



## SEMINAIRE TECHNIQUE

« Le transport sédimentaire : Principes et expériences sur le bassin ligérien »

Jeudi 24 novembre 2011 à Vierzon (18)

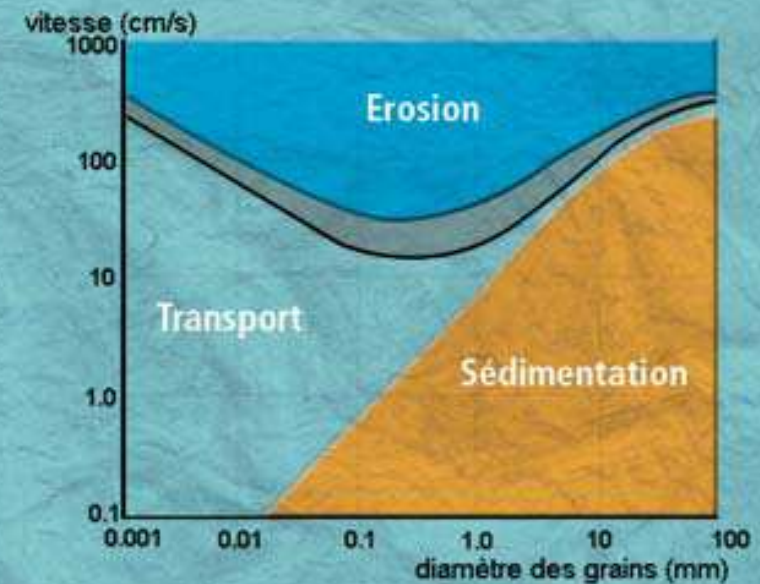
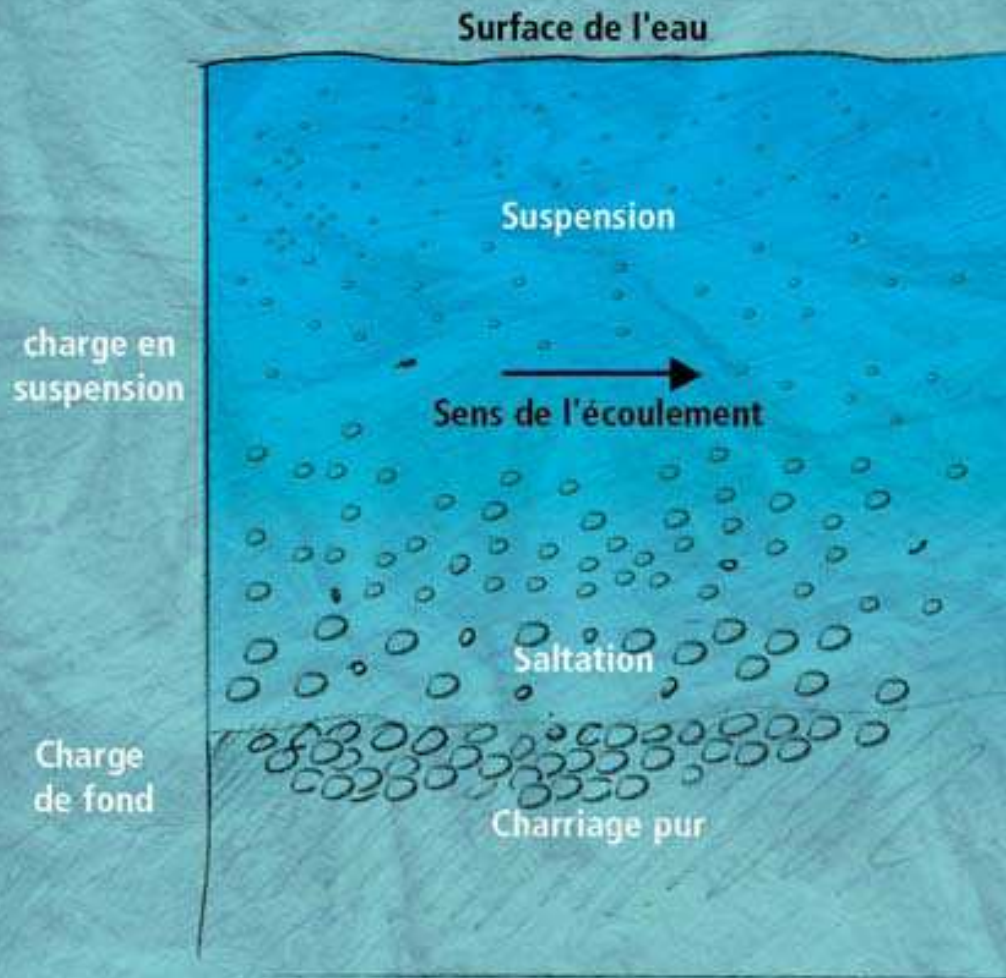
# Le transport solide en rivière : Fonctionnement, dysfonctionnements, principes de gestion

Jean-René Malavoi – Pôle Onema/Cemagref - LYON

# 1. RAPPELS :

## DICHOTOMIE CHARGE GROSSIÈRE/FINE L'ÉQUILIBRE DYNAMIQUE

# DICHOTOMIE CHARGE GROSSIÈRE/FINE = Dichotomie charriage/suspension



# Les rivières sont en **ÉQUILIBRE DYNAMIQUE**

entre

**2 variables de contrôle majeures :**

**leur charge solide grossière  
(volume et granulométrie)**

**et leur puissance (pente x débit)**

# La balance de Lane

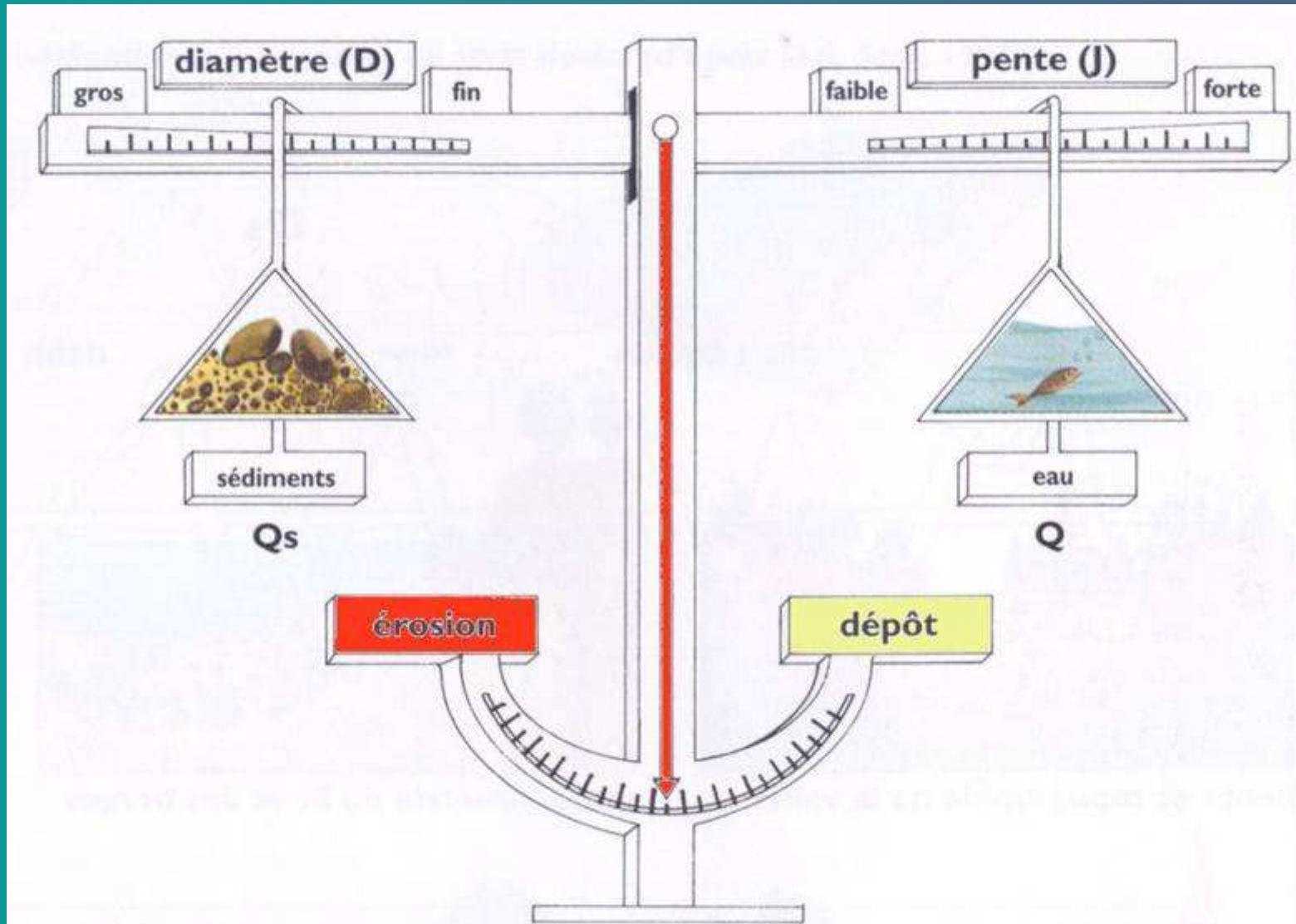
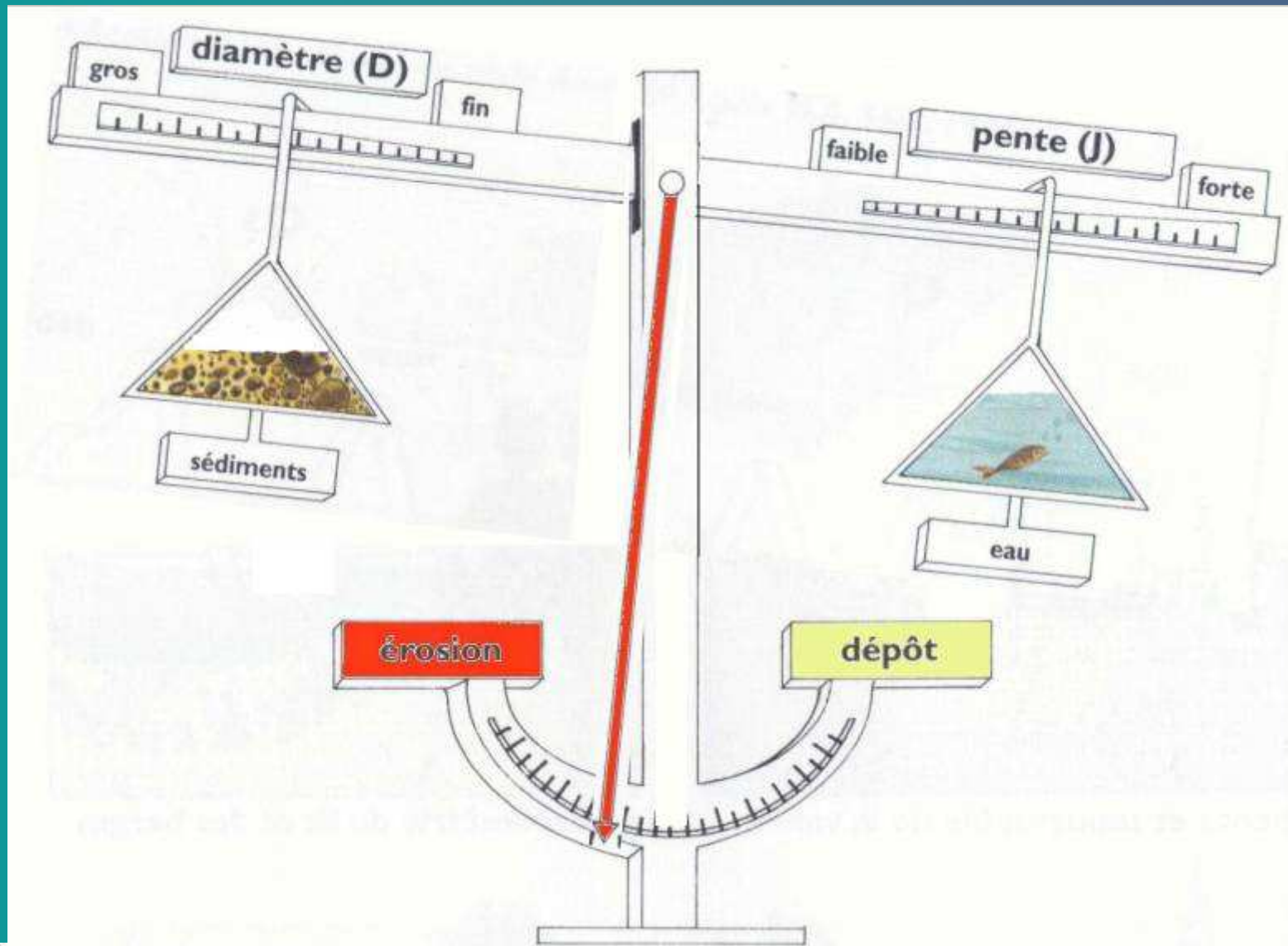
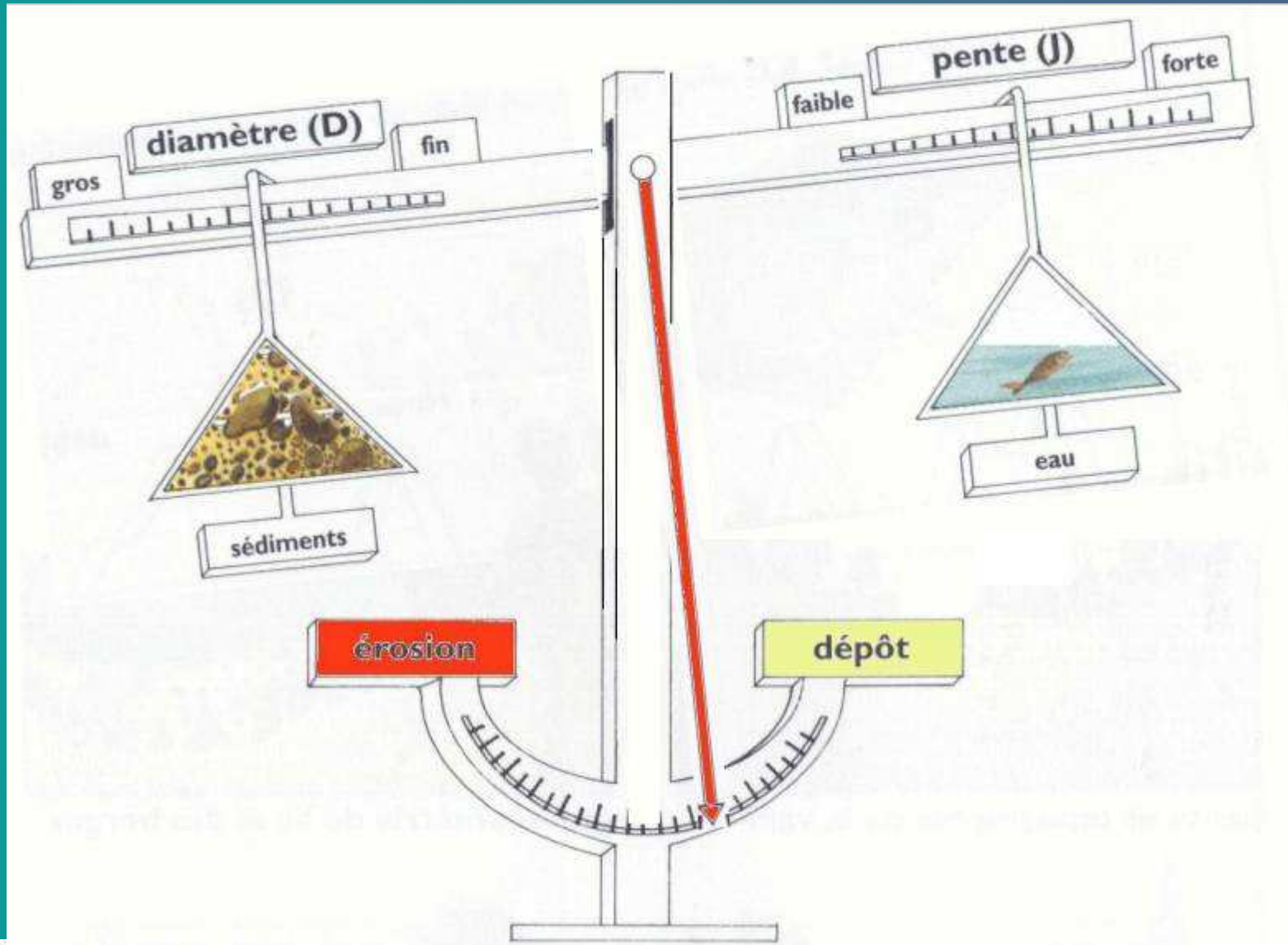


Figure 4. Principe de l'équilibre dynamique. D'après Lane, 1955.





## **2. ORIGINE ET PROPAGATION DE LA CHARGE SOLIDE GROSSIERE (Bedload)**



# APPORTS EXTERNES

# APPORTS INTERNES

# APPORTS EXTERNES

## Production primaire



**Production secondaire**  
apports des affluents,  
constitués eux-mêmes  
d'apports externes et internes

# Production secondaire



## Le Ger et la Garonne (31)

# APPORTS INTERNES

**Stock en lit mineur**

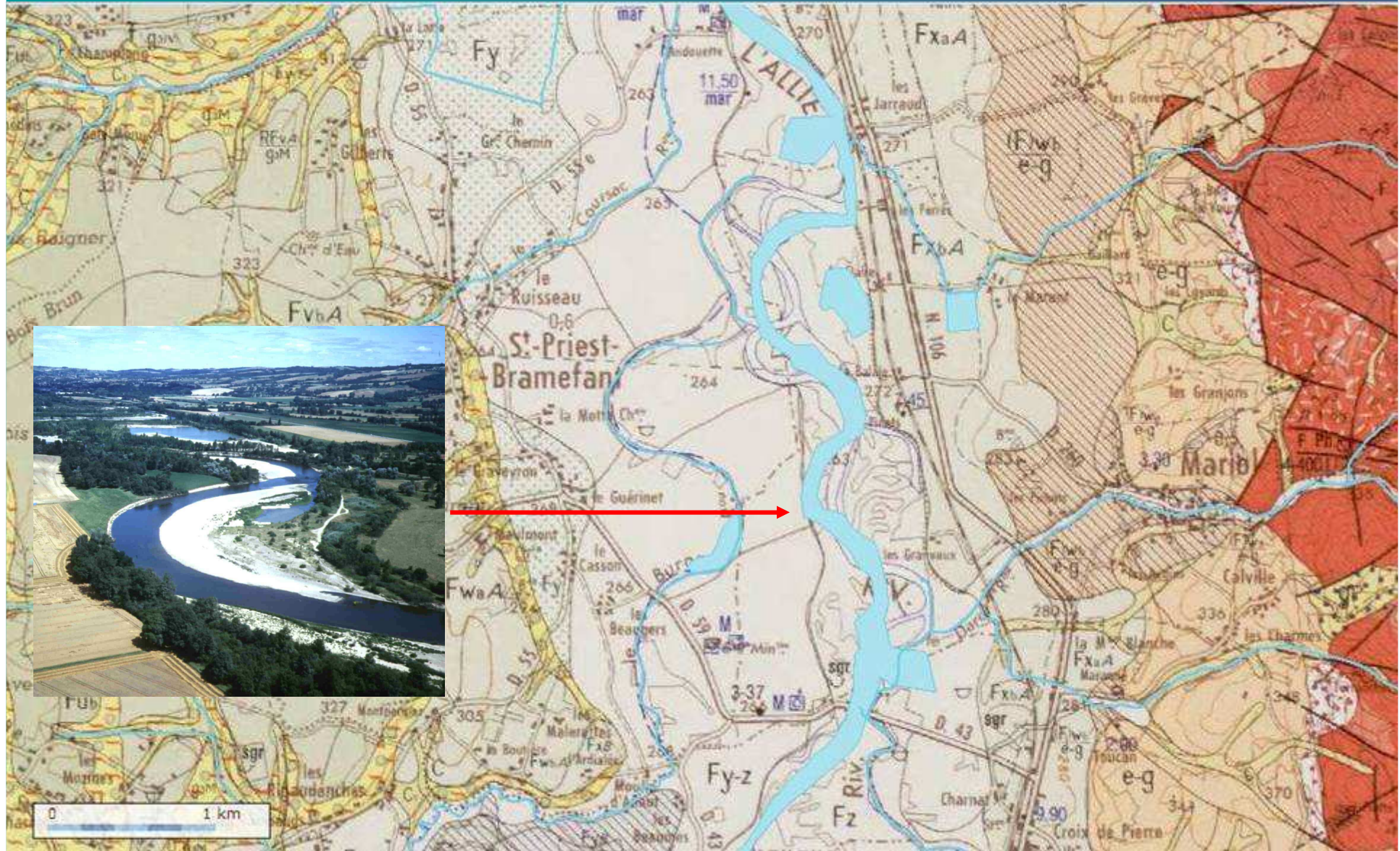
**Stock en lit « majeur » : holocène + terrasses**

# STOCK EN LIT MINEUR

## Macroformes alluviales et fond du lit : dunes/bancs



# STOCK DU LIT MAJEUR ( $F_z$ , $F_{yz}$ ) ET DES TERRASSES ( $F_y$ et +)



**injection de plusieurs milliers de m<sup>3</sup>/an**



# VITESSE DE PROPAGATION DE LA CHARGE DE FOND

Mal connue  
encore du domaine de la recherche



## Rivières à sable

Loire : 1 à 2 km/an

Vienne : 2 à 2.5 km/an

Peu de données sur les rivières à graviers

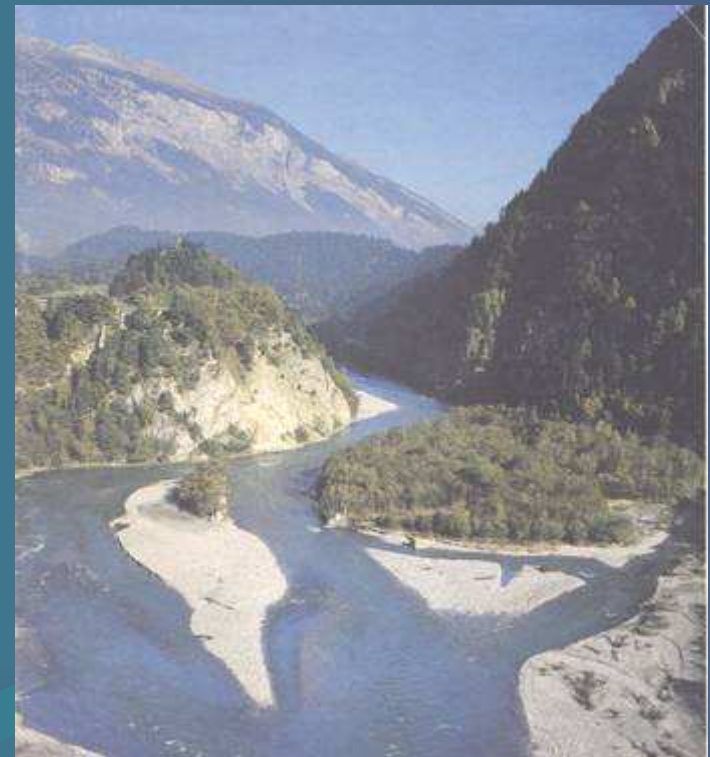
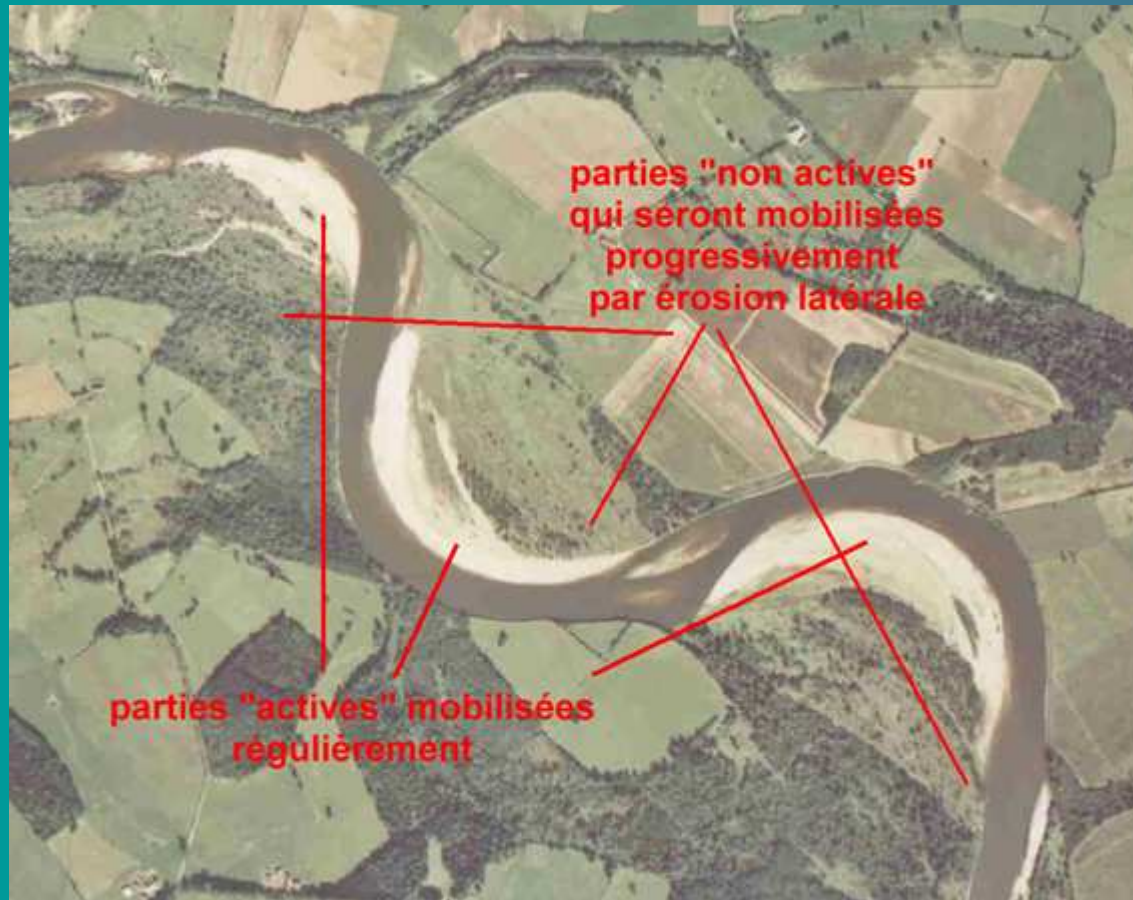
Hérault : 200 m/an (Tricart & Vogt, 1967)

Isère : 100 m/an (Salvador, 1991)

Riv. des Ardennes : 30 m/an (Petit, 1997)

# STOCKAGE TEMPORAIRE DE LA CHARGE DE FOND

# stockage « naturel »



# Rôle de la végétalisation des bancs alluviaux



Réseau Géodésique Français 1993 - coordonnées géographiques  
Longitude : 00° 48' 31.4" E Latitude : 43° 06' 33.8" N



2002

2006



Géodésique Français 1993 - coordonnées géographiques  
Longitude : 00° 49' 36.8" E Latitude : 43° 06' 25.9" N



2010



Réseau Géodésique Français 1993 - coordonnées géographiques  
Longitude : 00° 49' 05.7" E Latitude : 43° 06' 26.9" N



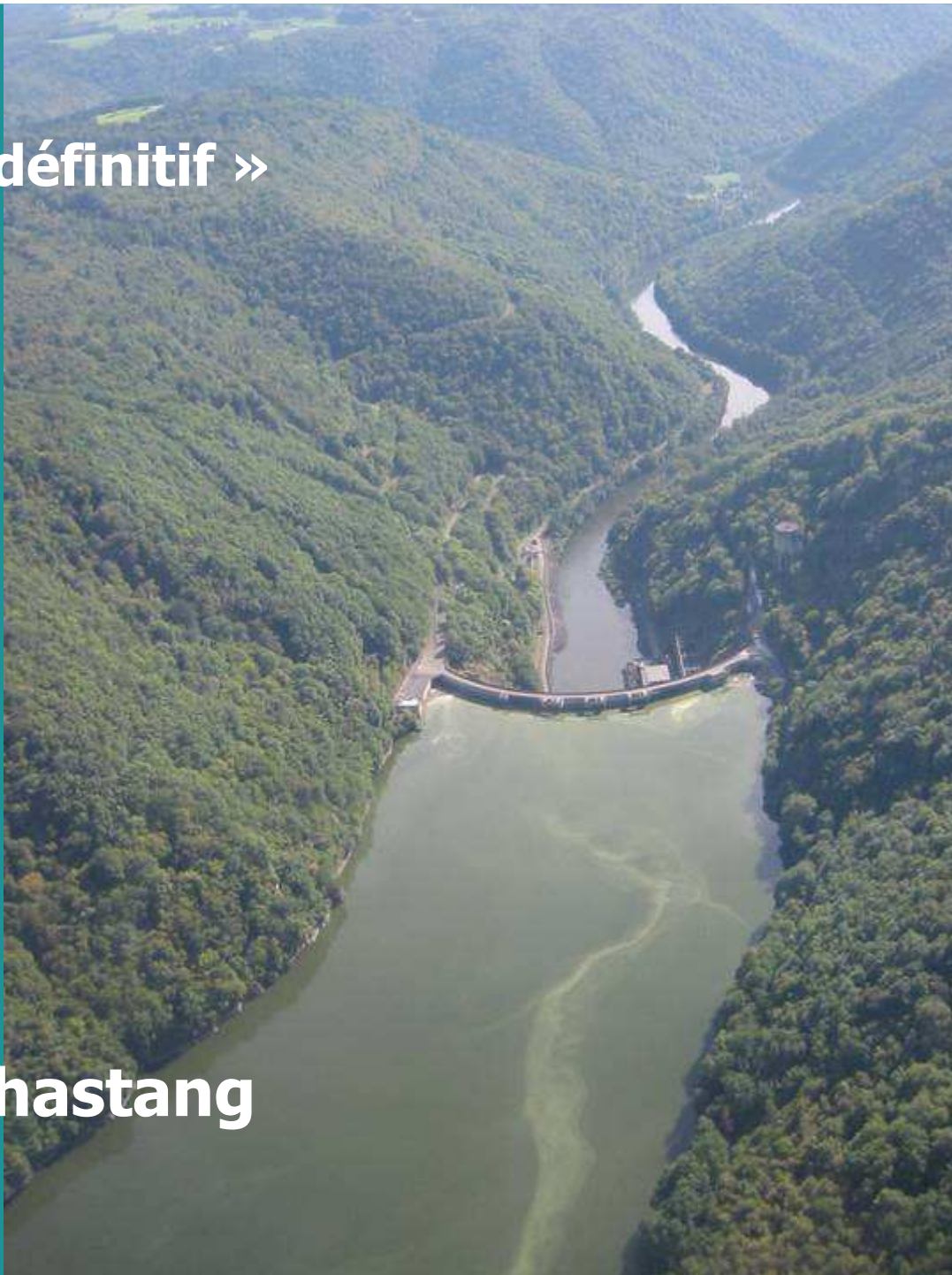
# stockage « artificiel »



Réseau National Copie France 1985, données altimétriques  
Longitude: 01° 14' 49.2" E Latitude: 45° 55' 21.5" N

**Parfois « définitif »**

**Bge du Chastang**



# 3. RÔLE ÉCOLOGIQUE MAJEUR DE LA CHARGE ALLUVIALE GROSSIÈRE

# Biocénoses acuáticas

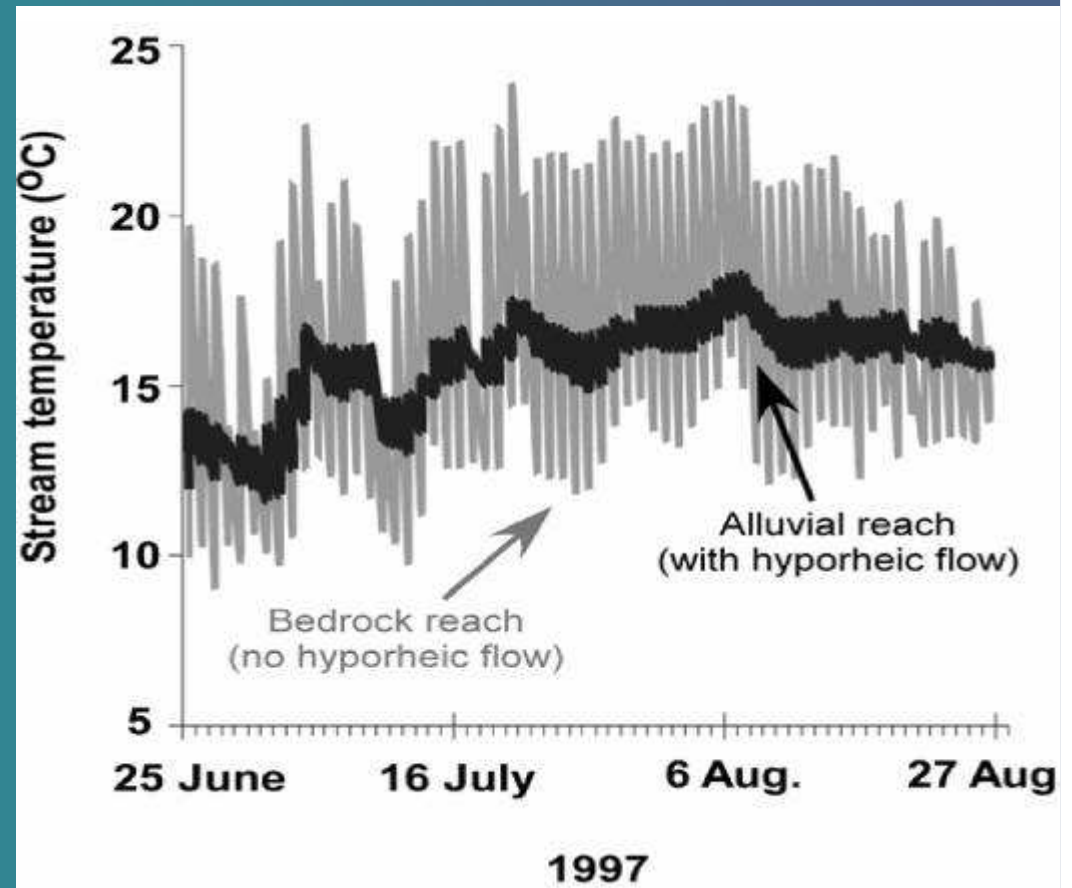
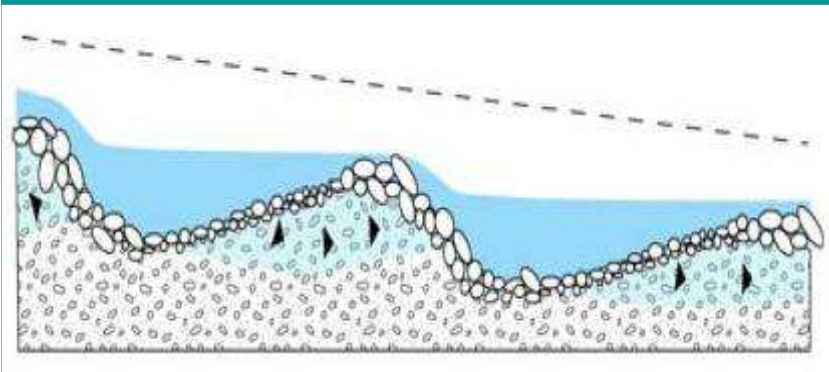




# Biocénoses ripícolas



# + rôle important dans les processus physico-chimiques notamment la réduction des températures



# 4. ALTÉRATIONS DU TRANSPORT SOLIDE GROSSIER

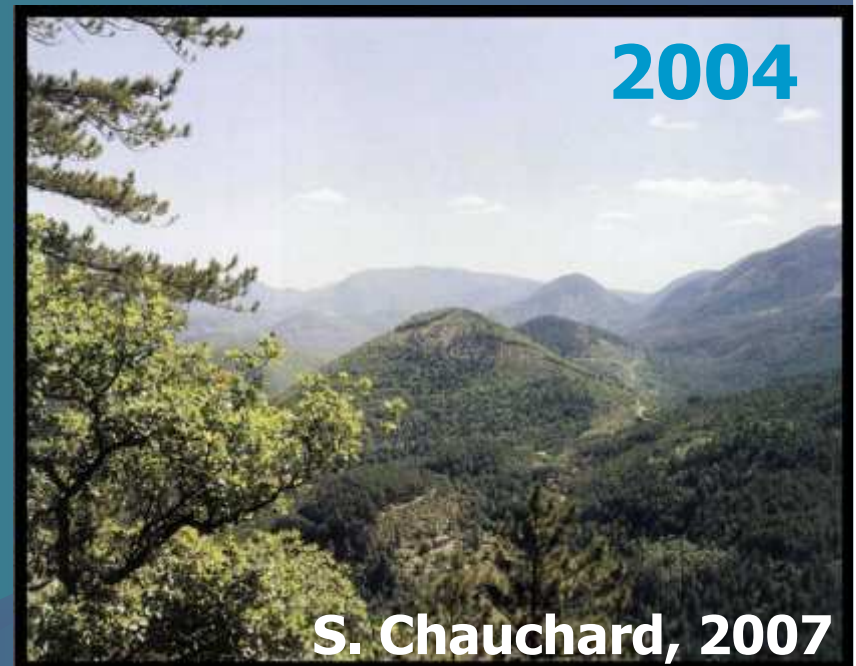
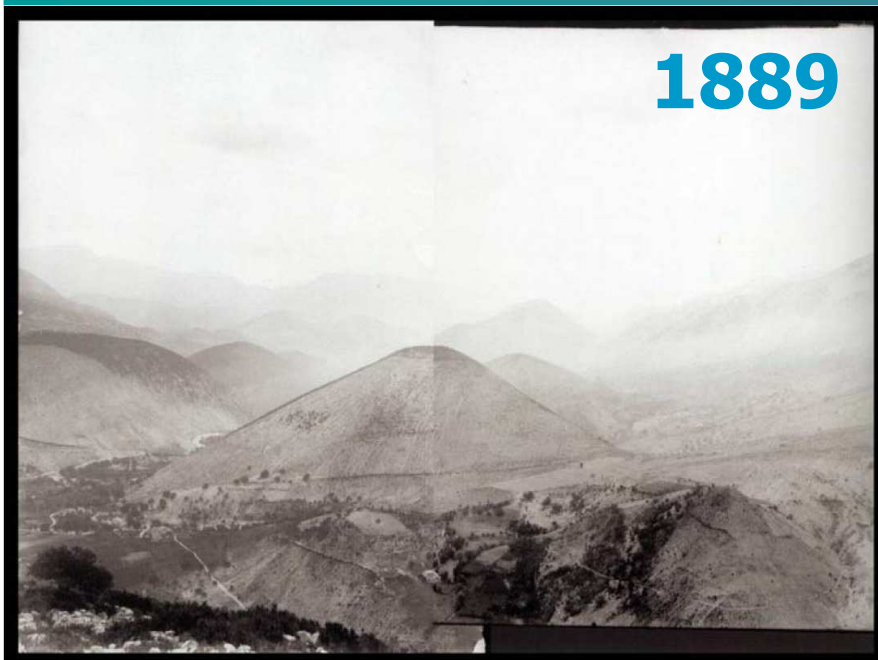
# A/ réduction des apports externes primaires et secondaires

# EXTERNES PRIMAIRES

**1) Facteur naturel : fin du Petit Age Glaciaire :  
les versants de montagne se reboisent dès le  
milieu du 19<sup>ème</sup> siècle**

**2) Facteurs anthropiques :**

**\* déprise agro-pastorale (dès début 19<sup>ème</sup>)**



## 2) Facteurs anthropiques (suite) :

- \* stabilisation volontariste via travaux RTM (dès mi- 19<sup>ème</sup>)



© IRMA. S. Gominet



# EXTERNES SECONDAIRES

## Seuils de stabilisation et de piégeage de la charge solide



## **B/ réduction des apports internes lit mineur et lit majeur + terrasses**



# LIT MINEUR

## Curages et dragages



# LIT MINEUR

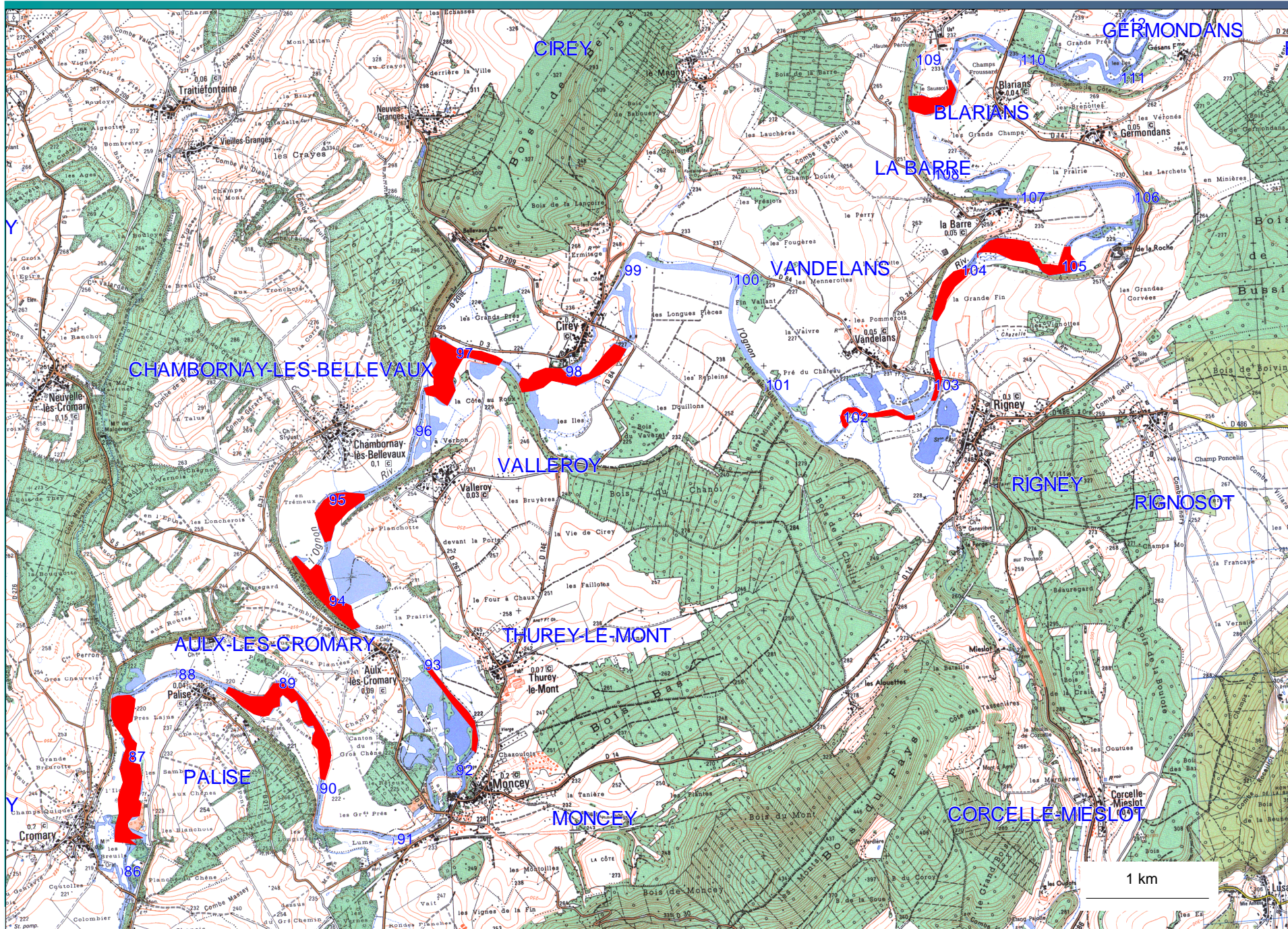
## Extractions de granulats





# L'Ognon





# LIT MINEUR seuils et barrages



# LIT MAJEUR ET TERRASSES

## Extractions de granulats



# LIT MAJEUR ET TERRASSES

## Protections de berges



© Onema SD 06





# 5. CONSEQUENCES : DYSFONCTIONNEMENT(S) HYDROSÉDIMENTAIRE(S)

Et leurs impacts

HYDROMORPHOLOGIQUES  
ET ECOLOGIQUES

# IMPACTS HYDROMORPHOLOGIQUES ET ECOLOGIQUES DES DYSFONCTIONNEMENT(S) HYDROSÉDIMENTAIRE(S)

Dysfonctionnements observés	Impacts	Compartiment touché				
		Biologie lit mineur	Biologie corridor	Phy-chimie lit mineur	nappe/rivière	infra-structures
Réduction des superficies alluviales en lit mineur		***		**		
Réduction de la granulométrie		***		**		
Augmentation de la granulométrie (pavage)		****		***	**	
Réduction de l'épaisseur des alluvions		***	*	***	**	*
Incision du lit mineur		**	***	**	***	****
Disparition du substrat alluvial		****	***	****	****	****
		(gravité notée sur 4 ****)				

Dysfonctionnements observés	Impacts	Biologie lit mineur	Biologie corridor	Phy-chimie lit mineur	nappe/rivière	infra-structures
<b>Réduction des superficies alluviales en lit mineur</b>		<b>***</b>		<b>**</b>		



**Limitation des habitats disponibles pour les biocénoses**

Dysfonctionnements observés	Impacts	Biologie lit mineur	Biologie corridor	Phy-chimie lit mineur	nappe/rivière	infra-structures
<b>Réduction de la granulométrie</b>		<b>***</b>		<b>**</b>		



**Ouvrage piégeant la fraction la plus grossière.  
Seule une partie des classes granulométriques  
grossières peut transiter**

Dysfonctionnements observés	Impacts	Biologie lit mineur	Biologie corridor	Phy-chimie lit mineur	nappe/rivière	infra-structures
Augmentation de la granulométrie (pavage)		****		***	**	



**Limitation des habitats disponibles pour les biocénoses. Réduction des processus phy-chim.**

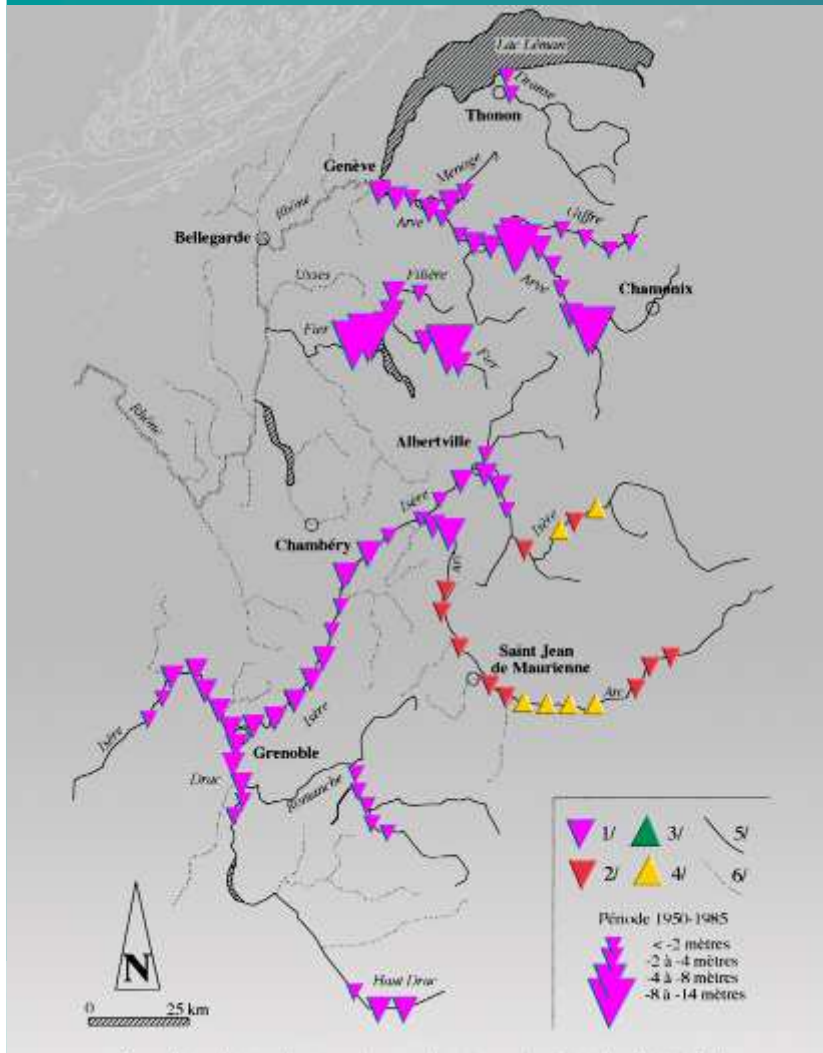
Dysfonctionnements observés	Impacts	Biologie lit mineur	Biologie corridor	Phy-chimie lit mineur	nappe/rivière	infra-structures
Réduction de l'épaisseur des alluvions		***	*	***	**	*



**Limitation des habitats disponibles pour les biocénoses. Réduction des processus phy-chim.**

Dysfonctionnements observés	Impacts	Biologie lit mineur	Biologie corridor	Phy-chimie lit mineur	nappe/rivière	infra-structures
<b>Incision du lit mineur</b>		<b>**</b>	<b>***</b>	<b>**</b>	<b>***</b>	<b>****</b>

## Exemple Alpes du Nord (Peiry et al., 1994)

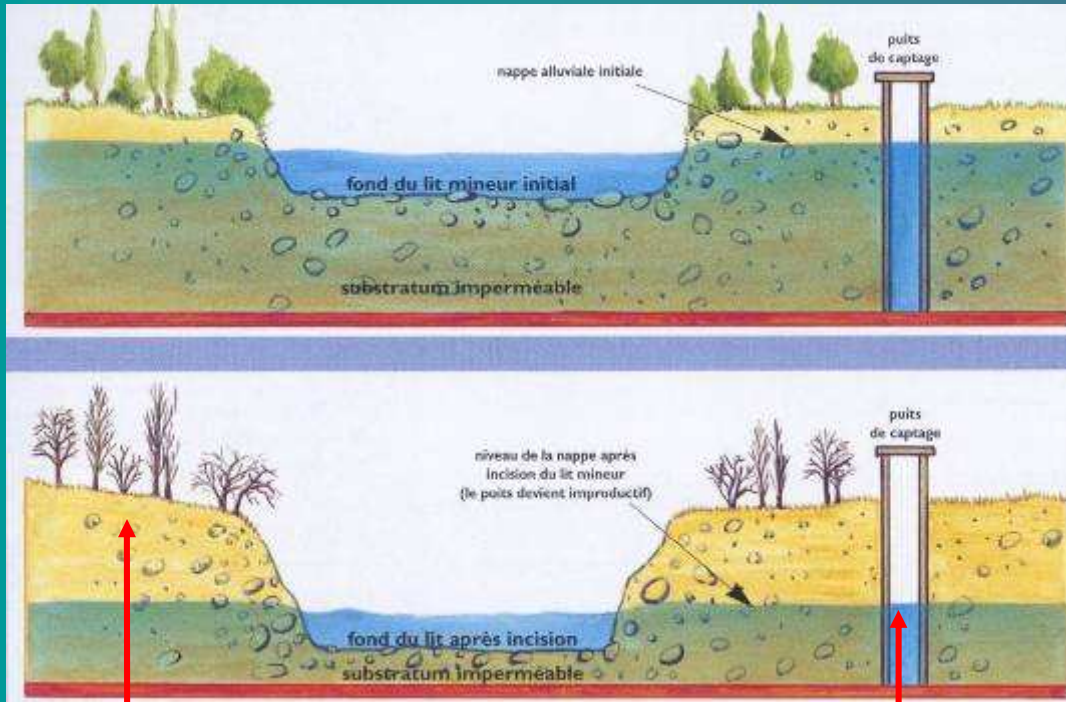


## Pont Wilson sur la Loire à Tours



## Rivière St Etienne, île de la Réunion

# Baisse du niveau de la nappe d'accompagnement



Dépérissement  
des boisements  
alluviaux

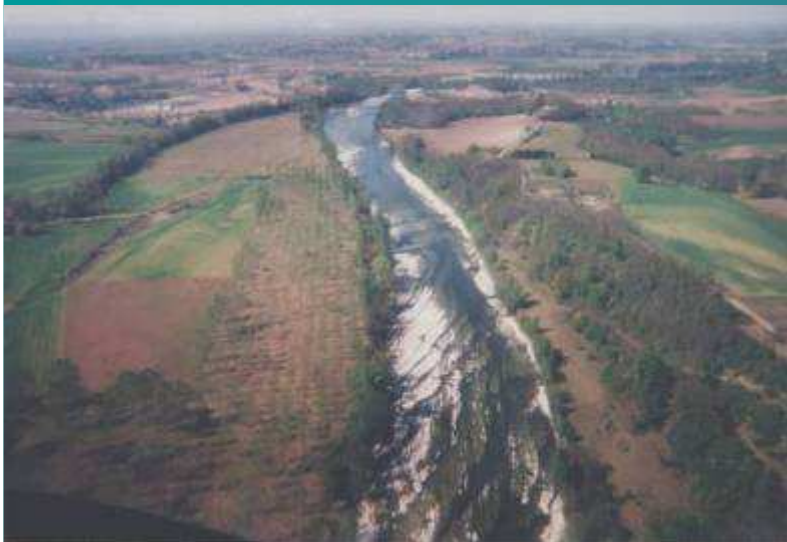
Baisse de  
productivité  
des captages



Assèchement  
des annexes  
fluviales



Dysfonctionnements observés	Impacts	Biologie lit mineur	Biologie corridor	Phy-chimie lit mineur	nappe/rivière	infra-structures
<b>Disparition du substrat alluvial</b>		<b>****</b>	<b>***</b>	<b>****</b>	<b>****</b>	<b>****</b>

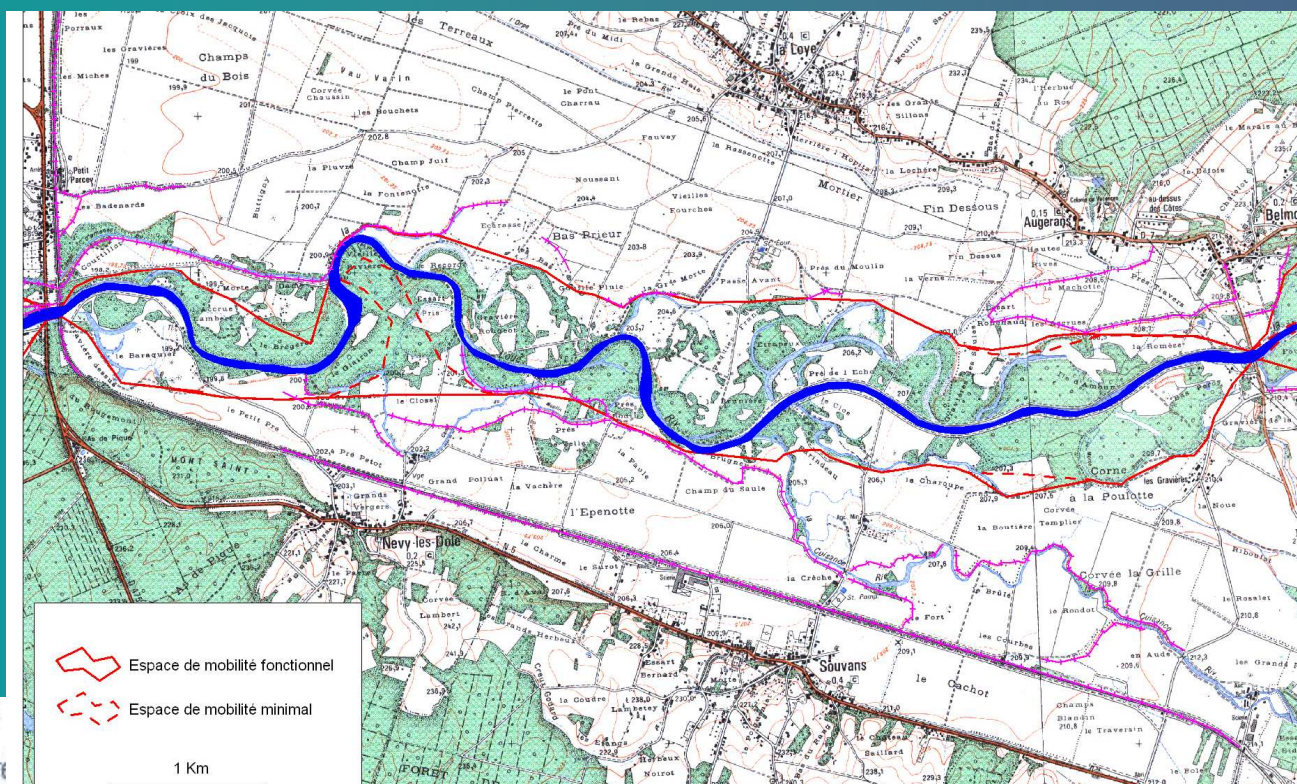


**= perte d'habitat pour les biocénoses  
aquatiques et ripicoles  
+  
perte des fonctionnalités de  
régulation physico-chimique**

# 6. PRINCIPES DE PRESERVATION ET DE RESTAURATION

# A/ Préservation/restauration de la production primaire (défrichement des versants)

# B/ Préservation du stock alluvial en lit majeur et préservation/restauration de l'érosion latérale (espace de liberté)

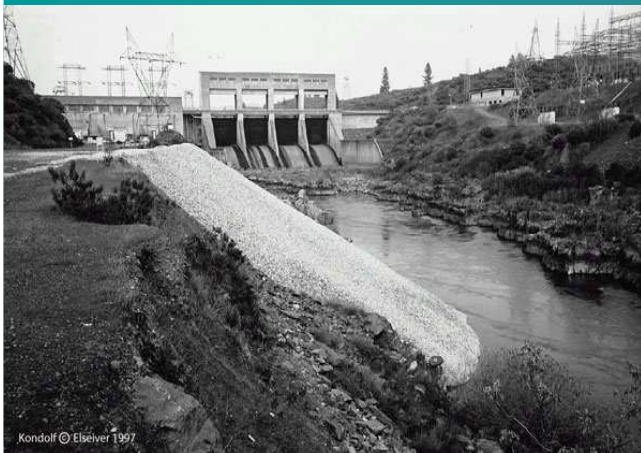


# C/ Préservation/restauration de la continuité de la charge de fond



**Limitation des curages/dragages**

**Suppressions  
de seuils et  
barrages ou  
amélioration  
forte de leur  
gestion**



**Transfert/  
réinjection  
d'alluvions**

# Contournement d'anciennes extractions en lit mineur



# Protection contre l'érosion latérale des gravières de gros volume et à risque élevé de capture



# CONCLUSION

- Les dysfonctionnement sédimentaires sont relativement bien connus (au moins les processus)
  - > nécessité de les qualifier voire de les quantifier bassin par bassin
- Des solutions techniques existent
  - > nécessité d'évaluer leur faisabilité technique et financière cours d'eau par cours d'eau
  - > nécessité de convaincre les décisionnaires (politiques...)



# Quelques éléments sur la question du TRANSPORT SUFFISANT DES SEDIMENTS

*Article L214-17 CE*

*2° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.*

## A/ Approche hydromorphologique

Le transport des sédiments peut être considéré comme suffisant si, sur une durée permettant de lisser les fluctuations hydrologiques (a minima 2 à 3 ans, si possible 3 à 5 ans), les apports de charge de fond provenant de l'amont du site compensent les exportations vers l'aval. L'objectif est donc de garantir le bilan sédimentaire équilibré du tronçon géomorphologique, tant en volume qu'en nature des alluvions transportées.

## B/ Approche écologique

L'approche écologique du concept de transport suffisant des sédiments peut elle même être abordée sous plusieurs angles, du plus large au plus restrictif :

- écologie fonctionnelle globale,
- écologie des biocénoses aquatiques,
- écologie d'une phase de développement d'une ou plusieurs espèces (généralement la reproduction),
- qualité physico-chimique des eaux.

## **\* Approche écologique fonctionnelle globale**

**Le transport suffisant des sédiments doit permettre de préserver le fonctionnement de l'hydrosystème fluvial en général, du lit mineur au lit majeur et aux annexes hydrauliques.**

**Ce premier niveau d'approche écologique se traduit par la même définition du transport suffisant des sédiments que celle proposée par l'approche hydromorphologique : garantir un bilan sédimentaire équilibré.**

## \* Approche d'habitat des biocénoses aquatiques

Il s'agit d'une restriction du concept. Le transport suffisant de sédiments doit permettre de garantir la vie des biocénoses aquatiques (poissons, invertébrés, végétaux) inféodées à un habitat sur substrat alluvial.

Le transport suffisant des sédiments est assuré lorsque le site considéré conserve sur le long terme une superficie, une épaisseur, une nature granulométrique et un agencement de substrat alluvial, suffisants pour garantir la vie de toutes les espèces des biocénoses aquatiques théoriques du tronçon considéré.

- **Approche particulière concernant les zones de reproduction**

## **Niveau le plus restrictif du concept**

**Le transport suffisant des sédiments est assuré lorsque le site considéré conserve sur le long terme une superficie, une épaisseur, une nature granulométrique et un agencement du substrat alluvial suffisantes pour garantir la reproduction d'une ou plusieurs espèces cibles du tronçon considéré.**

**Le curseur doit être réglé au cas par cas**

**Bilan  
sédimentaire  
équilibré**



**Quantité à faire transiter**

**Habitat des  
biocénoses**



**Reproduction  
d'une espèce  
cible**



**Merci de votre attention**