



# La restauration hydromorphologique des cours d'eau

**Dr. Eric HALLOT**

Université de Liège – Département de Géographie  
Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie fluviale



**Gisèle VERNIERS**

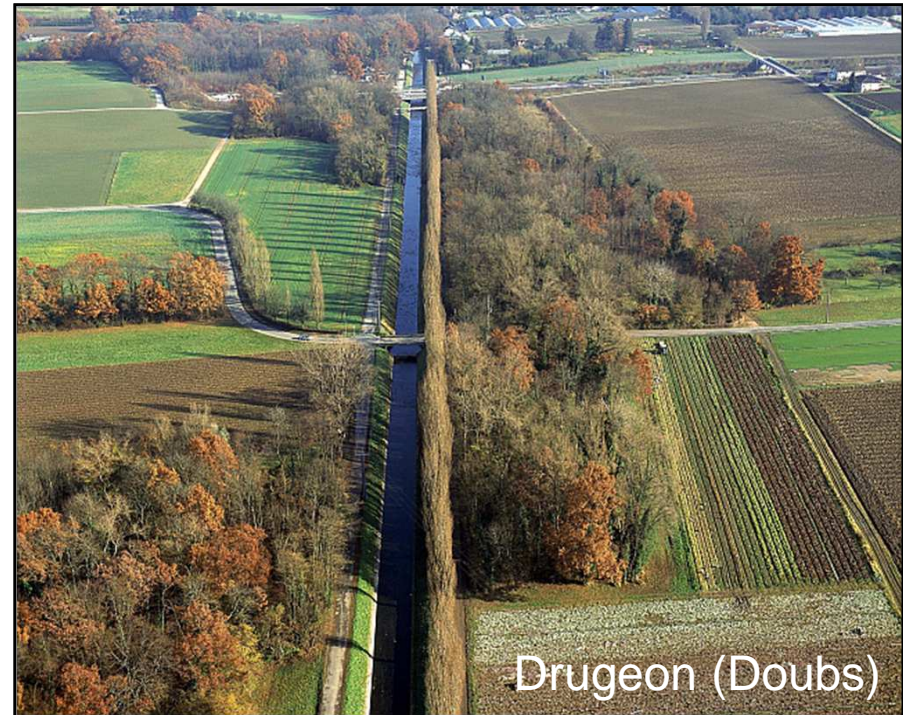
Facultés Universitaires de Namur  
Unité de Recherche en Biologie des Organismes



# Qu'est-ce qu'une rivière naturelle ?



# Quelle rivière est la plus naturelle ?



# Qu'est-ce qu'une rivière naturelle ?

Un système en équilibre ne souffrant d'aucune perturbation anthropique...

## Mais...

⇒ Degré de similitude avec l'écosystème « originel » = celui qui se trouverait à sa place si aucune perturbation anthropique n'avait modifié sa dynamique, sa structure et sa composition.

⇒ Ce n'est pas une notion binaire = gradient évoluant de l'artificialité vers un degré élevé de similitude avec un état « naturel » supposé.

⇒ « Naturalité » = une notion relative et subjective. Sa perception est influencée par le contexte, et par les références personnelles des individus.

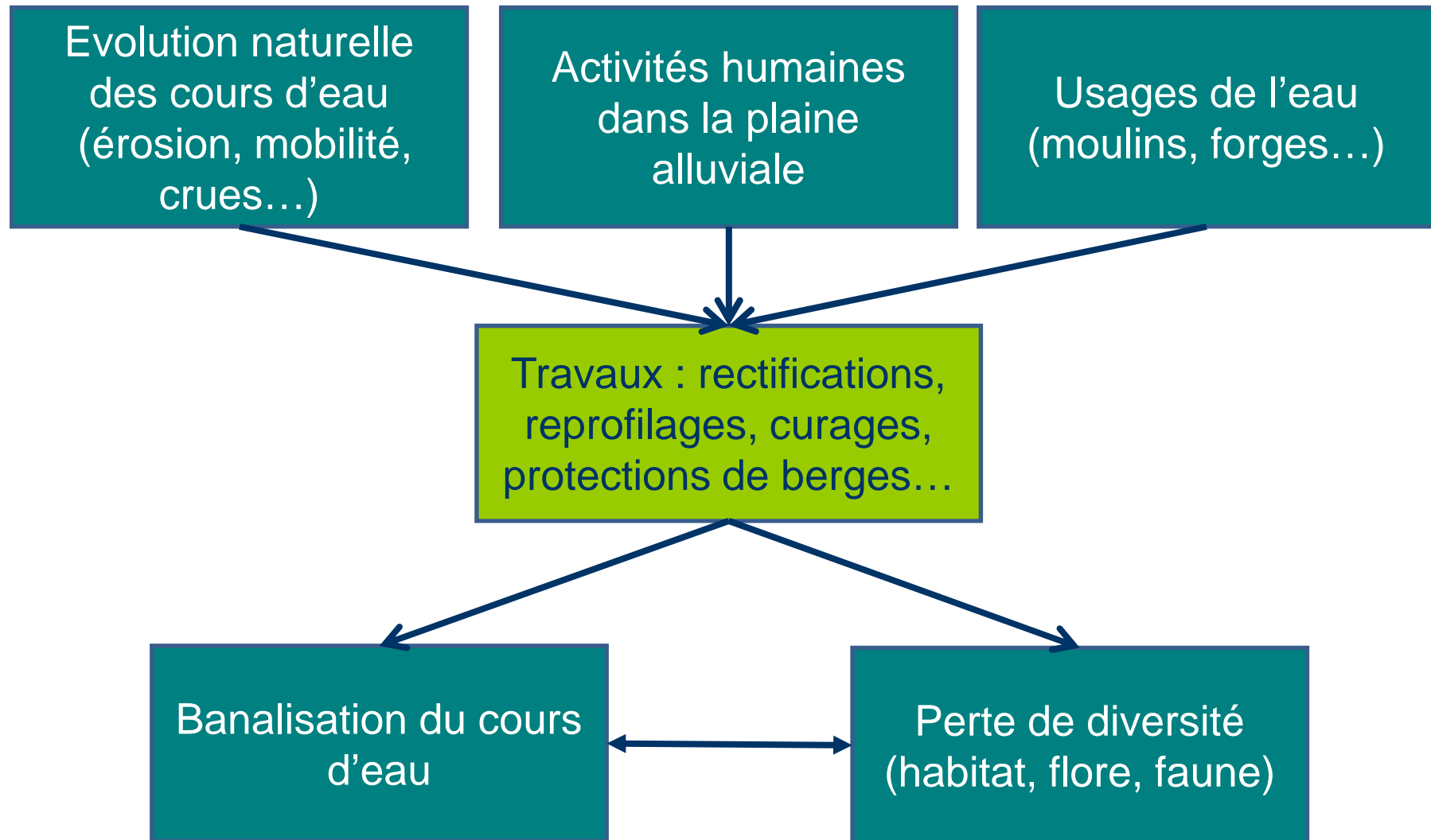
# Une dynamique naturelle ?

- a) Des faciès d'écoulement et des vitesses diversifiés
- b) Des berges non protégées
- c) Des bancs alluviaux mobiles
- d) Une ripisylve fournie et variée
- e) Un corridor fluvial boisé
- f) Des annexes hydrauliques



## Pourquoi ces aménagements ?

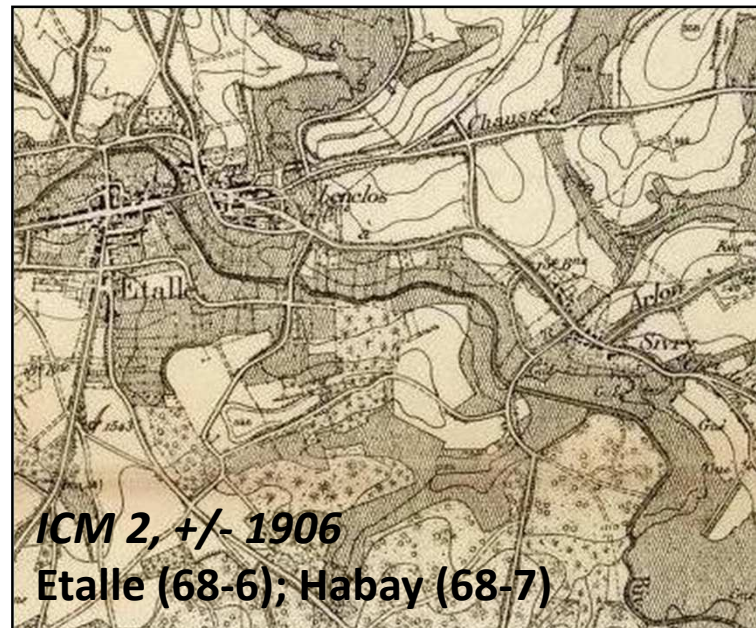
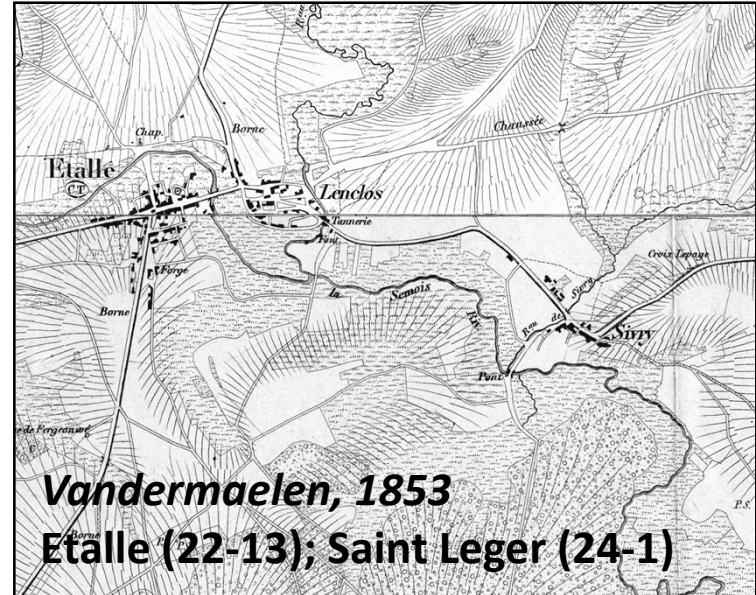




# Un peu d'histoire...

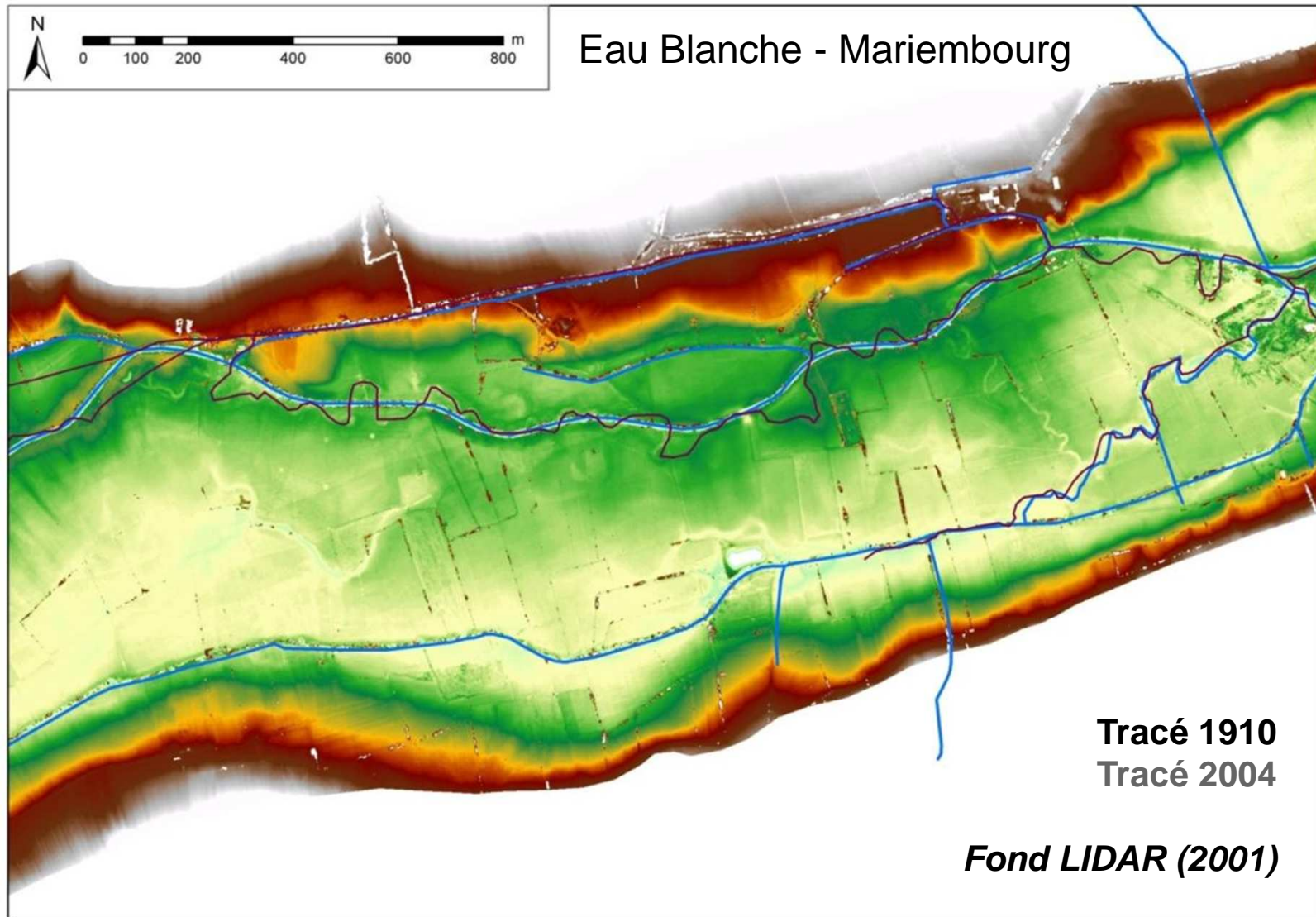


Aménagement de la Vesle  
datant du IV<sup>e</sup> siècle (Reims)





# Un peu d'histoire...



# Pourquoi ?

La loi du 28 décembre 1967 définit les missions de base des gestionnaires

- **Les travaux ordinaires :** entretien du cours d'eau en vue de prévenir les obstacles à l'écoulement générateurs d'inondations (curage, recépage d'arbres...) et réparation de berges affaissées (murs, plantations)
- **Les travaux extraordinaires :** amélioration de l'écoulement des eaux, approfondissement, élargissement du lit, adaptation des ouvrages d'art et modification, n'ayant pas un rapport direct avec l'écoulement (digues).



## ... d'autres raisons

### Périodes de crises et de guerres :

- autres préoccupations → travaux d'occupation de chômeurs → grands travaux d'aménagement de cours d'eau : correction, drainages, ...
- volonté de montrer une certaine puissance → développement de la mécanisation, nouvelles machines, ...

### Après les guerres :

- poursuite des procédés de construction « modernes »
- disparition des techniques et de l'utilisation du génie végétal
- « excès » de technologie lourde au détriment d'un certain respect de la nature et du paysage, de la diversité, de la vie.

# Conséquences

- **Chenalisation**
- **Couverture**
- **Recoupement de méandres**
- **Rectification**
- **Endiguement**
- **Recalibrage**
- **Bétonnage du fond**
- **Bétonnage des berges**
- **Déplacement de cours d'eau**
- **Protection de berges**
- **Seuils**
- **Barrages**
- **Extraction de granulats**
- **Suppression de la ripisylve**
- **etc.. etc...**



## **Banalisation des caractéristiques abiotiques milieux aquatiques**

- ⇒ forme du lit
- ⇒ forme des berges

## **Homogénéisation des faciès d'écoulement**

- ⇒ homogénéisation des habitats
- ⇒ baisse de la diversité biologique

## **Modification des vitesses/profondeurs**

- ⇒ augmentation des vitesses en crue
- ⇒ réduction des profondeurs en étiage

## **Modification de la granulométrie du lit**

- ⇒ modification des peuplements de poissons, d'invertébrés et de végétaux.



Aisne à Bomal



Mehaigne à Ambresin



Ourthe à Durbuy



Gabionnage



Curage (Ville-en-Waret)





Obstacles : seuils et petits barrages

## Mais...

- ❑ Les préoccupations et les modes de gestion des milieux aquatiques évoluent depuis plus d'une décennie
- ❑ Prise de conscience collective de la dégradation du patrimoine naturel et un développement des connaissances «hydro-écologiques».
- ❑ Notion de gestion intégrée à l'échelle des bassins versants, des lits mineurs (gestion de la charge solide, de la végétation des berges et des atterrissements), des lits majeurs en fonction des besoins (aménagement du territoire) et des caractéristiques des lits (dynamique fluviale)



**DCE 2000/60**



**Bon état écologique...**



## Objectifs de la DCE

⇒ **Bon état écologique** : les éléments de qualité biologique ne s'écartent que légèrement de ceux associés à des conditions non-perturbées par l'homme. Cette notion renvoie à un milieu dont les peuplements vivants sont équilibrés et diversifiés.

## Mais aussi ...

- Assurer une gestion durable des ressources en eau ;
- Prévenir toute dégradation des écosystèmes aquatiques ;
- Assurer un approvisionnement suffisant en eau potable de bonne qualité et satisfaire les usages marchands ;
- Réduire la pollution des eaux souterraines ;
- Réduire ou supprimer les rejets de substances dangereuses ;
- Contribuer à atténuer les effets des sécheresses et des inondations. 17

## Comment y parvenir ?

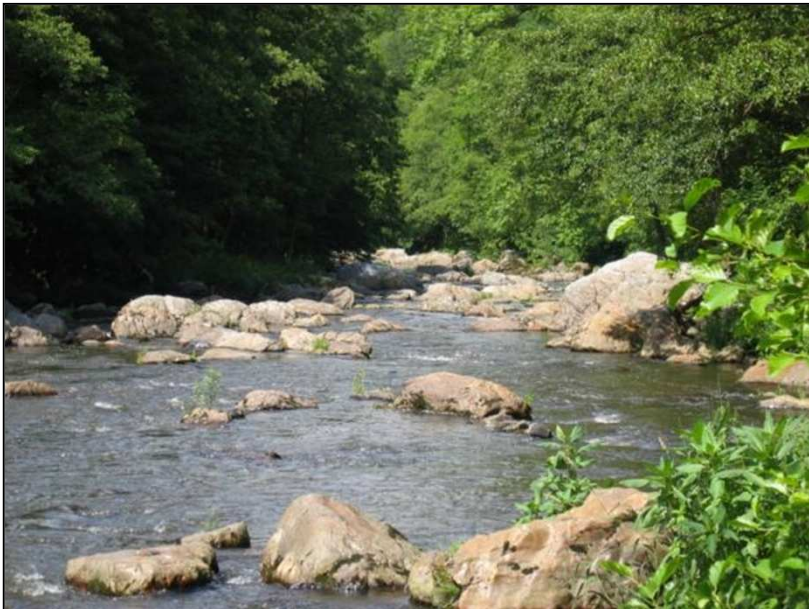
- Etat des lieux
- Programme de mesures
- Plan de gestion
- Gestion intégrée et gestion par bassin -> **Concept de masses d'eau**

## Transposition en Région Wallonne ?

- Délimitation des masses d'eau
- Caractérisation des masses d'eau
- Evaluation de la qualité écologique



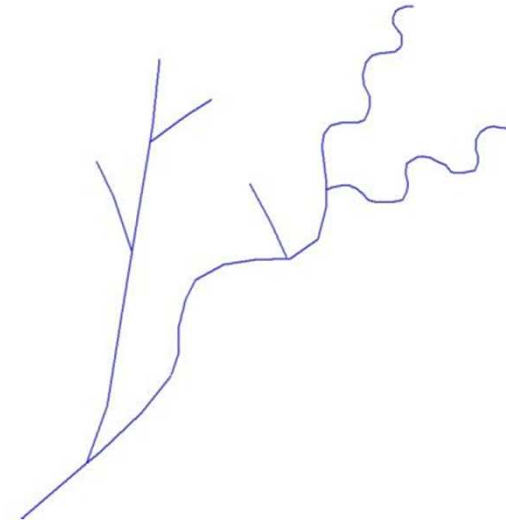
**Est-ce la même rivière ?**



# Sectorisation & Typologie

**Sectorisation** : subdiviser en secteurs homogènes sur base de critères déterminés

**Typologie** : définir des types avec lesquels il est possible de classer tous les cours d'eau (ou secteurs)



« Outil de gestion » = classer des portions de cours d'eau et non des cours d'eau dans leur ensemble (Malavoi & Souchon, 1996)

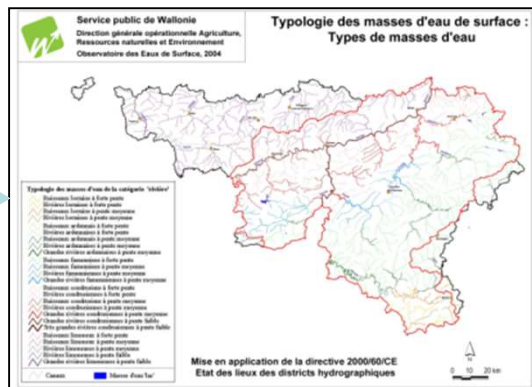
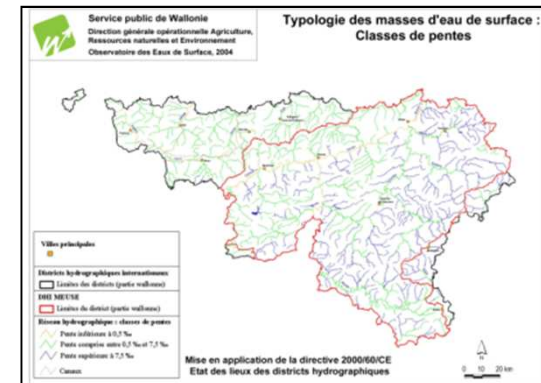
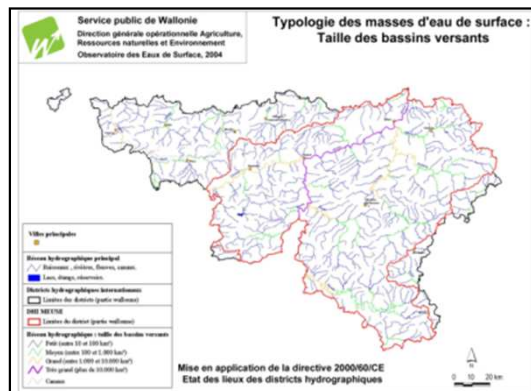
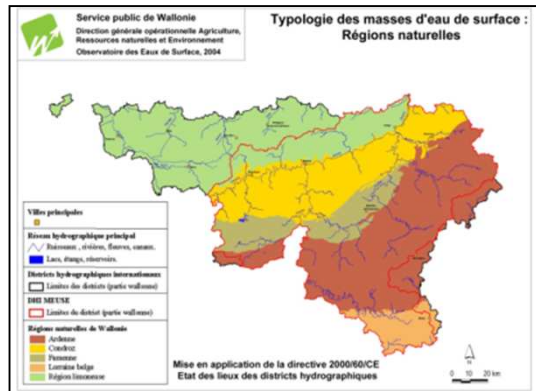
Aucune approche n'a réellement une portée générale (Kondolf et al., 2003)

Il convient d'éviter « d'importer des typologies » (Frissel, 1986)

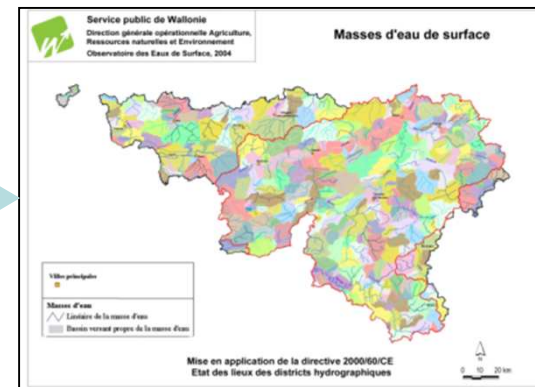
Les typologies régionales et même locales sont importantes = prise en compte de « l'histoire locale » de la rivière (Newson, 2006)

# Délimitation des masses d'eau

- Les régions naturelles (5)
  - La taille du bassin versant (4)
  - La pente moyenne (3)
- }  $5 \times 4 \times 3 = 60$  types potentiels



24 types réels



355 masses d'eau

# Caractérisation des masses d'eau

⇒ Faire la distinction entre les masses d'eau

- ❑ Artificielles -> avis d'expert (canaux)
  
- ❑ Naturelles et fortement modifiées :
  - Analyse des pressions anthropiques
  - Evaluation de la qualité globale de la qualité physique
  - Application simplifiée de la méthode **Qualphy**

## Méthode Qualphy:

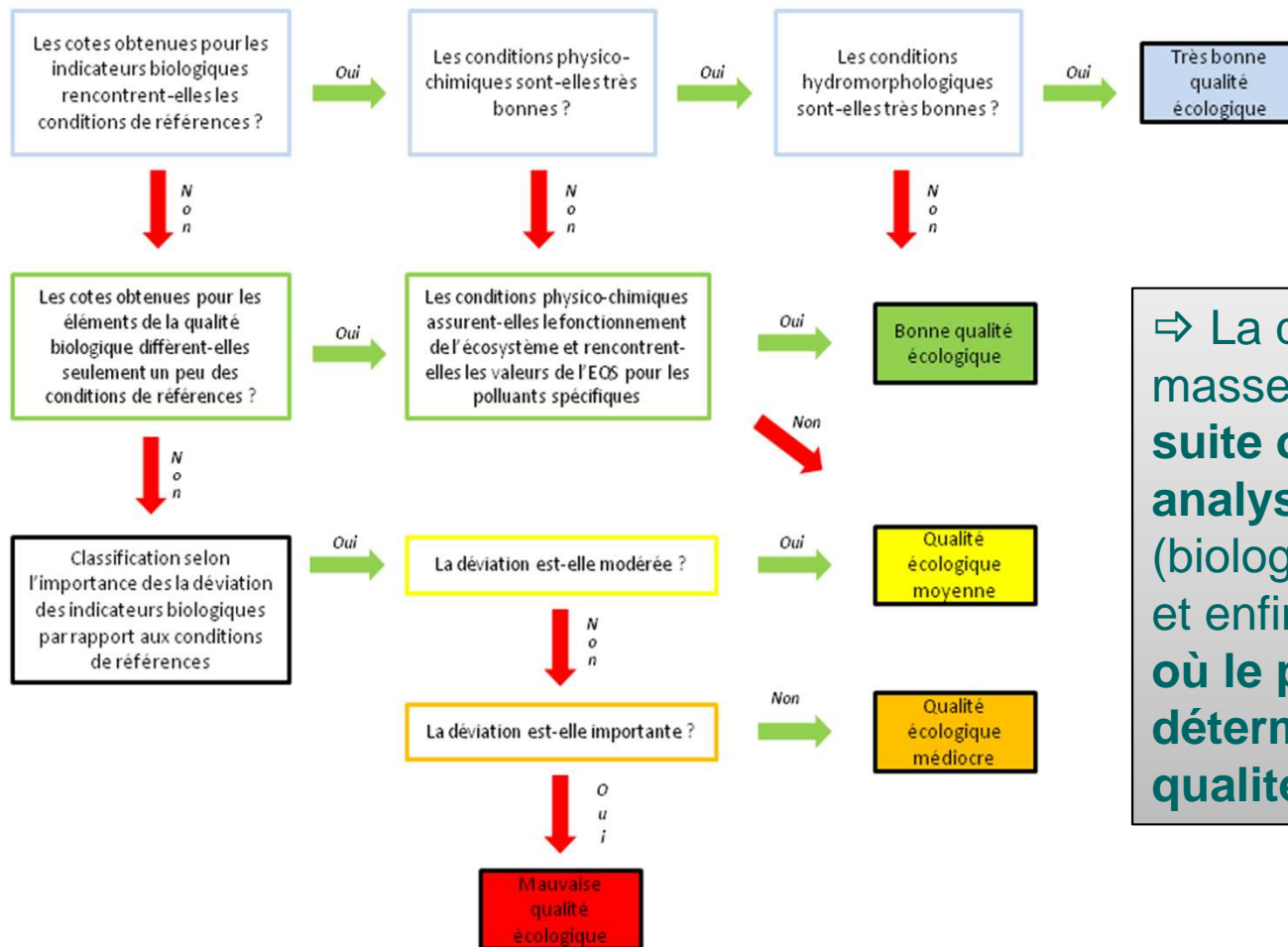
1. Définition d'une typologie de référence -> référent géomorphologique
2. Travail au niveau du tronçon ou du segment homogène
3. Fiche standardisée
4. **Indice global** compilant : un **score morphologique** + un **score hydrologique** + une **analyse de la continuité**

⇒ **355 ME = 246 Naturelles + 92 Fortement modifiées + 17 Artificielles**

# Systeme d'évaluation de la Qualité Ecologique

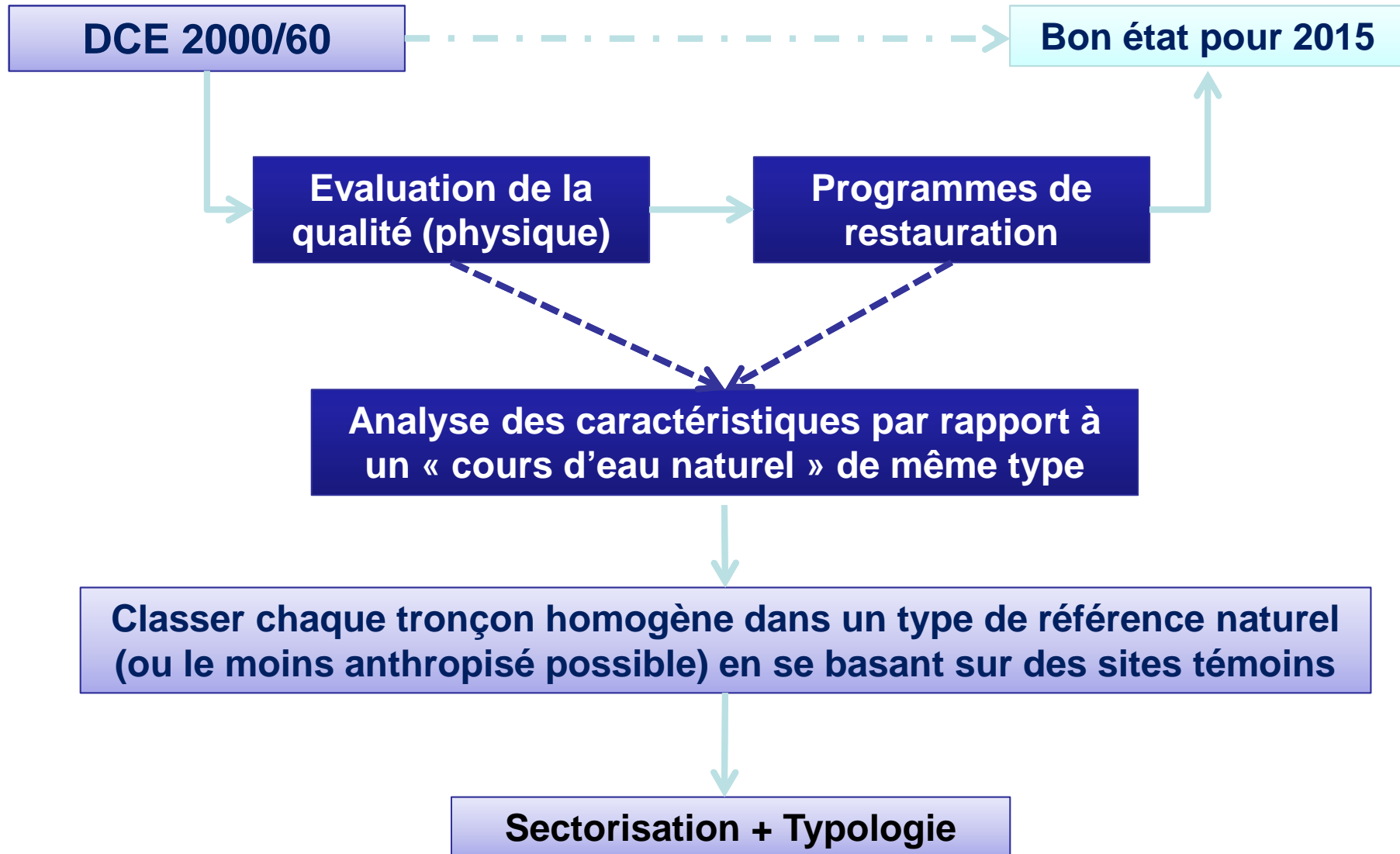
La DCE impose une analyse de la qualité des eaux de surface selon trois aspects :

- écologique
- chimique (présence de substances dangereuses)
- quantitatif (débits significatifs)



⇒ La qualité écologique des masses d'eau se base sur une **suite ordonnée de trois analyses de qualité** (biologique, physico-chimique et enfin hydromorphologique) où le **plus mauvais élément détermine le niveau de qualité globale.**

# Les conditions hydro-morphologiques





# Les conditions hydro-morphologiques

- ❑ La qualité biologique est sous-tendue par la qualité hydromorphologique qui s'avère être une composante essentielle de la mise en œuvre de la DCE.
- ❑ En effet, la répartition et la qualité des implantations animales et végétales dépendent de la diversité des faciès morphologiques (sinuosité, pente, granulométrie...) dont les critères peuvent être analysés notamment grâce aux classifications ou aux typologies des cours d'eau.



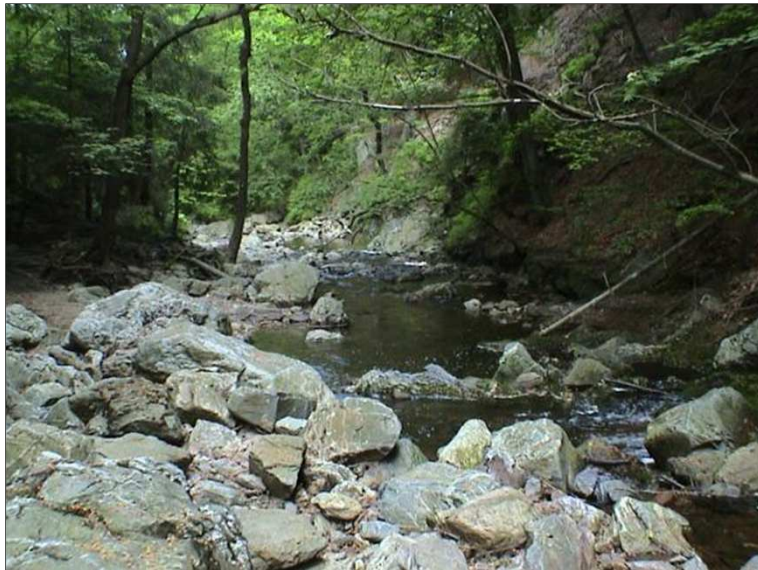
# Quelles actions pour quelles rivières ?



**Magne à Hubertfays**



**Eau Blanche à Mariembourg**



**Hoëgne à Solwaster**



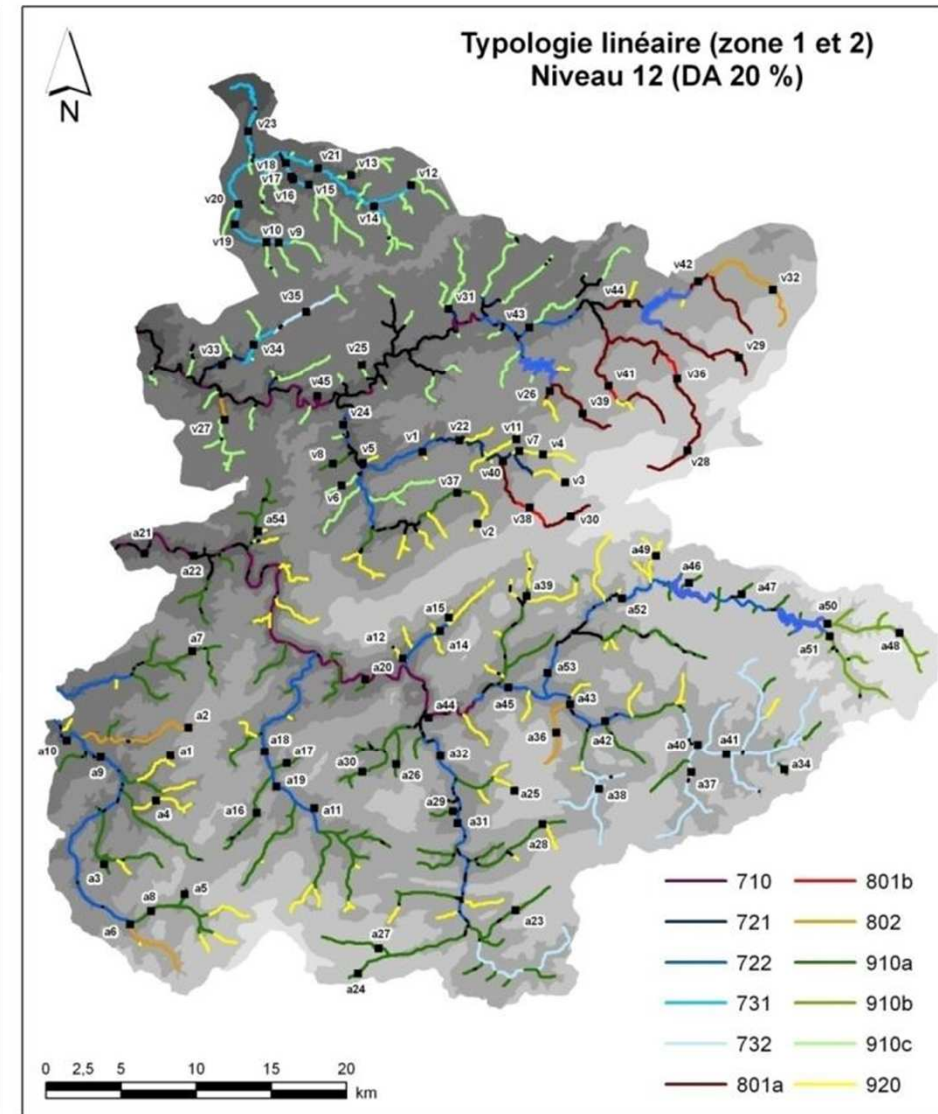
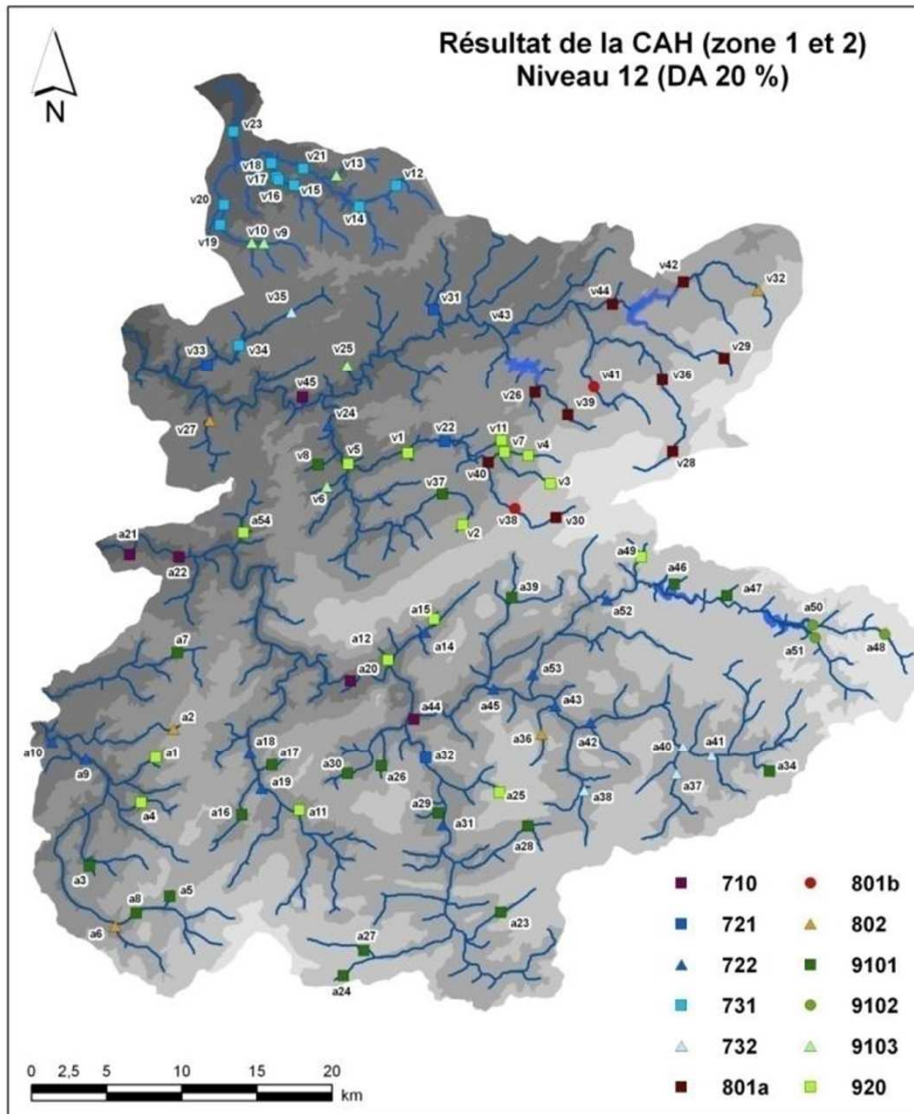
**Bocq à Bauche**

## Développement de nouveaux outils : 2 exemples

⇒ Typologie hydro-géomorphologique plus détaillée

- ❑ Développée à l'échelle du bassin versant
- ❑ Prise en compte du réseau hydrographique à partir de l'ordre 2 de Strahler
- ❑ Basée sur des observations de terrains
- ❑ Basée uniquement sur des variables qualitatives
- ❑ Sites de référence

# Bassins de la Berwinne, Vesdre et Amblève



⇒ 12 types pour 2200 km<sup>2</sup> contre 5 types Guyon et al. (2006)

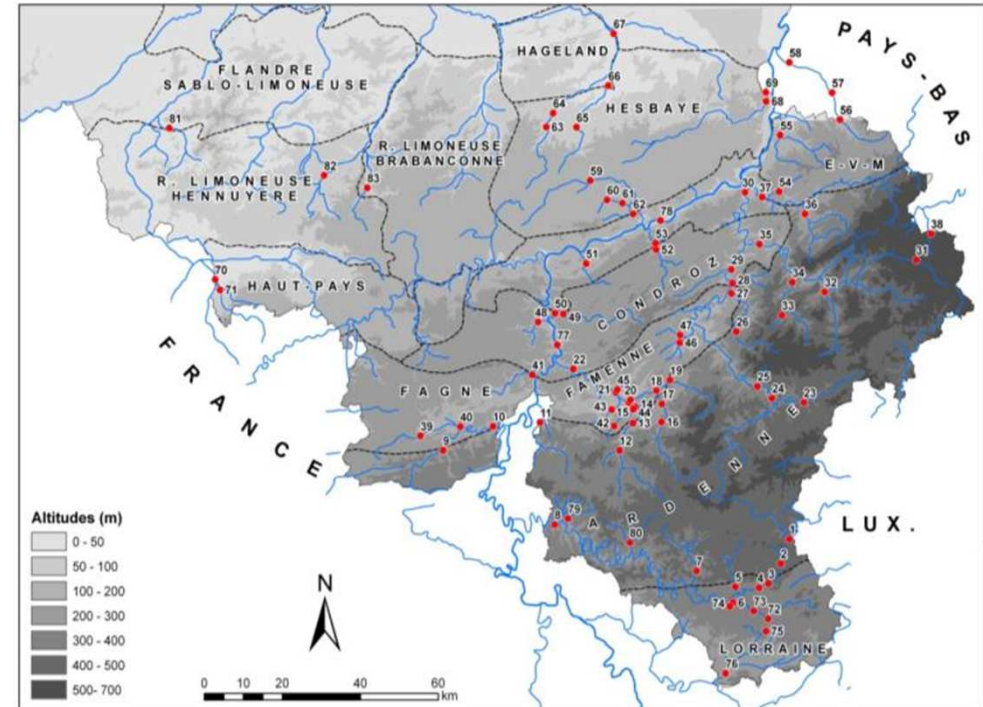
# 12 sites de références



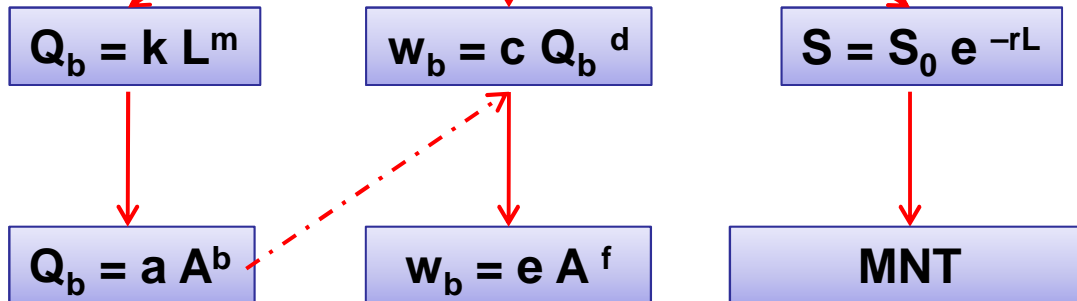
# Développement de nouveaux outils : 2 exemples

⇒ Typologie basée sur la puissance fluviale

Puissance spécifique = capacité de travail qu'une rivière peut effectuer

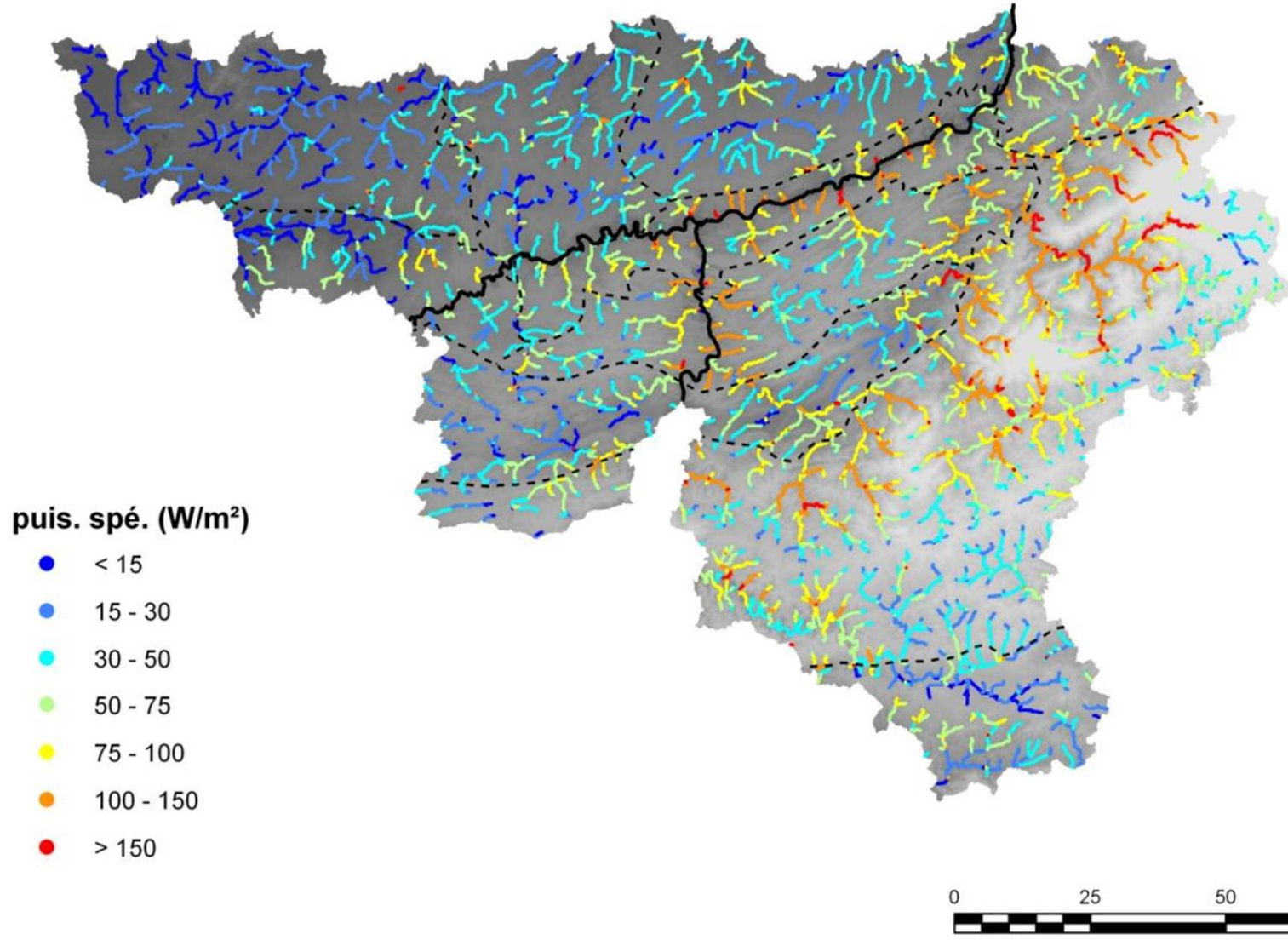


$$\omega = (\rho g Q S) / w$$



Légende utilisée	Petit <i>et al.</i> (2007, modifié)		
< 15 W/m <sup>2</sup>	Inférieure à 15 W/m <sup>2</sup>	Chenaux inactifs Méandres libres relativement figés	Brookes (1988)
15 – 30 W/m <sup>2</sup>	Inférieure à 35 W/m <sup>2</sup>	Rivières incapables d'auto-ajustement face à une contrainte extérieure (embâcles, aménagements,...)	Brookes (1988)
30 – 50 W/m <sup>2</sup>	Supérieure à 30 W/m <sup>2</sup>	Méandres actifs non confinés	Ferguson (1991)
50 – 75 W/m <sup>2</sup>	Supérieure à 50 W/m <sup>2</sup> Entre 80 et 100 W/m <sup>2</sup>	Tendance au tressage « Cycle » de la méandration de l'ordre d'une vingtaine d'années	Ferguson (1987) Bravard (1991)
75 – 100 W/m <sup>2</sup>			
100 – 150 W/m <sup>2</sup>	Supérieure à 100 W/m <sup>2</sup>	Dynamique de modification du tracé fort active, avec des processus pouvant même aboutir à la multiplication des chenaux et à la formation du tressage (dépend de la taille de la charge de fond).	Richards (1982)
	Entre 100 et 200 W/m <sup>2</sup>	Organisation de lits subrectilignes, sans méandration, avec une ébauche d'alternance seuils-mouilles, sans alignement de la charge de fond grossière en alignements de blocs.	Ferguson (1981)
> 150 W/m <sup>2</sup>	Supérieure à 200 W/m <sup>2</sup>	Organisation des rivières à charge caillouteuse grossière et à fort gradient en « step-pool »	Gintz <i>et al.</i> (1996)

# Estimation des puissances spécifiques





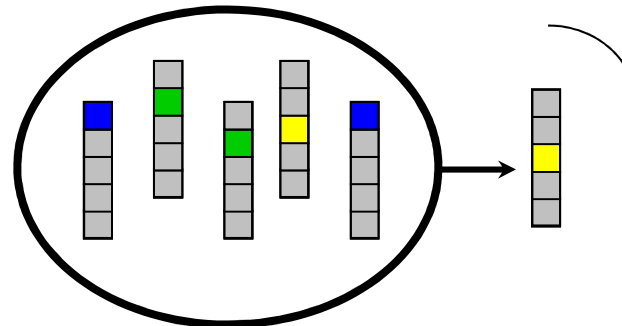
# DCE exige l'atteinte du « bon état écologique »

## Éléments de la qualité...



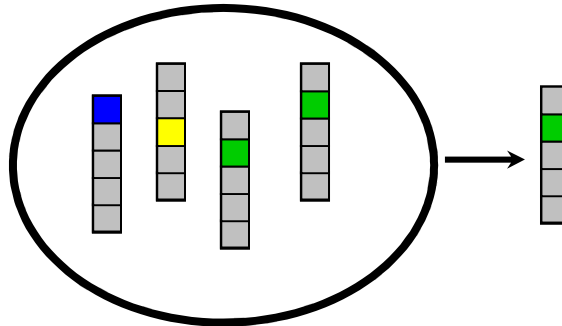
### Biologique

5 indicateurs  
basé sur l'élément le  
plus déclassant



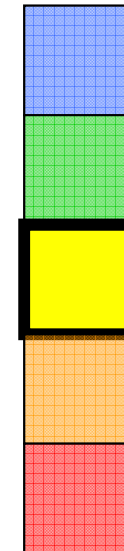
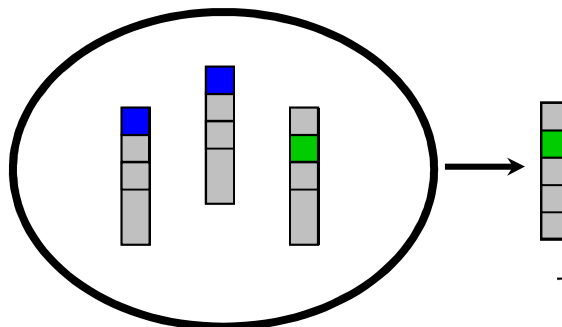
### Physico-chimique

basé sur 4 altérations  
SEQ-Eau (MOOX, PHOS,  
AZOT et PAES)



### Hydromorpho- logique

valeur de l'indice  
QUALPHY



# Etat hydromorphologique = composante physique du cours d'eau



Trois types de modifications essentielles constituent un frein à l'atteinte du bon état écologique

Altération des flux



Altération des formes



Altérations de l'accès aux habitats



# Altération des flux

liquides

régime hydrologique

↓ débits liée à la présence  
d'un ouvrage de dérivation  
ou de prélèvements directs

↪ abaissement de la ligne  
d'eau  
> diminution des habitats  
disponibles pour la faune  
aquatique spécialement  
les espèces exigeantes  
> concentration polluants

solides

charge de fond et sédiments

blocage de la charge  
solide en amont de l'ouvrage

↪ réduction des apports en  
aval > augmentation de  
l'érosion

apport diffus de sédiments  
fins > colmatage substrat  
> dégradation des habitats  
et des supports de pontes

# Altération des formes ou des conditions morphodynamiques

- ↳ **surdimensionnement lit**
- ↳ **dénaturation du substrat du fond et des berges**
- ↳ **rectification > ↗ pente et vitesses de courant**
- ↳ **déconnexion annexes hydrauliques**



**Uniformisation des faciès ↘ microhabitats**  
**↘ de la capacité d'accueil pour la flore et la faune**

# Altération de l'accès aux habitats ou continuité écologique

= libre circulation des espèces et des sédiments

Corridor rivulaire  
non fragmenté



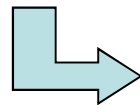
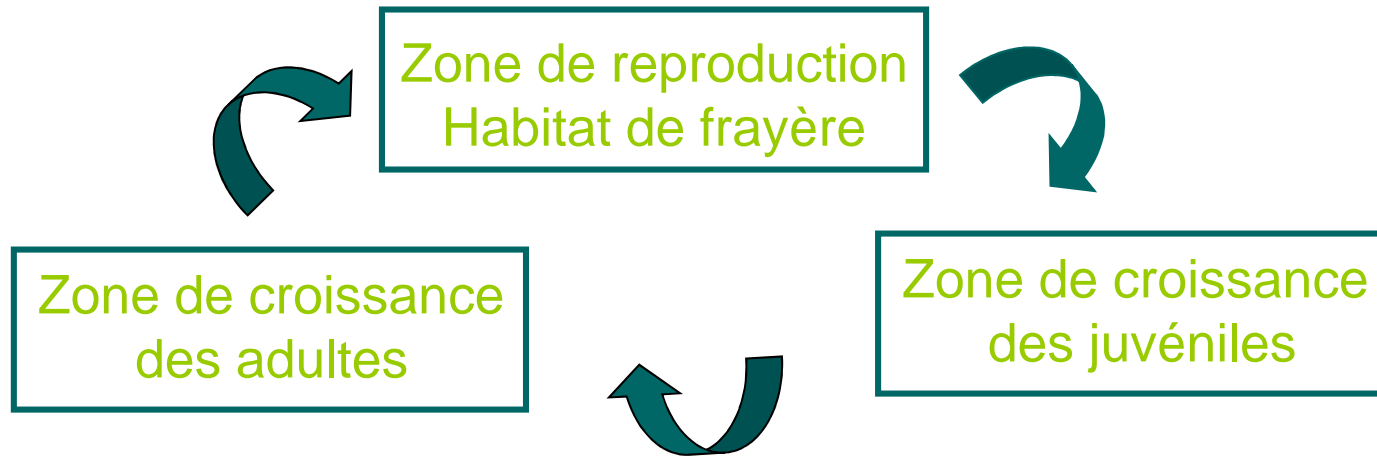
Espace de mobilité  
respecté



Connectivité  
avec les annexes  
hydrauliques



# Libre circulation des poissons



Habitat refuge

Habitat nutrition

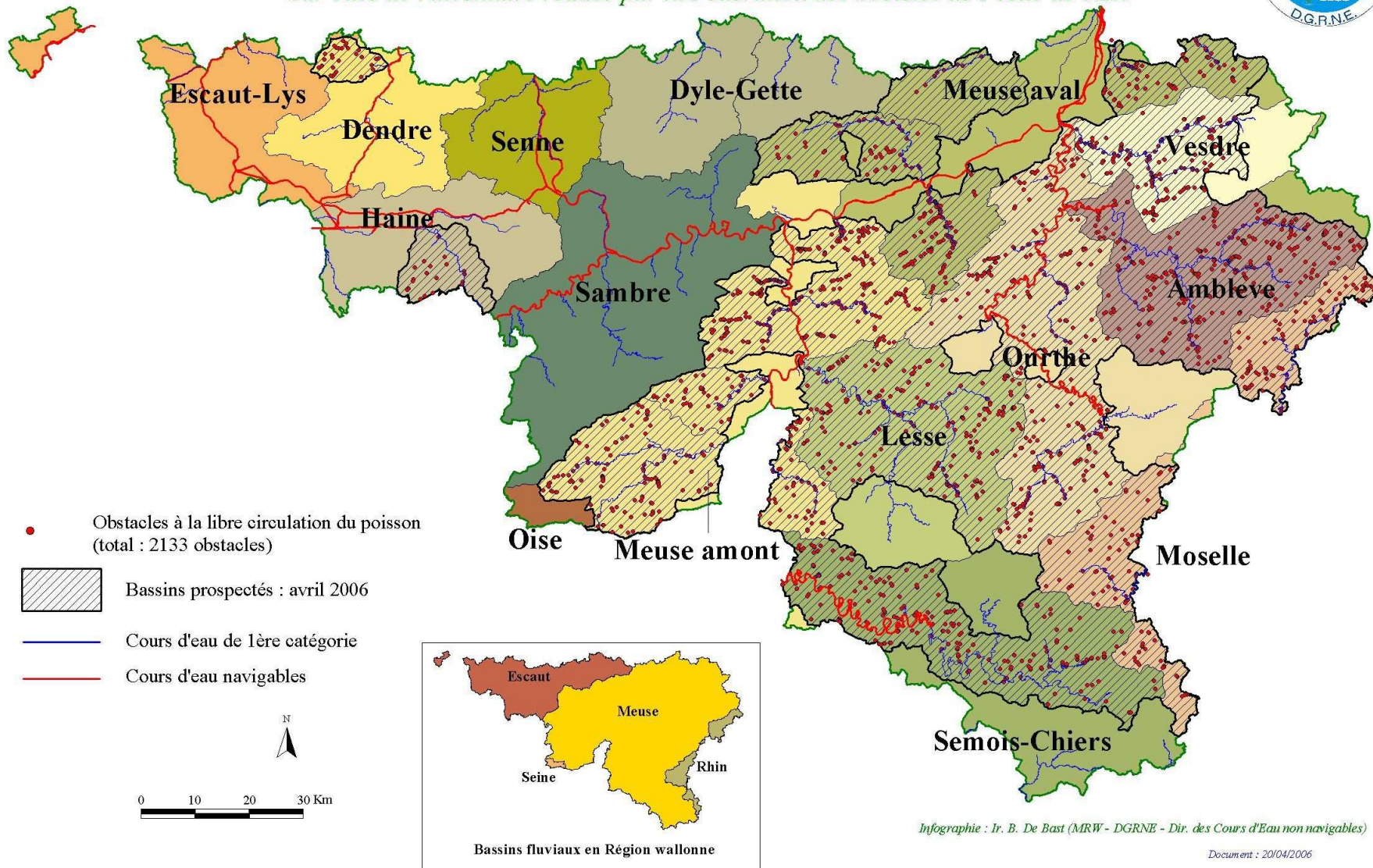
Habitat reproduction





# Inventaire des obstacles à la libre circulation du poisson Etat d'avancement au 20 avril 2006

Sur base de l'inventaire réalisé par la Fédération des Sociétés de Pêche de l'Est







# Que fait-on en Région wallonne ?

Démarches d'amélioration de la qualité écologique > DCE  
au-travers de chantiers-pilotes et de projets de réhabilitation

## Flux

- débits réservés

## Formes

- diversification
  - ✓ vitesses
  - ✓ profondeurs
  - ✓ substrats
- reméandrage
- stabilisation plus écologique des berges

## Accès aux habitats

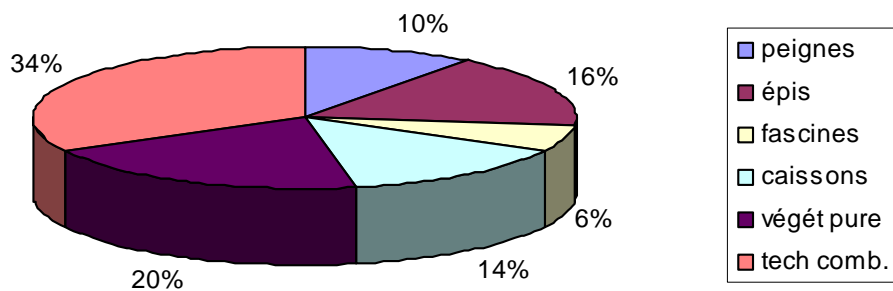
- passe à poissons
- bras de contournement
- pré-barrages
- arasement ....
- reconnexion d'annexes hydrauliques

Projet WALPHY



# Bilan de 10 ans d'application des techniques végétales en Région wallonne

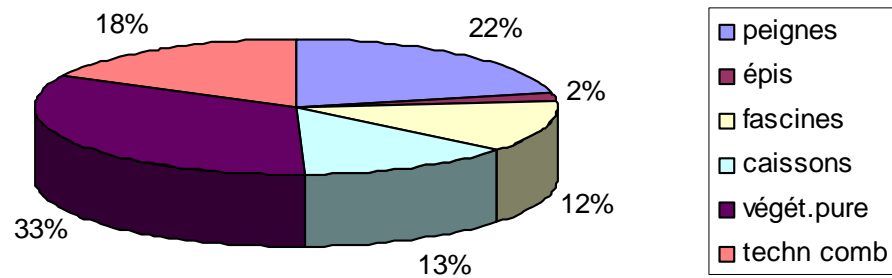
bilan global 1998



→ 49 chantiers



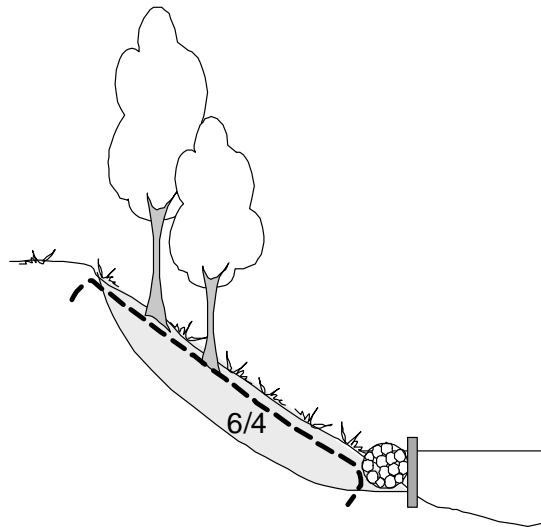
bilan 99-2006



→ 99 chantiers



**fascine**



**bouturage de saule**



**géotextile**

# Chantiers de végétalisation des berges

## La Berwinne à Berneau



## La Lesse à Furfooz



## Conclusions des chantiers

### ❖ Pour le chantier sur la Berwinne :

- ✓ impact positif sur l'érosion de la berge
- ✓ augmentation de la diversité végétale
- ✓ augmentation légère de la rugosité d'où importance du recépage et de l'entretien de la végétation
- ✓ résistance à des puissances de 60 W/m<sup>2</sup>
- ✓ impact paysager positif

### ❖ Pour le chantier sur la Lesse :

- ✓ bonne résistance des épis aux crues
- ✓ réduction du recul de la berge en favorisant une sédimentation transitoire à l'intérieur des casiers
- ✓ bonne diversification du milieu avec augmentation des valeurs écologique et paysagère

# Techniques végétales

## Conception, application et recommandations



**2007**

## Table des matières

### Les ouvrages de couverture :



- les plantations
- les plantations d'hélophytes
- les ensemencements
- les boutures
- les tapis vivants
- les plançons

### Les ouvrages de pied de berge :



- les fascines
- les fascines d'hélophytes
- les peignes
- les tressages



### Les ouvrages construits :

- le caisson



### Les techniques indirectes :

- les épis



### Les techniques combinées

### Les géotextiles

### Les données hydrographiques

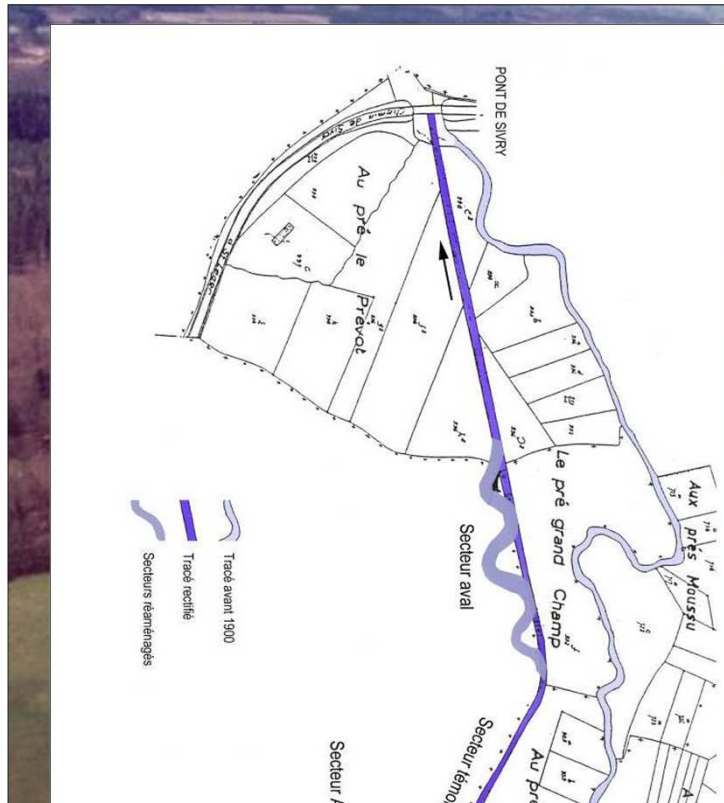
### Le cahier spécial des charges

### Les différentes espèces de saules

Chaque fiche comprend les informations suivantes :

- description, conception + schémas
- application
- entretien
- avantages – désavantages
- coût
- exemples de réalisations + photos
- recommandations

# Chantier de reméandrage de la Semois à Etalle

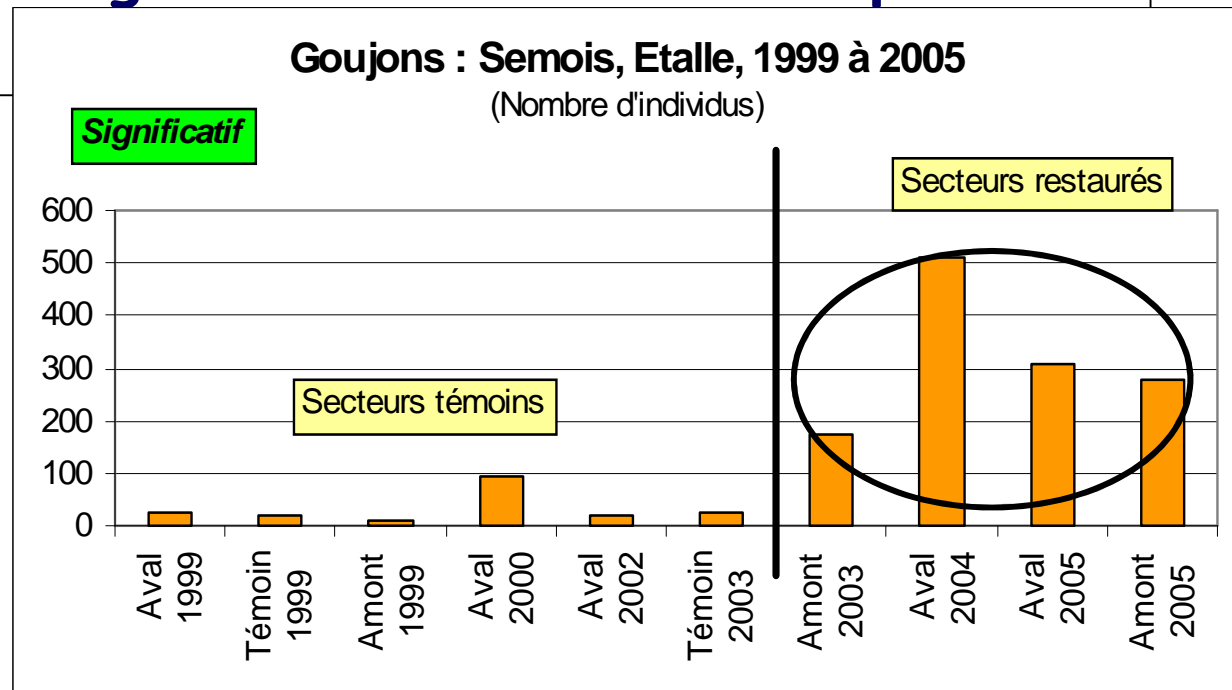




## Conclusions du chantier

L'effet des reméandratons est très perceptible sur les populations piscicoles (E. Dupont)

Les petites espèces Loche, Chabot et Goujon sont favorisées par les aménagements : la diversification de l'habitat - zones de faibles profondeurs - constituent des refuges non accessibles aux poissons de grande taille



# La population des juvéniles de l'espèce Chevaine est en très nette augmentation à l'issue des aménagements

Fréquence des chevaines selon leur taille dans les secteurs restaurés et témoins

