

RESILIENCE D'UN COURS D'EAU EN BON ETAT FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



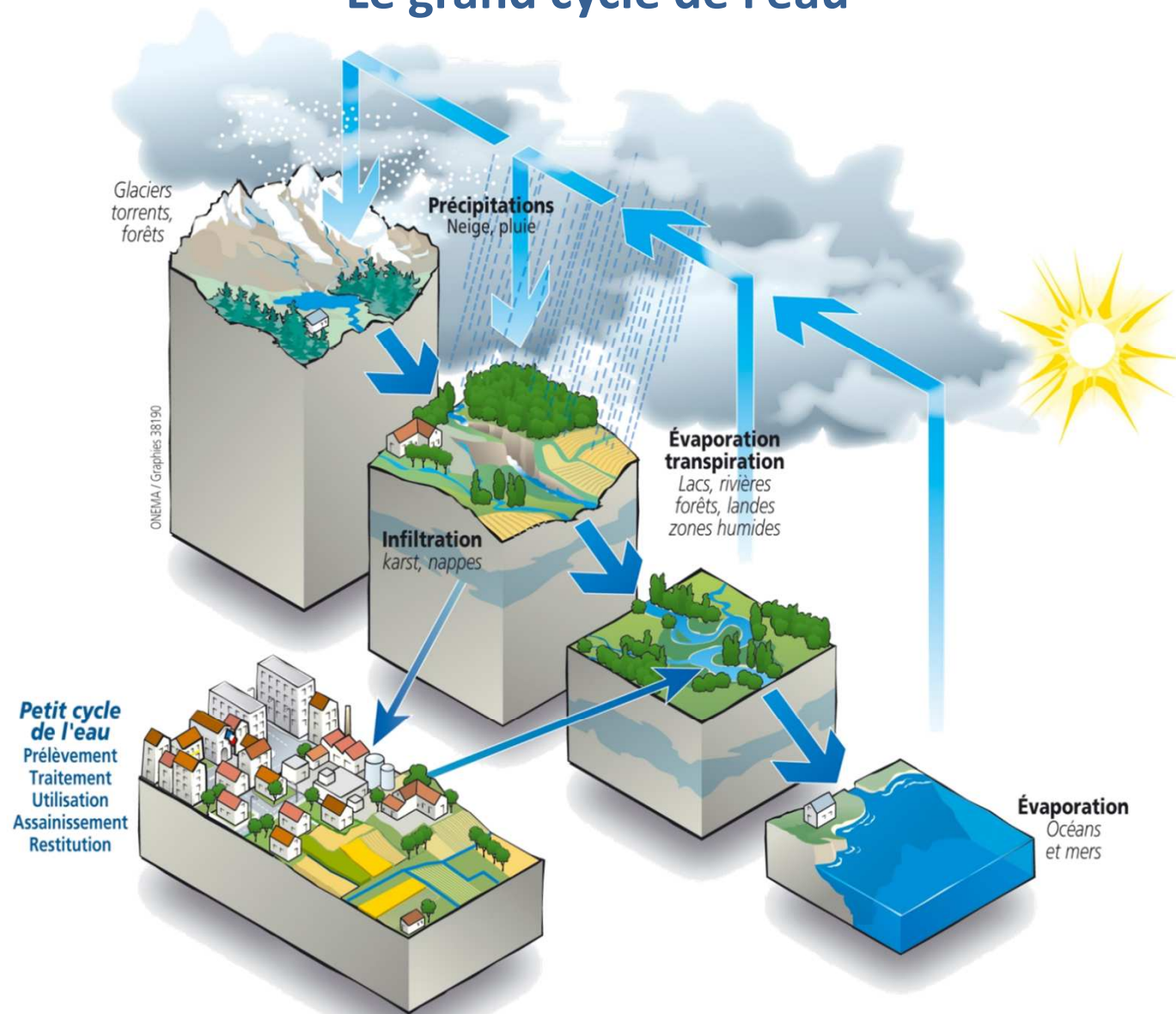
Mikaël Le Bihan
Directions régionales Bretagne et Pays de la Loire
de l'OFB

8 Novembre 2022

Introduction

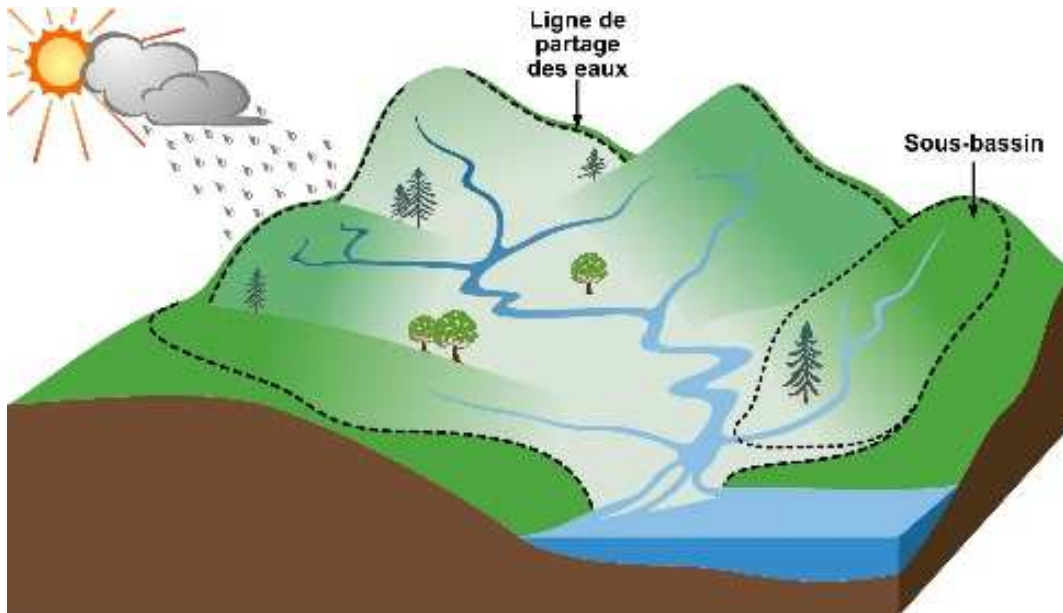


Le grand cycle de l'eau



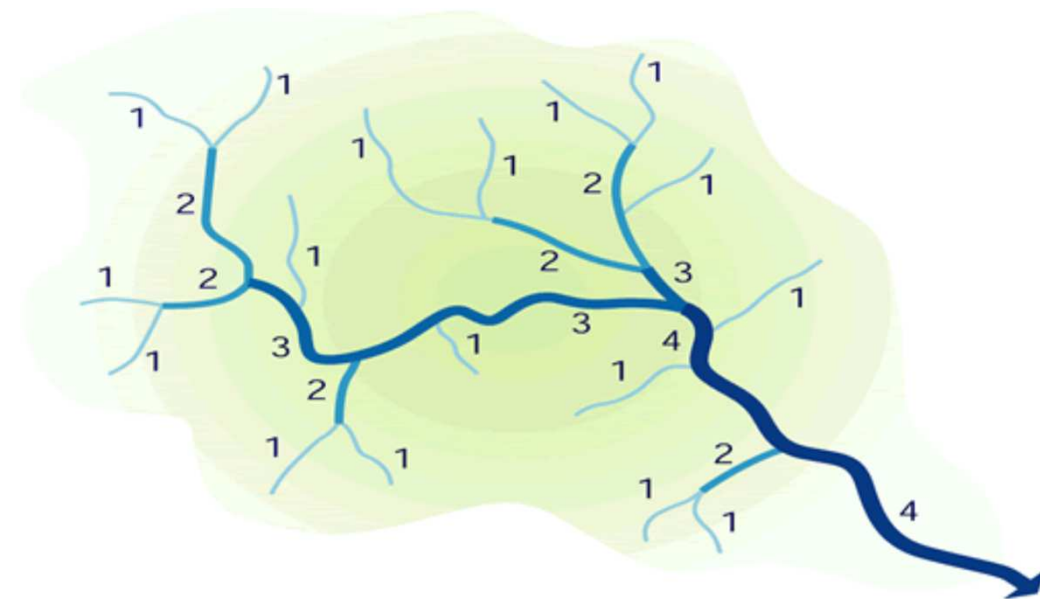
Le bassin versant et les têtes de bassin versant

Le bassin versant



SYMASOL, 2022

Les têtes de bassin versant



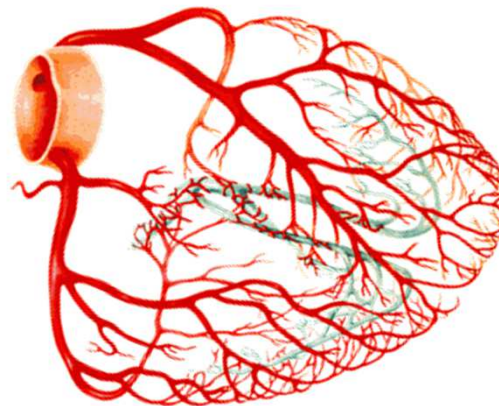
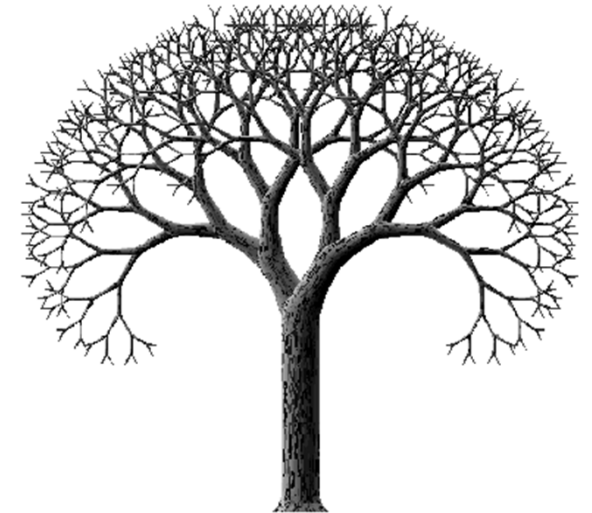
EPA, 2009



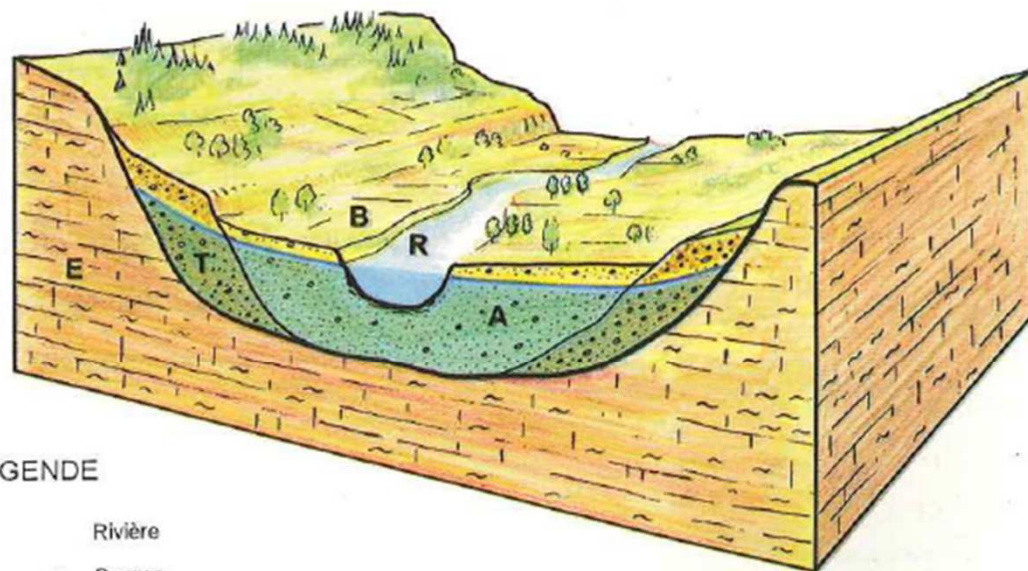
Que pourcentage représente les cours d'eau en tête de bassin versant par rapport au linéaire total de cours d'eau ?

Les cours d'eau en tête de bassin versant

- Les cours d'eau en tête de bassin 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)



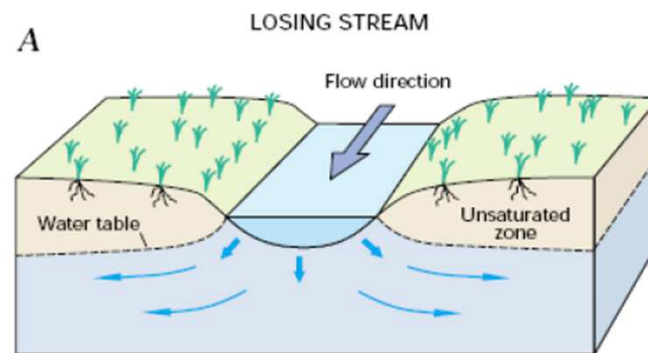
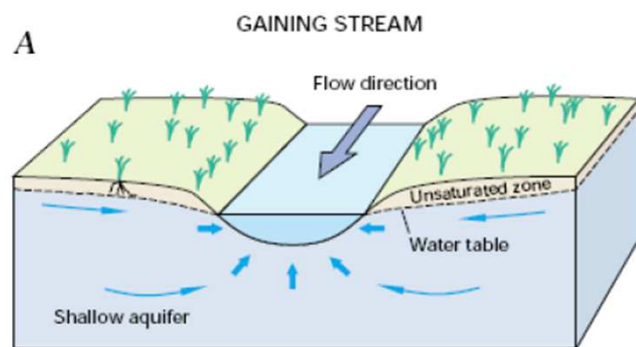
Un lien vital entre les eaux de surface et les eaux souterraines



LEGENDE

- R Rivière
- B Berges
- A Alluvions
- T Terrasses
- E Terrains encaissants

Daum *et al.*, 1997



Winter *et al.*, 1998

Document public

Contribution à la caractérisation des relations entre eau souterraine, eau de surface et écosystèmes terrestres associés en lien avec la DCE

Rapport final

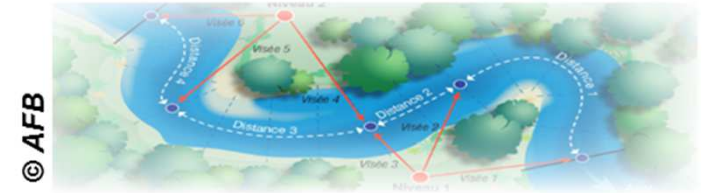
BRGM/RP-57044-FR
février 2010



Vernoux *et al.*, 2010

Etat hydromorphologique des cours d'eau

■ composantes physiques



■ composantes biologiques



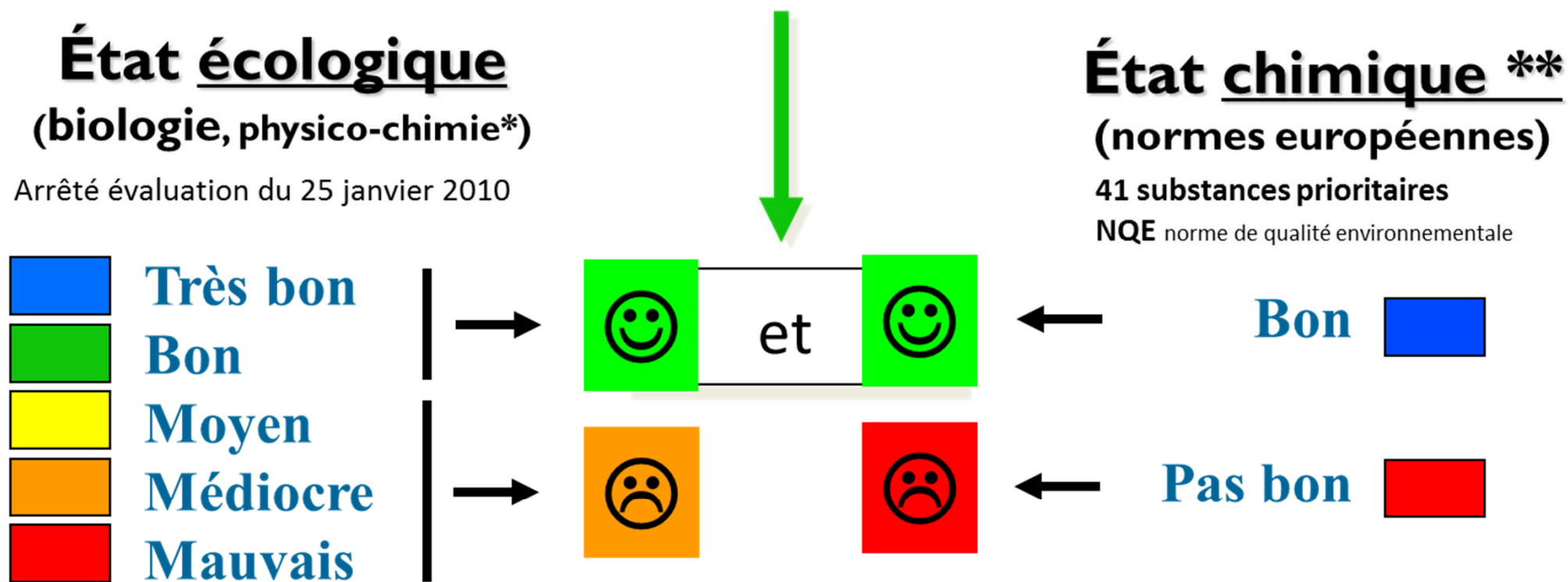
■ fonctions

© MNHN



La Directive Cadre européenne sur l'Eau (23/10/2000)

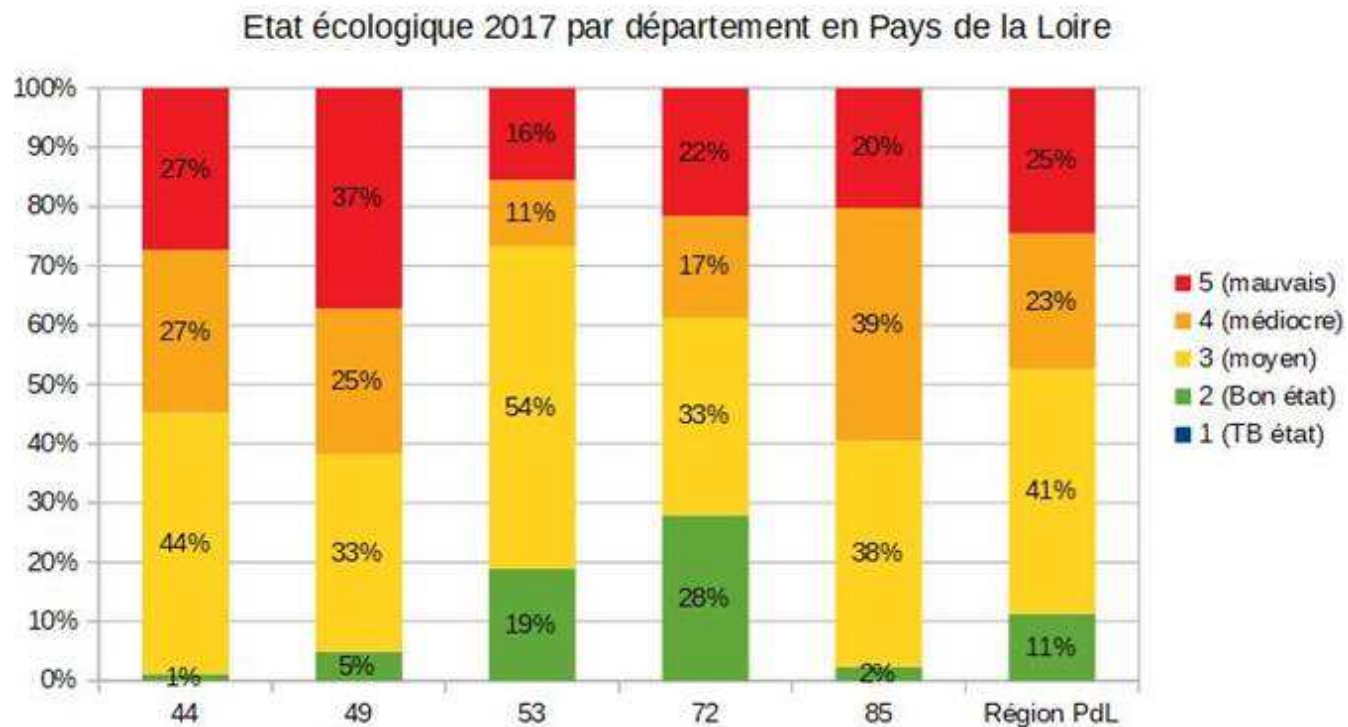
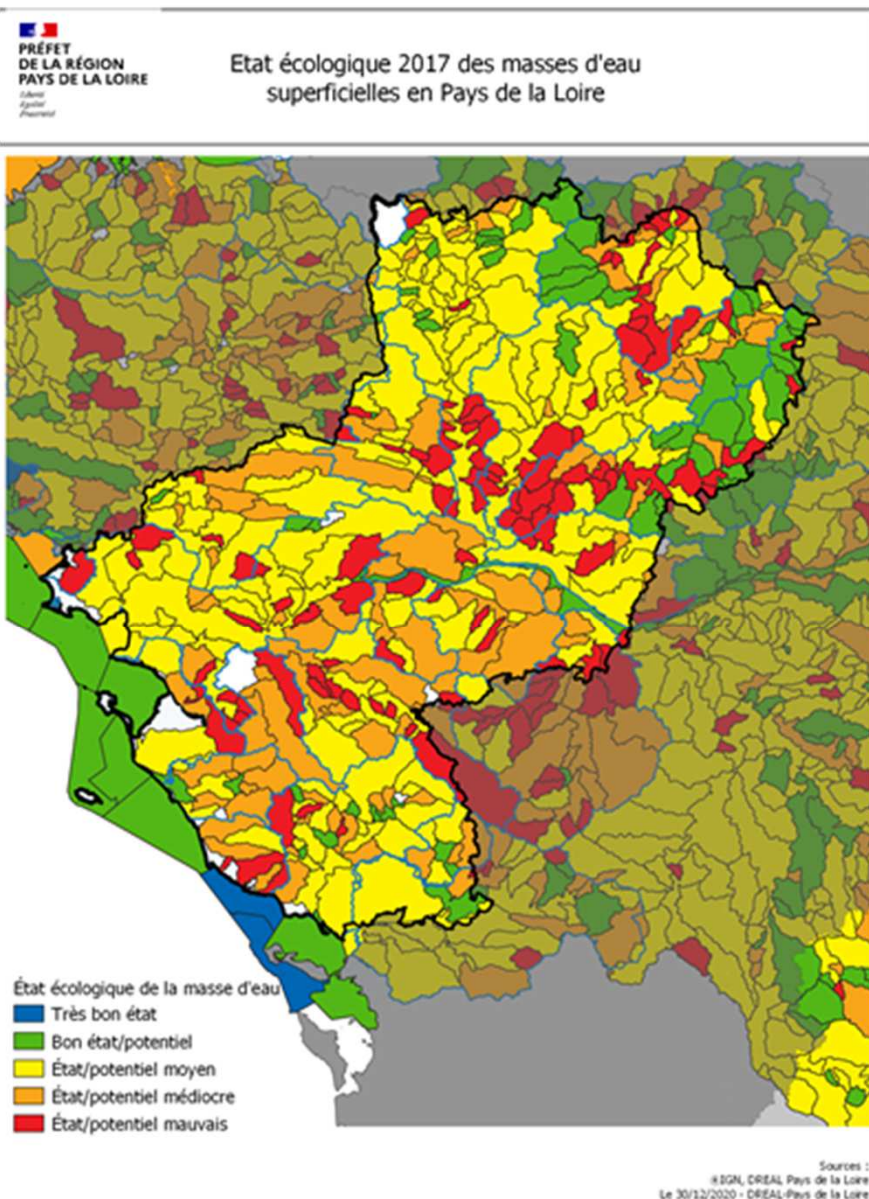
● Fixe comme principal objectif d'atteindre, d'ici 2027, un bon état général des eaux (superficielles et souterraines, douces et côtières) sur l'ensemble du territoire européen.



* Paramètres physico-chimiques généraux et polluants spécifiques de l'état écologique

** Écotoxicité et toxicité pour l'homme

L'état écologique des masses d'eau en Pays de la Loire



Les cours d'eau font partie des écosystèmes les plus dégradés au monde (Tockner & Stanford, 2002 ; in Kuglerova *et al.*, 2016)

Les pressions les plus importantes sur les cours d'eau sont les pollutions diffuses et les altérations hydromorphologiques (EU, 2007 ; in Sundermann *et al.*, 2011)

L'état des cours d'eau justifie-t-il de les restaurer ?

● Des cours d'eau 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 100 000 obstacles à la continuité en France (ROE, 2021), nombreux obstacles en TBV non recensés

Bande riveraine

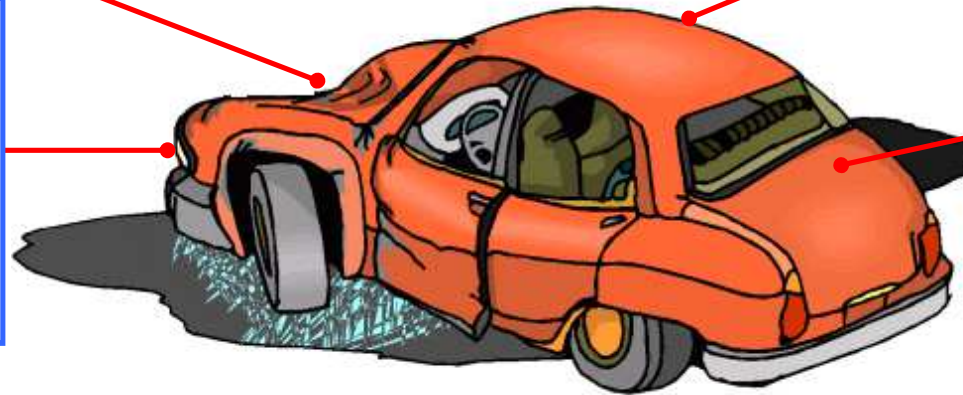
- Dégradation de la ripisylve des cours d'eau
- Un réseau hydraulique annexe (fossés/drains) en contact direct avec les cours d'eau...

Zones humides

- Depuis 1950, disparition de plus de 50 % des zones humides (CEE, 1995)
- Altération de la fonctionnalité des ZH ...

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

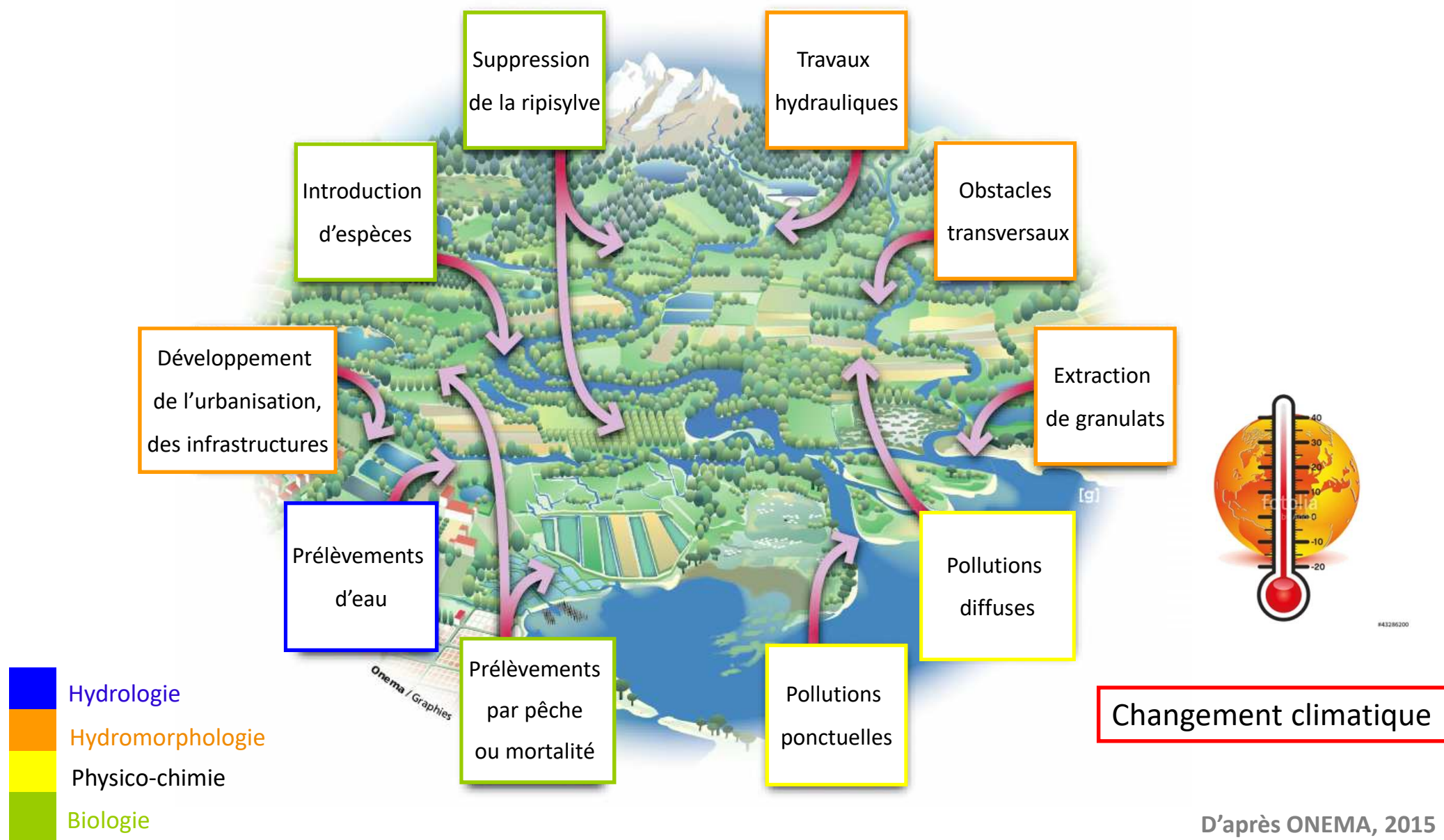


Hydromorphologie



Hydrologie

Menaces sur les milieux aquatiques continentaux



Le bon état hydromorphologique

- **Quels sont les caractéristiques d'un cours d'eau en bon état hydromorphologique ?**
 - ✓ **Morphologie diversifiée** (Berges et fonds non artificialisés, ripisylve fournie et variée...)
 - ✓ **Continuité écologique** (longitudinale, latérale)
 - ✓ **Régime hydrologique** (non influencé et fluctuant en fonction des saisons)



Définition du bon état

Mauvais état

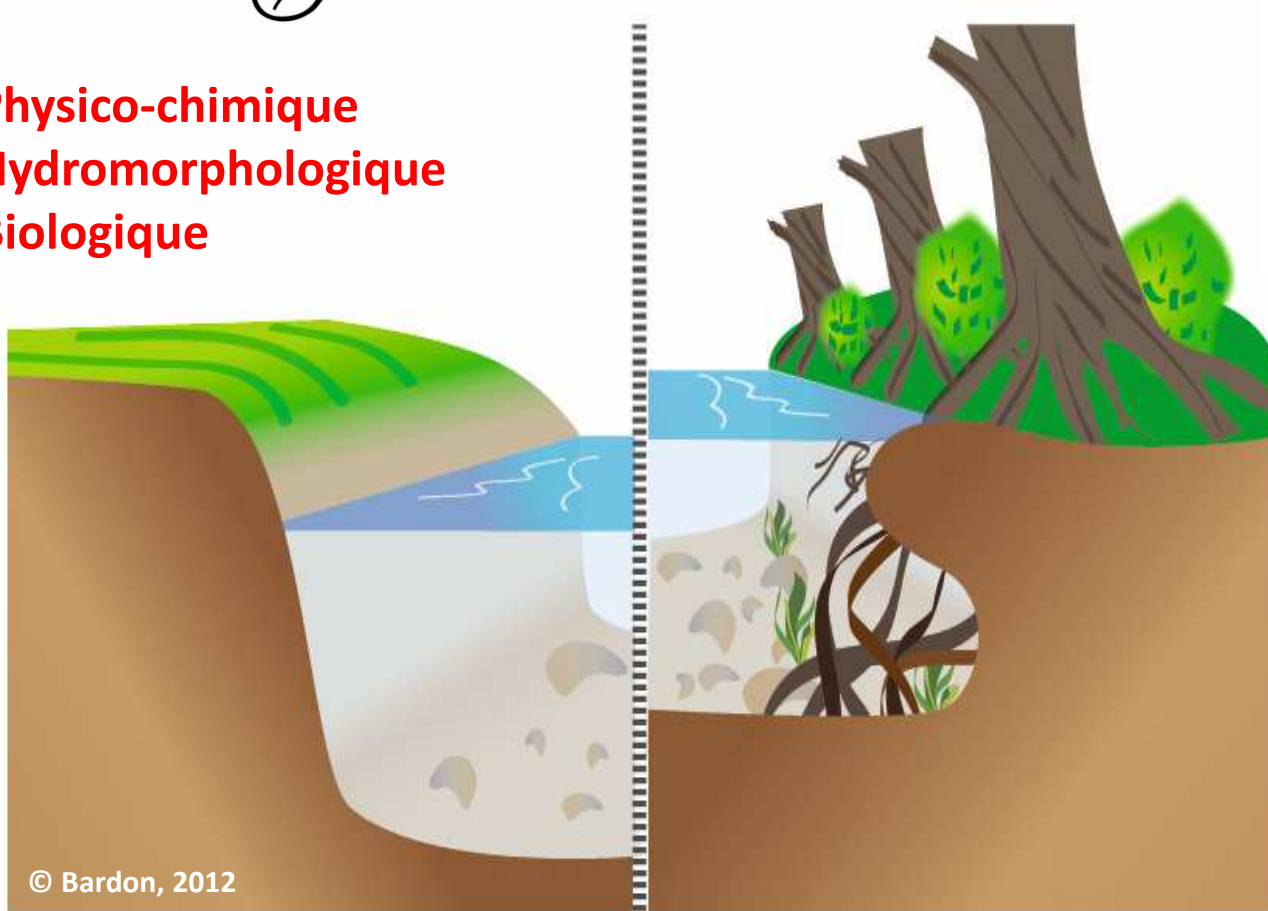


- ✓ Physico-chimique
- ✓ Hydromorphologique
- ✓ Biologique

Bon état



- ✓ Physico-chimique
- ✓ Hydromorphologique
- ✓ Biologique



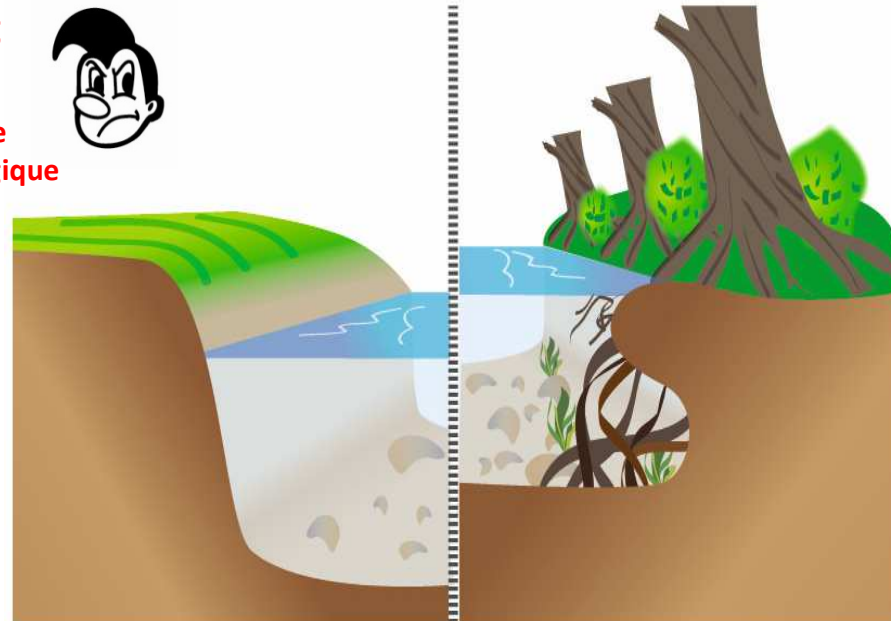
Définition du bon état

Mauvais état

- ✓ Physico-chimique
- ✓ Hydromorphologique
- ✓ Biologique



Ponctuelle
Impact limité



Bon état

- ✓ Physico-chimique
- ✓ Hydromorphologique
- ✓ Biologique



Ponctuelle
Impact limité



Faible auto-épuration
Faible résilience

Bonne auto-épuration
Bonne résilience

**Mauvais état
écologique**

**Bon état
écologique**

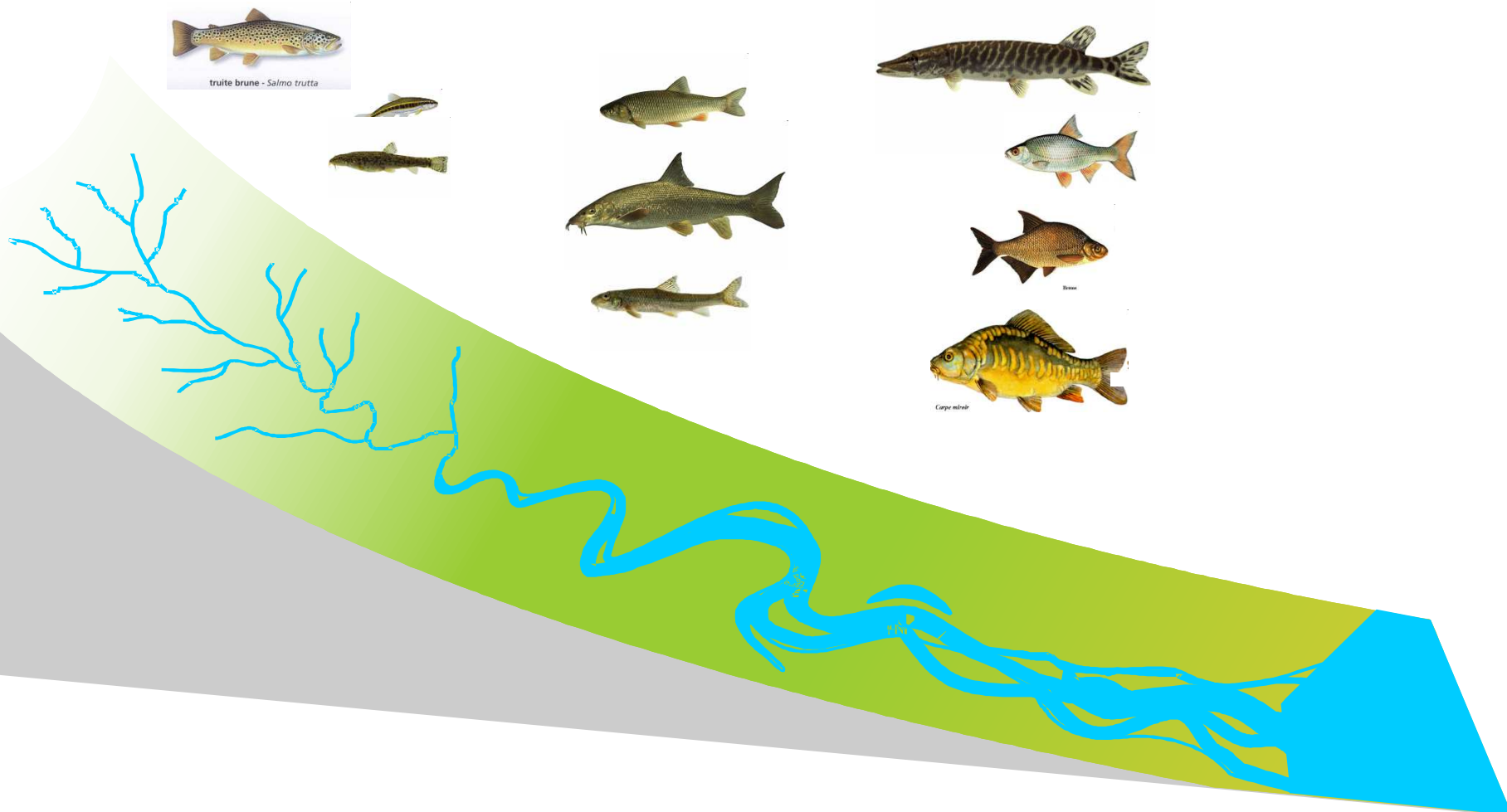
Sensibilité des cours d'eau face au changement climatique



Evolution naturelle des cours d'eau de l'amont vers l'aval

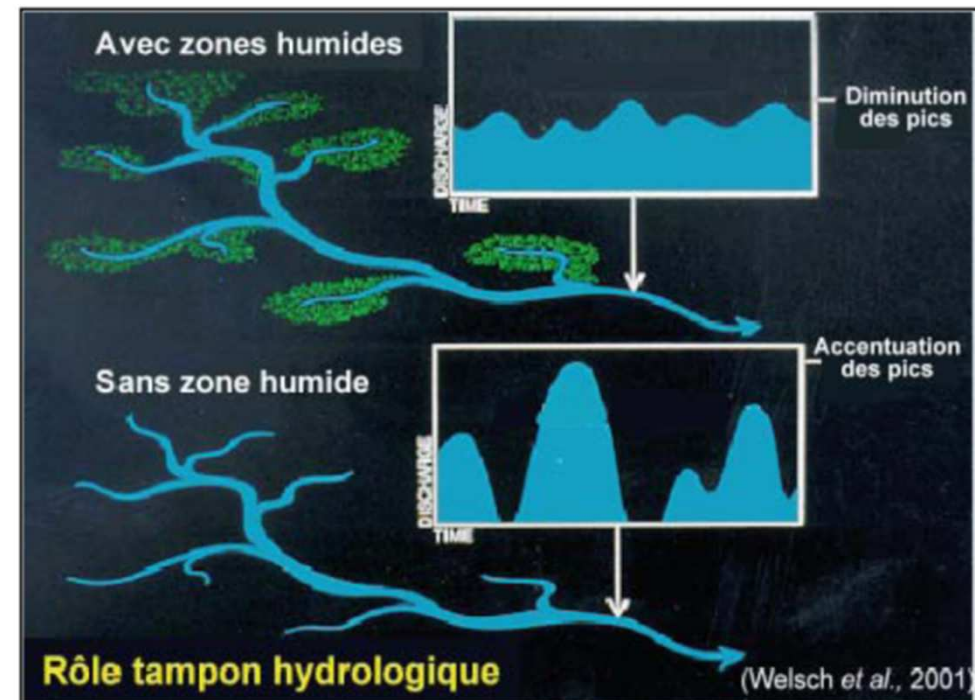
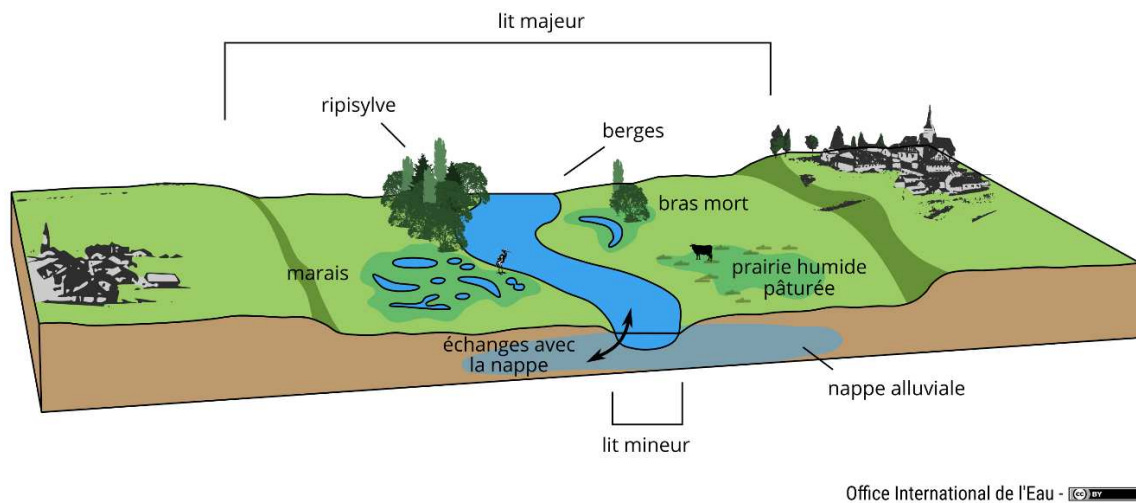
➔ Evolution de la physico-chimie :

- ✓ **gradient +** : $T^{\circ}(+)$ - débit - largeur - profondeur- trophie....
- ✓ **gradient -** : pente (vitesse) - granulométrie - oxygène ...



L'importance des débits hivernaux ?

● L'eau transportée au moment des crues ne doit pas être uniquement vue comme une ressource excédentaire mais comme un paramètre essentiel à la vie des cours d'eau (Baptist *et al.*, 2014).

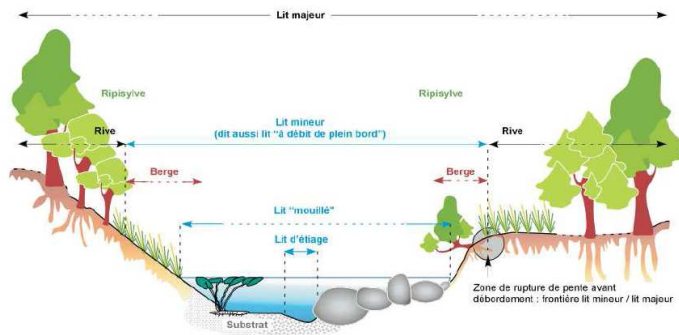


● Importance des débits hivernaux sur :

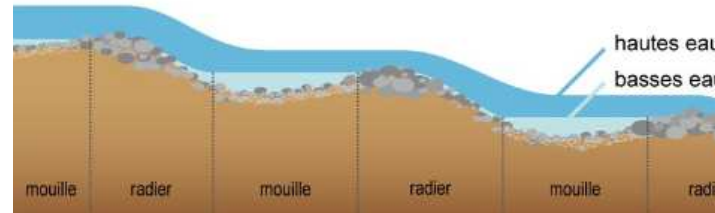
- ✓ La recharge des nappes et des écosystèmes aquatiques continentaux ;
- ✓ les habitats aquatiques et les biocénoses associées ;
- ✓ Le transport solide, l'hydromorphologie du cours d'eau, etc.

Comment la biodiversité des cours d'eau naturellement intermittents résiste au manque d'eau ?

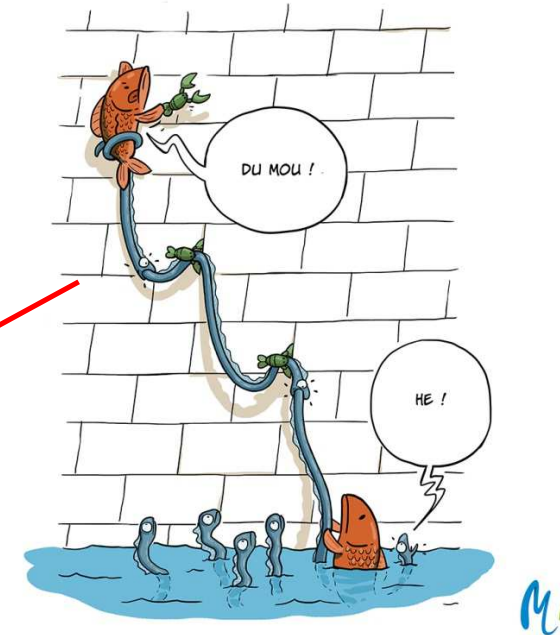
Le lit mineur d'étiage



La succession radier – mouille (tous les 6 fois Lpb)



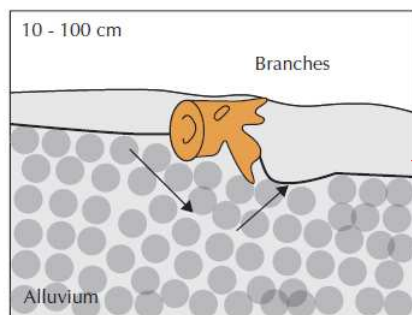
La continuité écologique



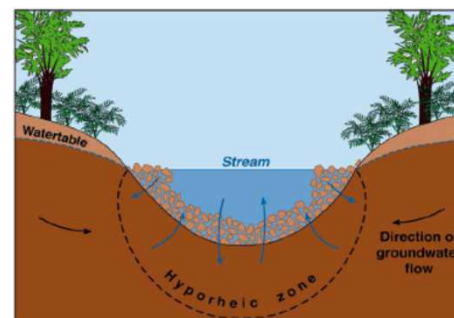
La qualité des eaux (Température, Oxygène)



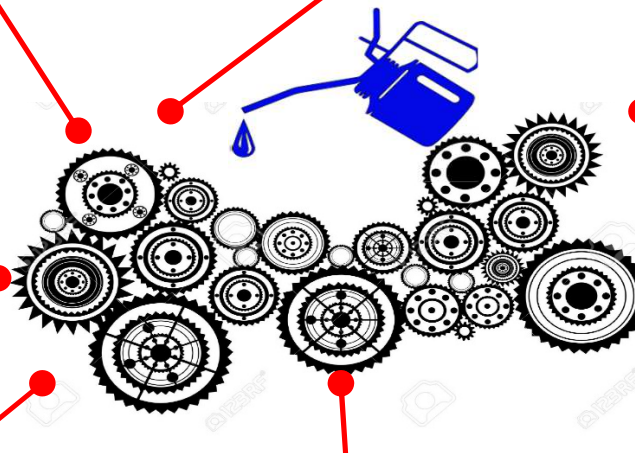
Le bois et les blocs



La zone hyporhéique



Les zones refuges



Pourquoi faut-il restaurer la continuité écologique ?



- La restauration de la continuité écologique s'inscrit dans l'objectif de limiter la fragmentation des habitats : 1 des 5 causes majeures de l'érosion de la biodiversité
- Dans un contexte de changement climatique, maintenir des capacités de déplacements des espèces est nécessaire afin d'espérer une certaine résilience des milieux



© LE BIHAN, 2014

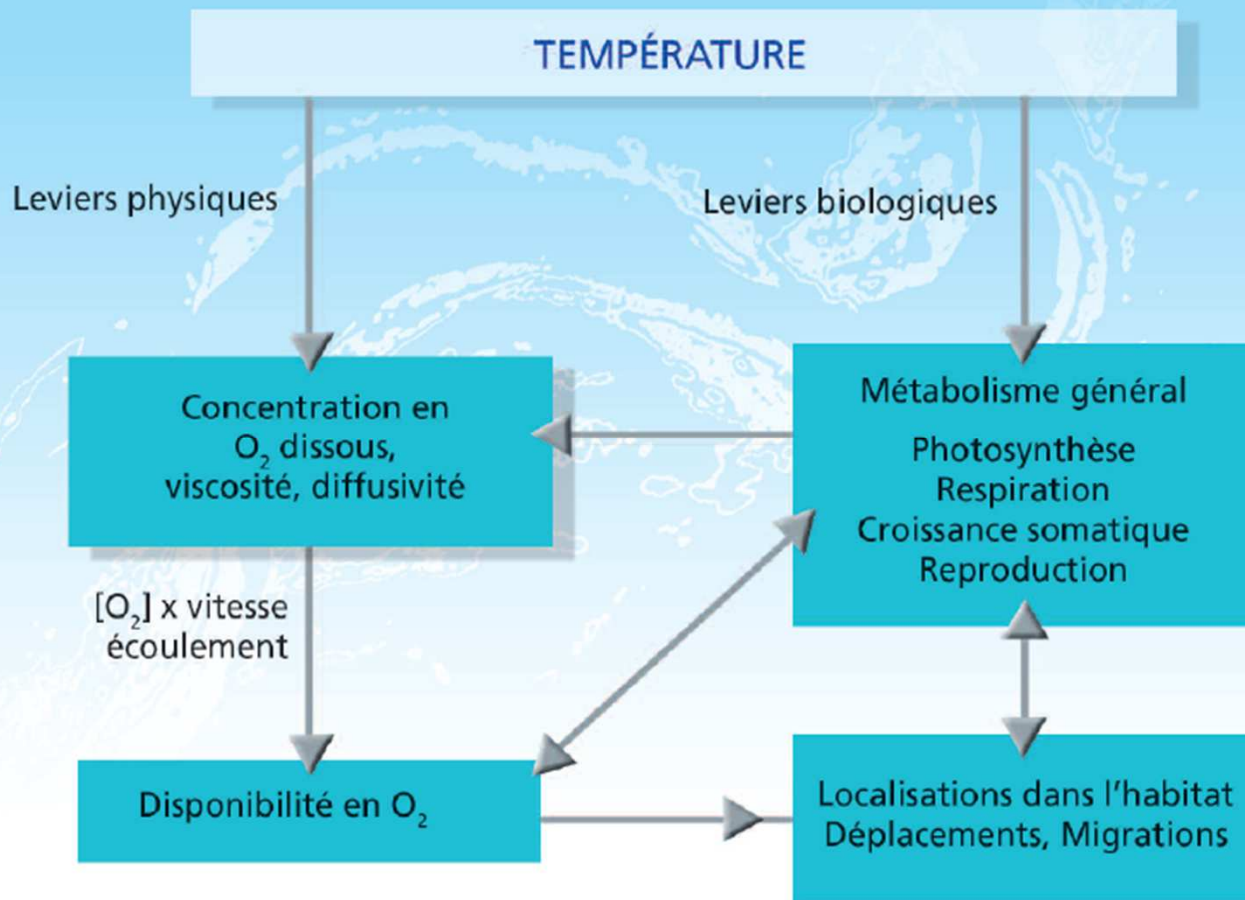
Pourquoi la continuité écologique est si importante pour les cours d'eau ?

- les déplacements des organismes aquatiques sont réalisés à l'intérieur des réseaux hydrographiques ;
- un point de blocage qui ne peut être contourné par la voie aquatique, condamne l'accès aux habitats situés de l'autre côté (sauf pour les espèces susceptibles de sortir de l'eau sous certaines conditions).

Pourquoi faut-il éviter le réchauffement des cours d'eau ?



● La concentration maximale en oxygène dissous dans l'eau diminue quand la température augmente (exemple : à 10°C -> 11mg/L ; à 30°C -> 7 mg/L)

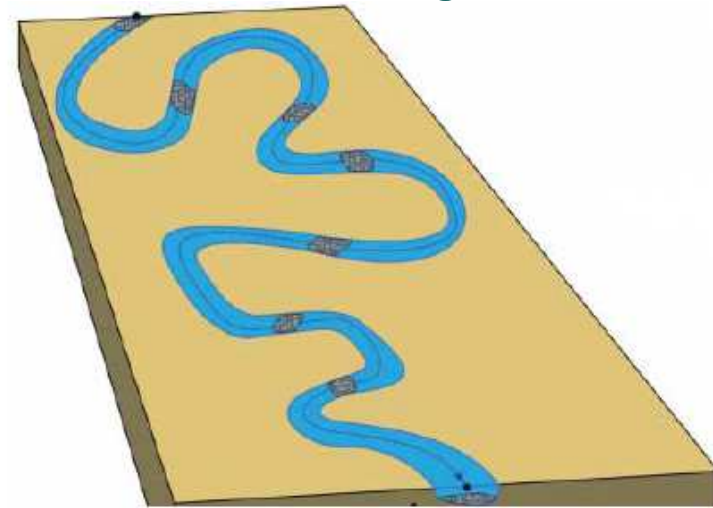
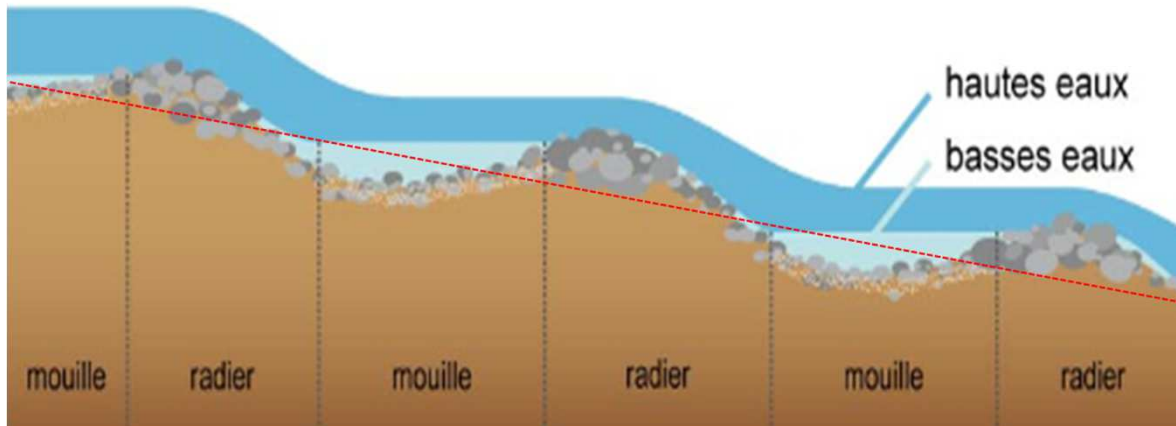


En été, jusqu'à 8-10 °C d'élévation de température en aval d'un plan d'eau en barrage sur un petit cours d'eau

Pourquoi préserver la succession des faciès d'écoulement ?



- Sur un cours d'eau naturel, les radiers se succèdent à une distance égale à 6 fois la largeur à plein bord du cours d'eau.



Melun, Le Bihan & De Billy, 2020

- Les échanges et processus d'oxygénation se déroulent prioritairement en tête de chaque radier.



© LE BIHAN, 2014



© LE BIHAN, 2009



© France Culture, 2022

Conclusion

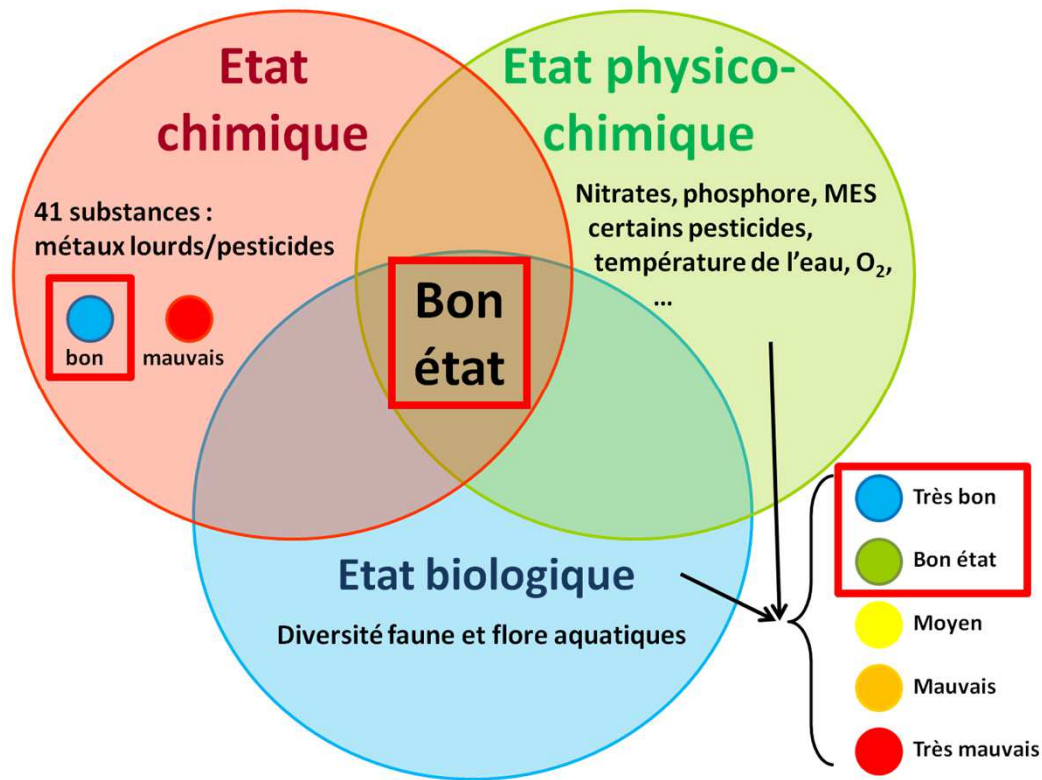


Les cours d'eau : des leviers essentiels ...

AUX ENJEUX DE QUALITE ET QUANTITE DE LA RESSOURCE



AUX ENJEUX DE LA BIODIVERSITE



habitats



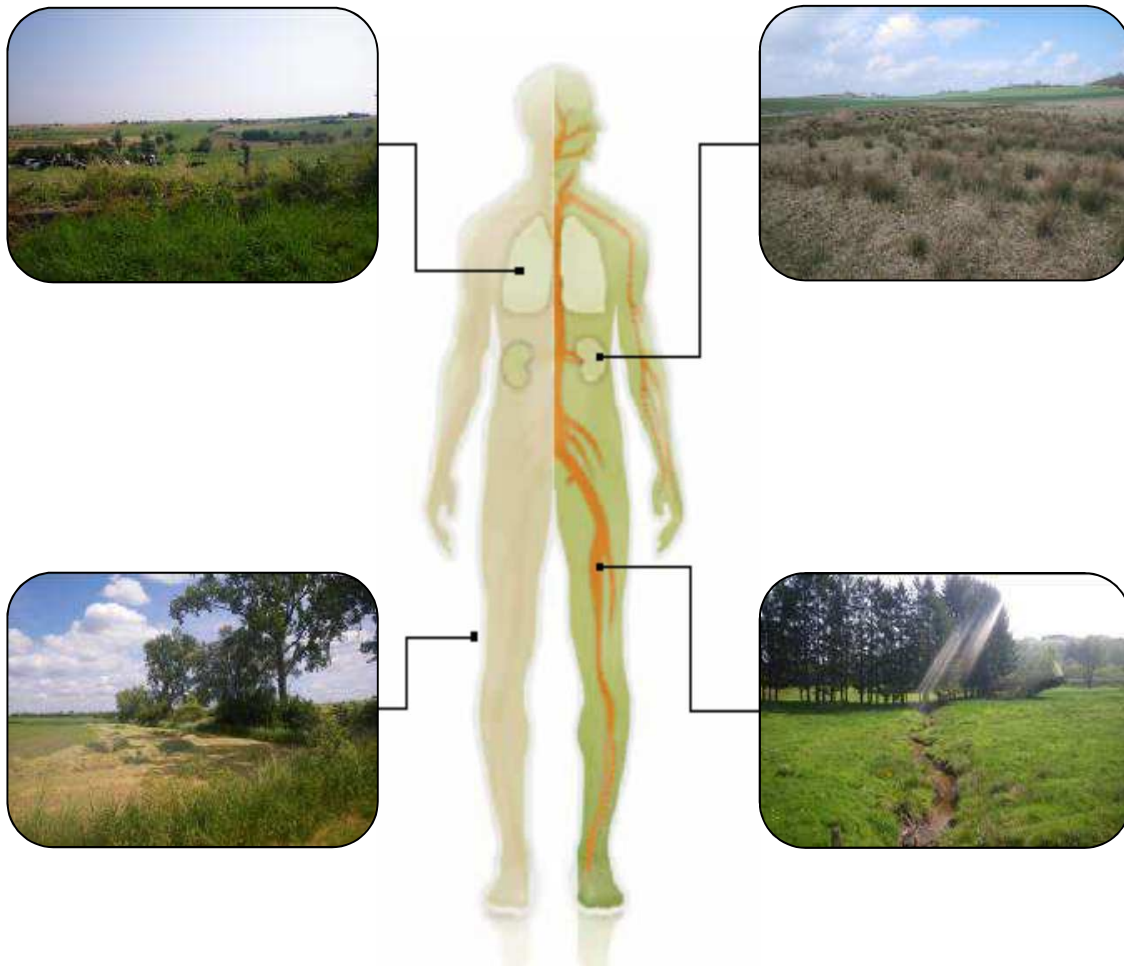
connectivité



espèces

Points clés à retenir

1. **Préserver les conditions naturelles et encourager les actions de restauration écologique.**
2. **Adopter des mesures répondant aux différents objectifs** (qualité d'eau, quantité d'eau, inondation, biodiversité, stockage du carbone, réduction du réchauffement des eaux, ...).



« La protection et la restauration des environnements naturels peuvent réduire les risques que le changement climatique fait peser sur les populations, tout en soutenant la biodiversité, en stockant le carbone et en offrant de nombreux autres avantages pour la santé et le bien-être humains. [...] Il existe désormais des preuves claires que les « solutions fondées sur la nature » peuvent réduire les risques que le changement climatique présente pour les personnes. » (GIEC, 2022)

A photograph of a shallow, rocky stream with the text "MERCI DE VOTRE ATTENTION" overlaid in white. The water is clear, revealing the rocky bottom and the reflections of the surrounding environment. The text is centered horizontally and vertically, with a slight shadow effect. The background shows a mix of grey and brown rocks and some green moss or algae on the stream bed.

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Synthèse bibliographique

- 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.
- BAPTIST F., POULET N. & SÉON-MASSIN N. (COORDINATEURS), 2014.** Les poissons d'eau douce à l'heure du changement climatique : état des lieux et pistes pour l'adaptation. Onema. *Collection Comprendre pour agir*. 128 pages.
- BENDA L., HASSAN M.-A., CHURCH M. & MAY C.-L., 2005.** Geomorphology of steephead headwaters : the transition from hillslopes to channels. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, **41** (4), 835-851.
- DAUM J.R. & MARTELAT A., 1997.** Guide sur la gestion et la protection des captages d'eau potable dans les nappes alluviales, document FNDAE n°19.
- DUDGEON D., ARTHINGTON AH, GESSNER MO, KAWABATA Z-I, KNOWLER DJ, LÉVÊQUE C, NAIMAN RJ, PRIEUR-RICHARD A-H, SOTO D, STIASSNY MLJ, ET AL. 2006.** Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81: 163-182.
- EAU FRANCE, 2022.** L'eau de la nature et l'eau domestique. Disponible sur [L'eau de la nature et l'eau domestique | Observatoire des services publics de l'eau et de l'assainissement : prix de l'eau et performance des services \(eaufrance.fr\)](https://eaufrance.fr/observatoire-des-services-publics-de-l'eau-et-de-l-assainissement-prix-de-l'eau-et-performance-des-services).
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009.** Stream corridor structure [en ligne], disponible sur <http://www.epa.gov/watertrain/stream/r11.html>.
- EU Commission, 2007.** Towards sustainable water management in the European Union First stage in the implementation of the Water Framework Directive 2000/60/EC. Commission staff working document. Accompanying document to the communication forum from the commission to the European Parliament and the council. COM (2007) 128 final.
- GOMI T., SIDLE R.C. & RICHARDSON J.S., 2002.** Understanding processes and downstream linkages of headwater systems. *Bioscience*, 52 (10), 905-916.
- Kuglerova L., BOTKOVA K. & JANSSEN R., 2016. Responses of riparian plants to habitat changes following restoration of channelized streams. *Ecohydrology*, 10, 13 pages.
- MEYER J.L. & WALLACE J.B., 2001.** Lost Linkages and Lotic Ecology : Rediscovering Small Streams. *Ecology : Achievement and Challenge*, 295-317.
- MELUN G., LE BIHAN M., DE BILLY V. 2021.** Guide de préconisations techniques pour l'exploitation alluvionnaire et la réhabilitation hydromorphologique des criques guyanaises. Office français de la biodiversité, collection Guides et protocoles, 176 pages.
- SCHUMM S.A., 1956 (in Benda et al., 2005).** 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.

Synthèse bibliographique

- PETERSON B.J., WOLLHEIM W.M., MULHOLLAND P.J., WEBSTER J.R., MEYER J.L., TANK J.L., MARTH E., BOWDEN W.B., VALETTE H.M., HERSHEY A.E., MCDOWELL W.H., DODDS W.K., HAMILTON S.K., GREGORY S. & MORALL D.D., 2001.** Control of nitrogen export from watersheds by headwater streams. *Science*, 292 (5514), 86-90.
- SUNDERMANN A., LORENZ A. & HERING D., 2011,** Hydromorphological restoration of running waters : Effects on benthic invertebrate assemblages. *Freshwater biology*, 56, 1689-1702.
- SUNDERMANN A., STOLL S. & HAASE P., 2011B,** River restoration success depends on the species pool of the immediate surroundings. *Ecological Applications*, 21, 1962-1971.
- TOCKNER, K., STANFORD, J.A., 2002.** Riverine flood plains: present state and future trends. *Environ. Conserv.* 29, 308–330.
- VERNOUX J.F., LIONS J., GIRAUD E.P., SEGUIN J.J. & STOLLSTEINER P., 2010.** Contribution à la caractérisation des relations entre eau souterraine, eau de surface et écosystèmes terrestres en lien avec la DCE. Rapport Final, BRGM/RP-57044-FR, février 2010. 187 pages.
- WINTER T.C., HARVEY J.W. & FRANKE O.L., 1998.** Ground Water and surface water, a single resource. U.S. Geological Survey circular 1139, Denver. Colorado.