



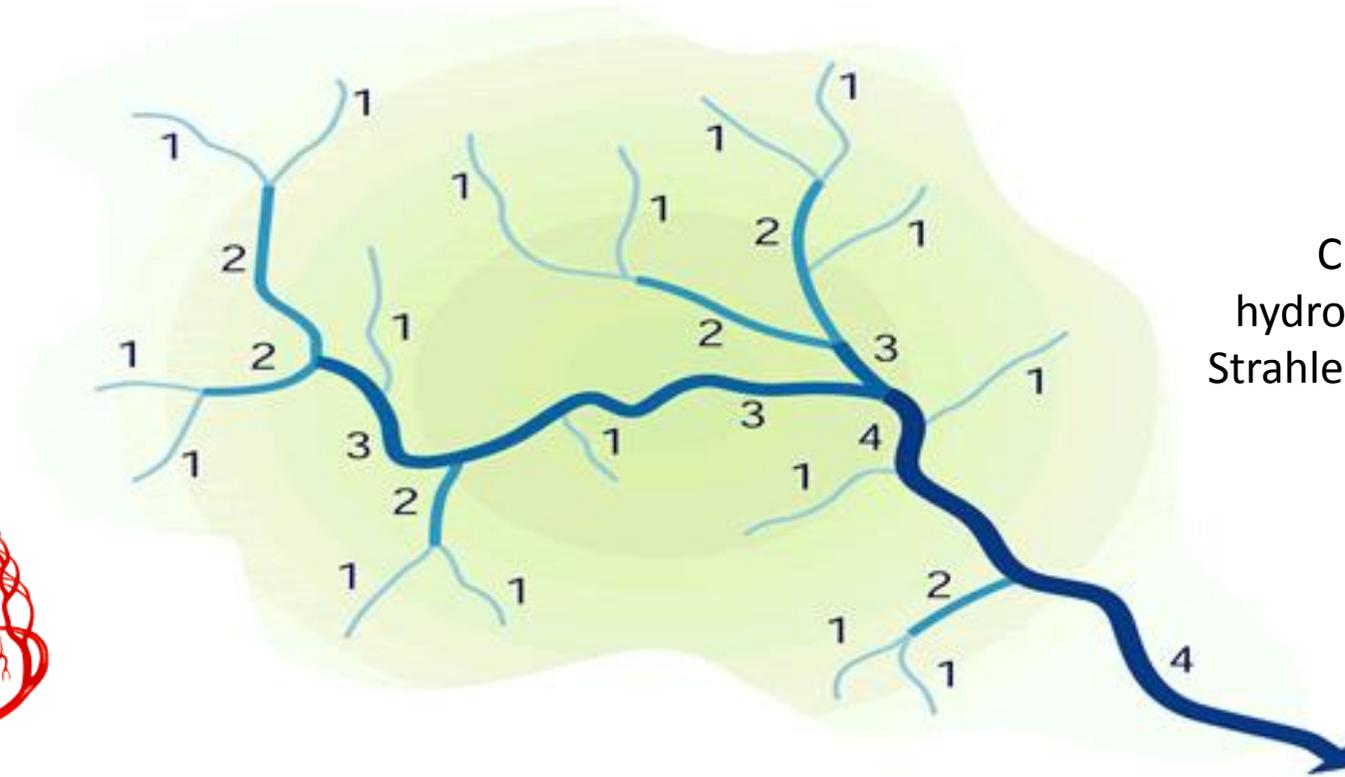
## Têtes de Bassin Versant : fonctions, services rendus et enjeux



Quelle importance???

## Le linéaire des cours d'eau en tête de bassin versant

- **Les cours d'eau en tête de bassin versant (rangs de Strahler 1 et 2 à l'échelle 1 : 25 000) représentent environ de 70 à 85 % de la longueur totale du réseau hydrographique** (Schumm, 1956 ; Shreve, 1969 ; Meyer & Wallace, 2001 ; Peterson *et al.*, 2001 ; Meyer *et al.*, 2003 ; Gomi *et al.*, 2002 ; Benda *et al.*, 2005).



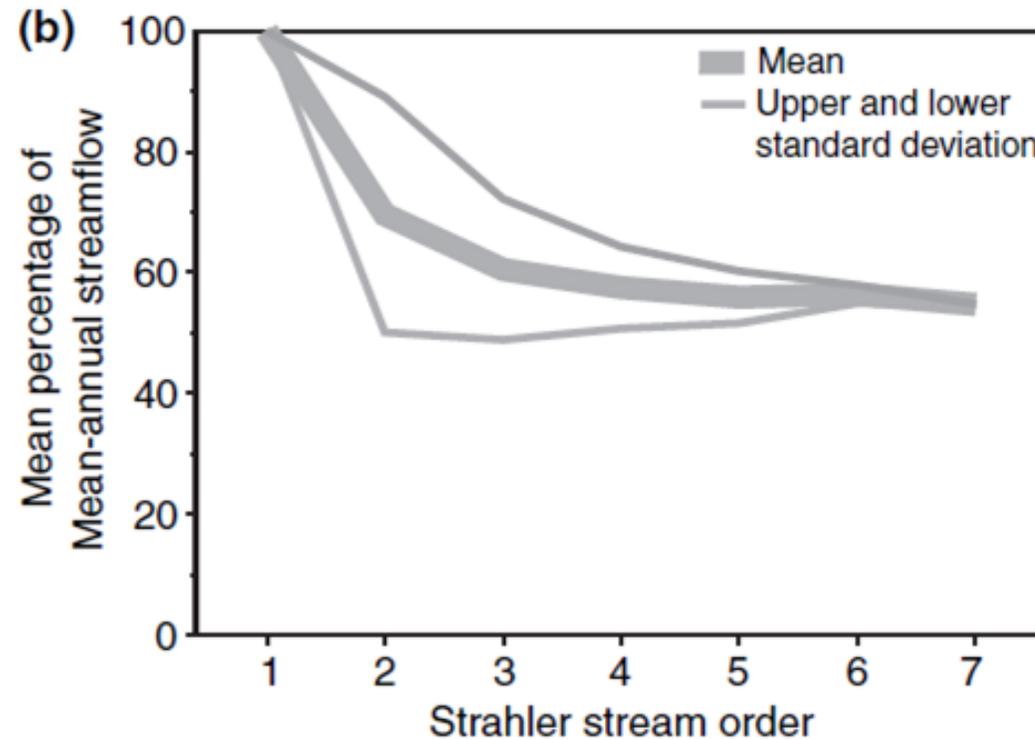
Classification du réseau hydrographique selon l'ordre de Strahler (Environmental Protection Agency, 2009\*)

## L'importance de l'alimentation en eau des têtes de bassin versant



### Contributions des TBV aux flux hydrauliques

- ✓ Conditionnent quantitativement les ressources en eau de l'aval (Alexander *et al.*, 2007\*)
- ✓ **50 à 70% de l'alimentation en eau des cours d'eau d'ordre supérieur** (ordre 3 à 7) provient des têtes de bassin versant d'ordre 1 et 2 (Alexander *et al.*, 2007\*)



« CAPITAL hydrologique »



# En bon état, le partenariat cours d'eau - zone humide régule les débits (crue, étiage)

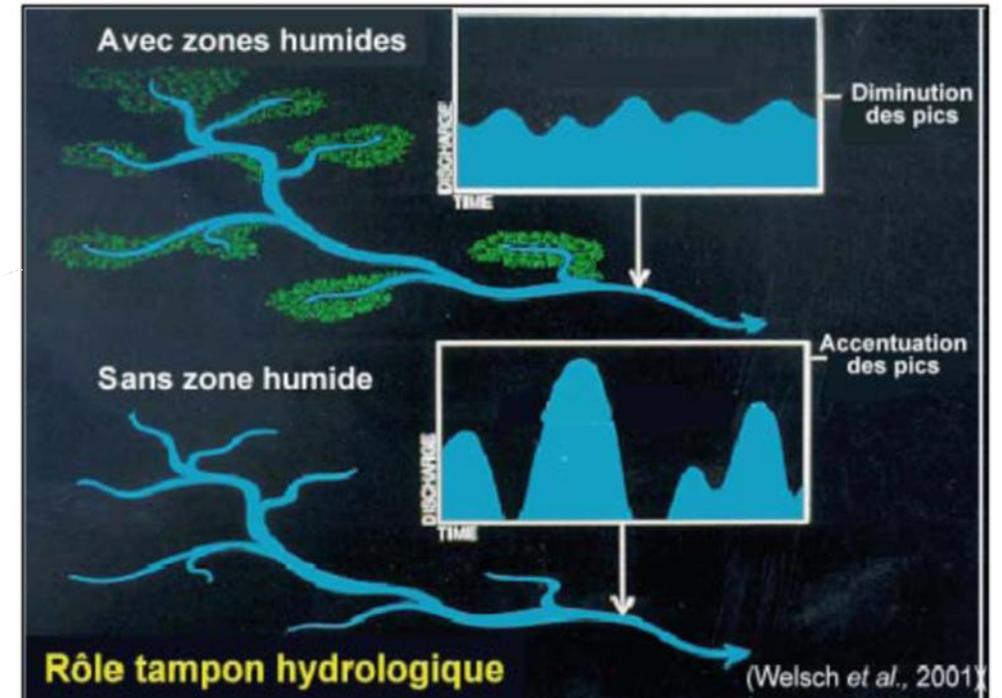
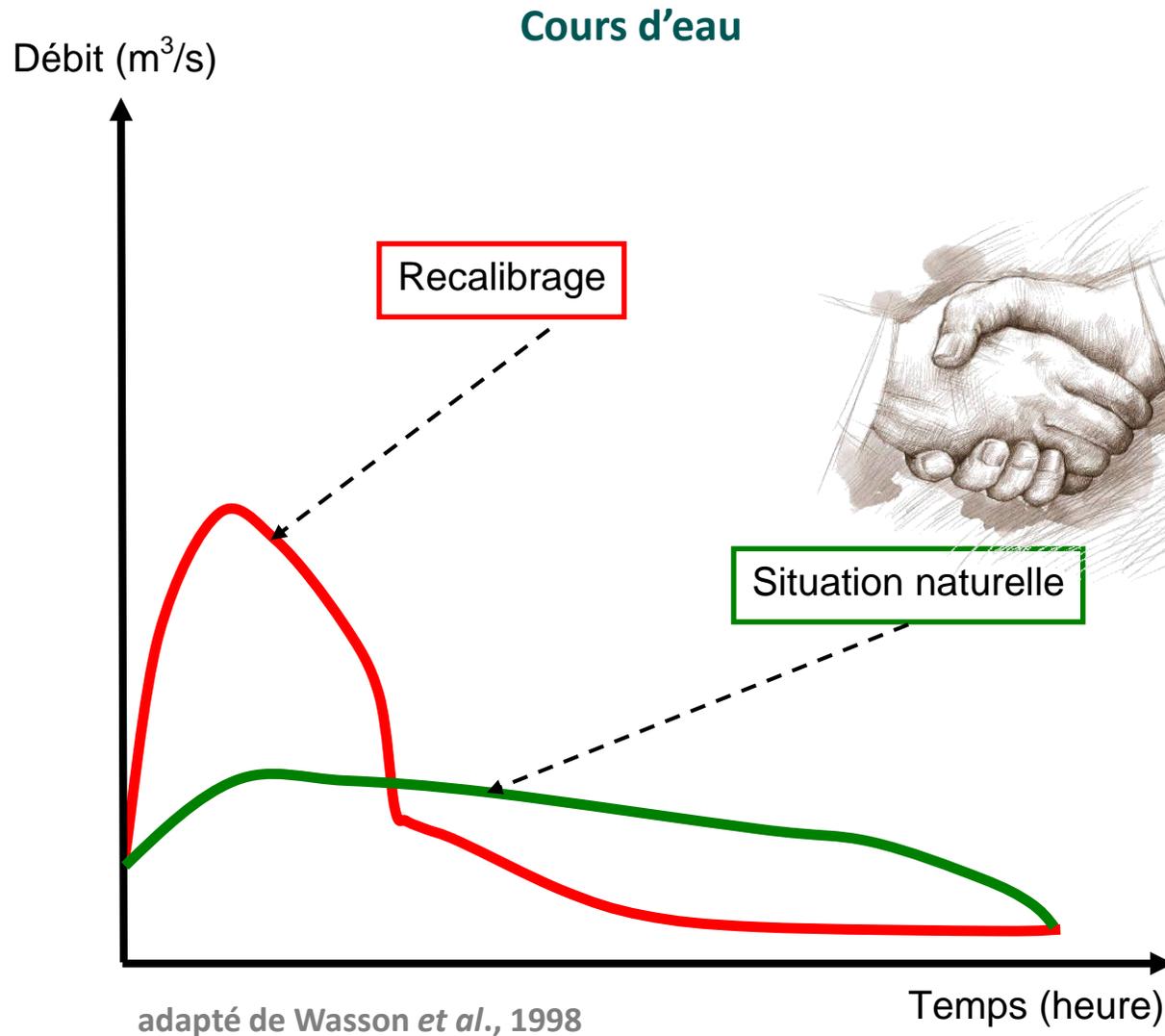


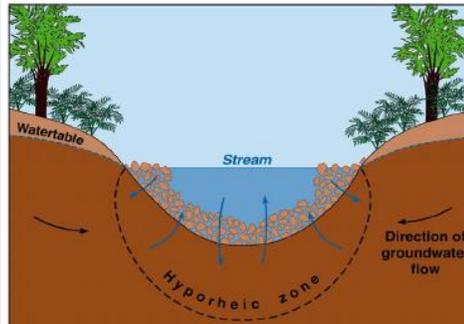
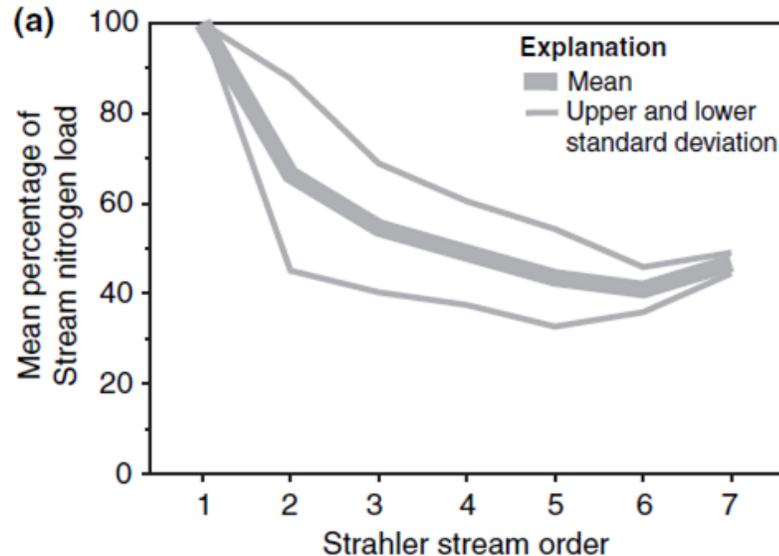
Fig. 2. Fonction hydrologiques des zones humides associées aux têtes de bassin versant. (Barnaud G., 2013)

# La qualité physico-chimique de la ressource en eau

- **Conditionne qualitativement les ressources en eau de l'aval** (Alexander *et al.*, 2007\*)

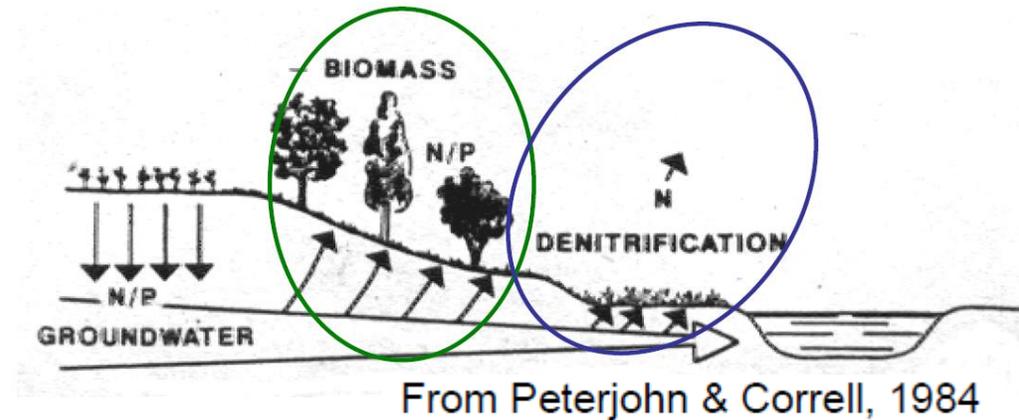
## Cours d'eau en tête de bassin versant

- ✓ **Zone de forte dénitrification** (Thomas *et al.*, 2001\* ; Bohlke *et al.*, 2004 ; Mulholland *et al.*, 2004 ; Oraison *et al.*, 2011)
- ✓ **60% de la charge en nitrate** trouvée dans les cours d'eau d'ordre supérieur à 3 **proviendrait des cours d'eau de rang 1** (Alexander *et al.*, 2007\*)



## Zones humides en tête de bassin versant

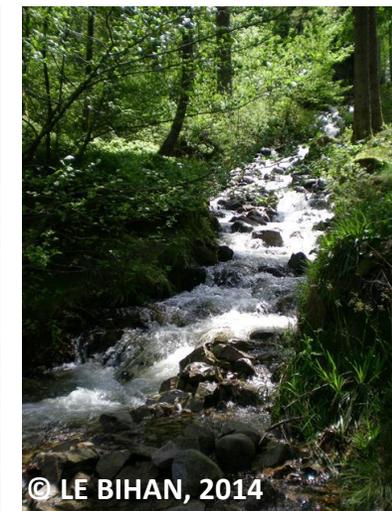
- ✓ **Zone de forte dénitrification** (comm Pinay, 2015)



- ✓ **Principaux facteurs de la dénitrification**

- de l'humidité / taux de saturation du sol
- de la présence de nitrates
- et de la présence de communautés microbiennes complètes (comm Abott, 2016)

## La grande diversité d'habitats à l'échelle d'une tête de bassin versant



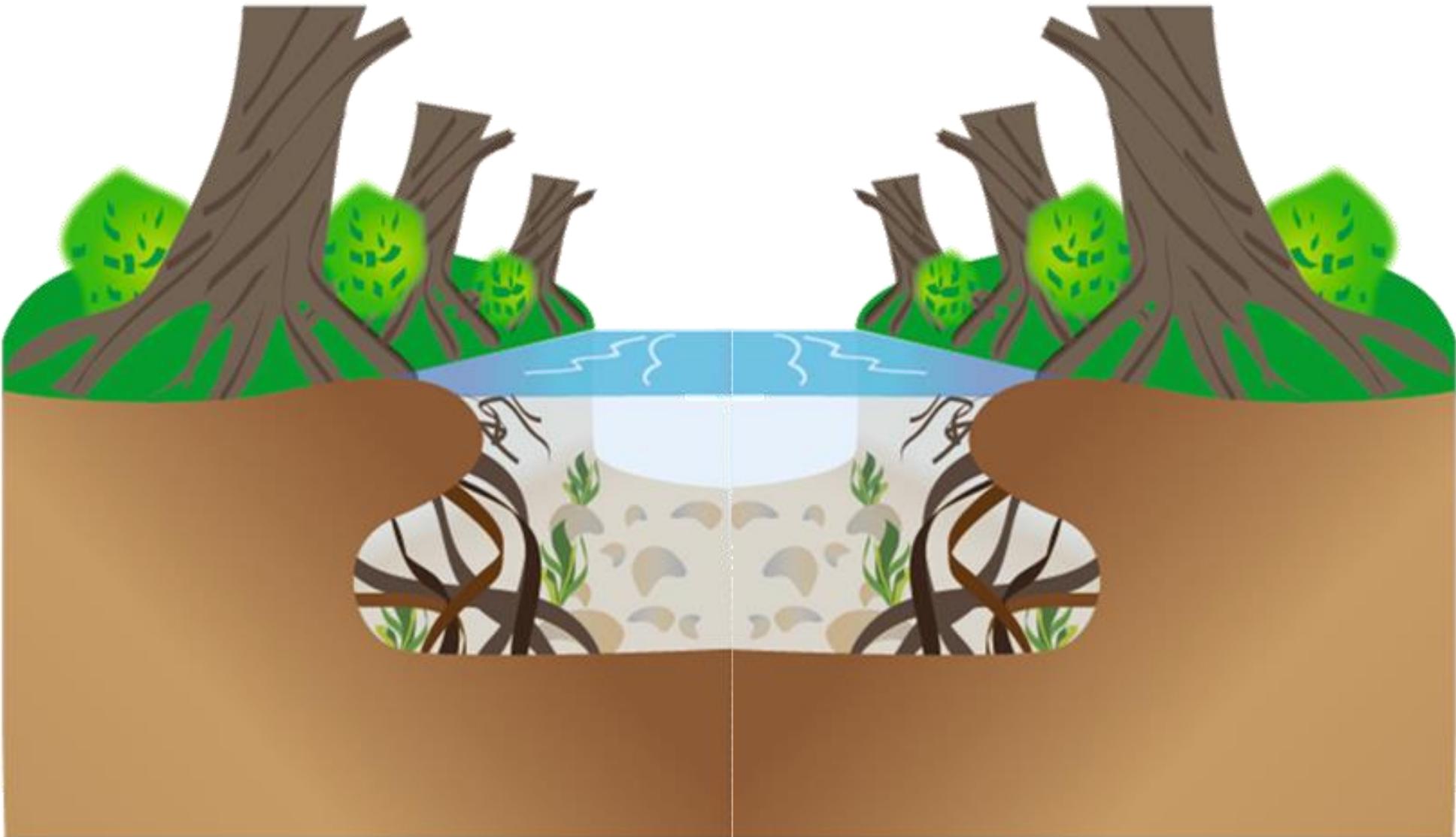
## Des espèces endémiques et emblématiques

- 🇺🇸 ● Présence d'espèces endémiques à ces milieux (Meyer *et al.*, 2007\*<sup>a</sup> & b)
- Espèces emblématiques des cours d'eau en tête de bassin versant (LIFE, 2009)
  - ✓ L'écrevisse à pied blanc (*Austropotamobius pallipes*)
  - ✓ Le chabot (*Cottus gobio*)
  - ✓ La moule perlière (*Margaritifera margaritifera*)
  - ✓ La lamproie de planer (*Lampetra planeri*)

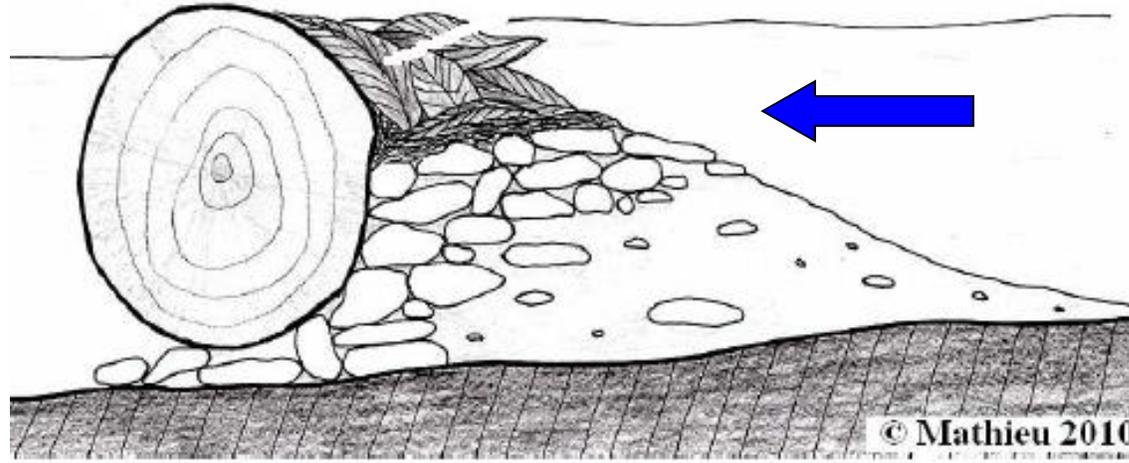


© EMILIEN, 2010

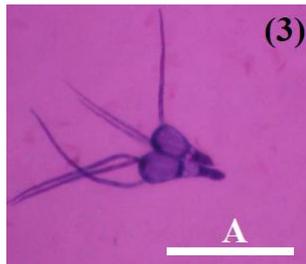
Quel est le carburant de la fonctionnalité des cours d'eau ?



## Quel est le carburant de la fonctionnalité des cours d'eau ?



Une équipe de choc spécialisée dans la dégradation !!



Champignons

+



Invertébrés

+



Bactéries

=

95 %  
de dégradation

## 🇨🇦 Le River Continuum Concept (Vannote, 1980)

### ● Les têtes de BV, « usines à dégrader de la matière organique »

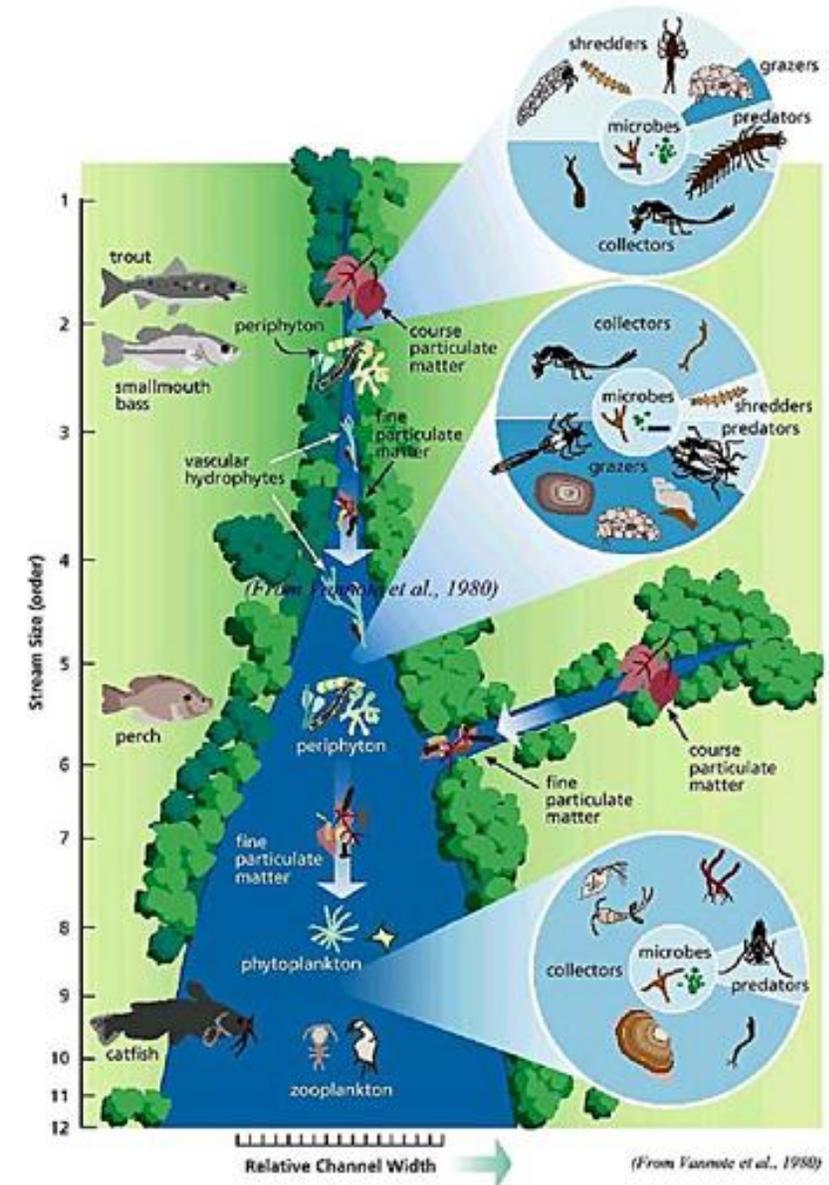
✓ Transformation de 95% de la MO brute en MO particulaire fine et dissoute (Naiman, 1982, Wallace *et al.*, 1995, Kiffney *et al.*, 2000)

✓ MO fine assimilée par les collecteurs qui augmentent avec les rangs (Baetidae, Simulidae...)

✓ Macroinvertébrés servant de nourriture à la faune piscicole

**Remarque** : Les invertébrés terrestres tombant du couvert végétal constituent une proportion importante de proies pour les poissons (Wipfli & Gregovich, 2002\* ; Wipfli, 2005\*)

✓ Densité de poissons supérieure pour les cours d'eau avec de nombreuses connections avec les têtes de bassin versant du fait d'un apport en proies plus important (Binckley & Wipfli, NP)



# Quelle est l'importance des cours d'eau sans poissons ?



## ● Influence des cours d'eau sans poissons

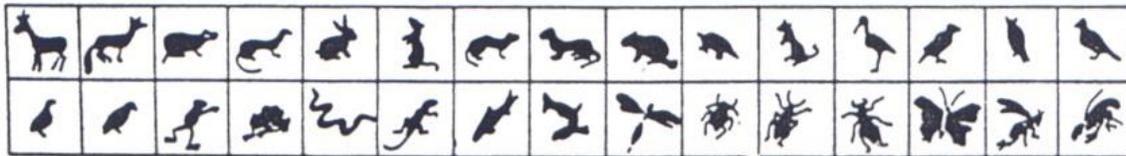
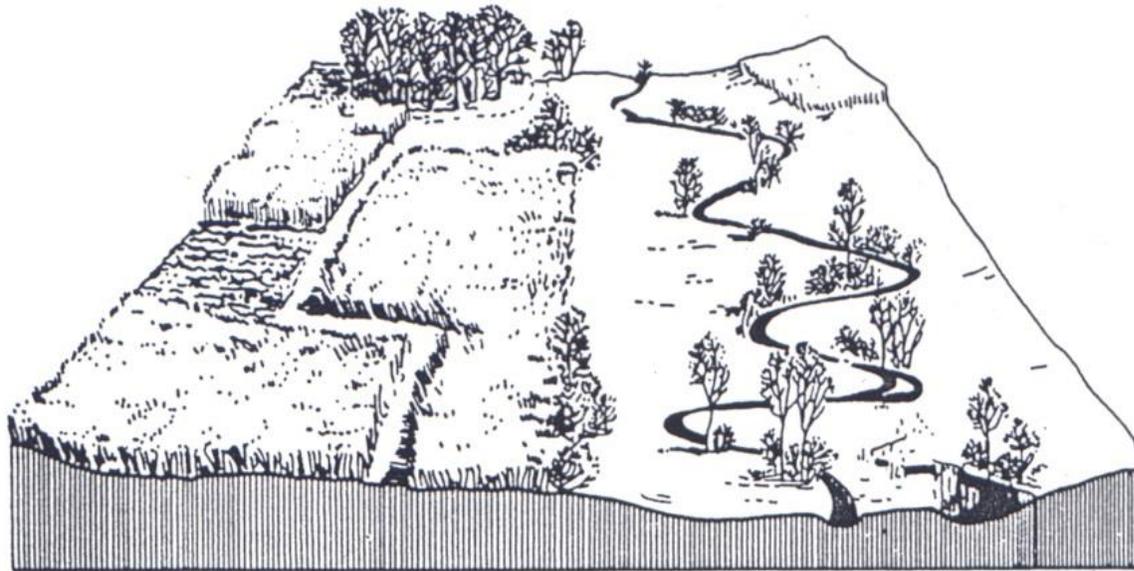
- ✓ Les cours d'eau en tête de bassin « sans poissons » favorisent les amphibiens et les reptiles (Johnson *et al.*, 2009\*)
- ✓ Indice de diversité de Simpson et Shannon en macroinvertébrés de **10% à 20%** plus élevé dans les cours d'eau sans poissons, par rapport à ceux à truites (Herbst *et al.*, 2009\*)
- ✓ Densité en invertébrés plus élevée, présence de taxons rares
- ✓ Susceptible d'alimenter 100-2000 salmonidés de l'année (Wipfli & Gregovich, 2002\*)



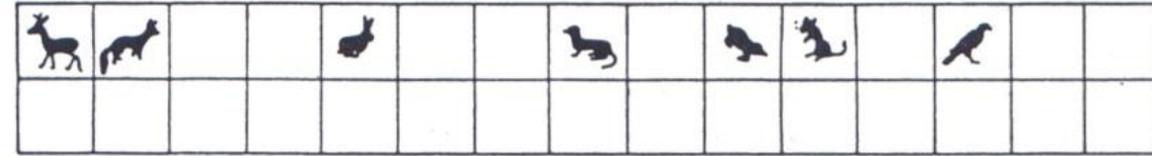
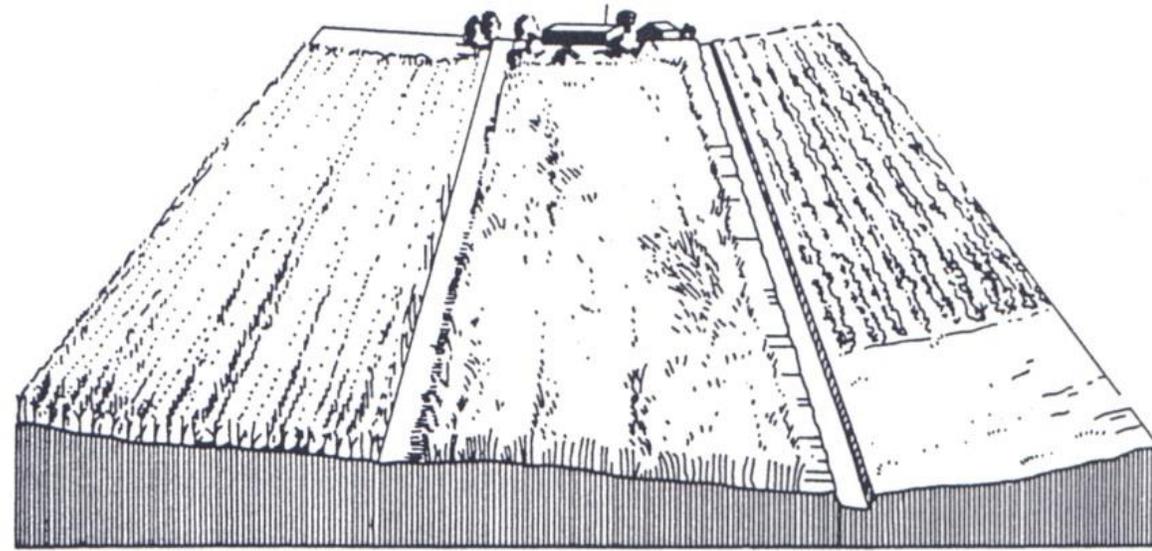
## A l'origine d'une biodiversité majeure en tête de bassin versant

- **Moteur de la biodiversité** : Dynamique naturelle de diversification des habitats et des espèces en tête de bassin versant

Tête de bassin préservée



Tête de bassin altérée



# L'état des têtes de bassin versant justifie-t-il de les restaurer ?

- Des têtes de bassin présentant des états très variés : Du **très bon état écologique** au **mauvais état écologique**...

## Cours d'eau

- Plus de 90 % des cours d'eau recalibrés dans certains départements (Colin, 2015)
- Plus de 90 000 obstacles à la continuité en France (ROE, 2016), nombreux obstacles en TBV non recensés

## Bande riveraine

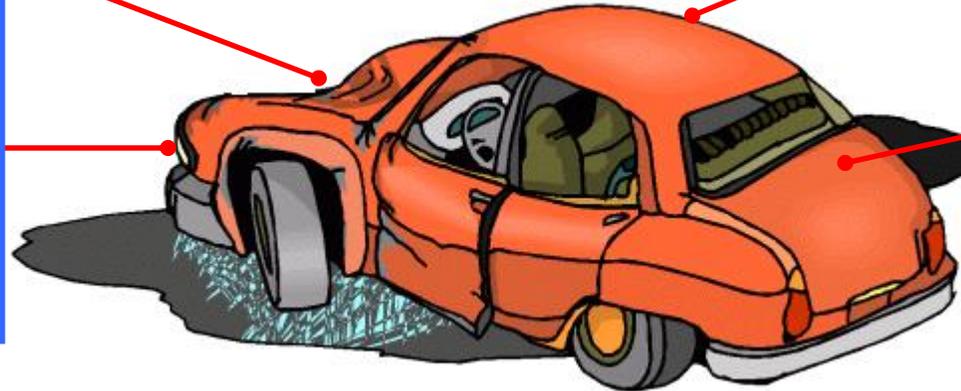
- Dégradation de la ripisylve des cours d'eau,
- Un réseau hydraulique annexe (fossés/drains) en contact direct avec les cours d'eau...

## Zones humides

- Depuis 1950, disparition de 50 % des zones humides (CEE, 1995),
- Altération de leurs fonctionnalités...

## Bassin versant

- Accélération des flux d'eau, de sédiments et de polluants...



Des indicateurs de fonctionnement dans le rouge sur certaines masses d'eau



**Physico-chimie**



**Biologie**



**Hydromorphologie**



**Hydrologie**

# Résultats : des services écosystémiques non durables et altérés

Eau potable

Lutte contre les crues

Santé publique

Agriculture

Ressource pour l'industrie

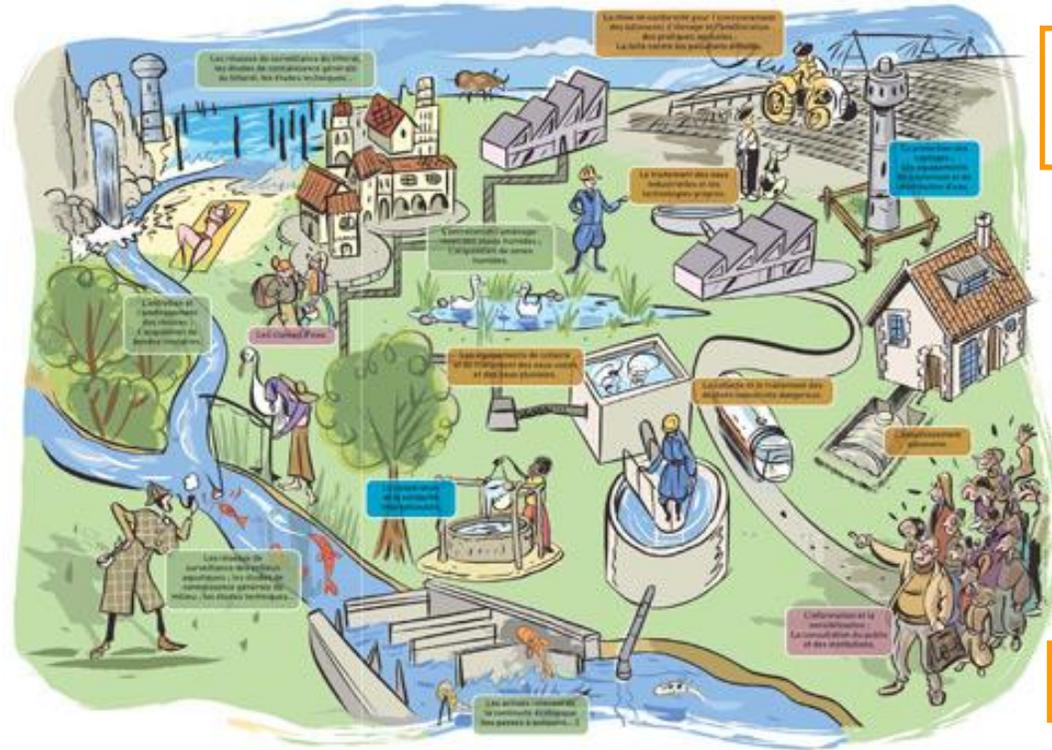
Biodiversité

Refroidissement pour l'industrie

Pêche

Activité forestière

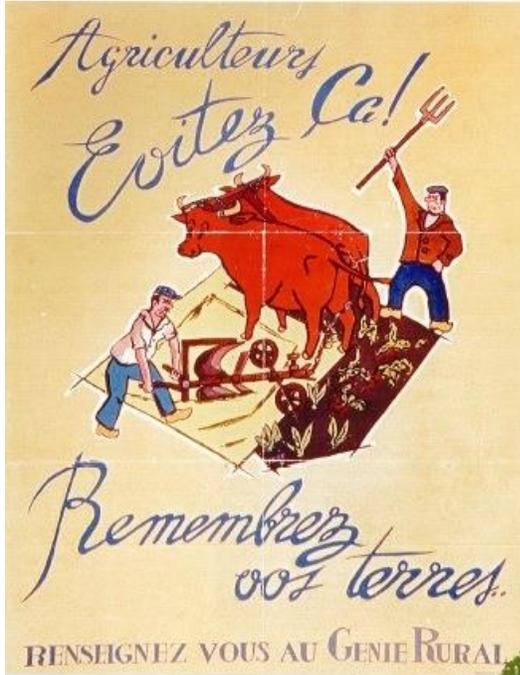
Loisirs aquatiques



Un coût économique durable pour la collectivité !

# Déconstruire la vision purement hydraulique d'aménagement des têtes de bassin versant

Remembrement



Drainage



...

Construire dans le temps une nouvelle démarche



Années 1950- 1990



1992

2000

2006

2015



D'une **vision purement hydraulique** à une **vision éco-hydraulique** du fonctionnement des bassins pour permettre la conciliation entre le bon état écologique et les activités humaines.

# Réduire les facteurs limitant la réussite des opérations de restauration



● Réduire les facteurs limitant pour arriver à relancer la machinerie biologique et la fonctionnalité des écosystèmes en tête de bassin versant

**Exemple  
d'actions complémentaires**

**Hydrologie perturbée**  
(étiage sévère, crue importante)

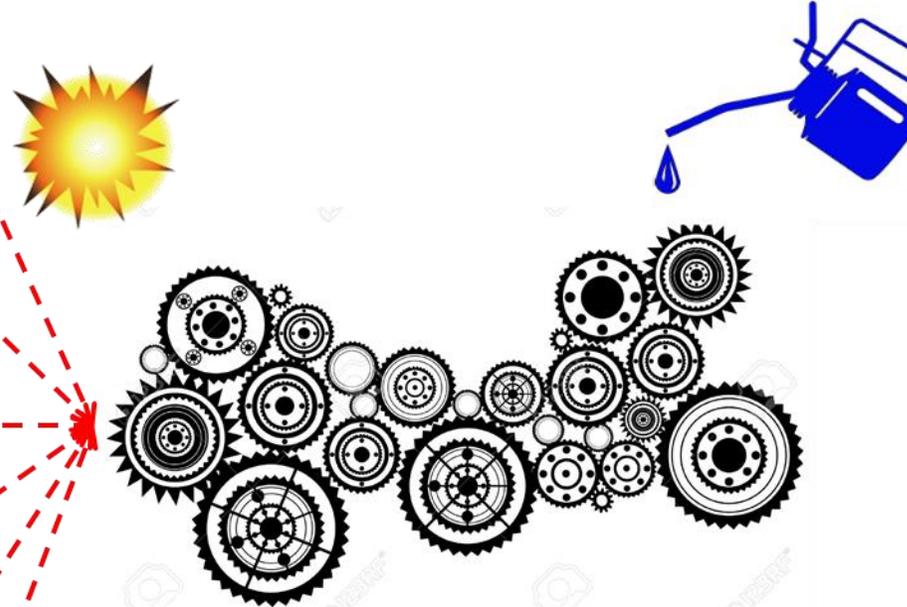
**Qualité d'eau**  
(pollutions ponctuelles / diffuses)

**Colmatage**

**Température**

**Espèces invasives / envahissantes**

**Capacité de colonisation limitée des zones de sources**



- Recréation de talus, de haies
- Intérêt des bandes enherbées, des bandes boisées
- Limiter les pollutions ponctuelles / diffuses
- Création de Zones tampons artificielles
- Protéger le lit mineur du piétinement
- Supprimer ou modifier les obstacles à la continuité en tête de bassin versant
- Réduire l'impact des plans d'eau
- Restaurer les ripisylves en tête de bassin versant

# Arriver à restaurer des systèmes autonomes, résilients

## 1. Alimentation en eau assurée

Partenariat cours d'eau - ZH

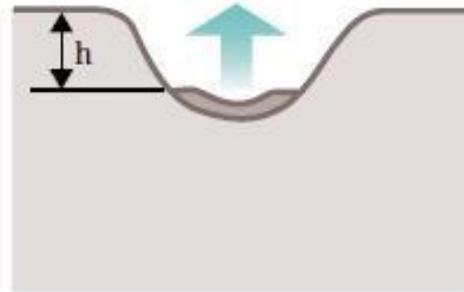


## 4. Diversité des habitats et des espèces



## 2. Gérer la charge solide équilibre, dépôt, érosion

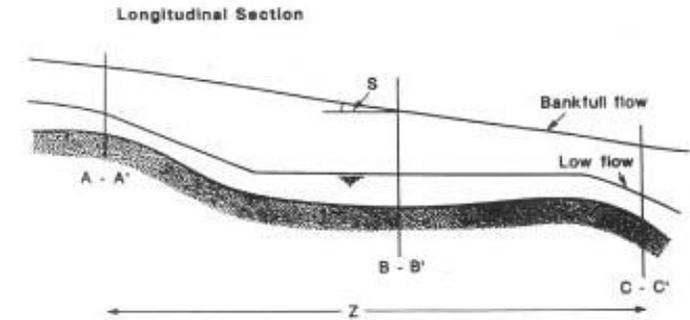
Classe I : Stable ( $h < h_c$ )



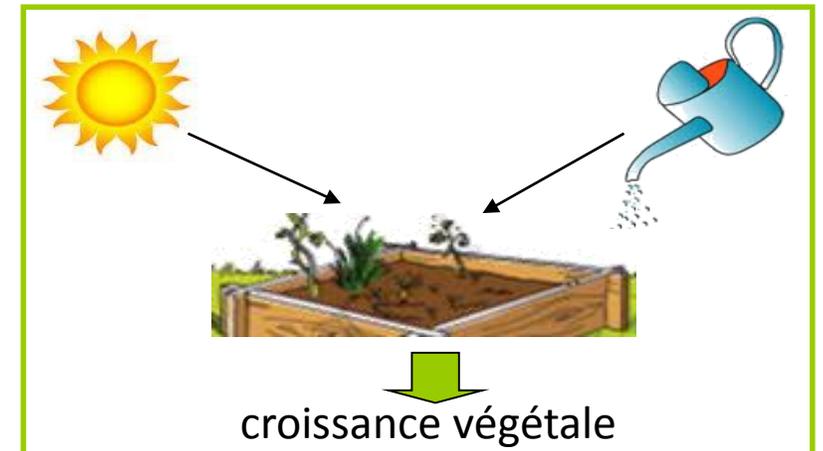
## 4. Capacité de décolmatage et d'auto-entretien



## 3. Dissipation de l'énergie



## 6. Limiter les sur-encombrements des lits (production primaire trop importante)



## Les trouver jolis et utiles pour les respecter

- La restauration de milliers de têtes de bassin fortement altérées est indispensable pour espérer retrouver d'ici 10 à 20 ans des hydrosystèmes fonctionnels
- **Difficultés majeures** : contexte socio-politique et foncier et « satisfaction » de l'état actuel des cours d'eau (paysage rectiligne qui fait « propre », moins de débordements, « entretien » facilité...)



Lavoir

Puits

Très petit cours d'eau

Abreuvement

Pompage

Abandon progressif de nombreux usages en TBV

A quoi servent ces milieux ?

**Solution 1** : Méconnaissance des fonctions (vers la dégradation des TBV)

**Solution 2** : Connaissance des fonctionnalités et enjeux (vers la préservation et la restauration des TBV)

- **Développer un argumentaire technique et pédagogique** en faveur de la restauration des têtes de bassin versant (AERMC, 2011\* ; Oraison *et al.*, 2011\* ; ONEMA, 2010\* ; FMA, 2015) pour convaincre les partenaires, riverains, propriétaires fonciers, exploitants agricoles du bien fondé de cette démarche

A photograph of a shallow stream with a rocky and sandy bed. The water is clear, reflecting the surrounding environment. In the foreground, the reflections of four people are visible on the water's surface, appearing as dark, inverted shapes. The text "Merci de votre attention" is overlaid in white on the water. The background shows more of the stream and some green grass on the bank.

**Merci de votre attention**

## Références bibliographiques

**AERMC, 2011**, Restaurer et préserver les cours d'eau, restauration hydromorphologique et territoires, Concevoir pour négocier, guide technique sdage, 108 pages.

**ALEXANDER R.B., BOYER E.W., SMITH R.A., SCHWARZ G.E. & MOORE R.B., 2007**, The role of headwater streams in downstream water quality, *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, **43** (1), 41-59.

**BARNAUD G., 2013**, Spécificités des têtes de bassin, cours d'eau et zones humides associées, Rencontres Eau, Espaces, Espèces - Préservation des zones humides, de la continuité écologique et de la biodiversité - Atelier « Têtes de bassin », Tours.

**BENDA L., HASSAN M.-A., CHURCH M. & MAY C.-L., 2005**, Geomorphology of steepland headwaters : the transition from hillslopes to channels, *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, **41** (4), 835-851.

**BOHLKE J.K., Harvey J.W., VOYTEK M.A., 2004**, Reachscale Isotope Tracer Experiment to Quantify Denitrification and Related Processes in a Nitrate-Rich Stream, Mid-continent USA, *Limnology and Oceanography*, **49**, 821-838.

**ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009**, Stream corridor structure [en ligne], disponible sur <http://www.epa.gov/watertrain/stream/r11.html>.

**FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2015**, Mallette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'eau Loire-Bretagne et Conseil régional des Pays de la Loire, 189 pages. Disponible sur: <http://www.forum-zones-humides.org/telechargement-mallette-indicateurs.aspx> (consulté le 01/11/2016).

**GOMI T., SIDLE R.C., RICHARDSON J.S., 2002**, Understanding processes and downstream linkages of headwater systems, *Bioscience*, **52** : 905-916.

**HERBST D., SILLDORFF E.I. & COOPER S.D., 2009**, The influence of introduced trout on the benthic communities of paired headwater streams in the Sierra Nevada of California, *Freshwater Biology*, 1-17.

**JOHNSON B.R., FRITZ K.M., BLOCKSOM K.A., WALTERS D.M., 2009**, Larval salamanders and channel geomorphology are indicators of hydrologic permanence in forested headwater streams, *Ecological indicators*, **9**, 150-159.

**KIFFNEY P.M., RICHARDSON J.S., FELLER M.C., 2000**, Fluvial and Epilithic Organic Matter Dynamics in Headwater Streams of Southwestern British Columbia, *Canada. Archiv fur Hydrobiologia*, **149**, 109-129.

**LE BIHAN M., 2013**. Formation sur la restauration des cours d'eau en tête de bassin versant , Volet « Travaux hydrauliques », Session 1 : Connaissances de base et caractérisation des dysfonctionnements et Session 2 : Méthodes et techniques de restauration.

**LIFE, 2009**, Colloque de restitution du Programme LIFE « Ruisseaux de têtes de bassin et faune patrimoniale associées», Dijon, 9-11 juin 2009.

**MEYER J.L. & WALLACE J.B., 2001**, Lost Linkages and Lotic Ecology : Rediscovering Small Streams, *Ecology : Achievement and Challenge*, 295-317.

**MEYER J.L., STRAYER D.L., WALLACE J.B., EGGERT S.L., HELFMAN G.S & LEONARD N.E., 2007**, The contribution of headwaters streams to biodiversity in river networks, *Journal of the American water resources association (JAWRA)*, **43** (1), 86-103.

## Références bibliographiques

- MULHOLLAND P.J., VALETT H.M., WEBSTER J.R., THOMAS S.A., COOPER L.W., HAMILTON S.K., PETERSON B.J., 2004**, Stream Denitrification and Total Nitrate Uptake Rates Measured Using a Field <sup>15</sup>N Tracer Addition Approach, *Limnology and Oceanography*, **49**, 809-820
- NAIMAN, 1982**, Characteristics of Sediment and Organic Carbon Export From Pristine Boreal Forest Watersheds, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **39**, 1699-1718.
- ONEMA, 2010**, La restauration hydromorphologique des cours d'eau, recueil d'expériences sur l'hydromorphologie, ONEMA / Agence de l'eau.
- ORAISON F., SOUCHON Y., LOOY K.V., 2011**, Restaurer l'hydromorphologie des cours d'eau et mieux maîtriser les nutriments : une voie commune ?, Synthèse bibliographique, ONEMA/CEMAGREF, 34 pages.
- SCHUMM S.A., 1956**, Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey, *Bulletin of the Geological Society of America*, **67**, 597-646.
- SHREVE R.W., 1969** (*in* Benda *et al.*, 2005), Stream lengths and basin areas in topologically random channel networks, *Journal of Geology*, **77**, 397-414.
- THOMAS S.A., VALETT H.M., MULHOLLAND P.J., FELLOWS C.S., WEBSTER J.R., DAHM C.N., PETERSON C.G., 2001**, Nitrogen Retention in Headwater Streams : The Influence of groundwater - Surface Water Exchange, *The Scientific World*, **1**, 623-631.
- VANNOTE R.L., MINSHALL G.W., CUMMINS K.W., SEDELL J.R. & CUSHING C.E., 1980**, The river continuum concept, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **37**, 103-137.
- WASSON J.G., MALAVOI J.R., MARIDET L., SOUCHON Y. & PAULIN L., 1998**, Impacts écologiques de la chenalisation des rivières, Editions Cemagref, **14**, 158 pages.
- WIPFLI M.S. & GREGOVICH D.P., 2002**, Export of invertebrates and detritus from fishless headwater streams in southeastern Alaska : implications for downstream salmonid production, *Freshwater Biology*, **47**, 957-969.