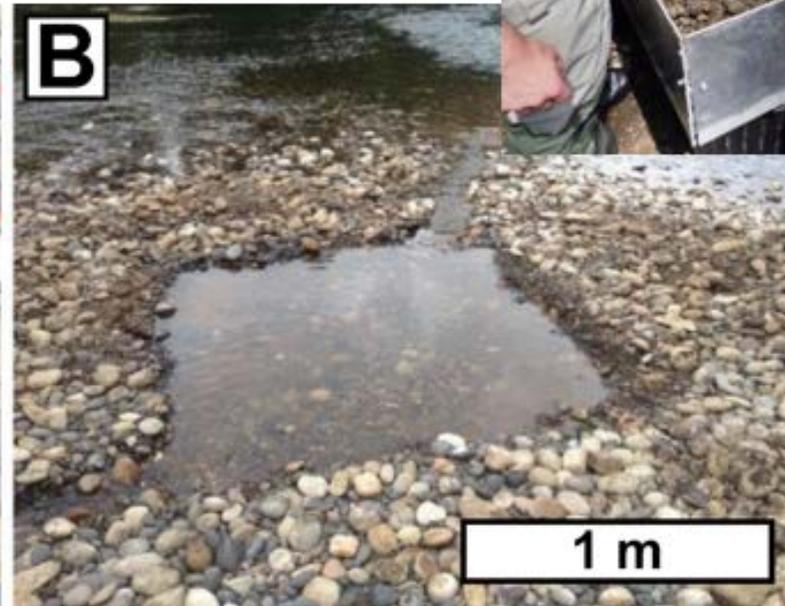
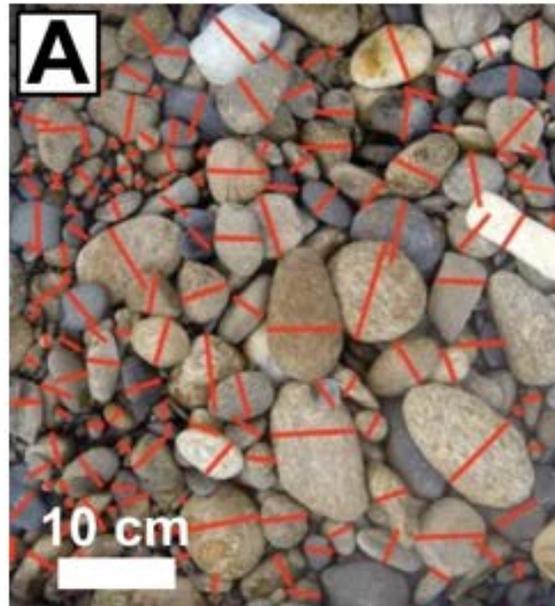
3. Trajectoires morphologiques et fonctionnelles

- Avant régulation (barrages) - > mobilité latérale et simplification lente
- Après régulation (barrages) - > plus de mobilité et végétalisation
- Incision (extractions)
- **Adjustment post-extractions ?**

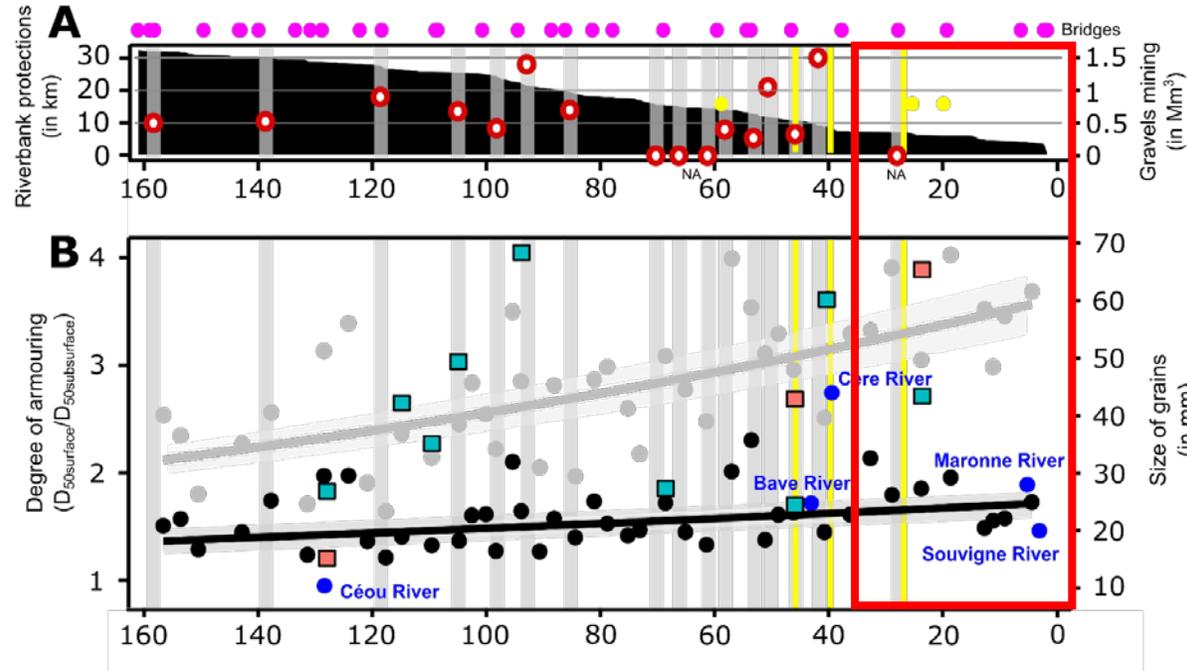


4. Emprises dégradations et capacité

- Tailles des sédiments composants le lit et variabilité spatiale (impact de l'incision, témoin du transport solide...)

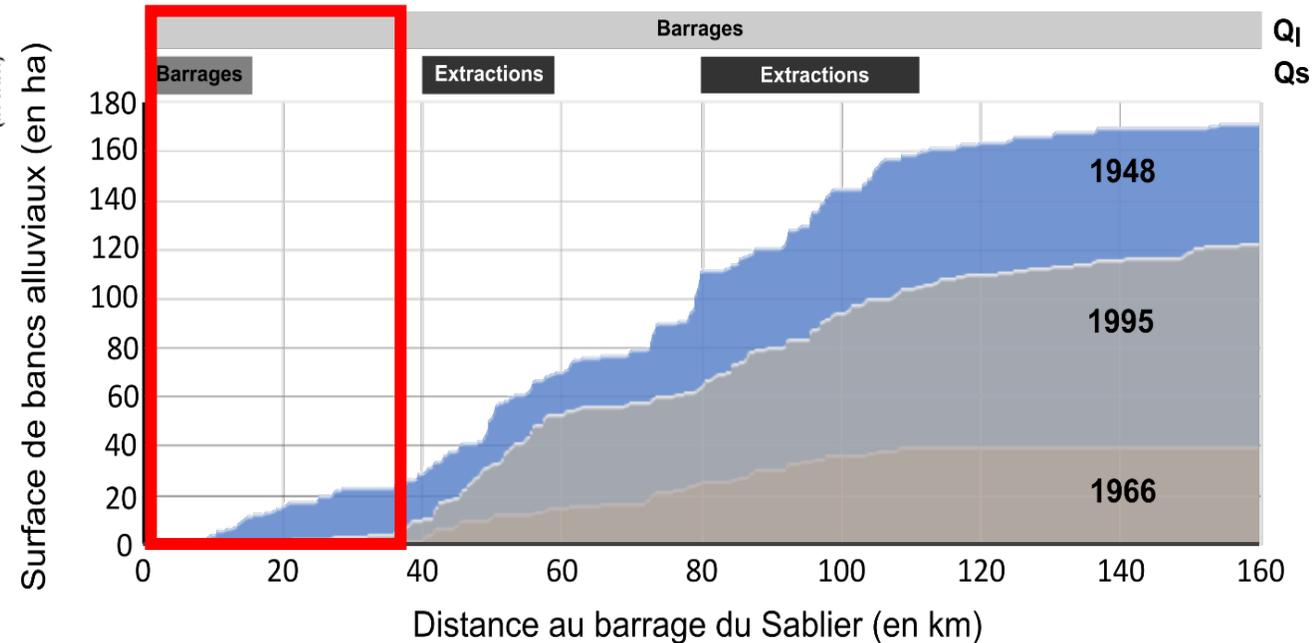


4. Emprises dégradations et capacité

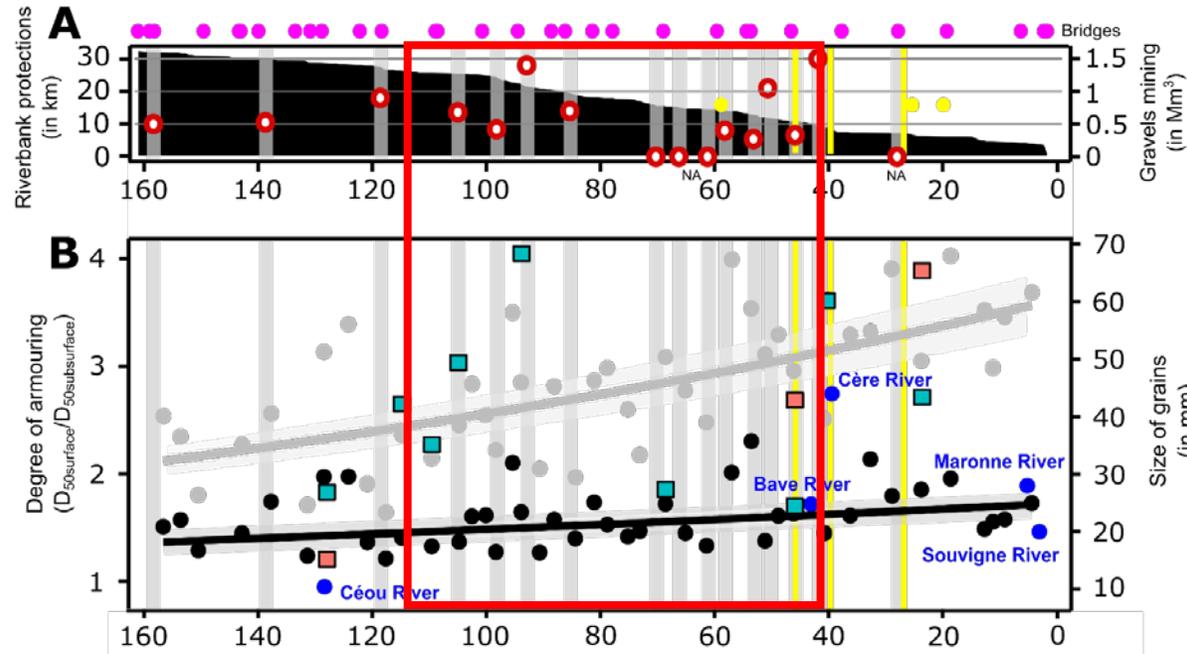


➤ Déficit amont <- barrages (bancs de galets : -20 ha; pavé)

Crue amplifiée



4. Emprises dégradations et capacité



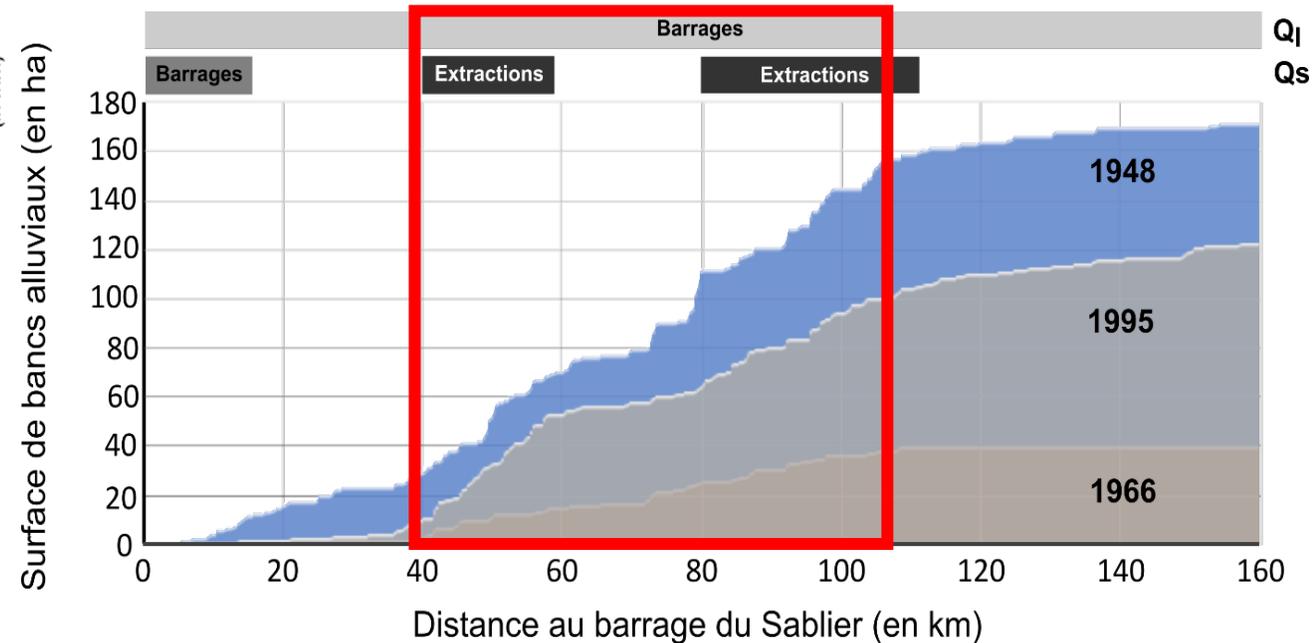
➤ Déficit amont <- barrages (bancs de galets : -20 ha; pavé)

Crue amplifiée

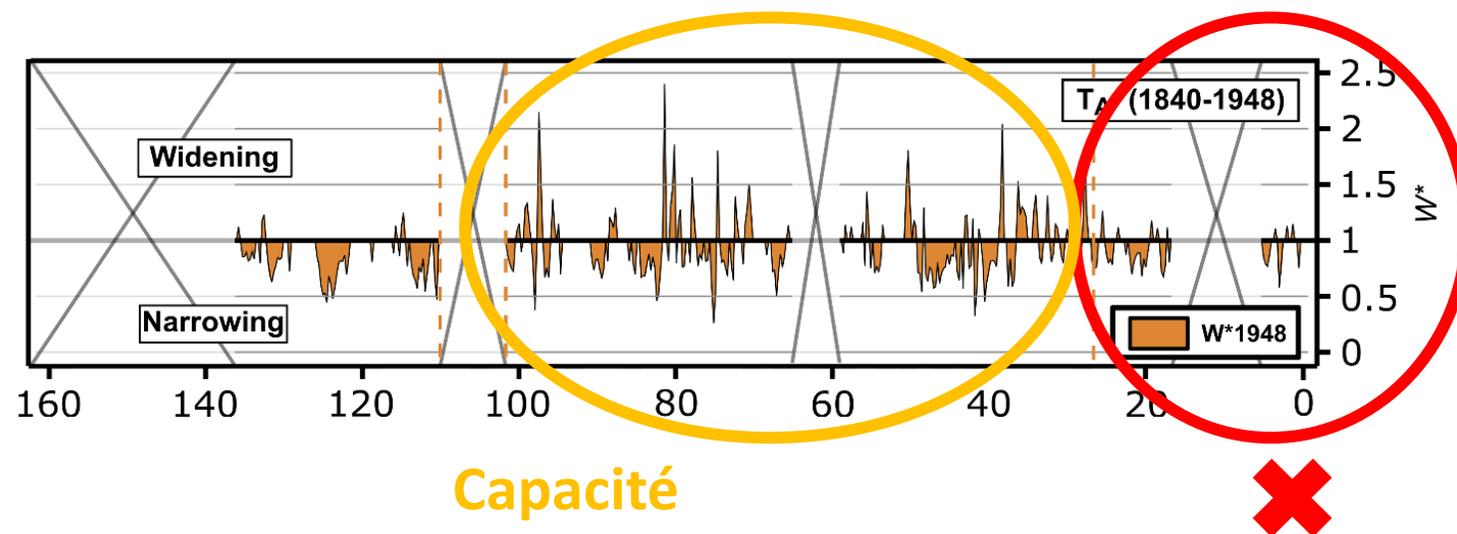


➤ Déficit aval <- extractions (bancs de galets : -60 ha)

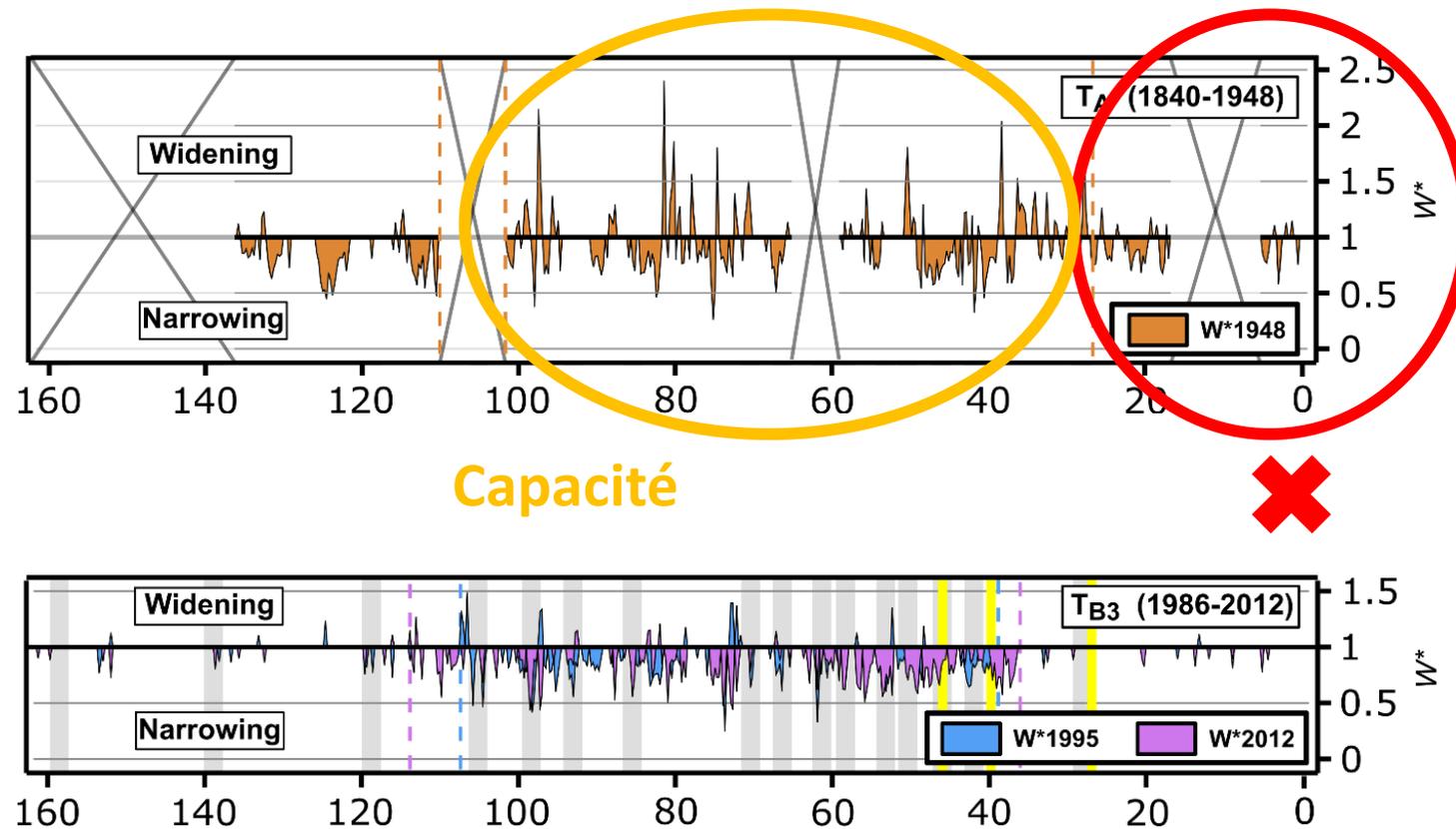
Crue ajustée partiellement



4. Emprises dégradations et capacité

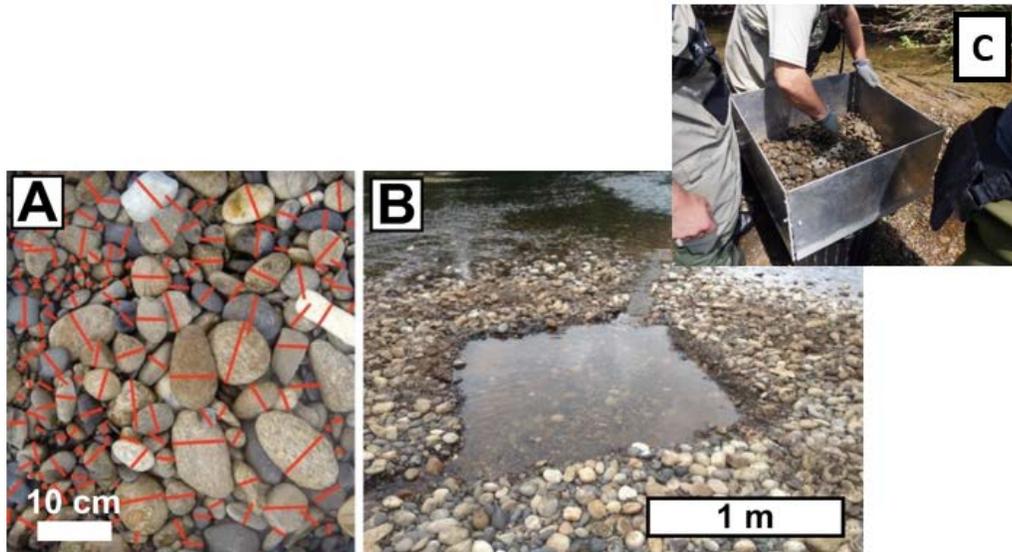


4. Emprises dégradations et capacité



➤ Limitée par la régulation des crues par les barrages

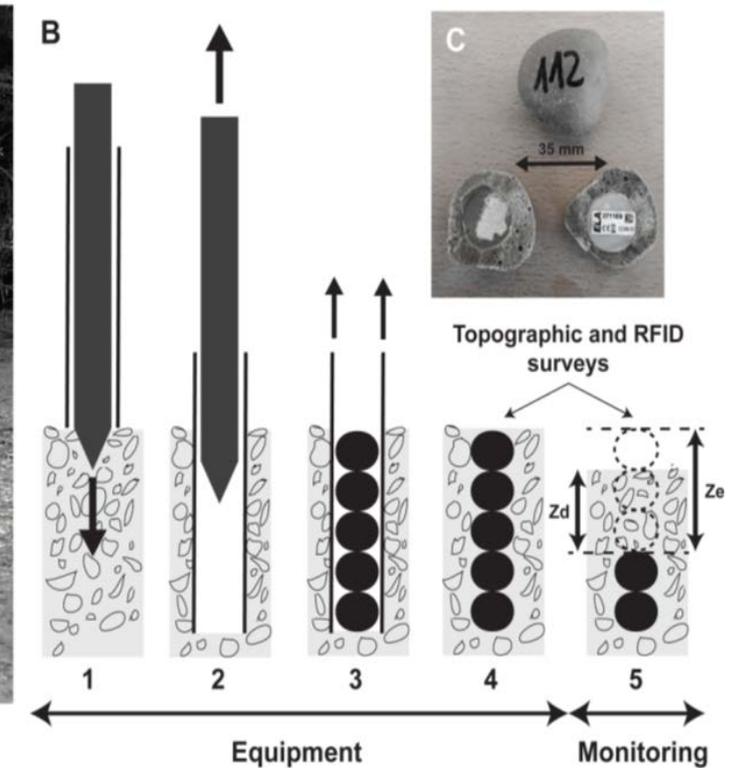
4. Emprises dégradations et capacité



Rollet, 2007

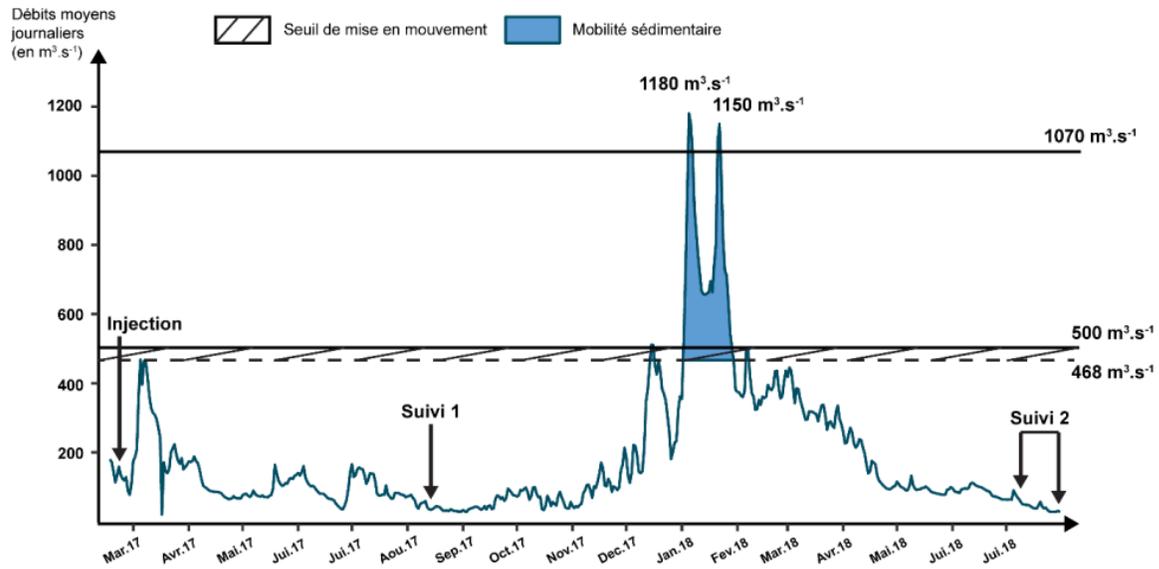


Cassel, 2017

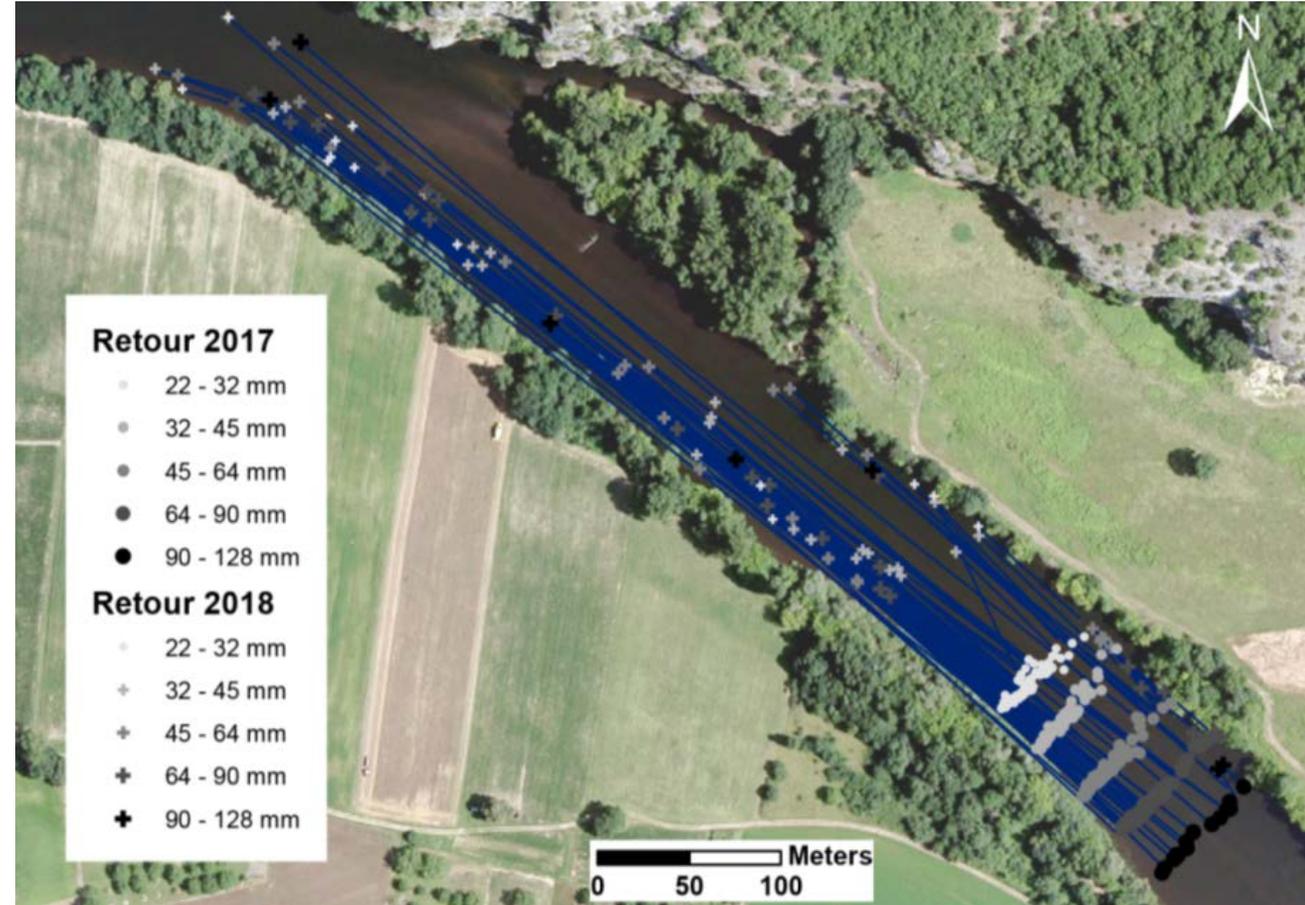


- Capacité de transport (distance et volume)

4. Emprises dégradations et capacité

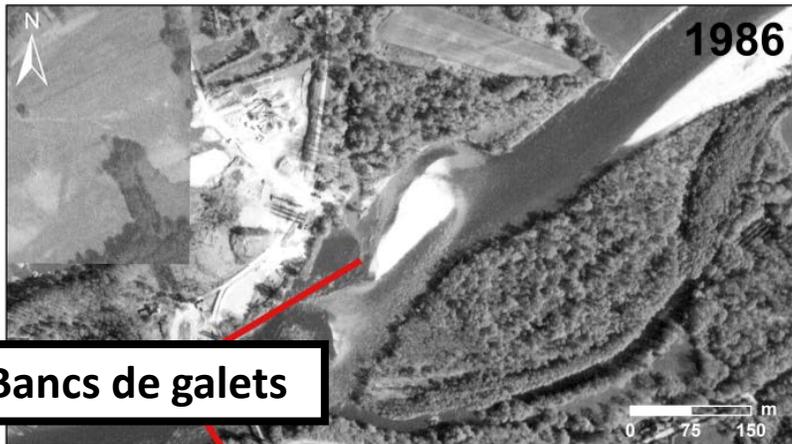


- Distance : $250 \text{ m} \cdot \text{a}^{-1}$
- Volume : 4300 m^3
- Validation : déficit amont et récupération partielle à l'aval



5. Accompagner le système avec une stratégie la plus efficiente possible

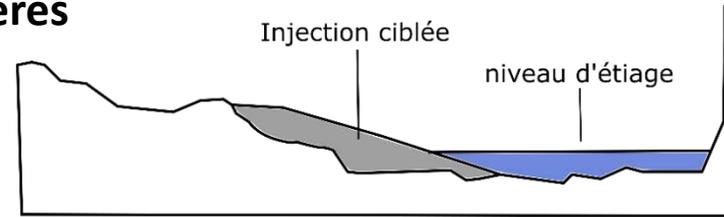
➤ Maintien des usages



Bancs de galets



➤ Frayères



➤ Annexes fluviales

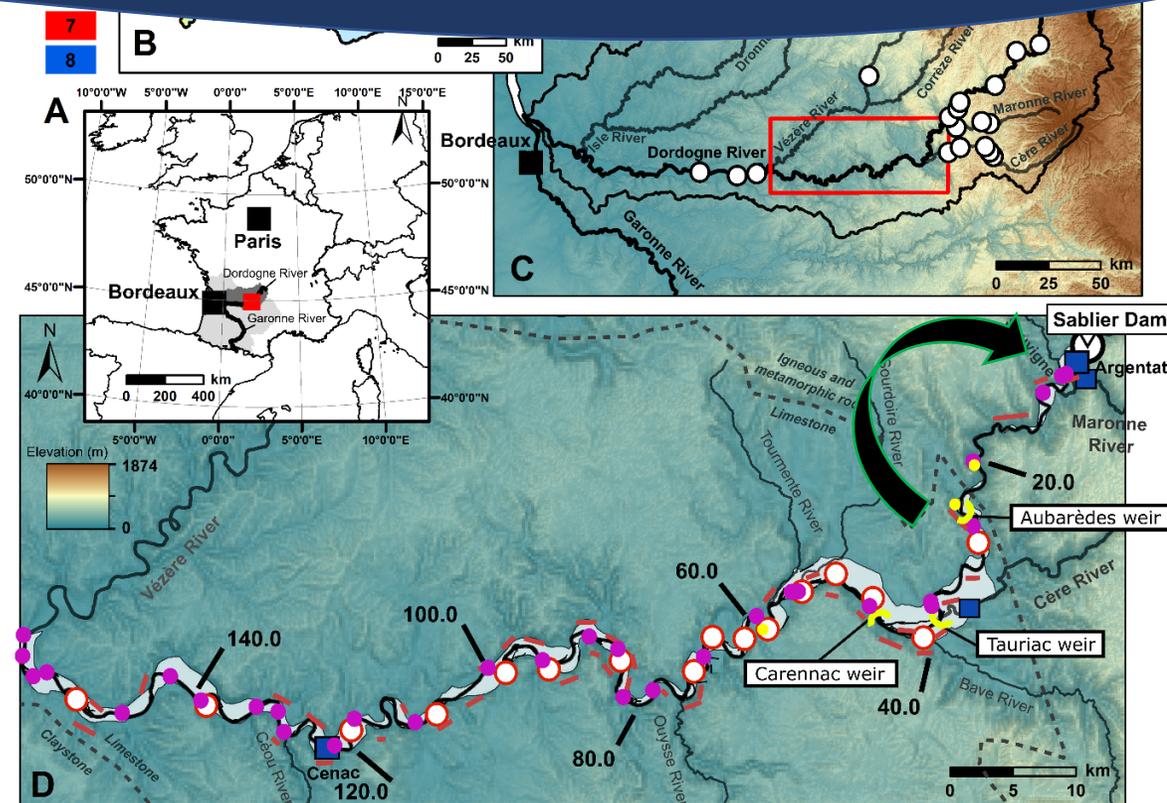
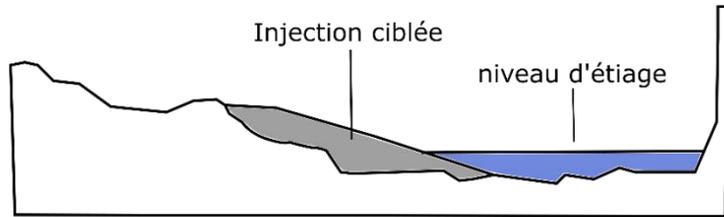


➤ Extractions



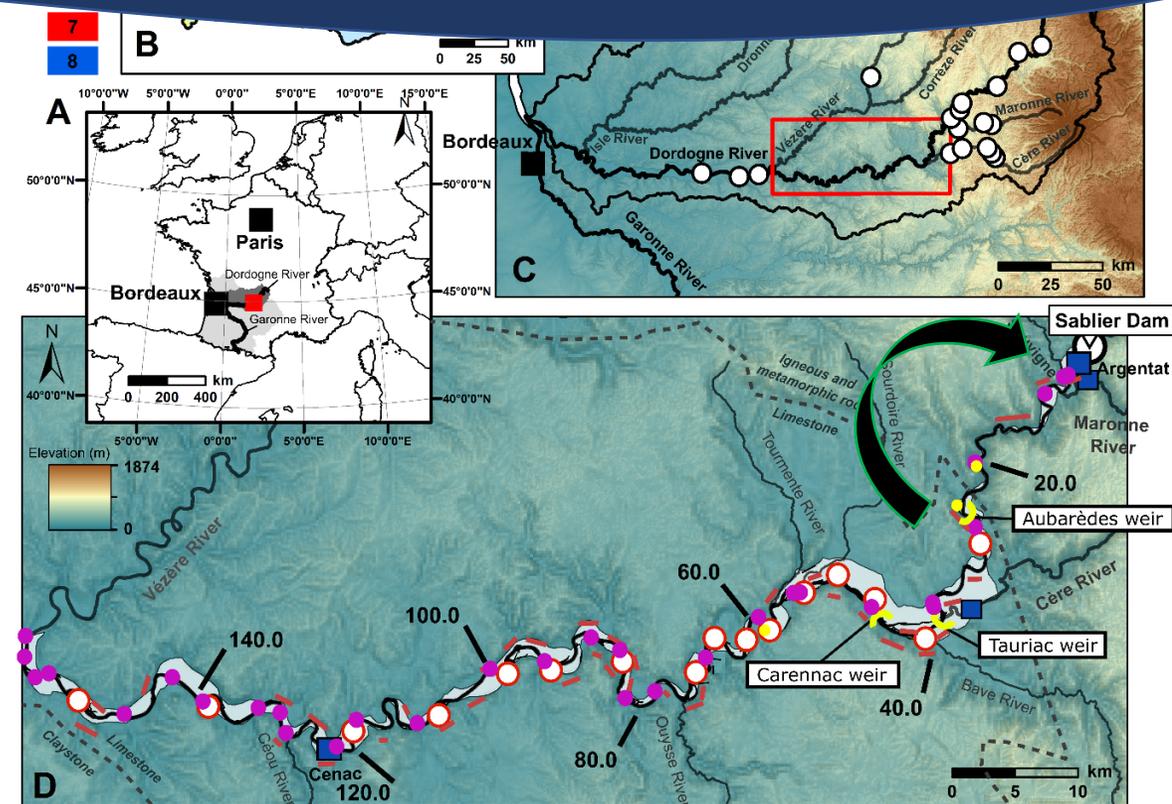
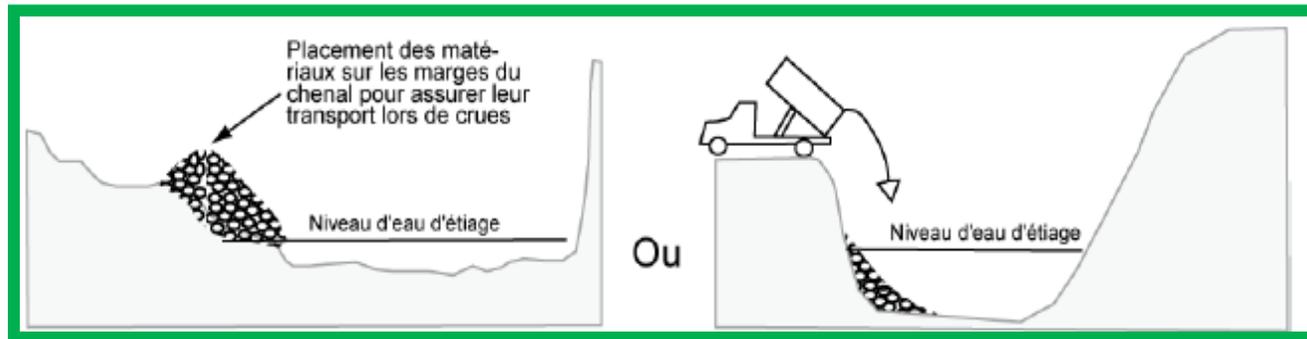
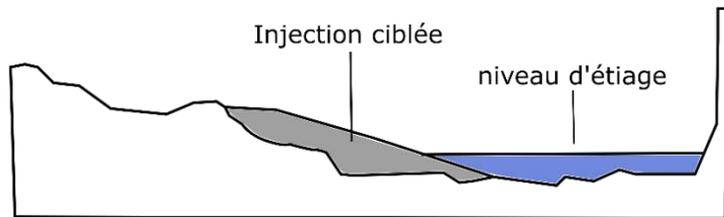
5. Accompagner le système avec une stratégie la plus efficiente possible

Upstream deficit



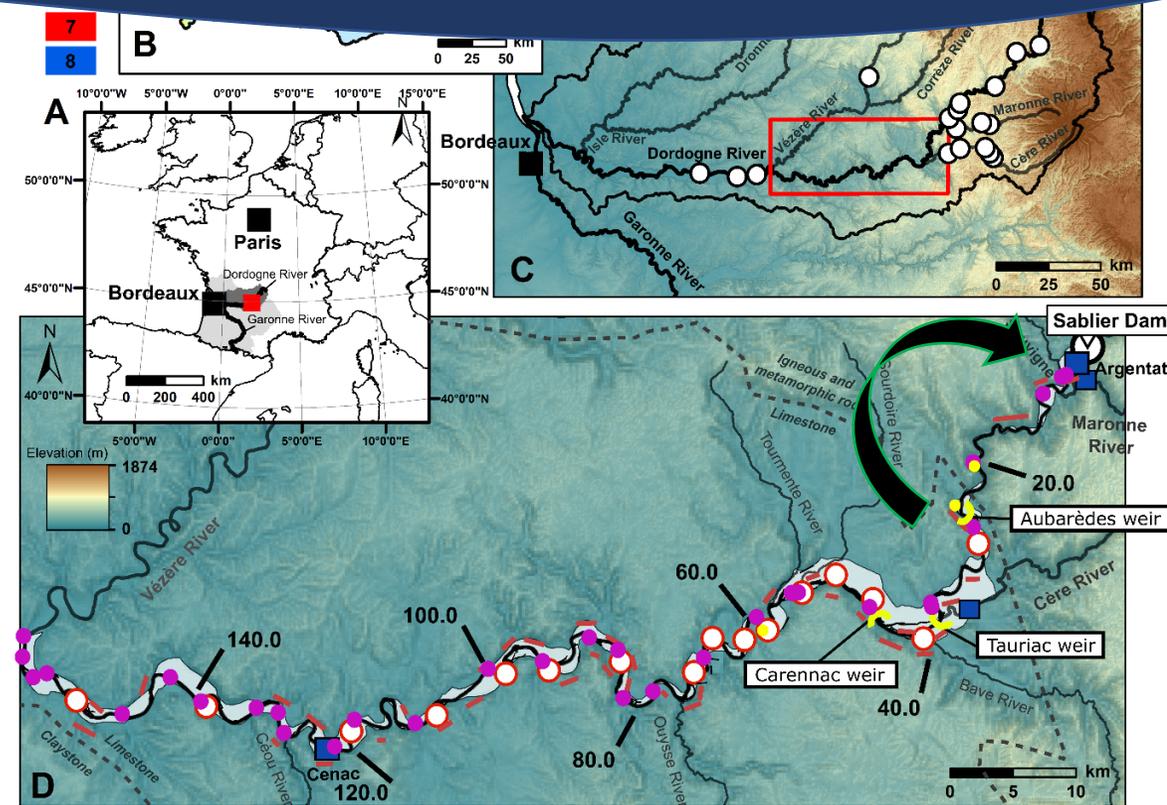
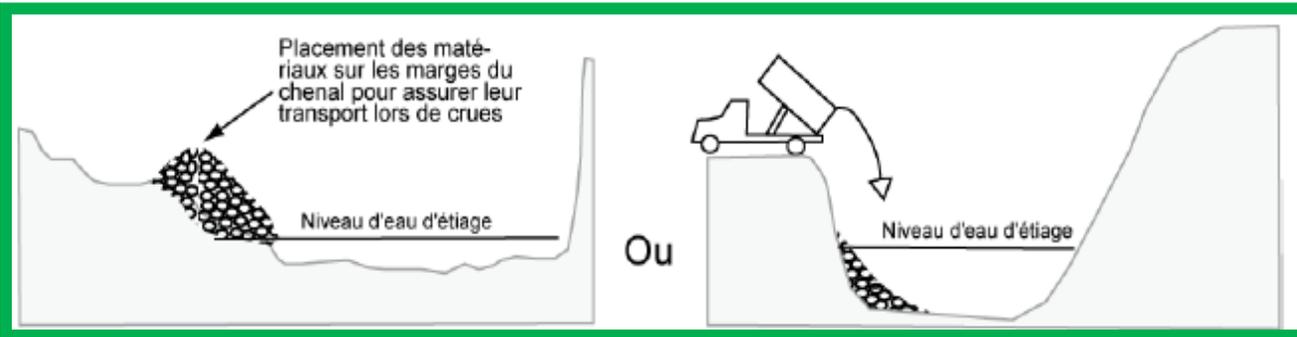
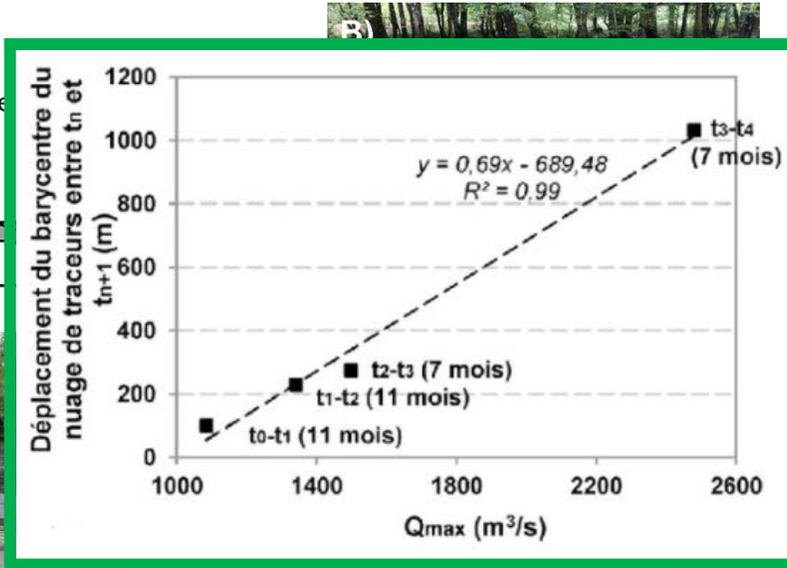
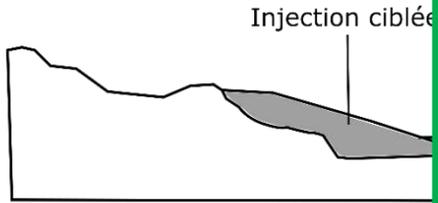
5. Accompagner le système avec une stratégie la plus efficiente possible

Upstream deficit



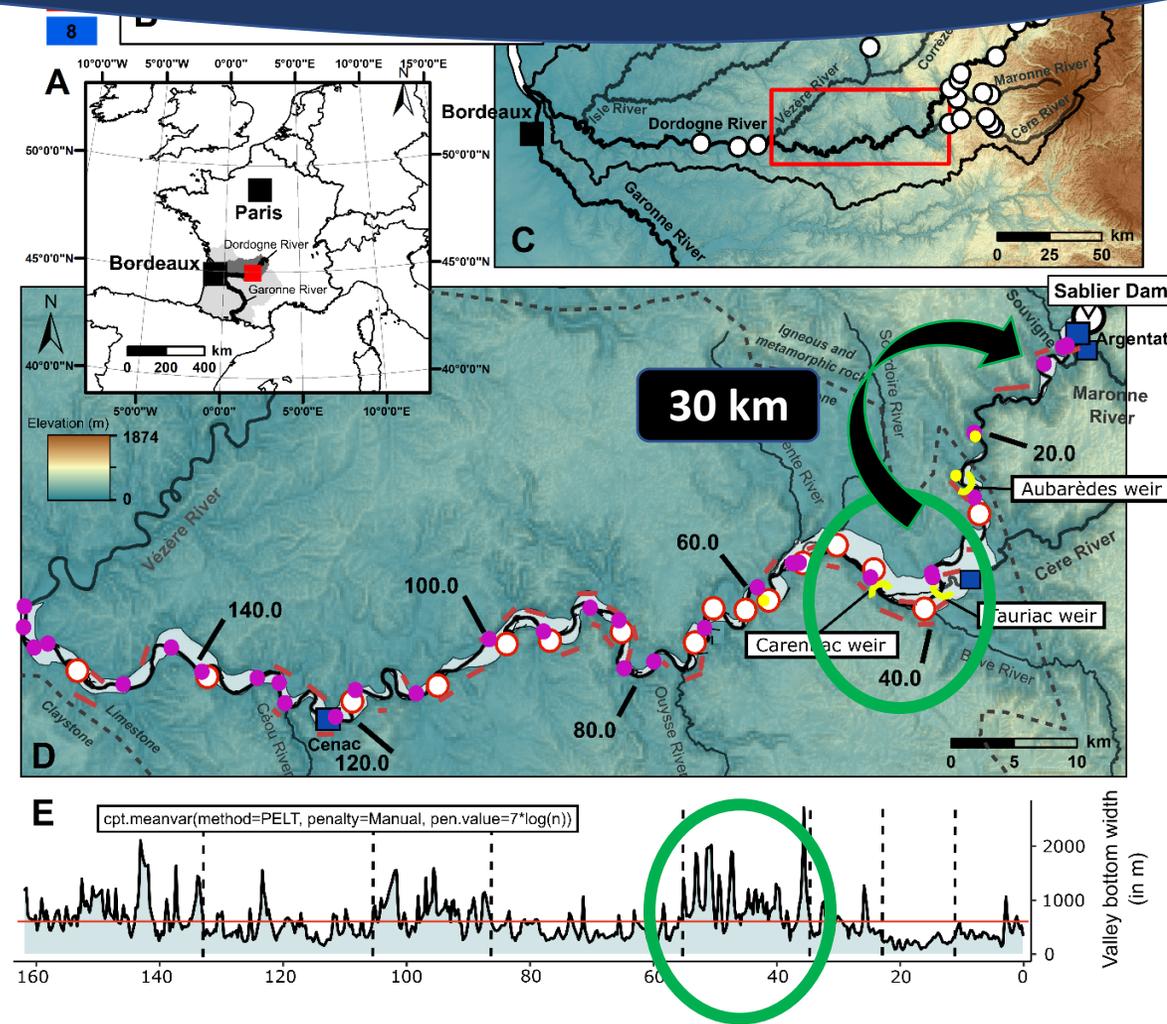
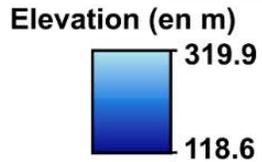
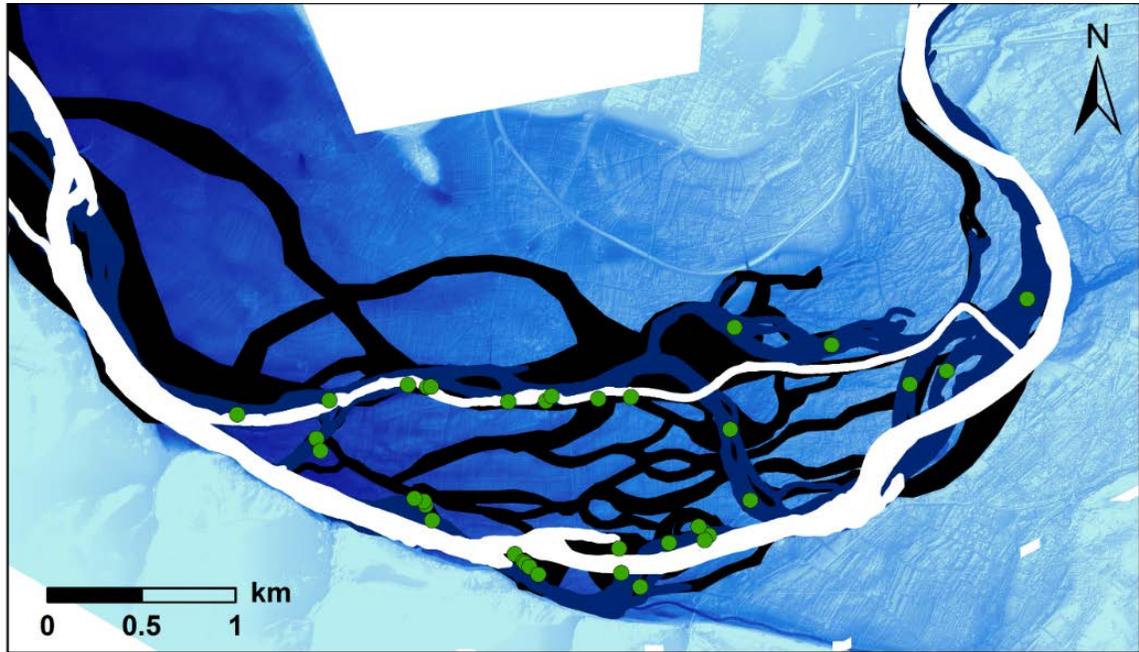
5. Accompagner le système avec une stratégie la plus efficiente possible

Upstream deficit



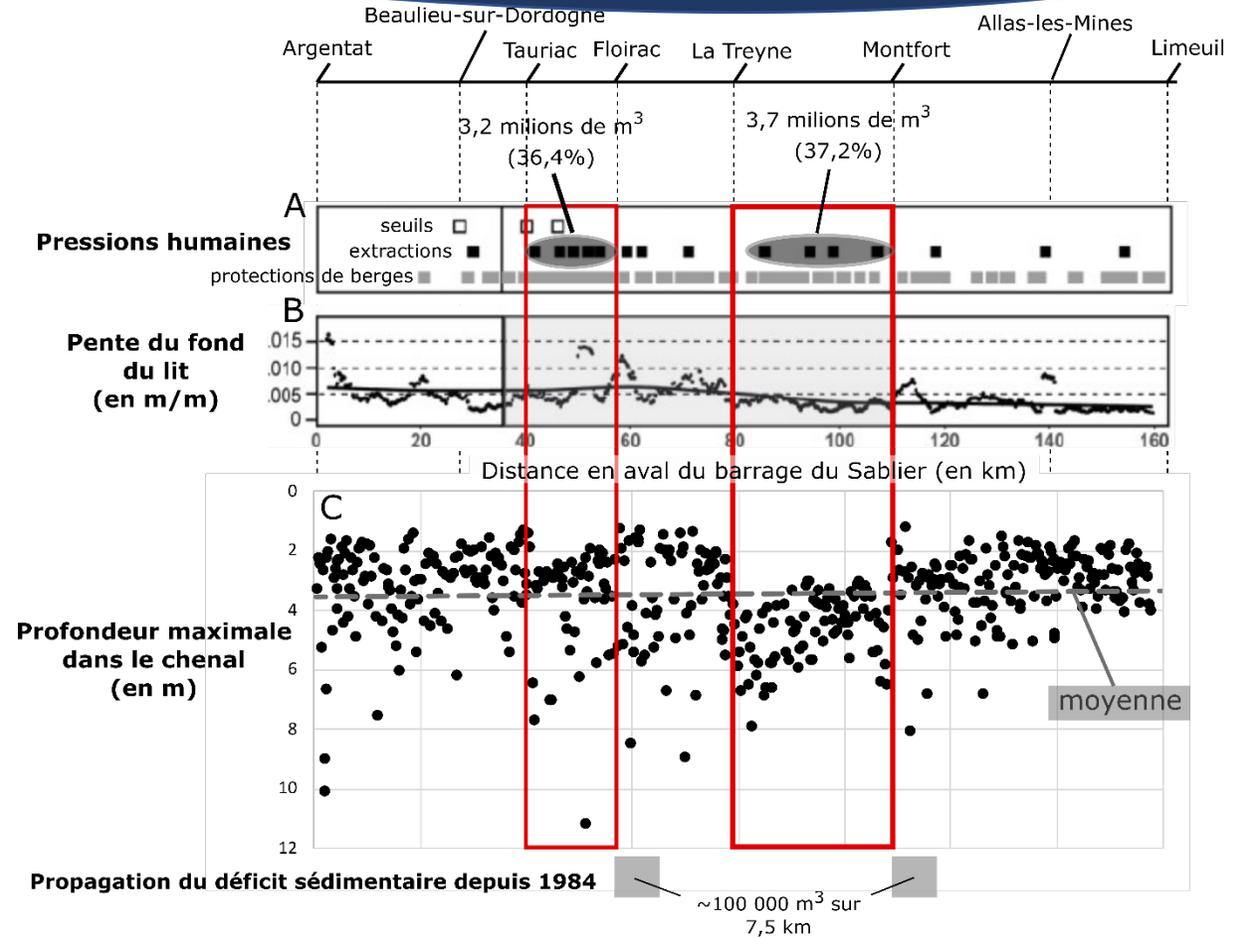
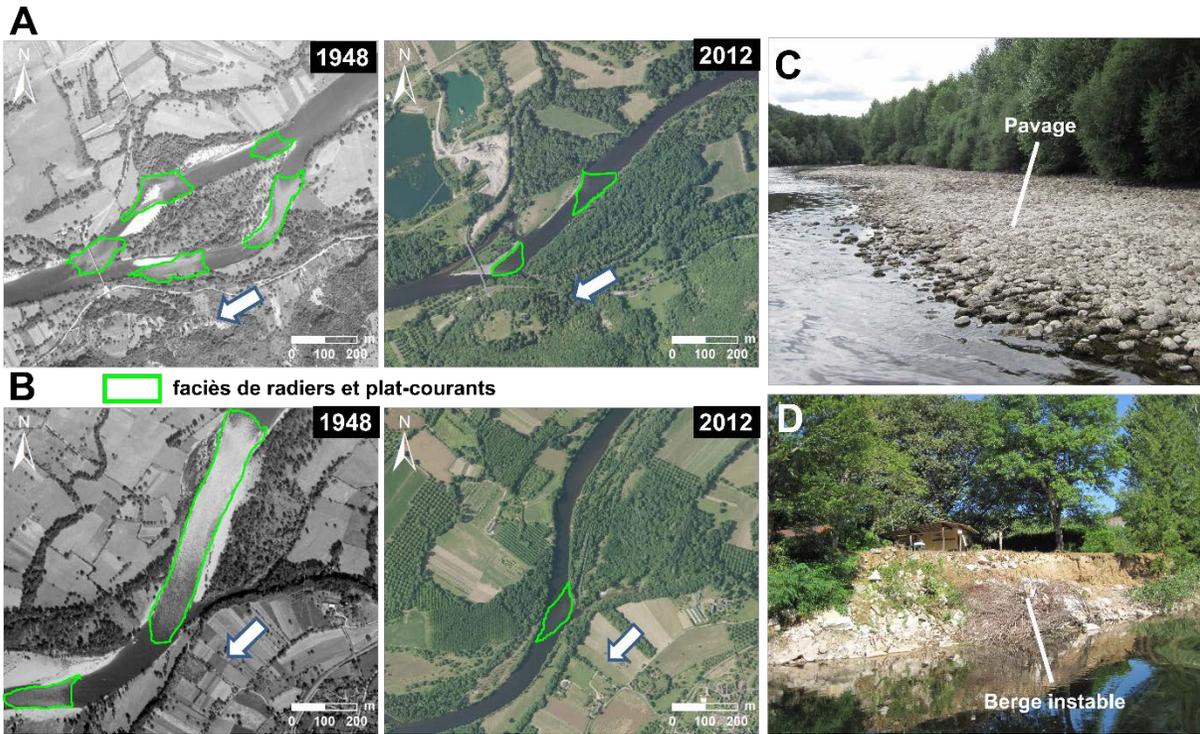
5. Accompagner le système avec une stratégie la plus efficiente possible

Upstream deficit



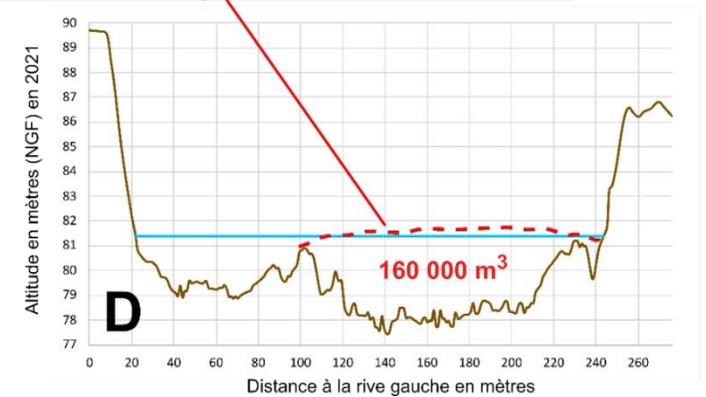
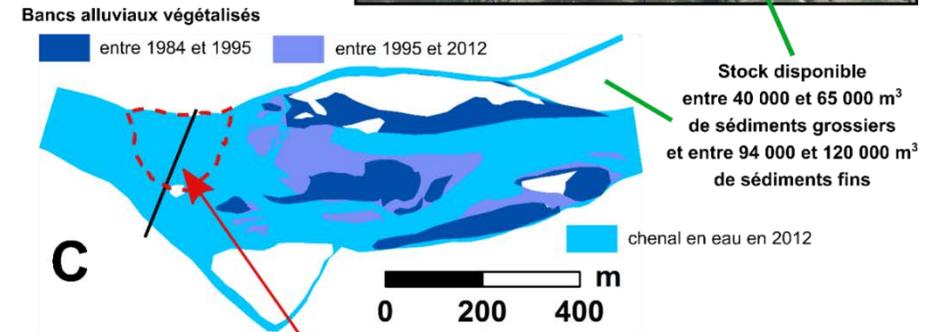
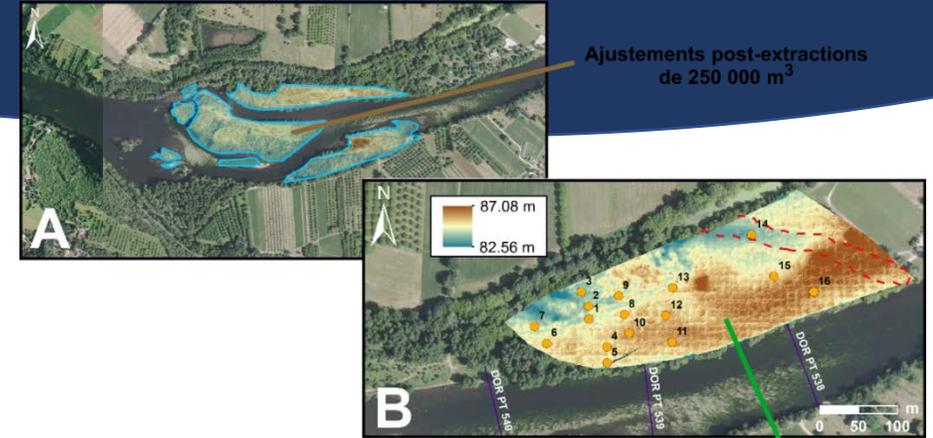
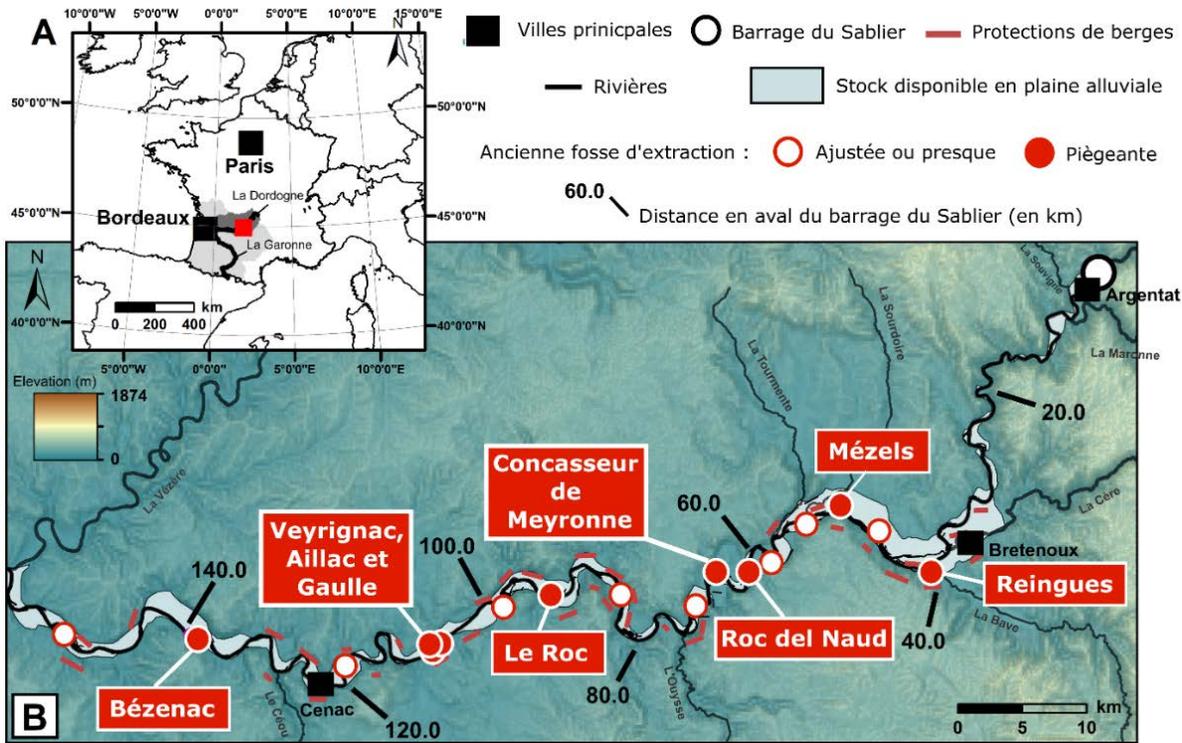
5. Accompagner le système avec une stratégie la plus efficiente possible

Downstream deficit



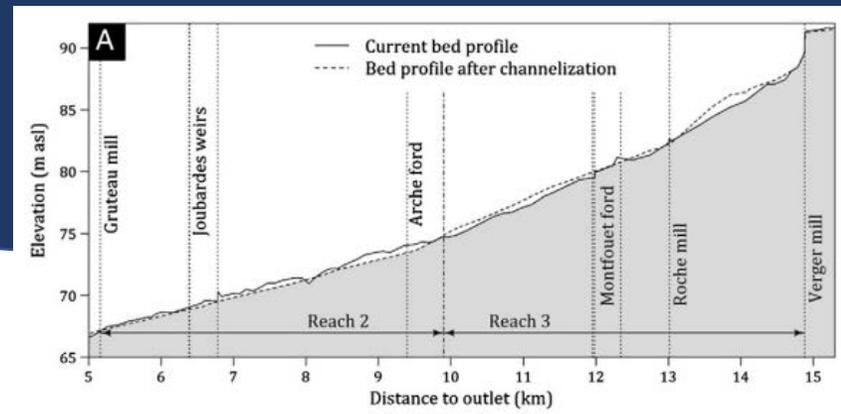
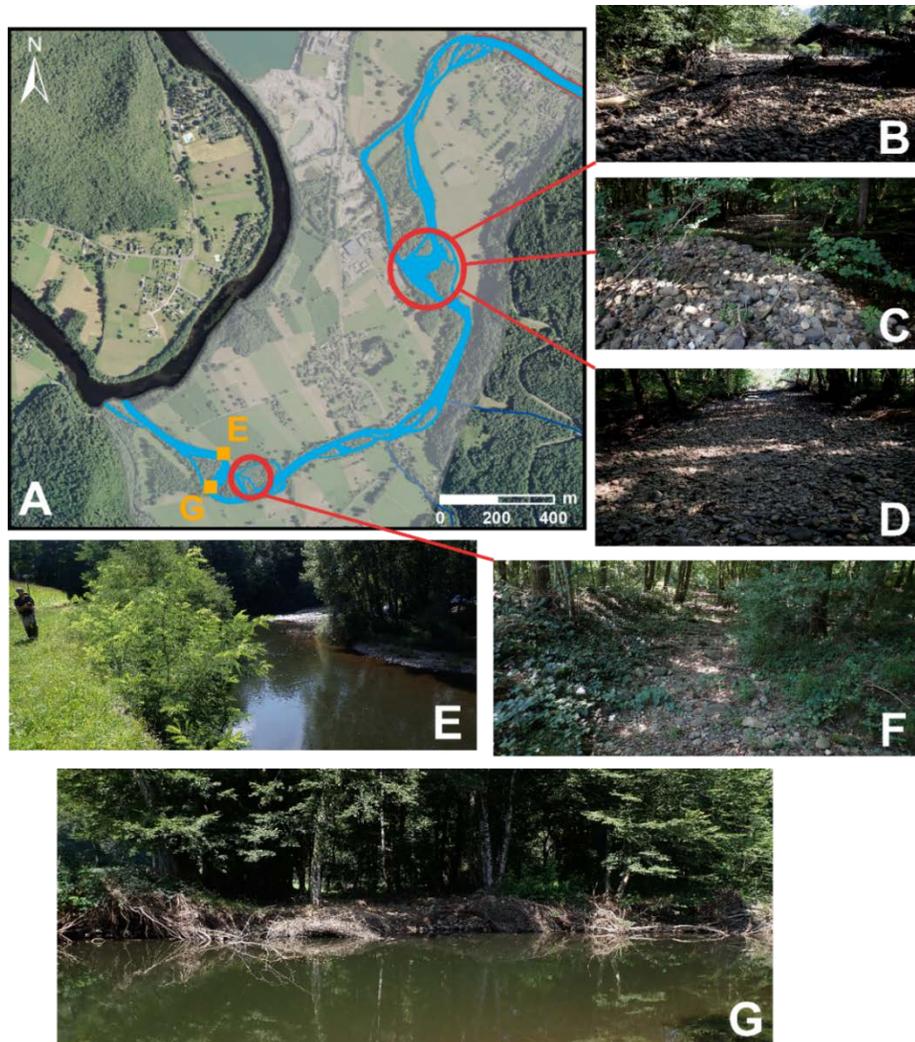
5. Accompagner le système avec une stratégie la plus efficiente possible

Déficit aval



6. Sur un « petit » cours d'eau

Tout pareil ! Sauf pour ajustements, mesures GPS et LIDAR



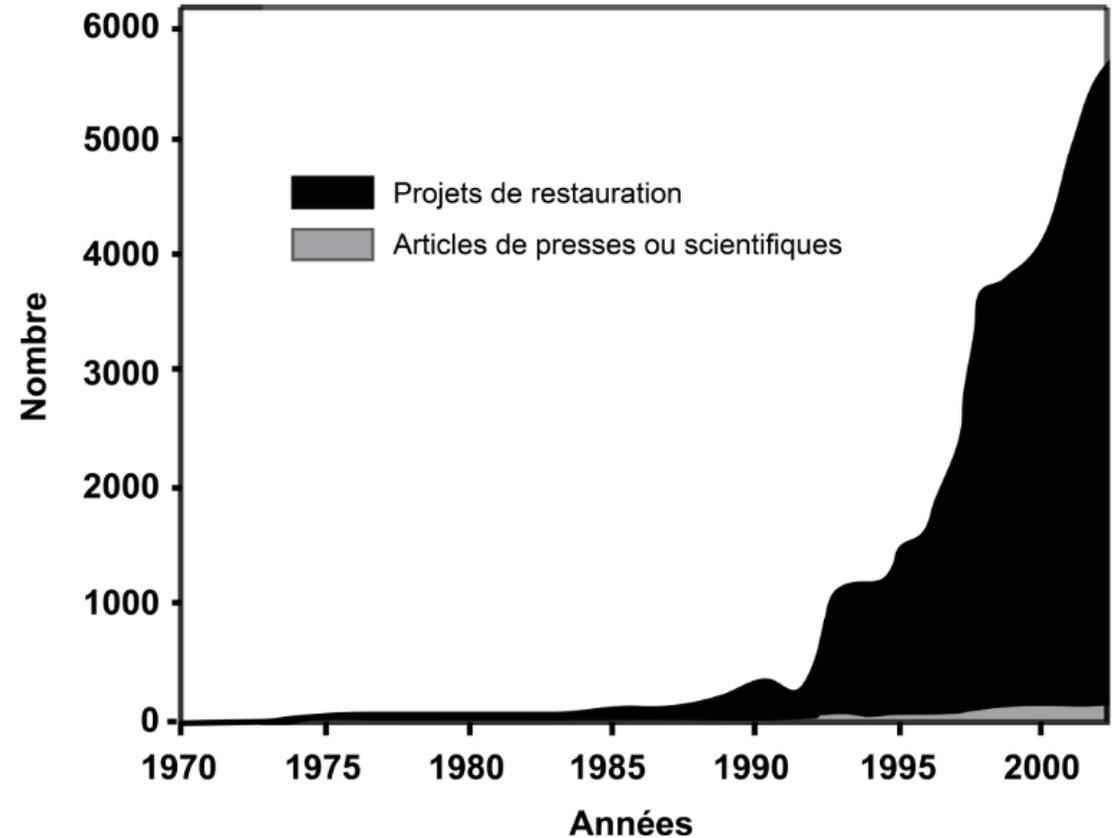
7. Gérer : c'est agir, et donc suivre l'évolution

Une science jeune et des besoins en connaissances sur certains contextes (zone de stockage)

En transport solide (sédiments fins)

Des suivis essentiels pour convaincre de poursuivre et être en mesure de s'adapter aux changements à venir (trajectoire)

Sur les petits cours d'eau, plus de mesures terrains



**Si vous le voulez et même
si vous ne savez pas quoi
en dire...On en discute !**