

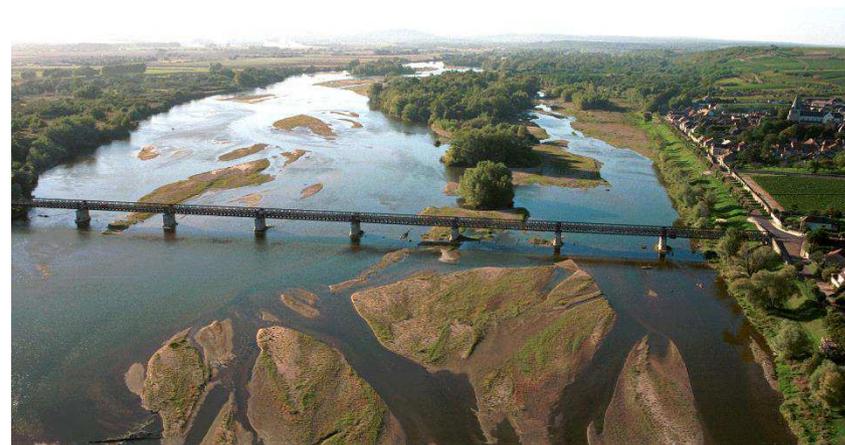
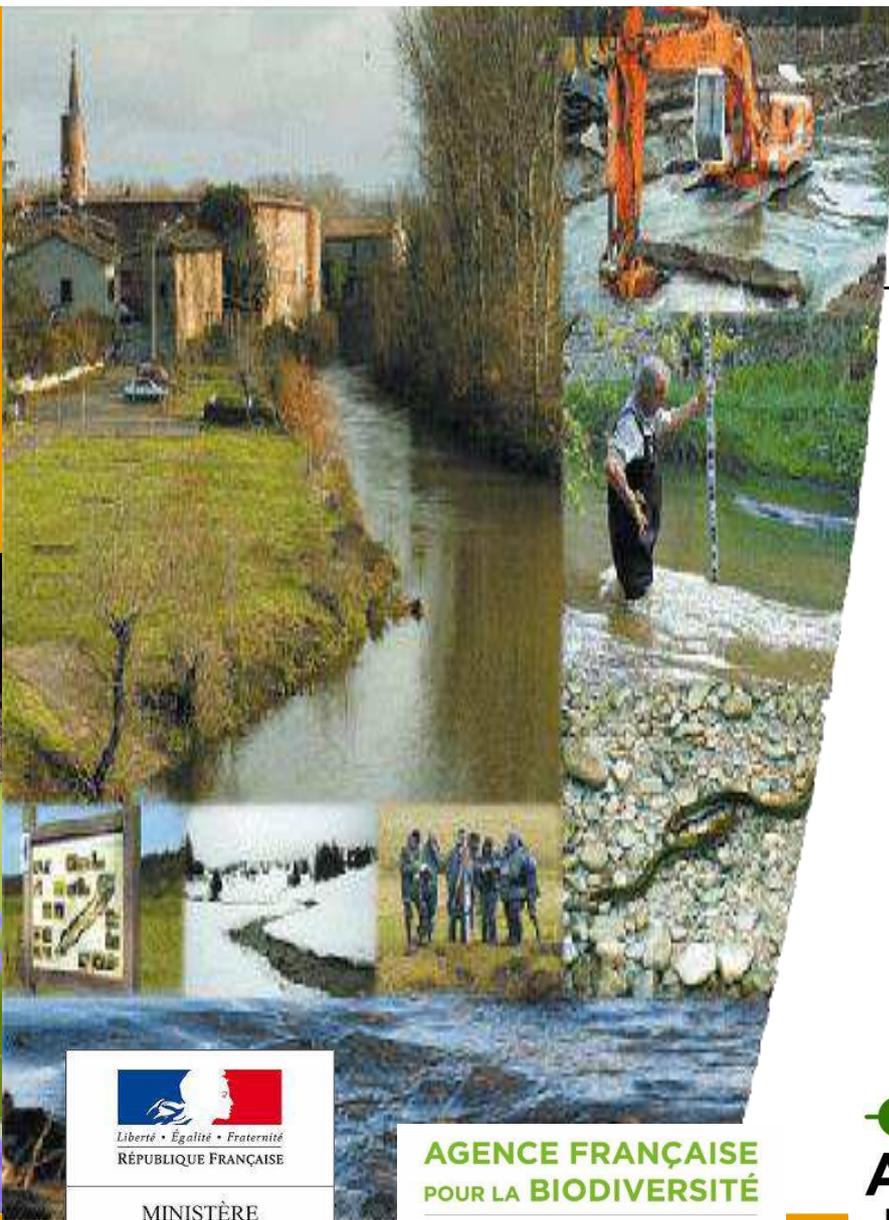
Comment comprendre et agir pour la remobilisation sédimentaire ?

Actualités, réglementation et outils en faveur du transport sédimentaire à l'échelle nationale

Stéphane Grivel

Direction de l'eau et de la biodiversité

Contributions du Groupe national *Hydromorphologie*



© Kap-Archeo, BN Chagny

Ressources, territoires, habitats et logement
 Énergie et climat
 Développement durable
 Prévention des risques
 Infrastructures, transports et mer

Présent pour l'avenir



MINISTÈRE
 DE LA TRANSITION
 ÉCOLOGIQUE
 ET SOLIDAIRE

**AGENCE FRANÇAISE
 POUR LA BIODIVERSITÉ**

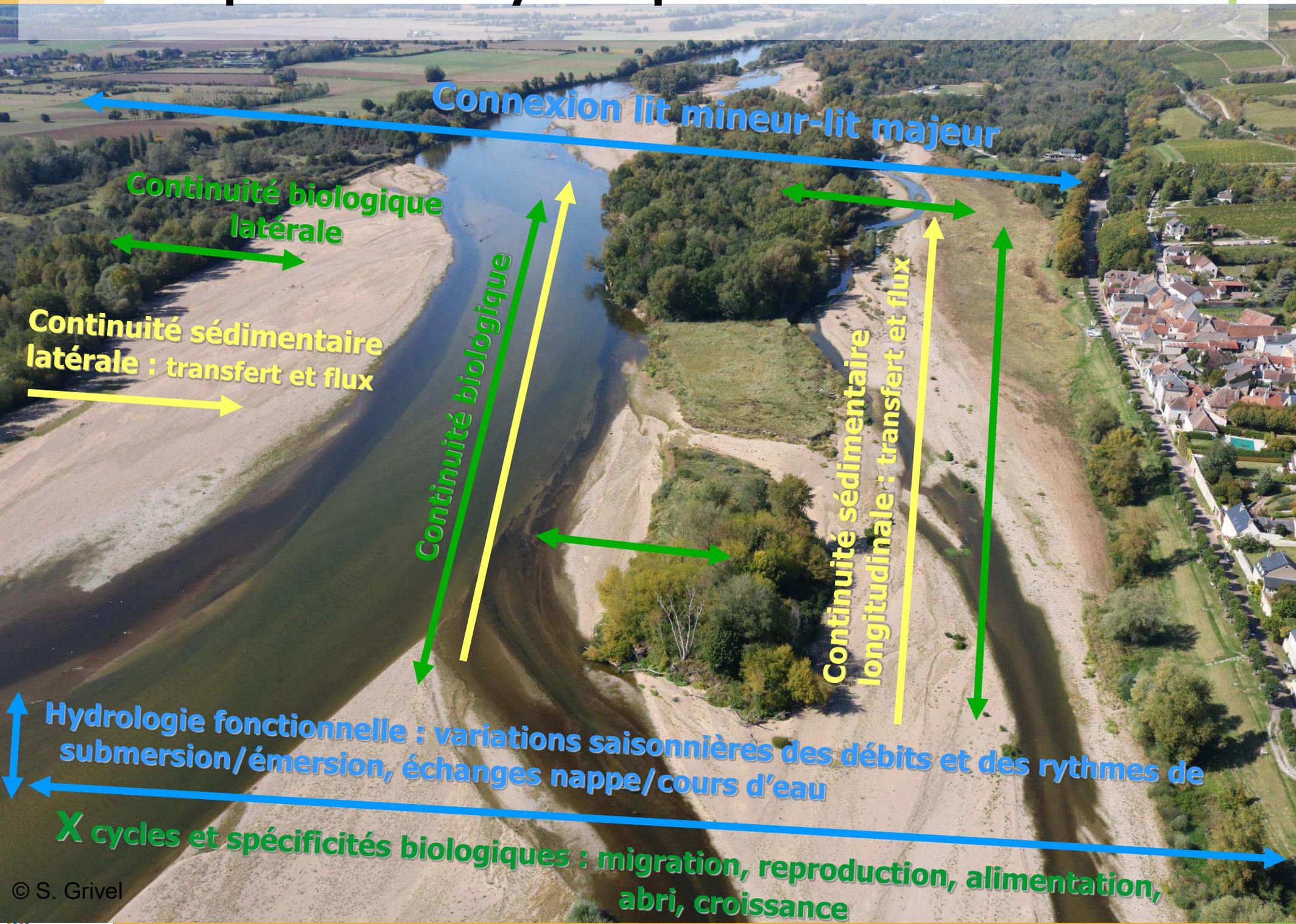
Établissement public du ministère de l'Environnement

**LES
 AGENCES
 DE L'EAU**

ÉTABLISSEMENTS PUBLICS DU MINISTÈRE EN CHARGE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ministère de la transition écologique et solidaire

Un espace fluvial dynamique et multidimensionnel



Connexion lit mineur-lit majeur

Continuité biologique latérale

Continuité sédimentaire latérale : transfert et flux

Continuité biologique

Continuité sédimentaire longitudinale : transfert et flux

Hydrologie fonctionnelle : variations saisonnières des débits et des rythmes de submersion/émersion, échanges nappe/cours d'eau

X cycles et spécificités biologiques : migration, reproduction, alimentation, abri, croissance

Habitats dynamiques et diversifiés = biodiversité + services écosystémiques

Habitats humides
et terrestres



Rôle de la ripisylve

Habitats humides
et terrestres



Refuges et gîtes

Habitats aquatiques



*Cycle hydrologique & rythme
biologique des espèces*

Micro-habitats



Axes de
Migration

Echanges nappe-cours d'eau

*Transfert sédimentaire
et habitat des berges*

Lieux d'alimentation

Lieux de reproduction



Fonctions et services : éponger, atténuer, retenir, stocker, filtrer, infiltrer, recharger, drainer, épurer, oxygéner, brasser, transporter, rafraîchir, alimenter, abriter, frayer, dépayser, divertir, reposer...



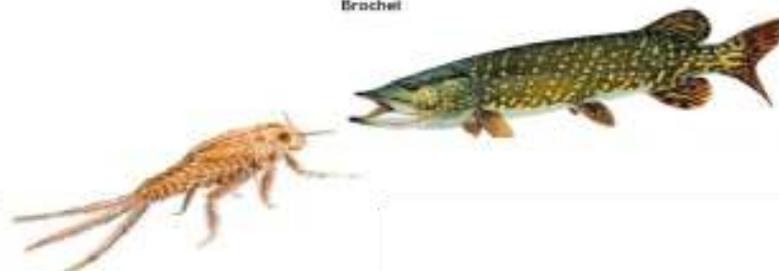
Directive-cadre sur l'eau (2000) : un texte structurant

- pour les **politiques de l'eau en Europe**
- largement inspiré par l'**expérience française** issue des lois sur l'eau de 1964 et 1992 (gestion par bassin, plans de gestion, participation des acteurs de l'eau)
- une **prise de conscience** des impacts sur les ressources en eau et les infrastructures naturelles qui les portent
- **Des objectifs de « bon état » et de non dégradation pour toutes les eaux** – *Atteinte du bon état écologique et chimique des eaux en 2015 ou 2021 (2nd cycle de gestion DCE) ou 2027 (sous réserve de reports de délais justifiés)* **Bon état écologique + Bon état chimique**

= **peuplements vivants peu perturbés dans un cadre fonctionnel et structurant**



Bruchet



© Y. Gougenheim



Directive-cadre sur l'eau (2000) : un texte structurant

➤ Avec la DCE l'hydrogéomorphologie devient un élément de qualité (EQ) pour constituer le cadre des écoulements favorable à la biologie, **l'hydromorphologie avec :**

EQ Régime hydrologique

- ✓ Quantité et dynamique des écoulements
- ✓ Connexion aux masses d'eau souterraines

EQ Continuité

- ✓ Transport des sédiments
- ✓ Migration des organismes aquatiques

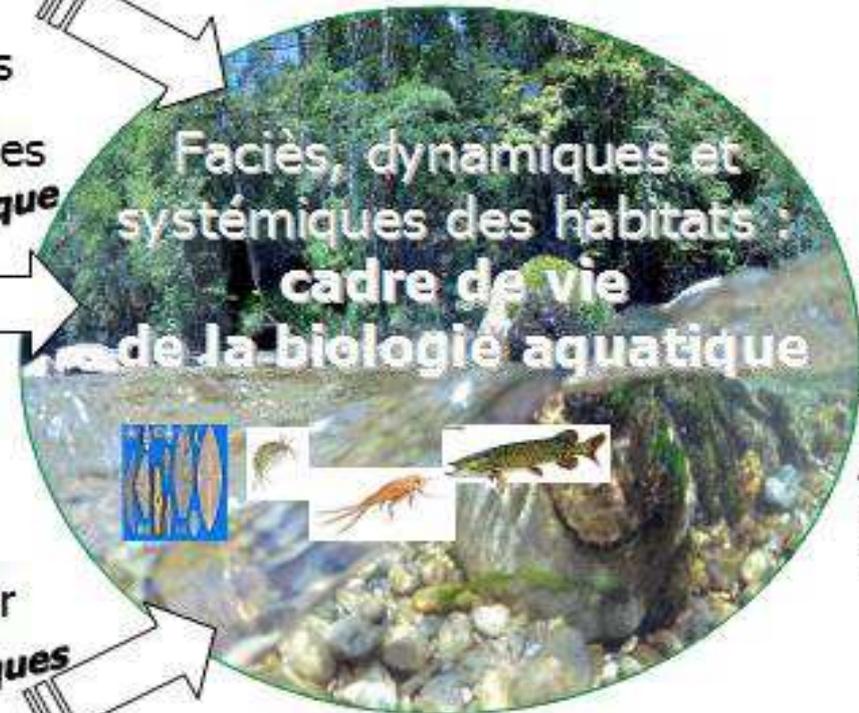
EQ Conditions morphologiques

- ✓ Variations de la profondeur de la largeur
- ✓ Structure et substrat du lit
- ✓ Structure de la rive

Débits écologiques (Eflows)

Continuité écologique

Structures écologiques



© Y. Gauquelin/Imaje & Rivière

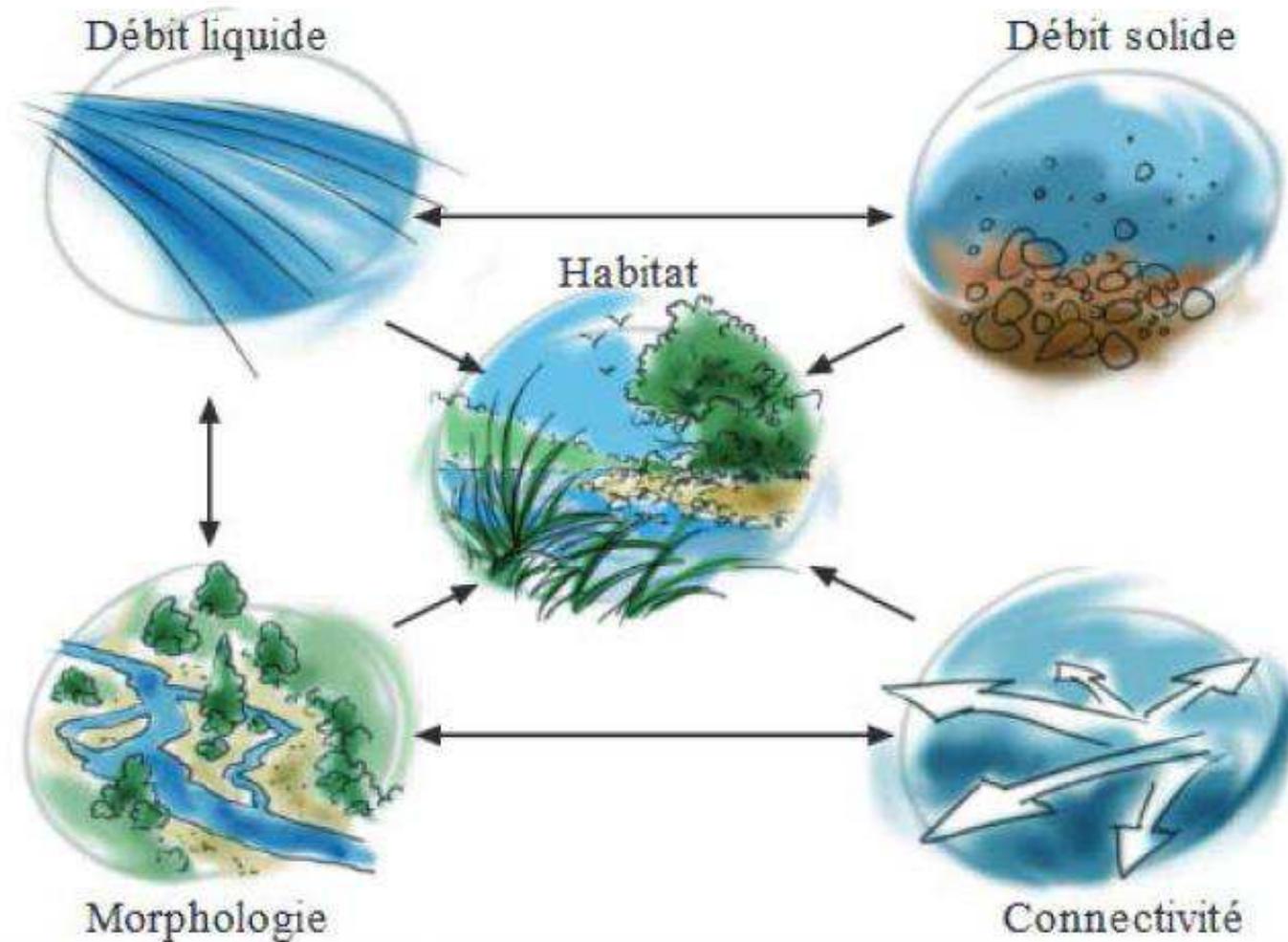
**Cadre de fonctionnement
des services rendus**

Comment réduire les pressions et les altérations sur l'hydromorphologie des cours d'eau ?

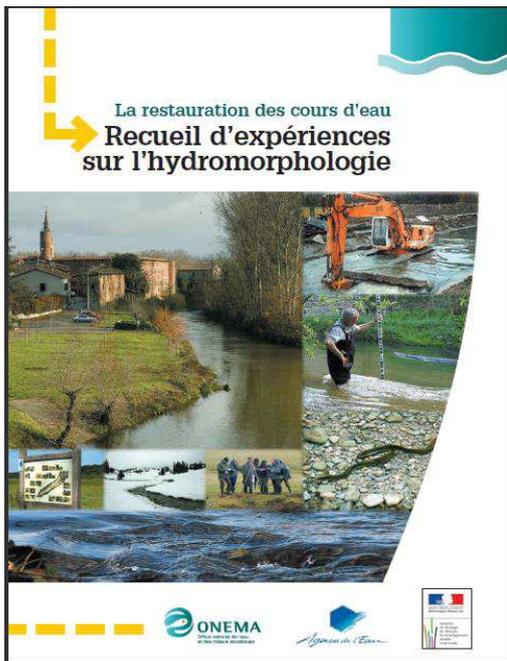
- **Restauration physique : levier d'action** parmi d'autres pour **atteindre le bon état** et **retrouver les services rendus** par le fonctionnement des cours d'eau
- En tenant compte des **caractéristiques physiques** du cours d'eau, des **usages** et des **besoins** contemporains
- On retrouve la restauration **hydromorphologique**, la restauration **des continuités fluviales**, la restauration des **zones humides**...



La restauration physique des cours d'eau comme levier d'action intégré



© AERMC



La restauration physique des cours d'eau : levier d'action intégré

Sur 87 REX, 19 avec un objectif de réduction des risques inondation : approche intégrée de la restauration (Gemapi, SDAGE et PGRI...)

Les sites de démonstration (SDD)

- **Démontrer** les effets écologiques des différents types de travaux de restauration physique des cours d'eau
- **Contribuer** à l'établissement d'indicateurs de progrès

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ

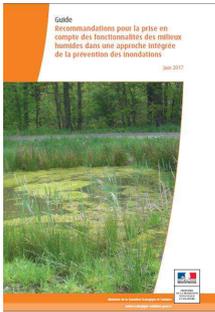
Établissement public du ministère de l'Environnement

- (1) Suppression d'ouvrage
 - (2) Contournement d'ouvrage
 - (3) Reméandrage
 - (4) Remise dans le thalweg
 - (5) Reconstitution du matelas alluvial
 - (6) Modification de la géométrie du lit
 - (7) Suppression des contraintes latérales



© AFB





Agir à toutes les échelles : du BV au chenal

Tableau 1 : Exemples d'actions possibles de prévention des inondation à choisir en fonction de l'objectif et de l'effet attendu avec précision, en gras des actions pouvant valoriser ou affecter un milieu humide (Cerema, 2015)

<i>Objectif / Effet attendu</i>	<i>Action possible</i>	<i>Milieux humides</i>
Atténuation de l'onde de crue par ralentissement du ruissellement sur les versants	Aménagement de haies & talus en travers de la pente, Embroussaillement des thalwegs et fossés.	Zones humides de têtes de bassin versants
Réduction de l'onde de crue par infiltration de l'eau sur les versants et diminution du volume d'eau ruisselé sur les versants	Aménagement de haies en travers de la pente Création de rugosité par plantation arborées ou par conversion de parcelles cultivées en prairies Création et/ou gestion raisonnée de micro-retenues, étangs et bassins d'orages	Zones humides agricoles Prairies humides Bordure d'étangs Vallons creux
Retardement de l'onde de crue par freinage de l'écoulement dans le cours d'eau	Revégétalisation raisonnée des berges Création de rugosité par plantation arborées ou par recharge du lit en blocs et graviers	Ripisylve Forêt alluviales
Écrêtement de la crue (= réduction du débit de pointe)	Création de casiers d'inondation dans le lit majeur Réouverture d'annexes hydrauliques	Prairies humides Mégaphorbiaies de rive
Dissipation de l'onde de crue par dérivation de l'écoulement	Ouverture de chenaux ou reconnection d'anciens méandres	Berges & Annexes hydrauliques
Laminage de la crue (= réduction en hauteur et vitesse)	Élargissement ou aménagement du champ d'expansion par multiplication de chenaux	Berges & Annexes hydrauliques
Étalement de l'onde de crue (= écrêtement de la pointe et étalement en largeur et durée)	Constructions d'ouvrages de rétention, retenues sèches ou ralentissement dynamique de la crue	Berges & Annexes hydrauliques
Dissipation de l'onde de crue par rééquilibrage du débit liquide et du transport solide	Scarification et aménagement de berges ou de fond de lit riche en sédiments mobilisables	Plages, Iscles Berges

© Cerema

Guide Cerema 2015 "[Recommandations pour la prise en compte des fonctionnalités des milieux humides dans une approche intégrée de la prévention des inondations](#)"



Applications à travers les SDAGE et PGRI et les programmes de mesures



© MTES





Exemple de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse à Lunéville à la confluence Meurthe et Vezouze

Suppression de contraintes latérales et reconstitution de zones inondables



Etat initial (2005)



Travaux (2007)



Etat actuel



© AERM

Exemple de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse : la Durance



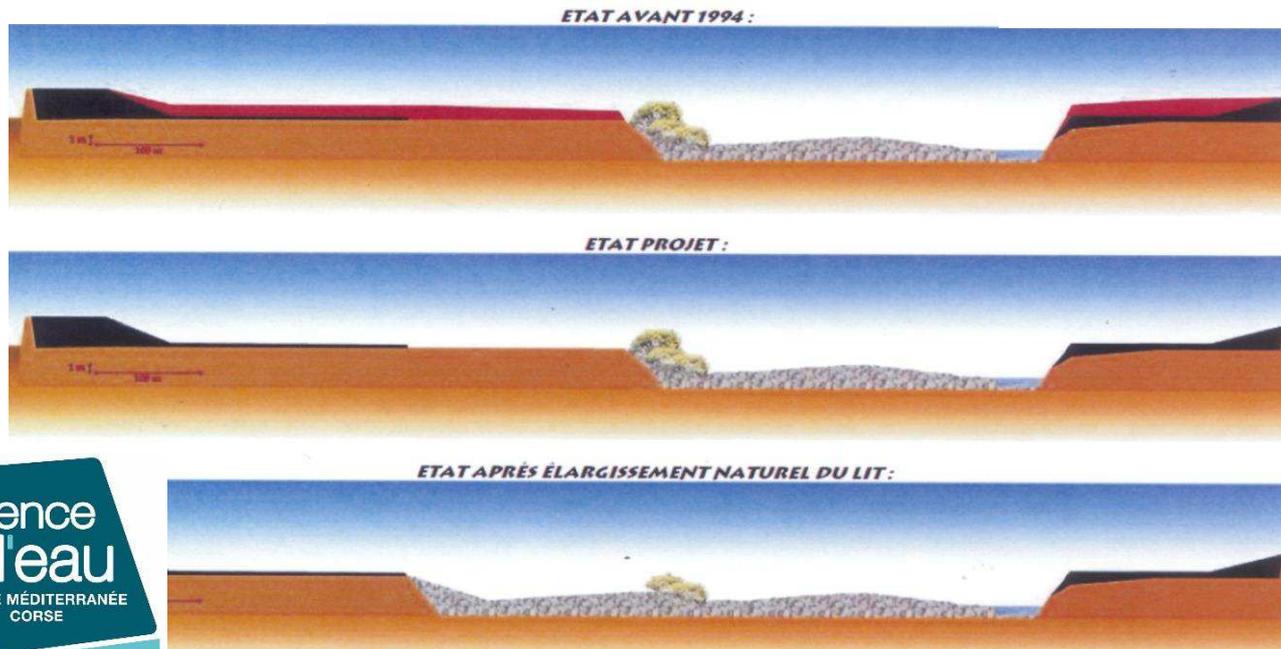
Une rivière en tresse fortement aménagée

La restauration de l'espace de mobilité

- **Recul de digue** de l'ordre de 100 à 200m
- Largeur de la bande active portée de 250m à 350m



1. Favoriser la mobilité et augmenter la capacité d'écoulement
2. Eviter les conséquences de la rupture des ouvrages par déversement en crue
3. Abaisser les niveaux de crues et améliorer la situation des lieux habités au regard des inondations



L'espace de bon fonctionnement des cours d'eau (EBF)



© AERMC



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

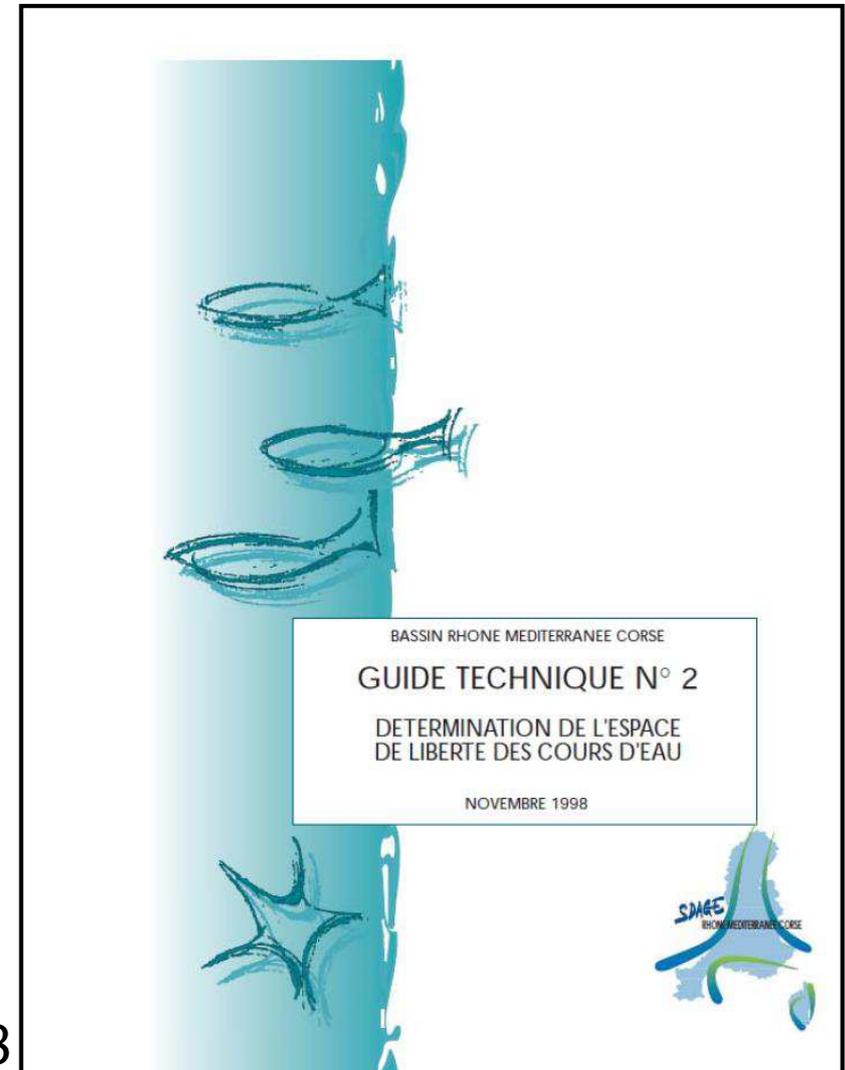


1996 - Le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée-Corse définit
l'espace de liberté comme :

" *l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent **des translations latérales** pour **permettre une mobilisation des sédiments** ainsi que le **fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres*** "



Guide technique de 1998



Développement d'un concept plus intégrateur

Celui d'espace de bon fonctionnement (EBF) développé progressivement dans les années 2000

L'espace qu'il faudrait laisser aux eaux, pour que le cours d'eau assure au mieux ses fonctionnalités naturelles, sans oublier l'utilité pour la société (Degoutte, 2012)

Cet espace concerté de bon fonctionnement concerne tous les types de rivières

- **EBF hydromorphologique ;**
- **EBF hydrologique ;**
- **EBF hydrogéologique ;**
- **EBF biochimique ;**
- **EBF biologique, écologique.**

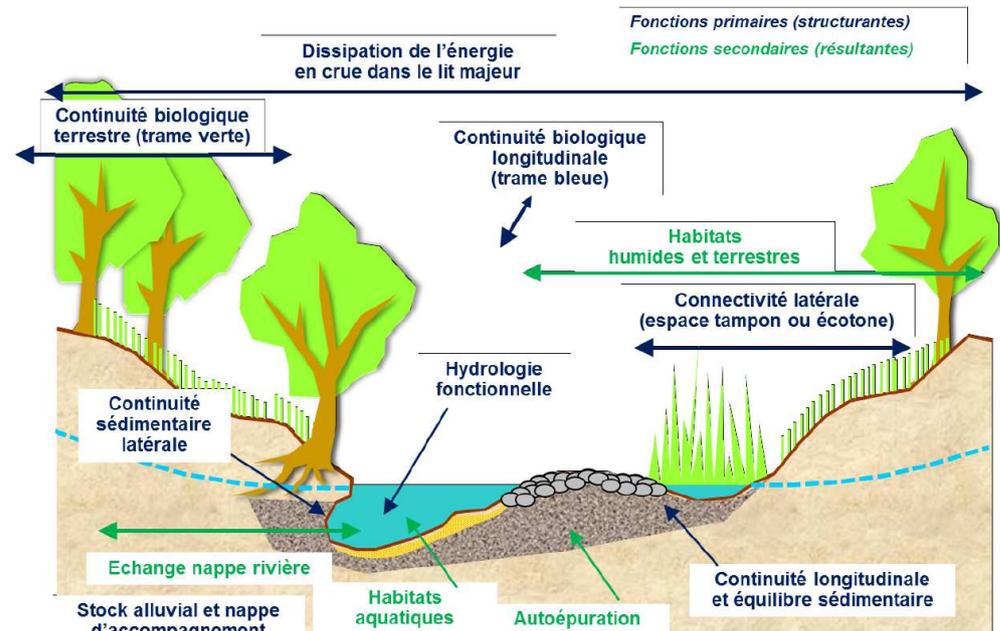


Figure 2 : Le cours d'eau : un milieu au cœur de multiples interactions de milieux (source : BURGEAP)

Un guide technique d'application du SDAGE

Guide technique
du SDAGE



Hydromorphologie

DÉLIMITER L'ESPACE DE BON FONCTIONNEMENT DES COURS D'EAU



BASSIN RHÔNE-MÉDITERRANÉE

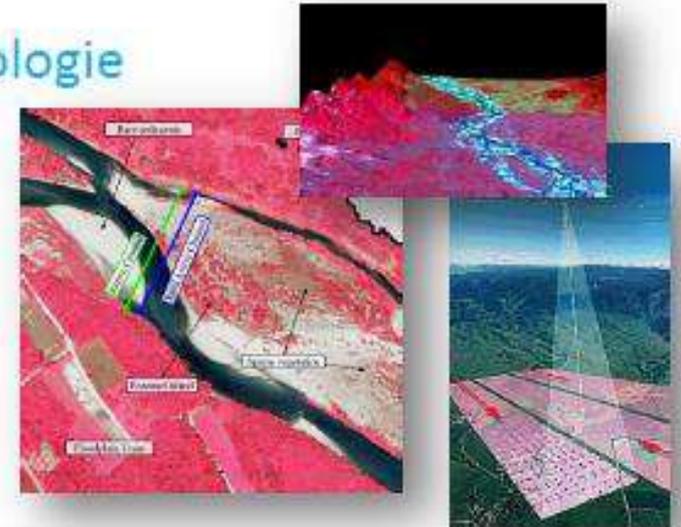
Décembre 2016



Caractérisation et évaluation de l'hydromorphologie

→ Détermination de méthodes de caractérisation du style fluvial

- Actes JT « Télédétection et caractérisation physique » + PAS
- Action AFB / IRSTEA : imagerie HR pour l'extraction de métriques hydromorphologiques des cours d'eau
- Travaux du GT Gestion Sédimentaire → novembre 2018
- Dynamiques morphologiques et changement climatique



→ Détermination d'indicateurs de l'évolution temporelle du style fluvial

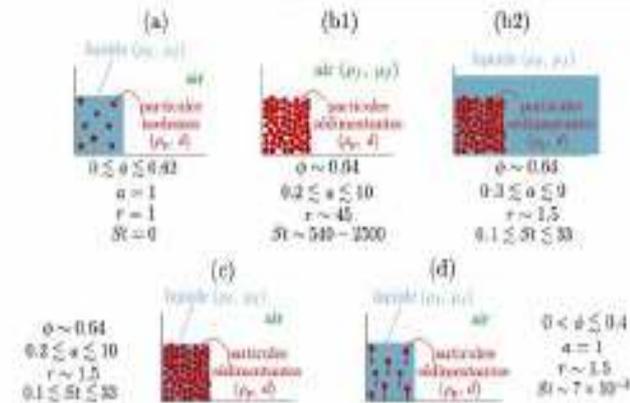
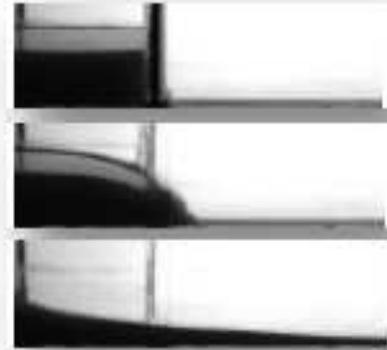
- Action AFB / CNRS / IGN :
 - i) évaluer les ressources disponibles
 - ii) vectoriser automatiquement les cartes
 - iii) distinguer les ≠ surfaces (eau, végétation, sédiments)
 - iv) évolution temporelle
- Tests et déploiement à l'échelle régionale : Ain, Drome
- Procédures automatisées et développement d'une application *ad hoc*



Transport sédimentaire : dynamiques et processus

→ Amélioration de la connaissance sur la dynamique du transport solide

- Action AFB / IMFT : Remise en mouvement et dépôts lors des chasses ou transparence
- BedloadWeb : développement d'une plateforme dédiée au transport solide
- Expertise des modèles hydrosédimentaires (TELEMAC 2D / Sisyphé) du Rhône
- Contextualisation de l'étude du transport solide *ex-situ*
- BedloadWeb2 : extension à l'échelle du bassin-versant
- Mécanismes de franchissement des particules sédimentaire au niveau d'un ouvrage



→ Précision des concepts, éléments de cadrage et diffusion des savoirs

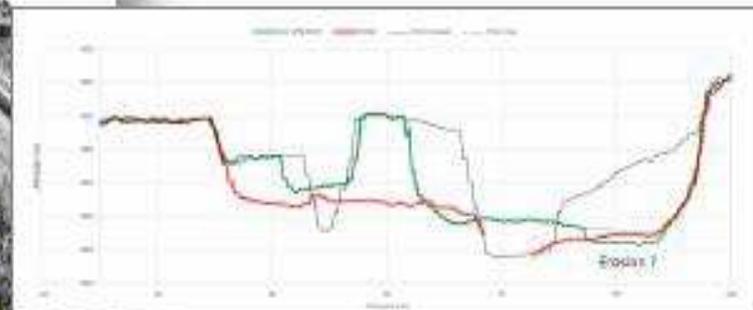
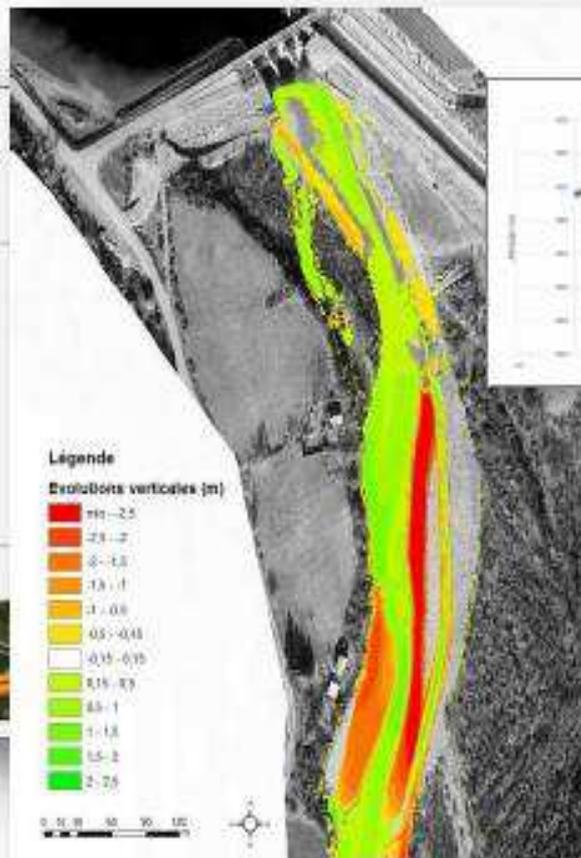
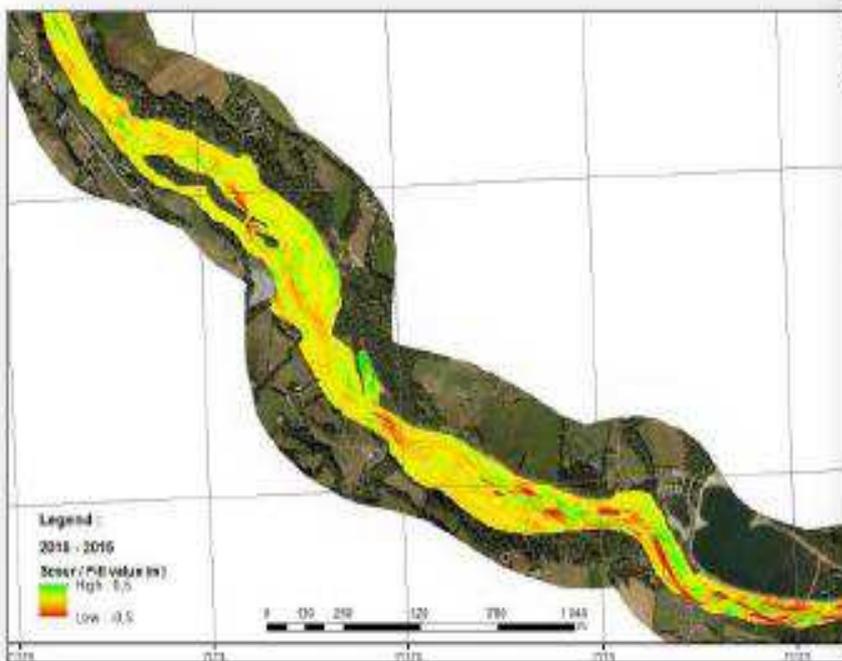
- Formation « Transport solide et morphologie des rivières : mesures et modélisation »
- Guide Technique pour la mesure du transport solide AFB / IRSTEA



Amélioration de l'appui technique pour la restauration

→ Suivi et efficacité de la restauration

- Action AFB / CNRS : Résilience des cours d'eau torrentiels altérés



→ Diagnostic, aide au dimensionnement



© AFB

- Analyse comparative des méthodes de topo adaptées au suivi de la restauration
- Analyse *ex-situ* (labo) des méthodologies de recharge granulométrique

Impact cumulé des retenues : perspectives

- Suivis bathymétriques

- Position des retenues / carte d'aléas d'érosion

Modèle MESALES ⇒ Utilisation simple

- Modélisation production / piégeage des sédiments

Modèles WaTEM/SEDEM et STREAM/LANDSOIL

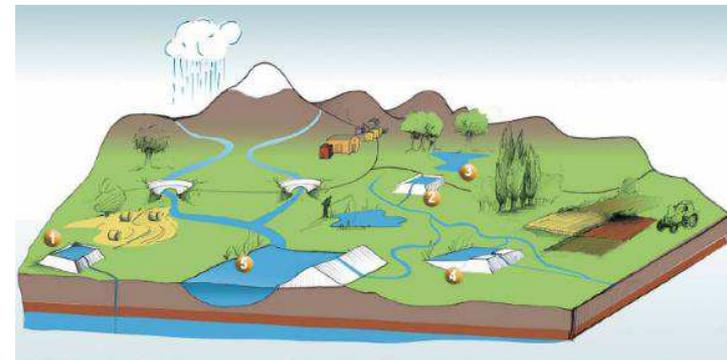
⇒ Permet de modéliser l'impact des retenues

- Evolutions morphologique du cours d'eau

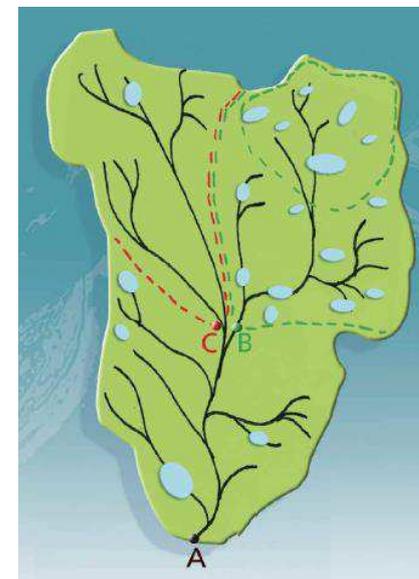
Pas de modèles disponibles

Expertise in situ / Suivis de la morphologie

Lien avec la présence de retenues difficile à faire



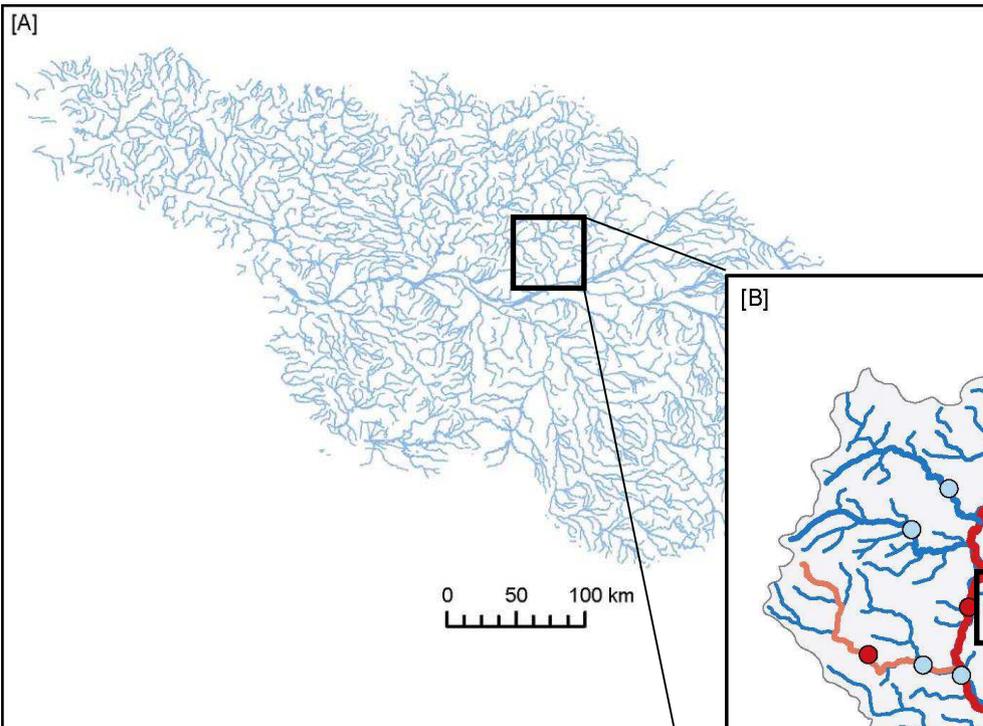
© AFB



Les 7 actions du plan

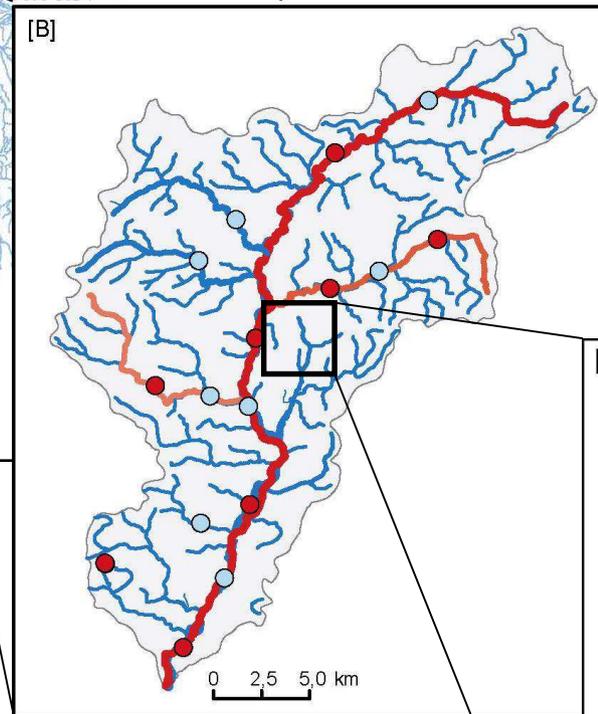
- 1- **Prioriser de façon homogène dans les bassins les actions de restauration de la continuité écologique au profit du bon état des cours d'eau et de la reconquête de la biodiversité → méthode nationale partagée**
- 2- **Améliorer la coordination et les relations entre services et opérateurs de l'État en vue d'une meilleure conciliation des enjeux (environnementaux, changement climatique, économiques, énergétiques, culturels, bien-être et qualité de vie, sportifs...) → une instruction aux services**
- 3- **Accompagner la mise en œuvre des projets par la maîtrise d'ouvrage publique locale → des outils d'aide à la décision des collectivités**
- 4- **Faciliter la mise en œuvre de solutions proportionnées au diagnostic réalisé et économiquement réalistes → guide et grille d'enjeux**
- 5- **Conforter les outils financiers pour les collectivités et les propriétaires (notamment les plus modestes) et une fiscalité favorable à la restauration de la continuité et à la préservation du patrimoine → mission IGF-CGEDD**
- 6- **Renforcer la connaissance des spécificités des moulins et rationaliser leur remise en exploitation éventuelle → guides, fiches, plaquette**
- 7- **Transmettre la connaissance scientifique et les solutions techniques efficaces et durables → Centre de ressources Cours d'eau, Sites de démonstration, REX collectivités, animations**

Quels besoins opérationnels sur la continuité sédimentaire ?



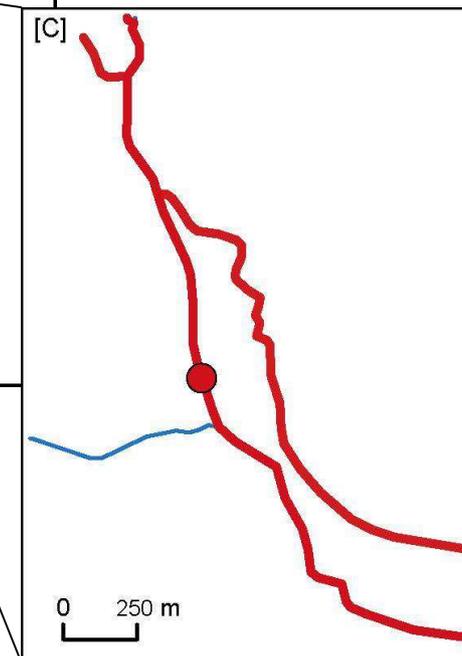
A. Echelle du district hydrographique

- Identifier les bassins versants et les axes principaux à enjeux vis-à-vis de la CS
- > Hiérarchiser les études et les actions



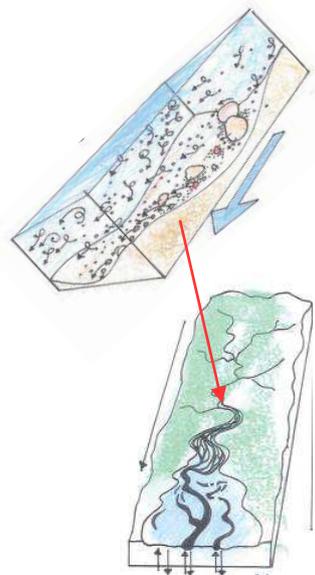
B. Échelle du bassin versant / de l'axe de cours d'eau

- Identifier les tronçons altérés
- Hiérarchiser les ouvrages à traiter



C. Échelle de l'ouvrage

- Diagnostiquer l'impact de l'ouvrage sur la continuité sédimentaire
- Définir les scénarios de restauration



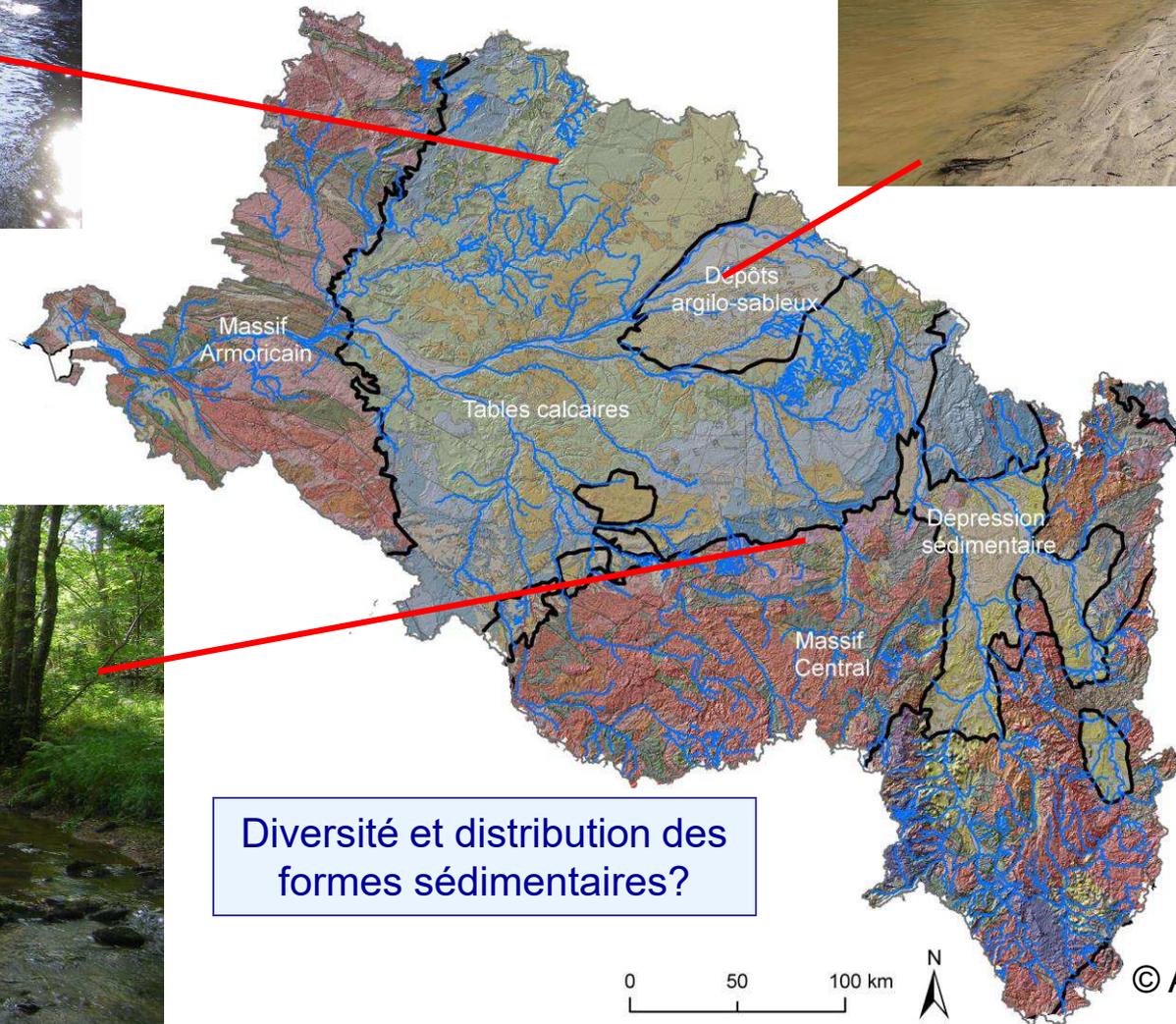
A - Échelle bassin: régionaliser l'effort de restauration de la CS



Bassin à « forte »
production sédimentaire?



Fréquence et vitesse du
transport solide ?

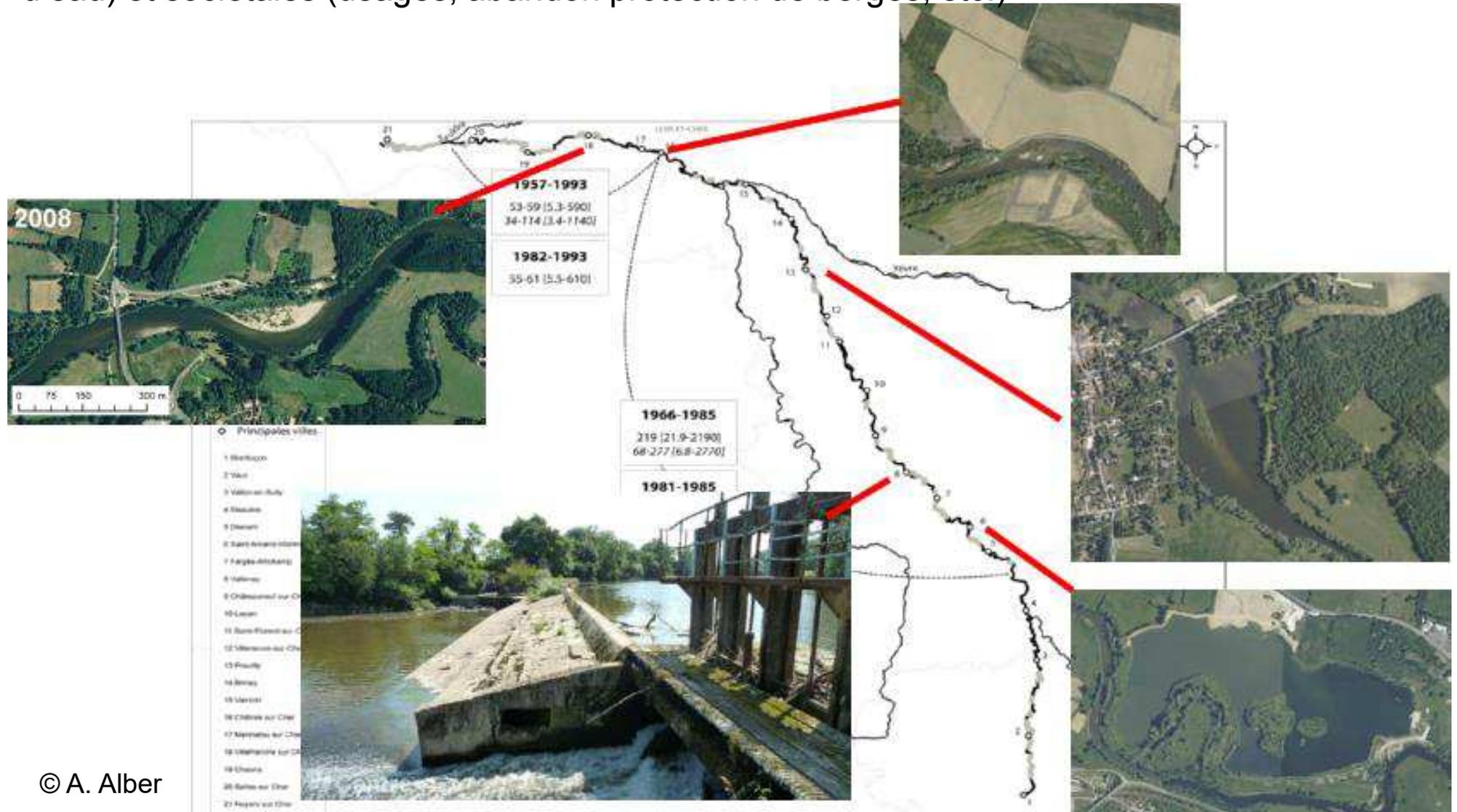


Diversité et distribution des
formes sédimentaires?

B - Échelle de l'axe: adapter la stratégie de restauration au contexte géomorphologique et son histoire

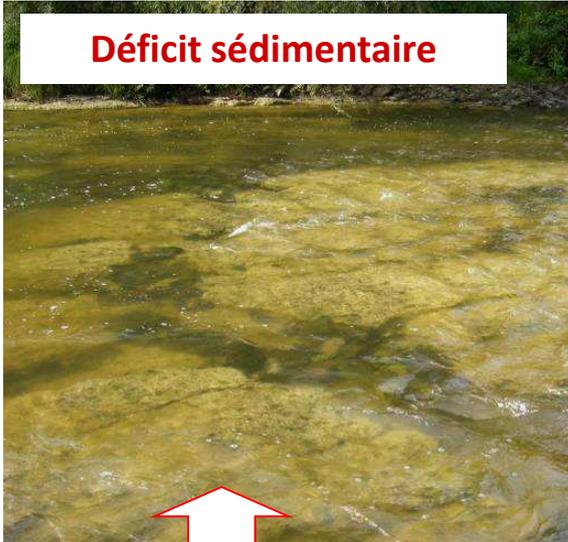
> Exemple du Cher: cours d'eau à dynamique latérale active, avec un fort héritage anthropique

> Emerge à l'échelle de l'axe une **problématique globale de gestion complexe** d'un « système » qui **évolue** dans ses composantes physiques (évolution de la ligne d'eau) et sociétales (usages, abandon protection de berges, etc.)

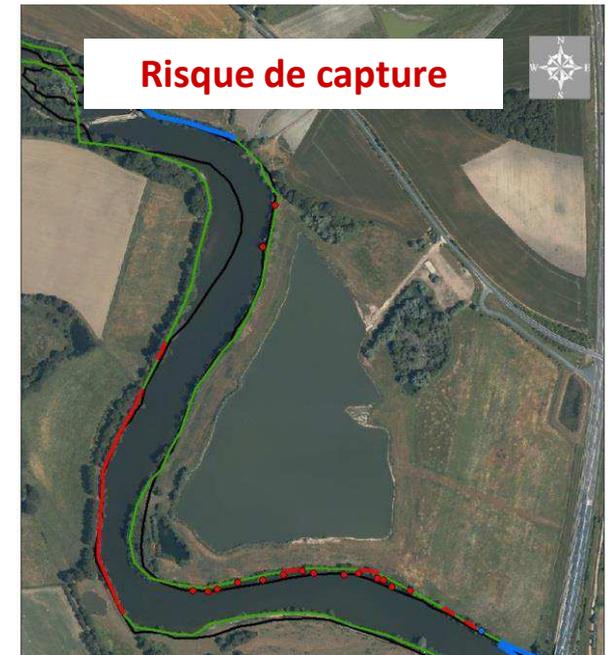


C - Echelle de l'ouvrage

> Exemple d'une situation rencontrée... parmi des centaines



Influence aval (fosse d'extraction)



Des interventions adaptées au cas par cas

Aucune solution de principe – Gestion adaptative



Pour chacune : des conditions pour être « adaptées », des avantages et des limites

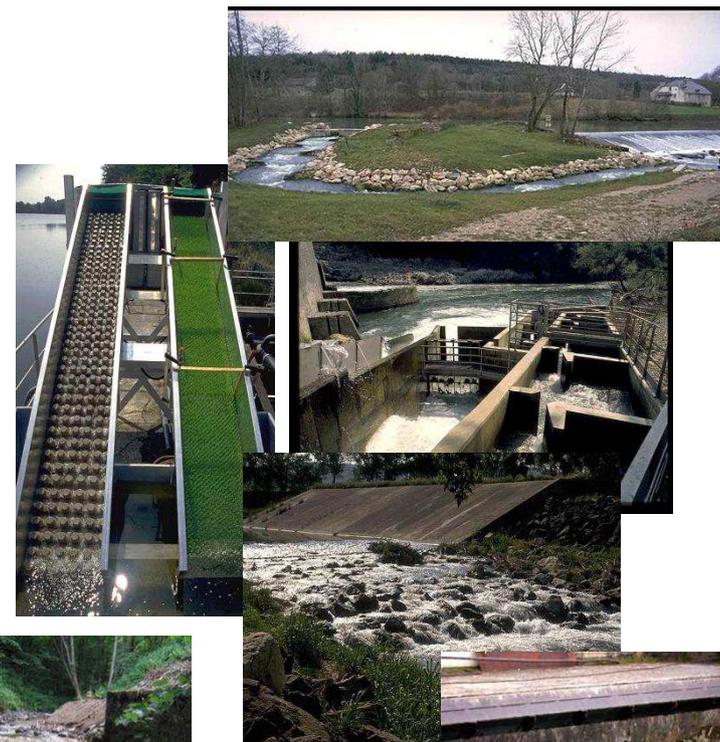
👉 **Ne rien faire** (sauf sur axes amphihalins)

👉 **Gestion vannages**



👉 **Dispositifs de franchissement**

- Passe à poissons
- Passe rustique
- Rivière de contournement
- Dévalaison



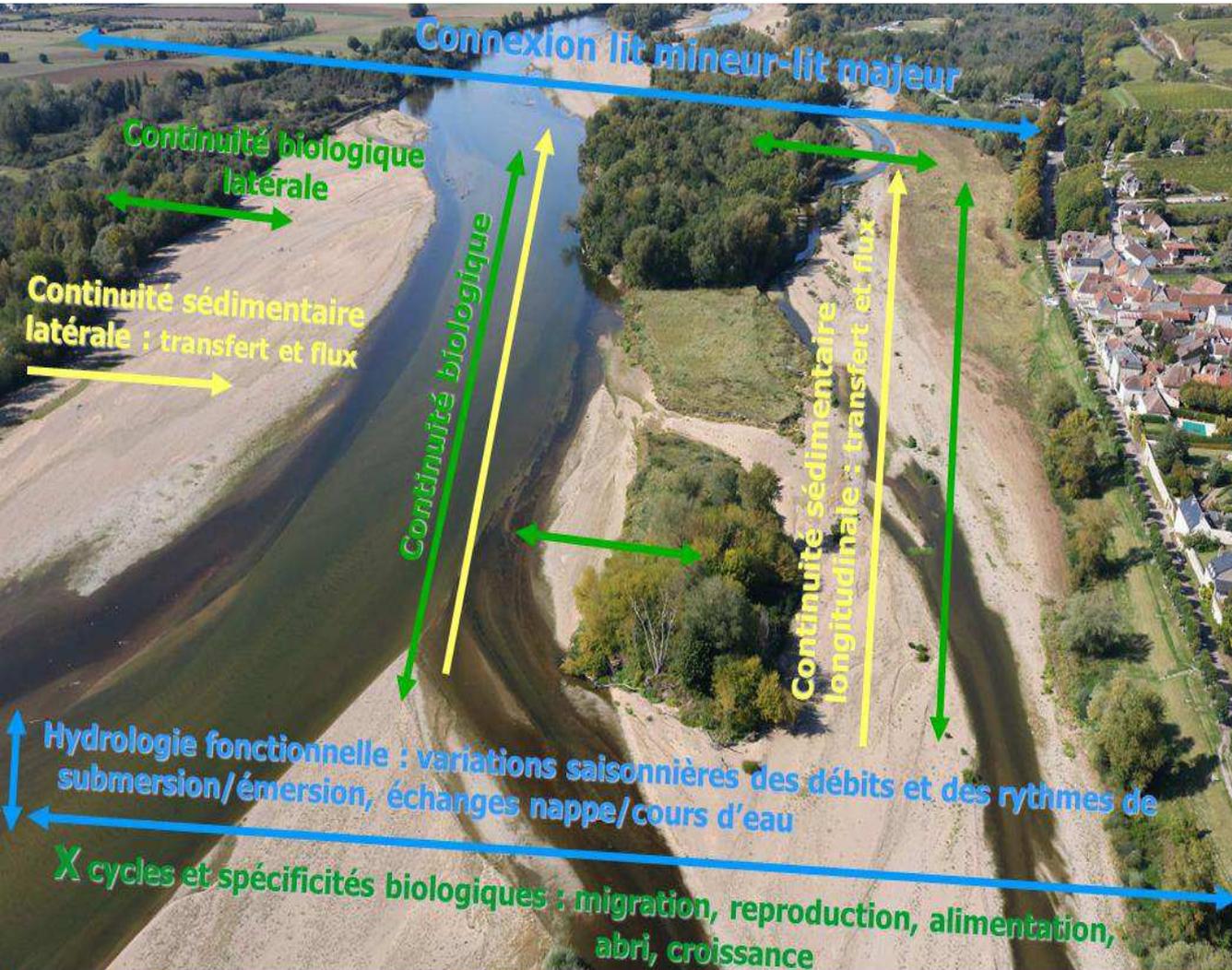
👉 **Arasement partiel**



👉 **Effacement**



Comment comprendre et agir pour la remobilisation sédimentaire ?



Comment :

- caractériser et évaluer le stockage sédimentaire ?
- remobiliser les sédiments ?
- intégrer les objectifs dans des projets de territoire ?



Des réponses intégrées

fondées sur l'acquisition et le transfert de connaissances anciennes et nouvelles

L'exemple du bassin Loire-Bretagne

Merci



© Kap-Archeo, BN Chagny

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE
www.ecologique-solidaire.gouv.fr



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ

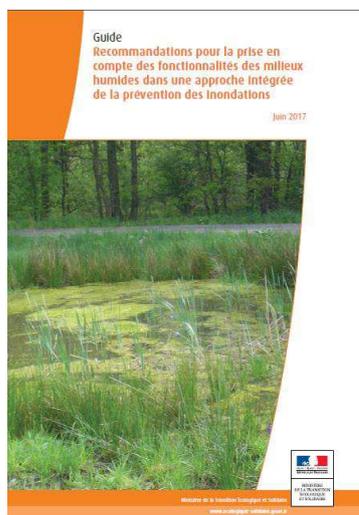
Établissement public du ministère de l'Environnement



Pour en savoir plus...

Informations, actualités et documentation sur la restauration de la dynamique des cours d'eau, de la continuité écologique et de l'hydromorphologie : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/cours-deau-et-poissons-migrateurs-amphihalins>

Informations, actualités et documentation sur la Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI) : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/gestion-des-milieux-aquatiques-et-prevention-des-inondations-gemapi>



Guide [Recommandations pour la prise en compte des fonctionnalités des milieux humides dans une approche intégrée de la prévention des inondations](#)



Guide [Délimiter l'espace de bon fonctionnement des cours d'eau](#)



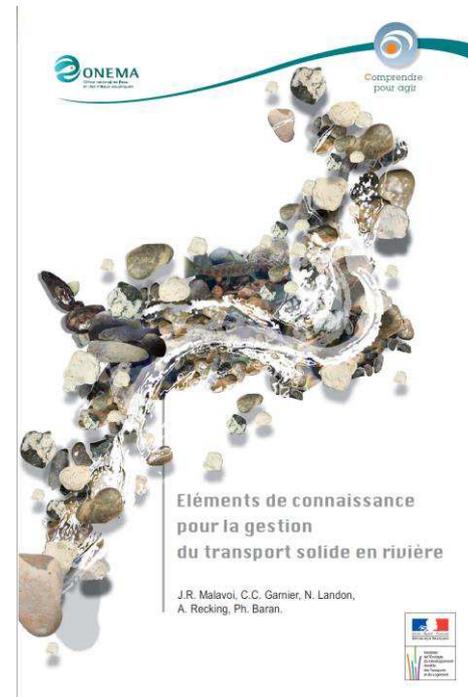
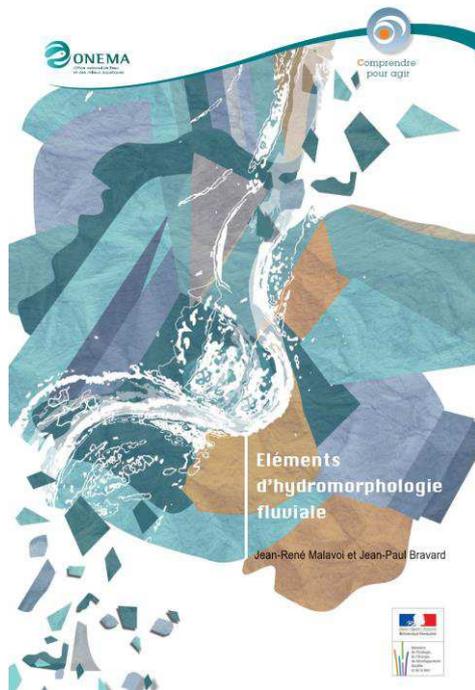
MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE
www.ecologique-solidaire.gouv.fr



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
Établissement public du ministère de l'Environnement



Pour en savoir plus...



**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

Établissement public du ministère de l'Environnement

Centre de ressources Cours d'eau : site Internet de l'agence française pour la biodiversité **(AFB)**
Retours d'expériences, guides techniques, rapports, etc.

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE
www.ecologique-solidaire.gouv.fr



**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

Établissement public du ministère de l'Environnement

