



« La préservation et la restauration des écosystèmes aquatiques continentaux »



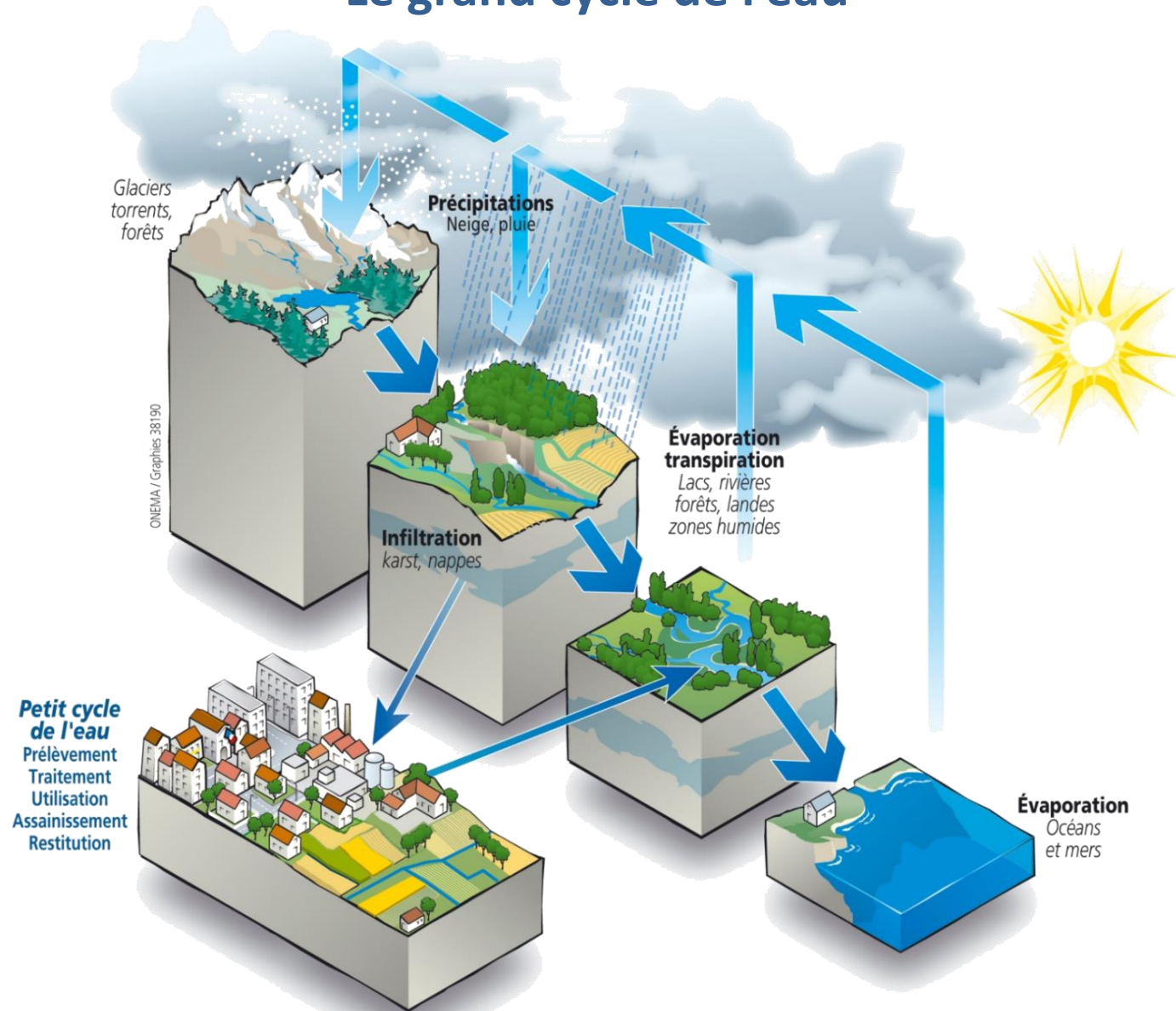
Mikaël Le Bihan
Direction Bretagne de l'OFB

10 Juin 2025

Quelques clés pour mieux comprendre le fonctionnement des cours d'eau en Bretagne

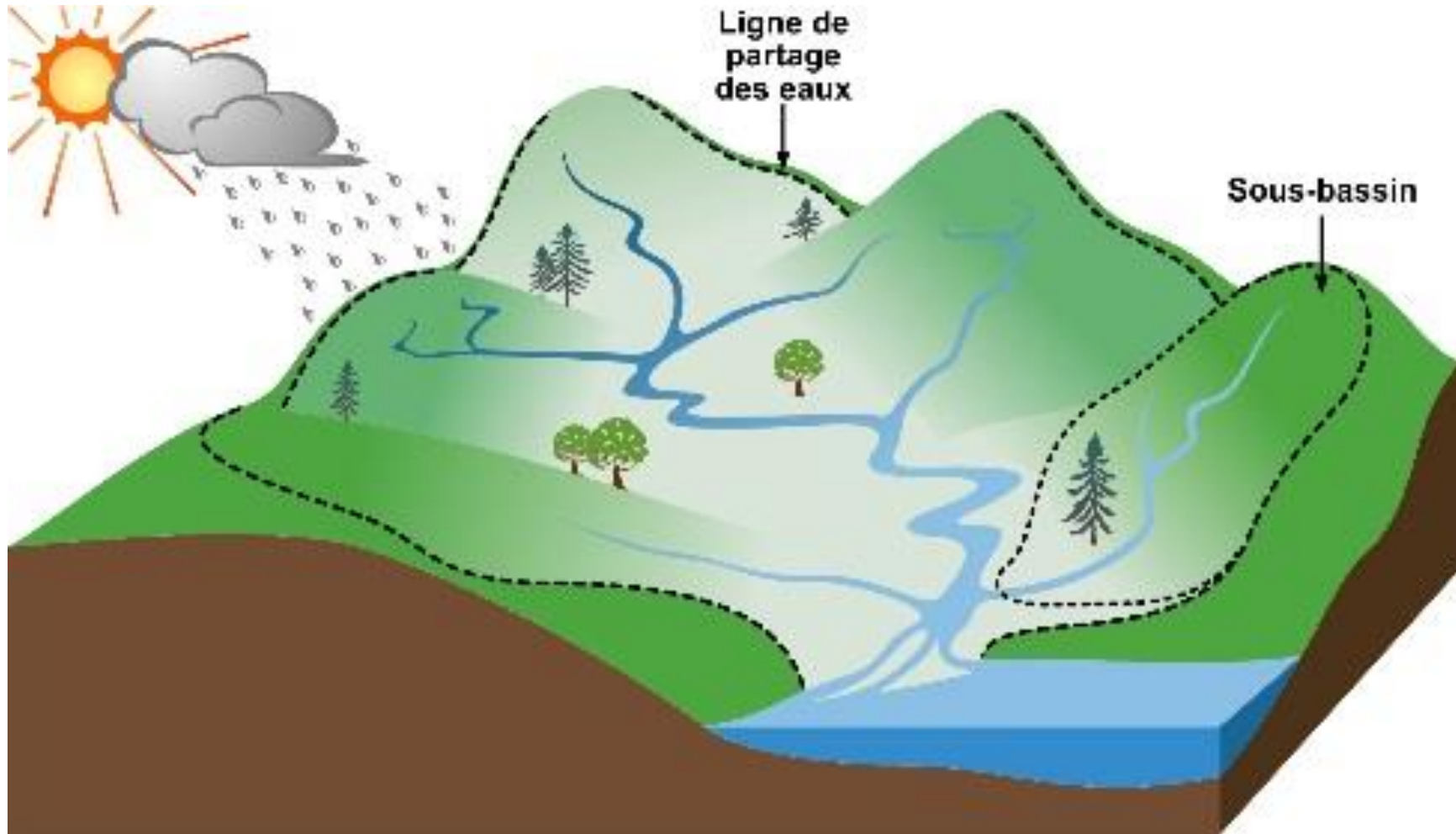


Le grand cycle de l'eau



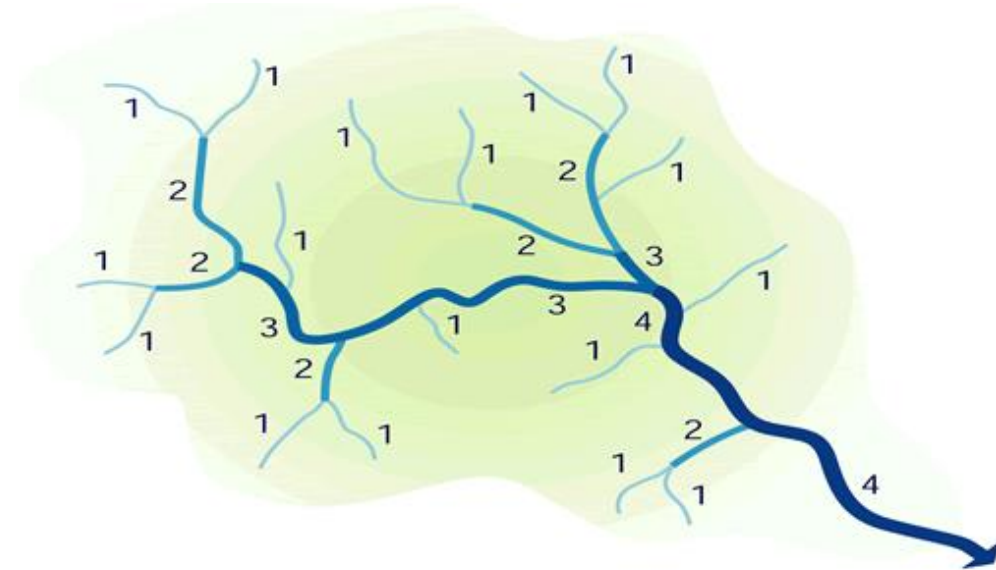
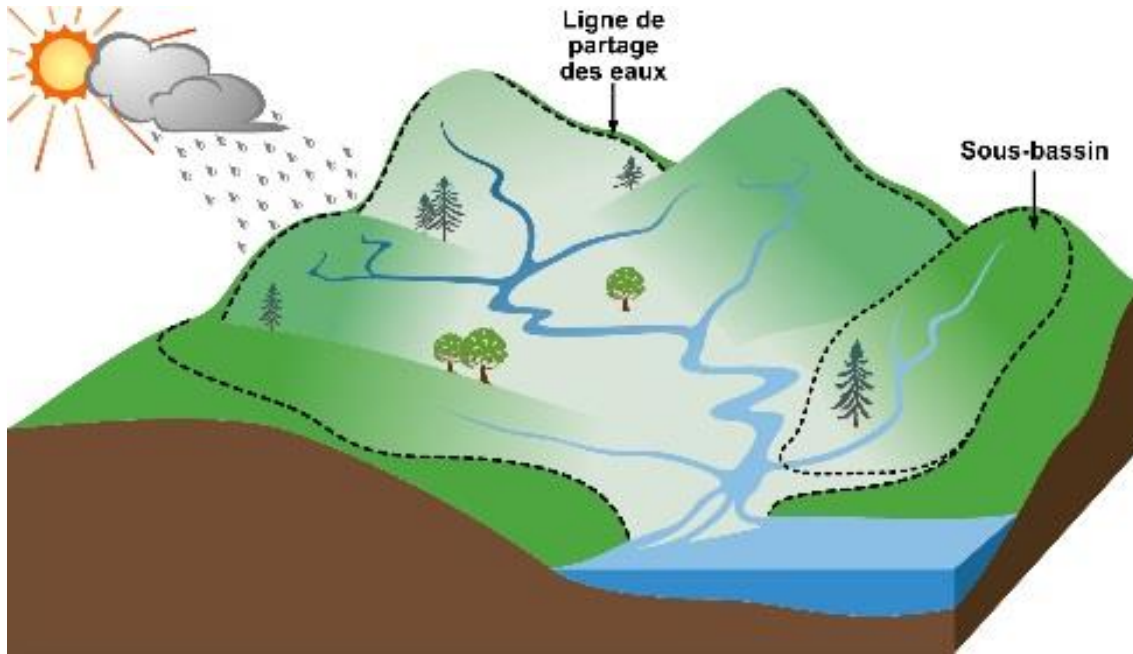
Le bassin versant

● **Le bassin versant** : surface d'alimentation d'un cours d'eau, considérée à partir d'un exutoire (Eau France)



Les têtes de bassin versant

● Les têtes de bassin versant : les bassins versants des cours d'eau de rangs de Strahler 1 et 2



Le bassin versant



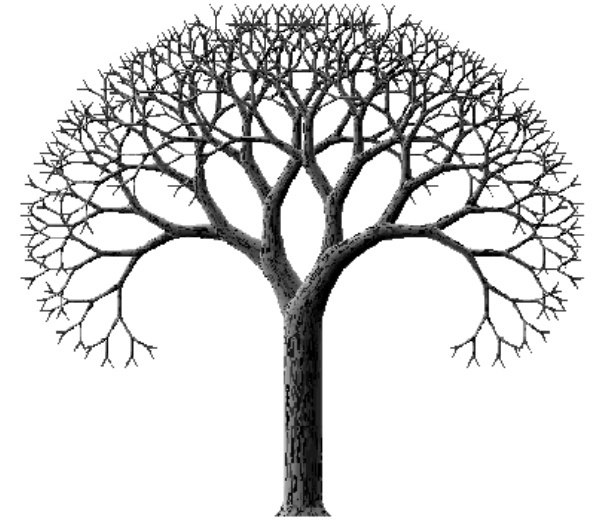
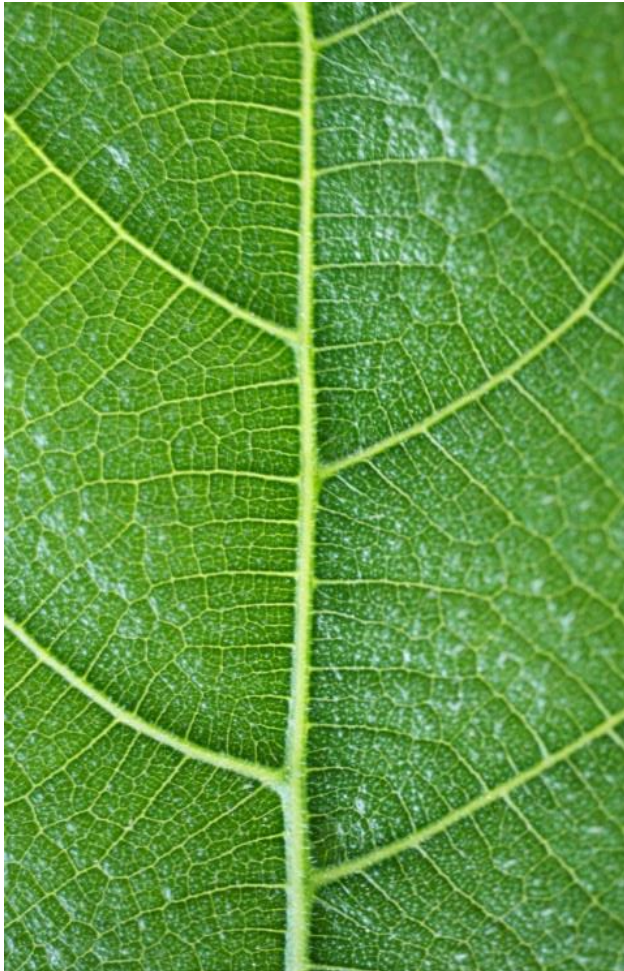
Quel pourcentage représente les cours d'eau en tête de bassin versant par rapport au linéaire total de cours d'eau ?

Les rangs de Strahler

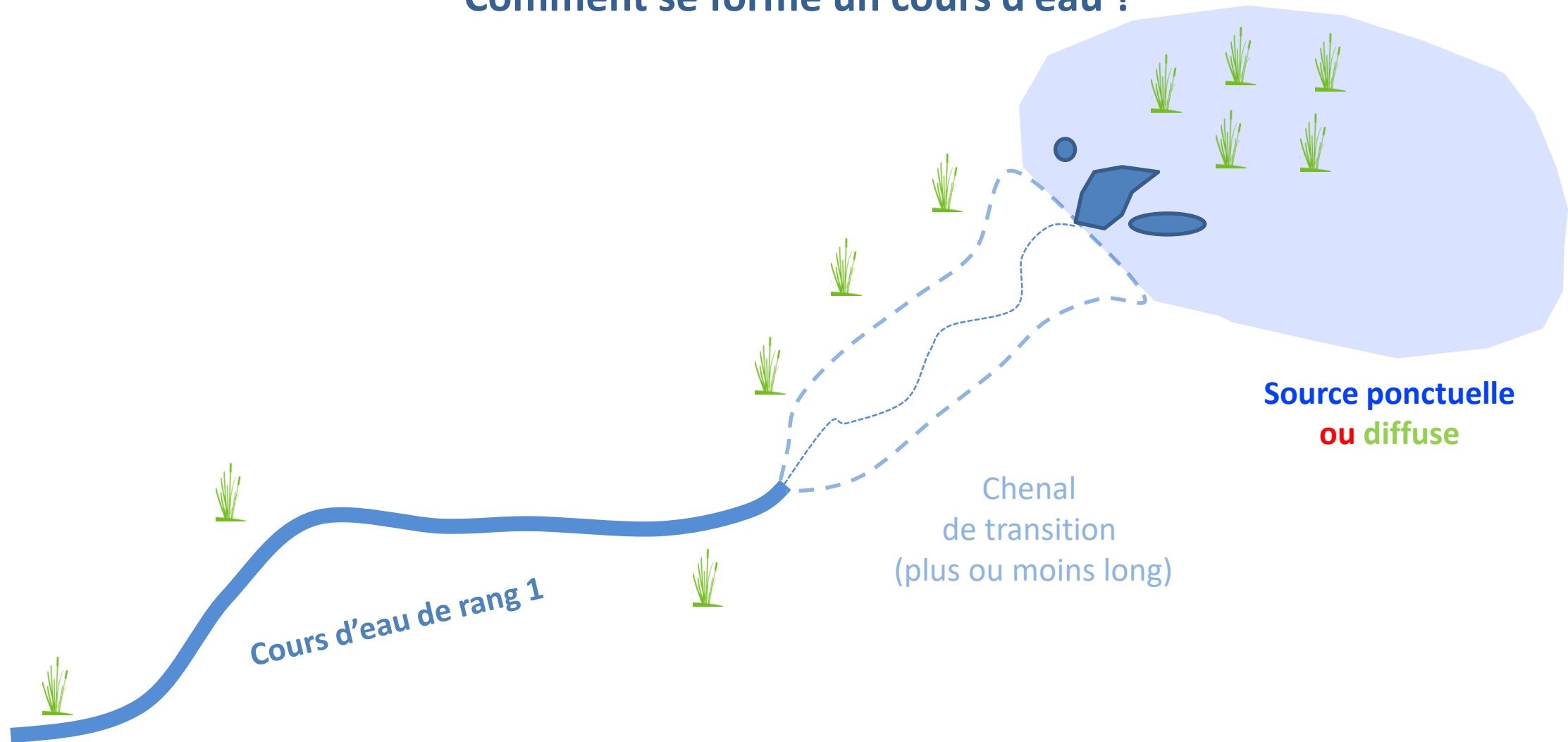
(Environmental Protection Agency, 2009*)

Les cours d'eau en tête de bassin versant

● **Les cours d'eau en tête de bassin représentent environ de 60 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)



Comment se forme un cours d'eau ?



● Lorsque les écoulements superficiels sont suffisamment concentrés pour produire de l'érosion et creuser un lit aux bordures distinctes (Mac Donald & Coe, 2007)

Rappels sur la définition du cours d'eau

● Définition du cours d'eau dans la loi biodiversité du 20 Juillet 2016

Art. L. 215-7-1 du CE : Constitue un cours d'eau un écoulement d'eaux courantes dans un **lit naturel à l'origine**, alimenté par **une source** et présentant un **débit suffisant la majeure partie de l'année**.

L'écoulement peut ne pas être permanent compte tenu des conditions hydrologiques et géologiques locales.

Cours d'eau



Cours d'eau
artificialisé



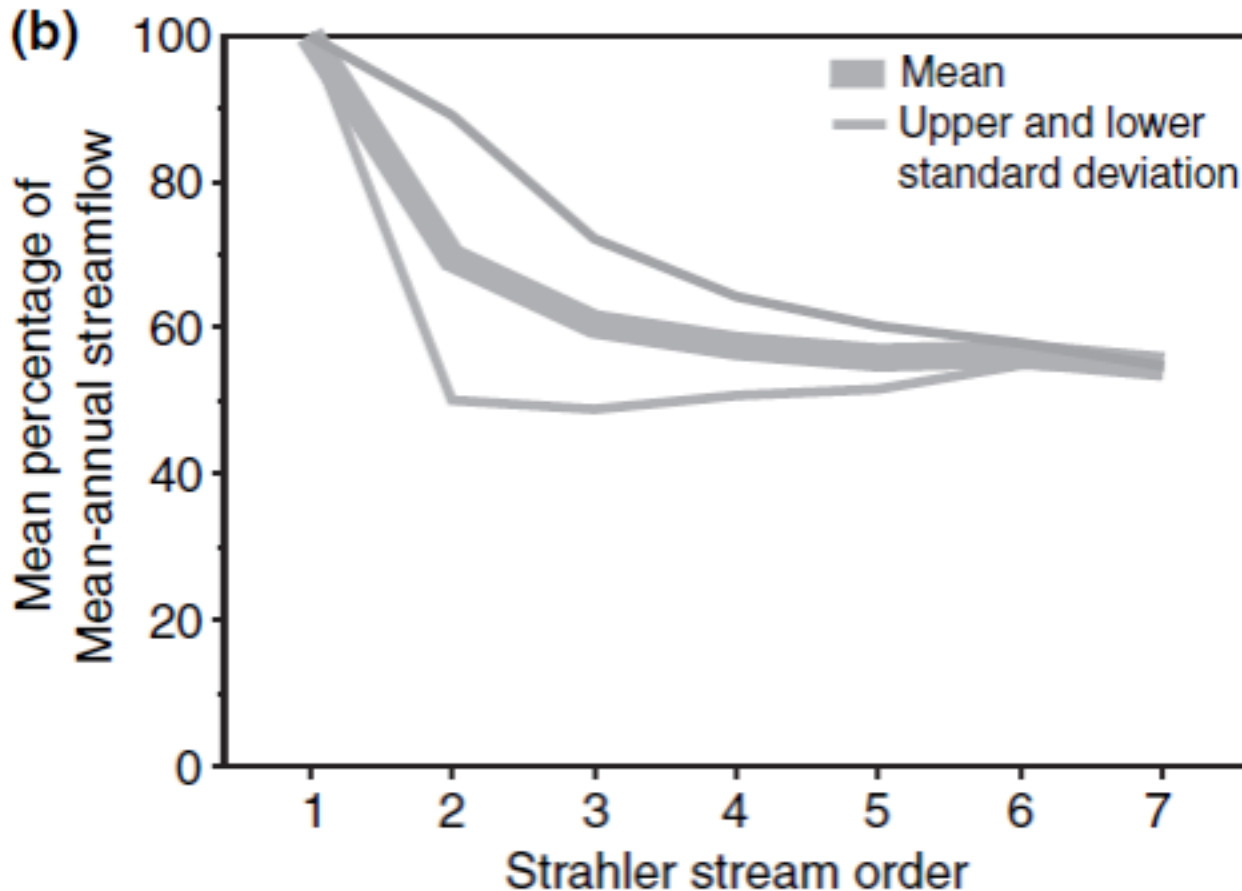
Fossé



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

Contributions des têtes de bassin aux débits en aval

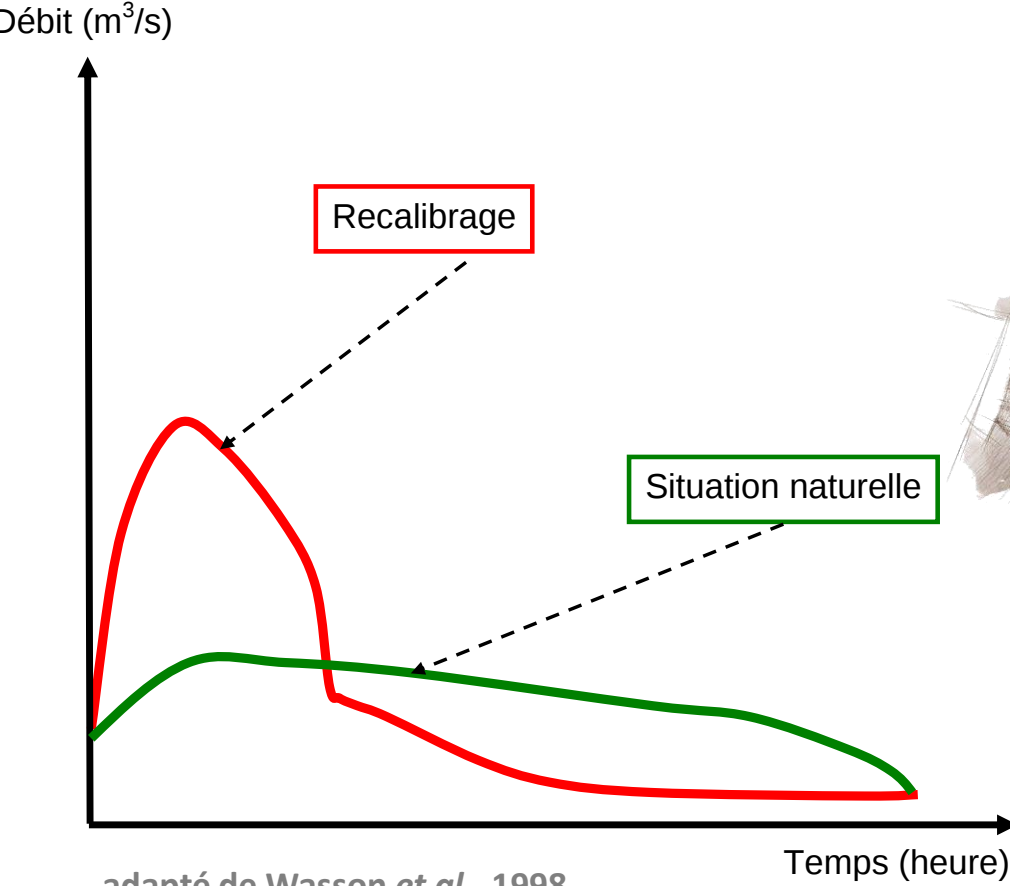
- ✓ Conditionnent quantitativement les ressources en eau de l'aval (Alexander *et al.*, 2007*)
- ✓ **50 à 70% de l'alimentation en eau des cours d'eau d'ordre supérieur** (ordre 3 à 7) provient des têtes de bassin versant d'ordre 1 et 2 (Alexander *et al.*, 2007*)



« CAPITAL
hydrologique »

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

Cours d'eau



adapté de Wasson *et al.*, 1998



Zones humides

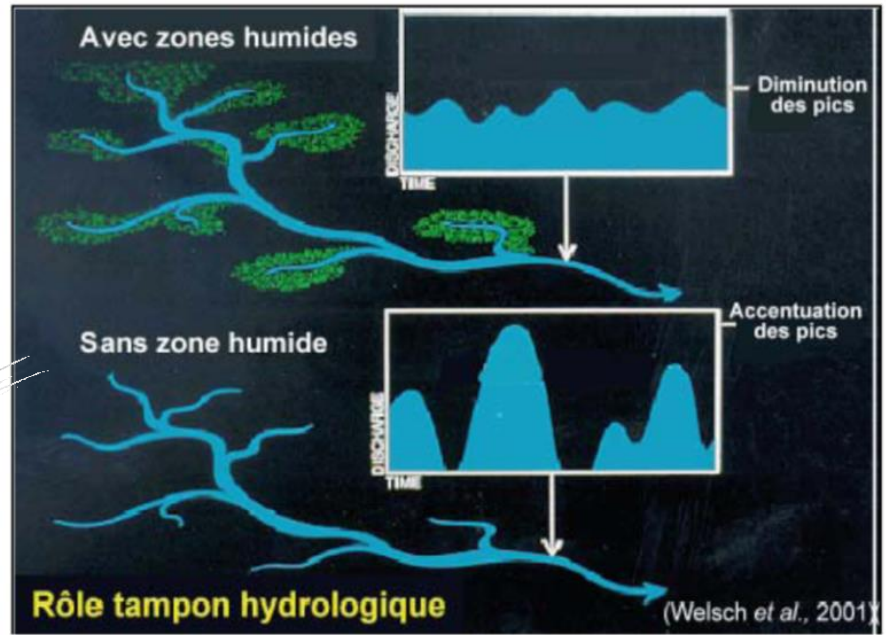


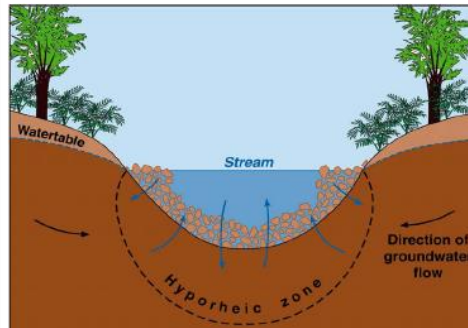
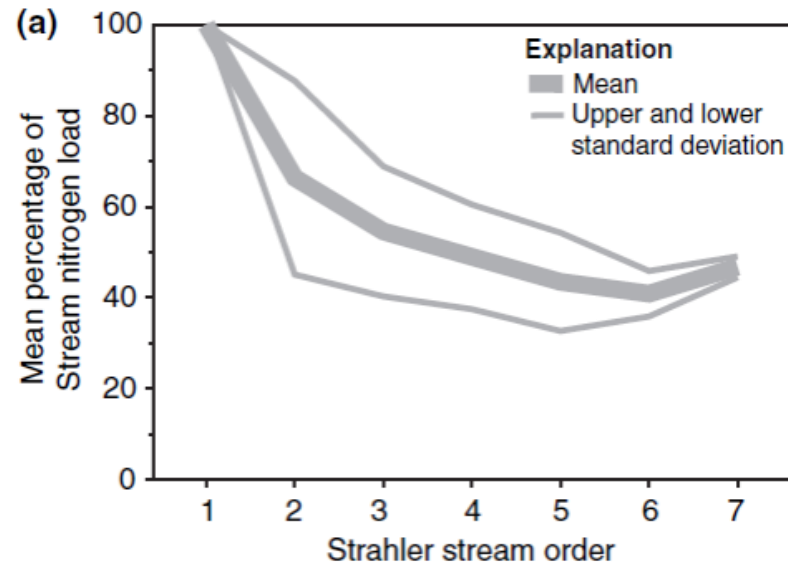
Fig. 2. Fonction hydrologiques des zones humides associées aux têtes de bassin versant. (Barnaud G., 2013)

La qualité physico-chimique de la ressource en eau

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

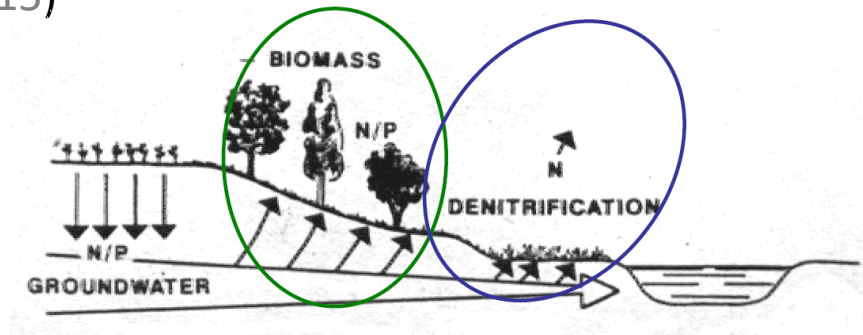
Cours d'eau en tête de bassin versant

- ✓ **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)



From Peterjohn & Correll, 1984

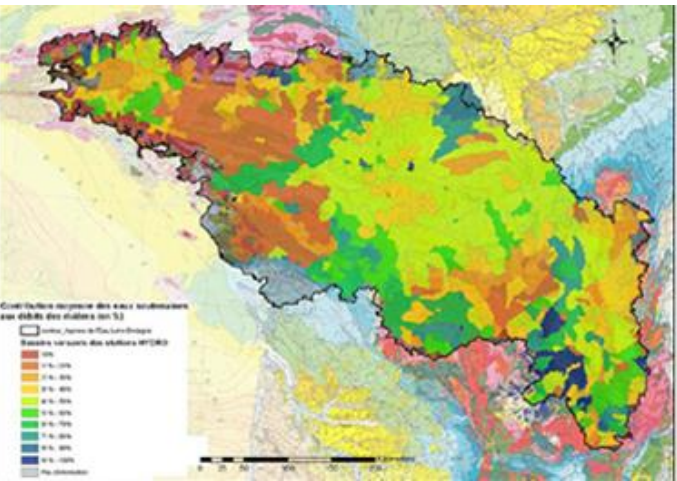
- ✓ **Principaux facteurs de la dénitrification**
 - de l'humidité / taux de saturation du sol
 - de la présence de nitrates
 - et de la présence de communautés microbiennes complètes (comm Abott, 2016)

Un réseau de cours d'eau et de zones humides extrêmement diversifié à l'échelle du bassin

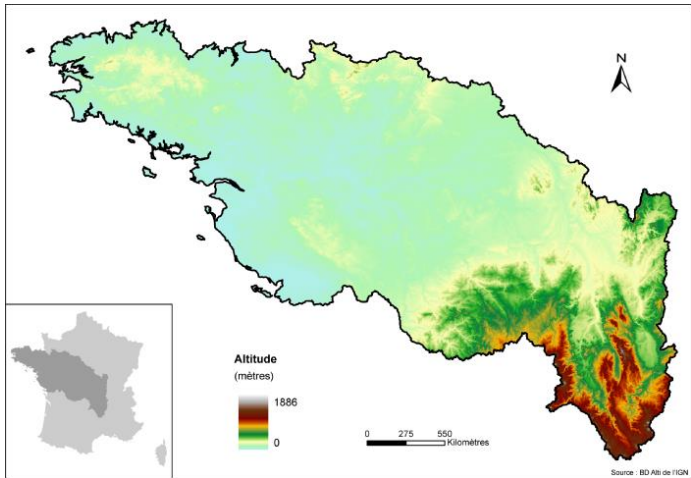
Climat



Géologie



Relief



**Pente élevée
de vallée**

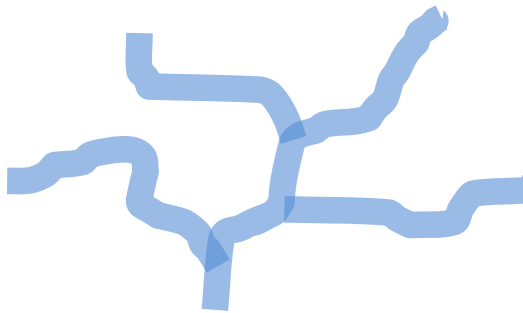


© LE BIHAN, 2013

**Pente faible de
vallée**



© LE BIHAN, 2010

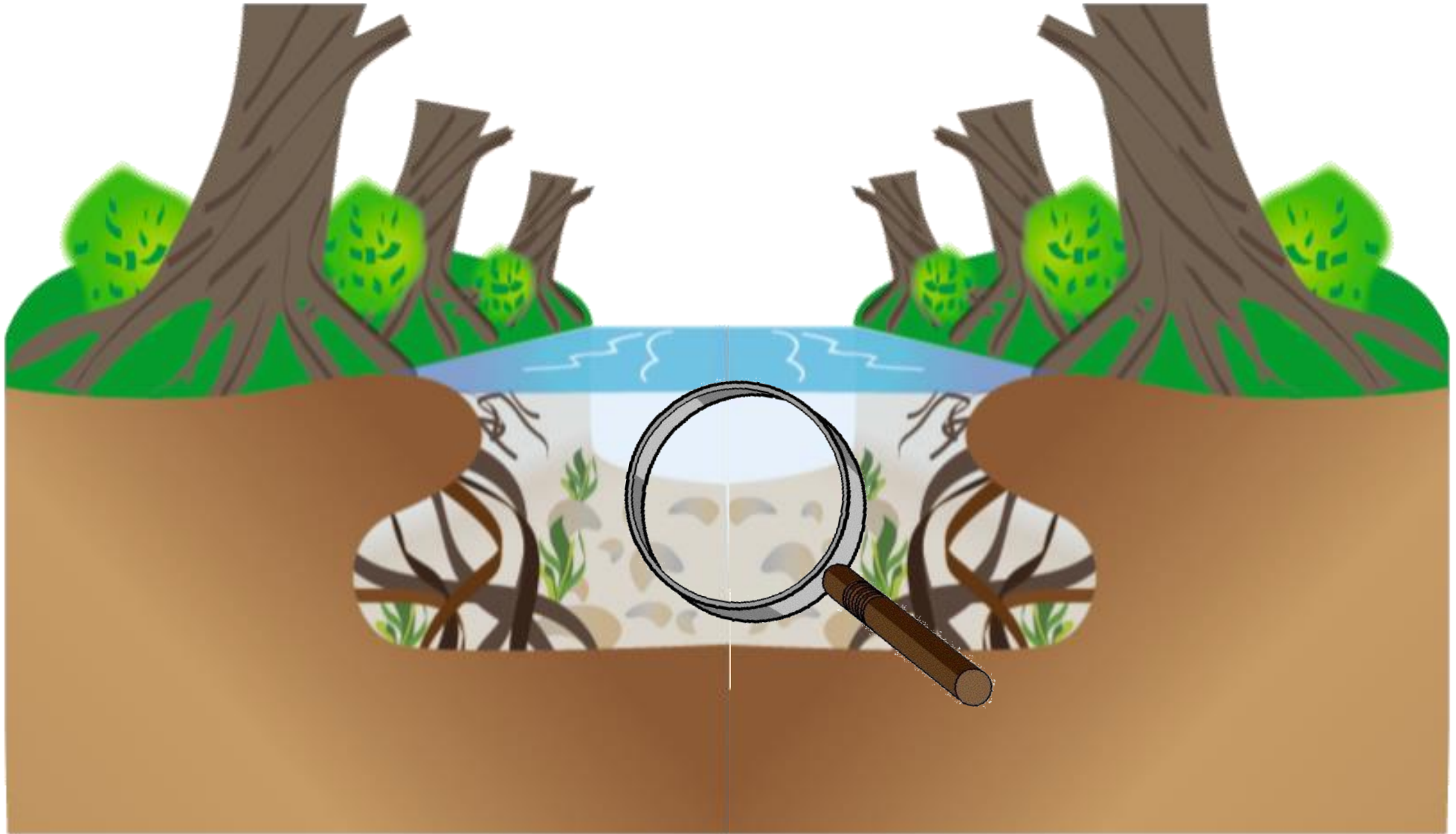


**Organisation
du réseau extrêmement
variée** (linéaire de cours
d'eau et superficie des zones
humides)

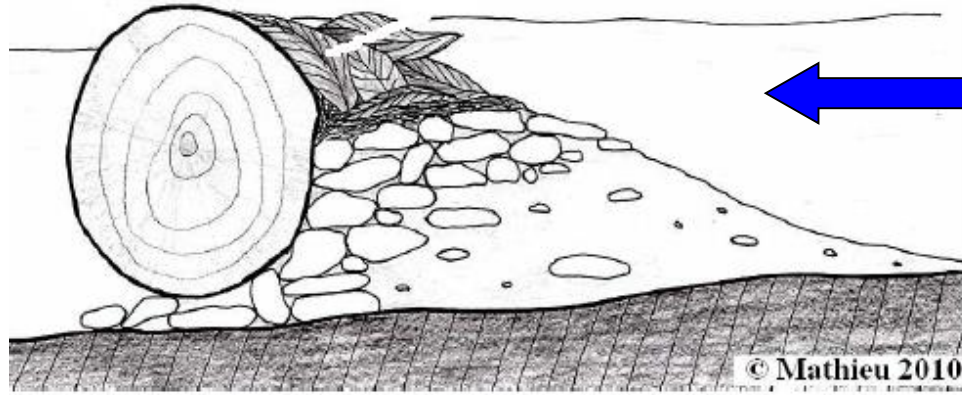


**Diversité importante des
habitats**

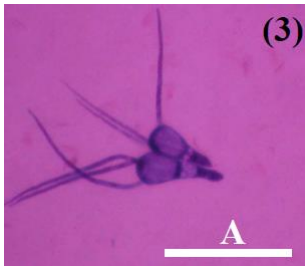
Quel est le carburant de la fonctionnalité biologique des cours d'eau en TBV ?



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



Une équipe de choc spécialisée dans la dégradation !!



Champignons

+



Invertébrés

+



Bactéries

=

95 %
de dégradation

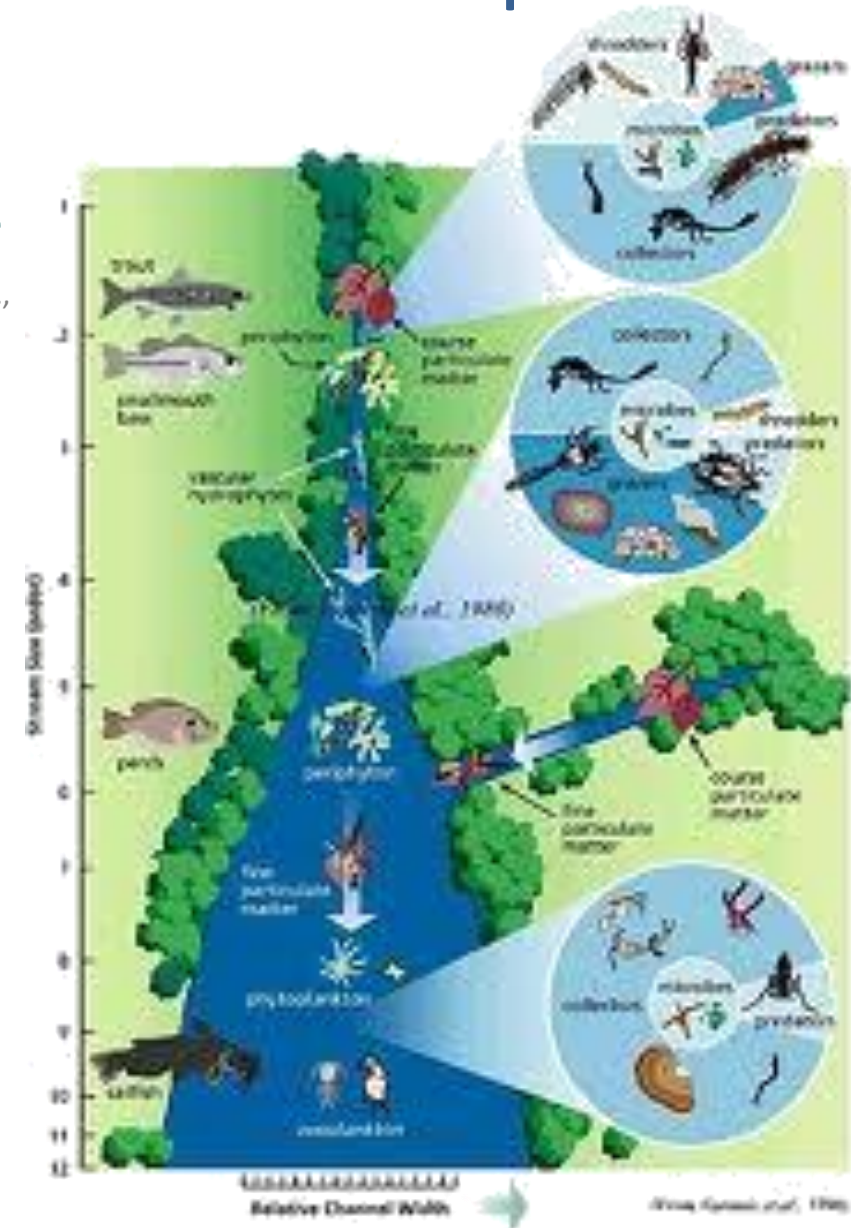
Le lien biologique amont - aval : « Le River Continuum Concept »

● Dans les climats tempérés, les cours d'eau en tête de bassin sont **généralement des écosystèmes basés sur la dégradation de la matière organique naturelle avec une productivité primaire très limitée** (Wallace *et al.*, 1999 in Peterman *et al.*, 2008 ; Gomi *et al.*, 2002).

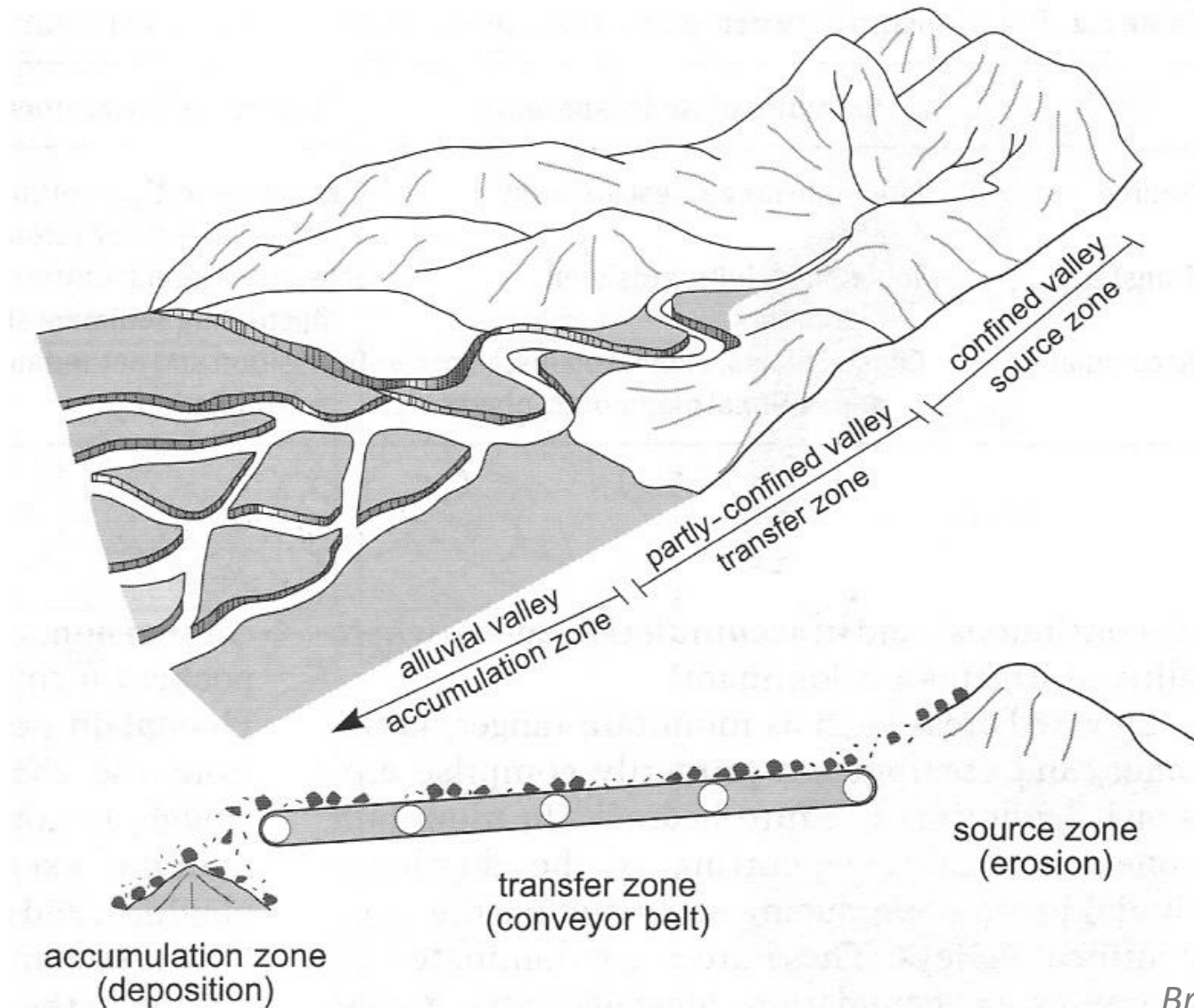
● Les têtes de BV, « usines à dégrader de la matière organique naturelle » (MO)

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

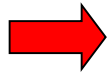
✓ MO fine assimilée par les collecteurs qui augmentent avec les rangs (Baetidae, Simuliidae...)



La continuité sédimentaire : transport solide de l'amont vers l'aval



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



Evolution de la physico-chimie :

- ✓ **gradient +** : T°(+) - débit - largeur - profondeur- trophie....
- ✓ **gradient -** : pente (vitesse) - granulo - oxygène ...

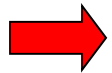


truite brune - *Salmo trutta*



Cyprinus carpio

Lien Terre - Mer



Evolution de la faune : + richesse en espèces

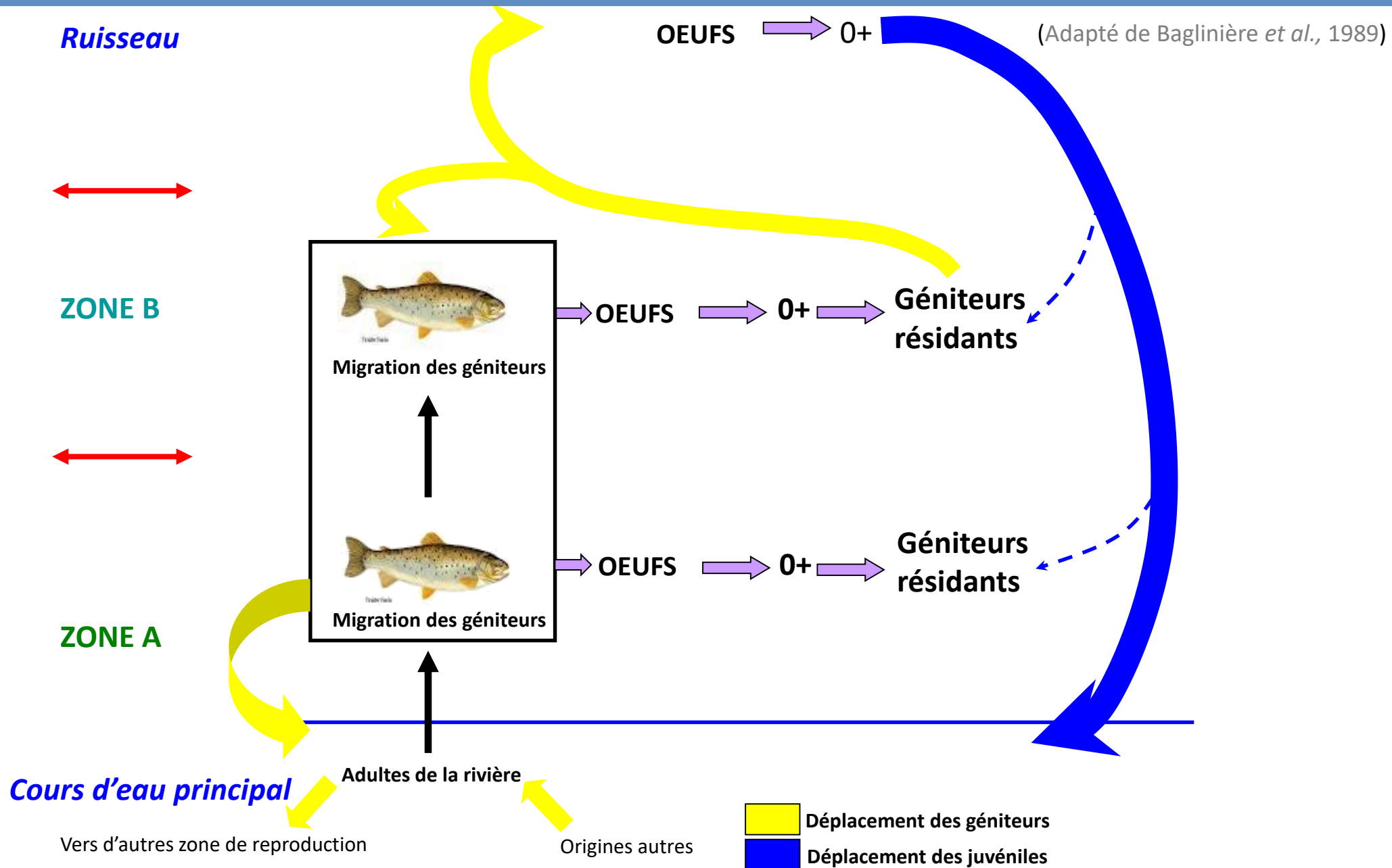
Reyjol, 2011

En tête de bassin versant : des espèces endémiques et emblématiques



- **Présence d'espèces endémiques à ces milieux** (Meyer *et al.*, 2007^{*a & 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*)





Les espèces ont besoin de monter et descendre au sein du réseau de cours d'eau

3 types de migration



Catamodrome : (ex : anguille)

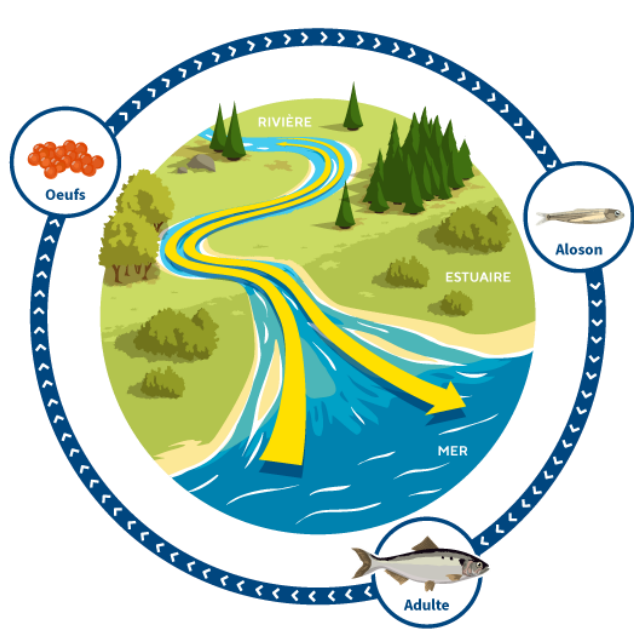


Anadrome : (ex : truite de mer)

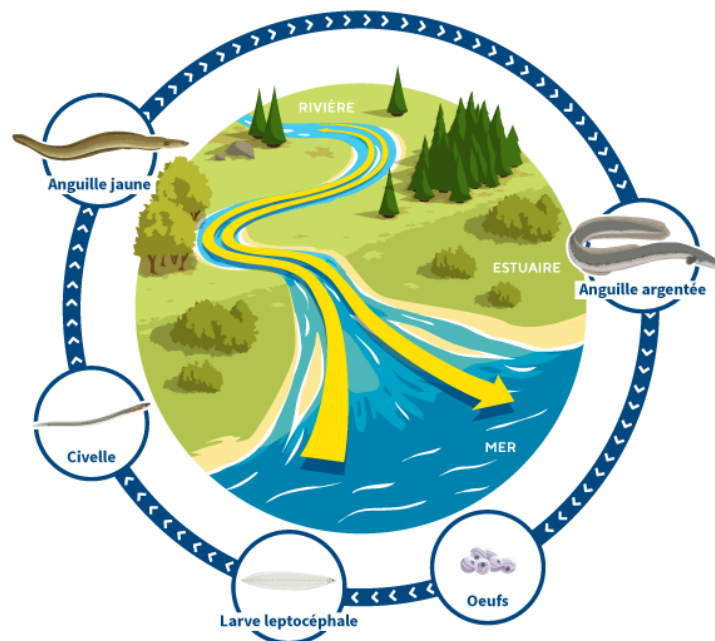


Potadrome (ex : truite de rivière, chabot...)

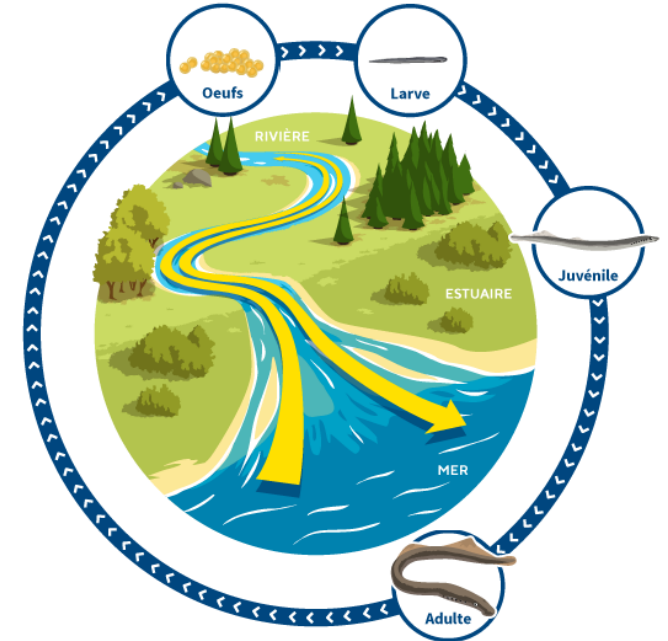
Des exigences différentes selon les espèces (<https://ponapomi.afbiodiversite.fr/>)



grande alose



anguille



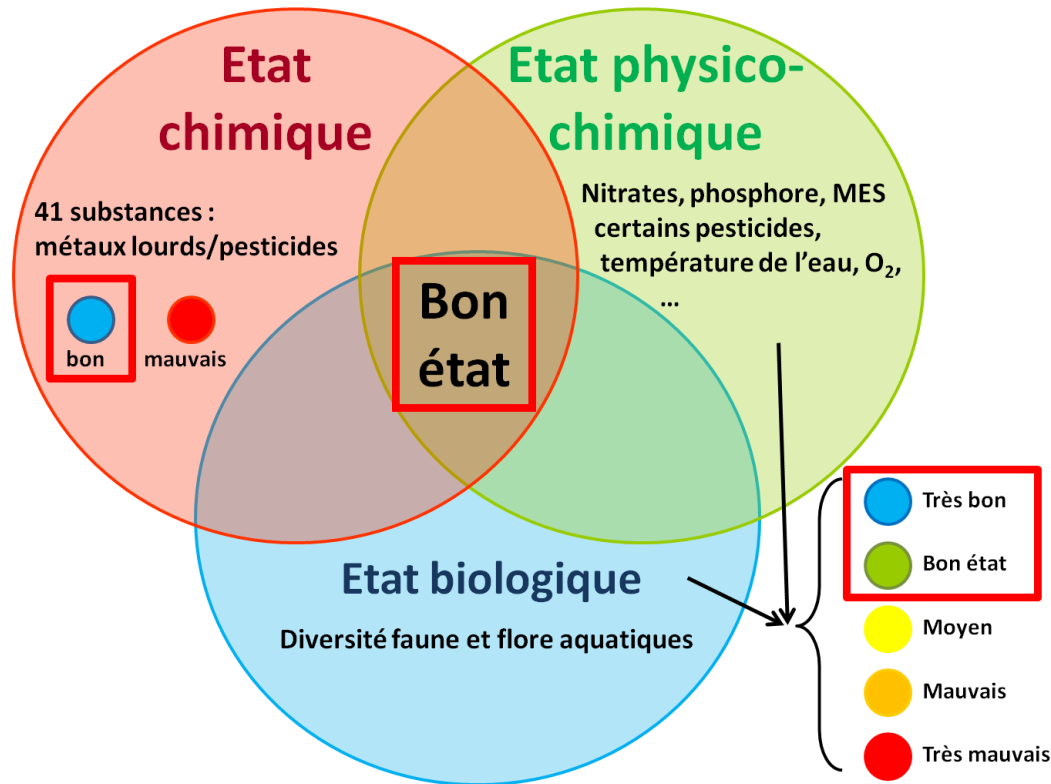
lamproie marine

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

AUX ENJEUX DE QUALITE ET QUANTITE DE LA RESSOURCE



AUX ENJEUX DE LA BIODIVERSITE



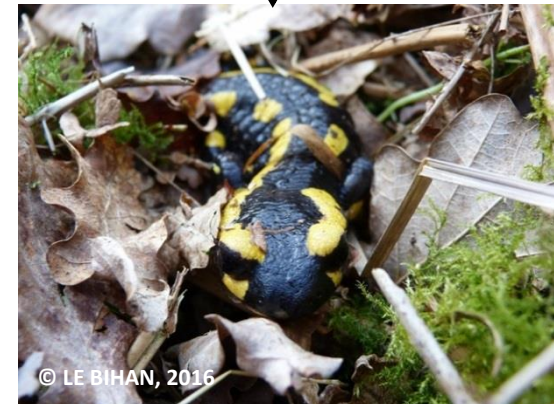
© LE BIHAN, 2016

habitats



© LE BIHAN, 2016

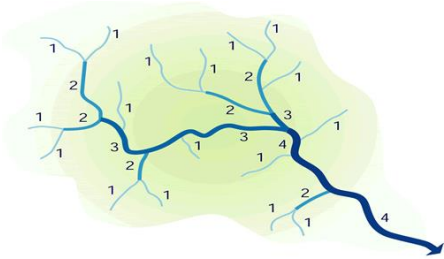
connectivité



© LE BIHAN, 2016

espèces

Synthèse des points clés



Définition

Bassin versant des rangs de Strahler 1 et 2



La biodiversité du bassin versant

Espèces endémiques

Zones de frayères, refuges

Alimentation du bassin versant



L'hydrologie du bassin versant

60% du volume d'eau du bassin versant,

Atténuation des crues, des étiages



La qualité de l'eau

Caractéristiques physico-chimiques

Capacités d'autoépuration

En Bretagne, les cours d'eau sont-ils en bon état ?



La fonctionnalité des milieux aquatiques



Haies / Forêts

Un peu à la manière des **poumons**, les haies et les forêts sont le lien entre l'atmosphère et le sol. Elles jouent un rôle majeur pour la biodiversité, la régulation des débits, la lutte contre l'érosion des sols...



Milieux humides

Sont des espaces sensibles qui tels les **reins** jouent un rôle de filtration et de régulation du cycle de l'eau, ce qui améliore la qualité de l'eau et contribue au renouvellement des eaux souterraines.



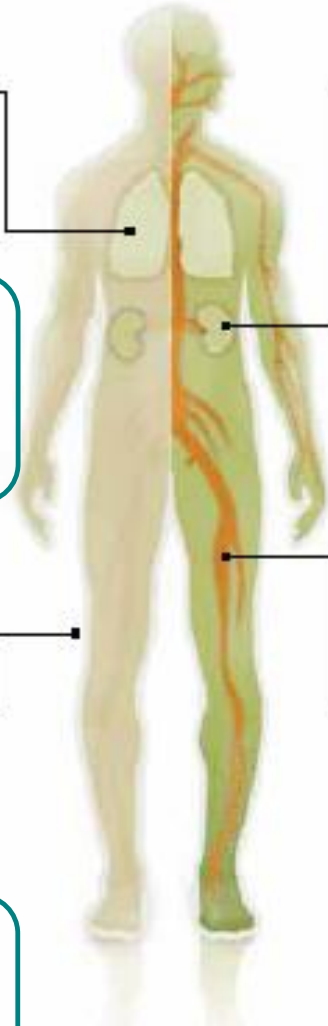
Bande riveraine

D'une façon semblable à la **peau**, la bande riveraine assure une protection entre le bassin versant et le cours d'eau. Elle permet de retenir non seulement le sol mais aussi une bonne partie des polluants dissous dans l'eau de ruissellement.



Cours d'eau

Forment les **veines et les artères** nécessaires à la circulation de l'eau, des sédiments et des organismes vivants. Leur préservation est essentielle au maintien de la qualité de l'eau et à la préservation de leur richesse biologique.

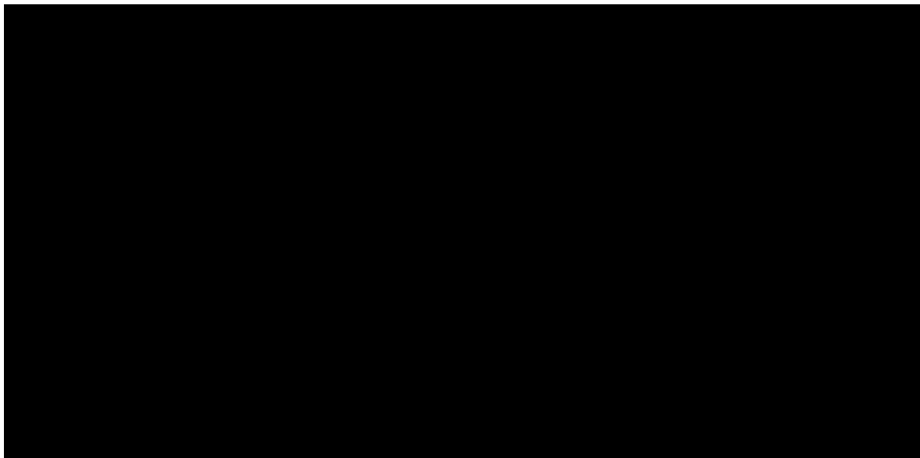


Des milieux aquatiques hérités de plusieurs siècles d'aménagements

● Les premiers travaux d'assèchement de zones humides, de recalibrage de cours d'eau datent de l'antiquité.



● Une accélération à marche forcée de l'artificialisation des milieux.

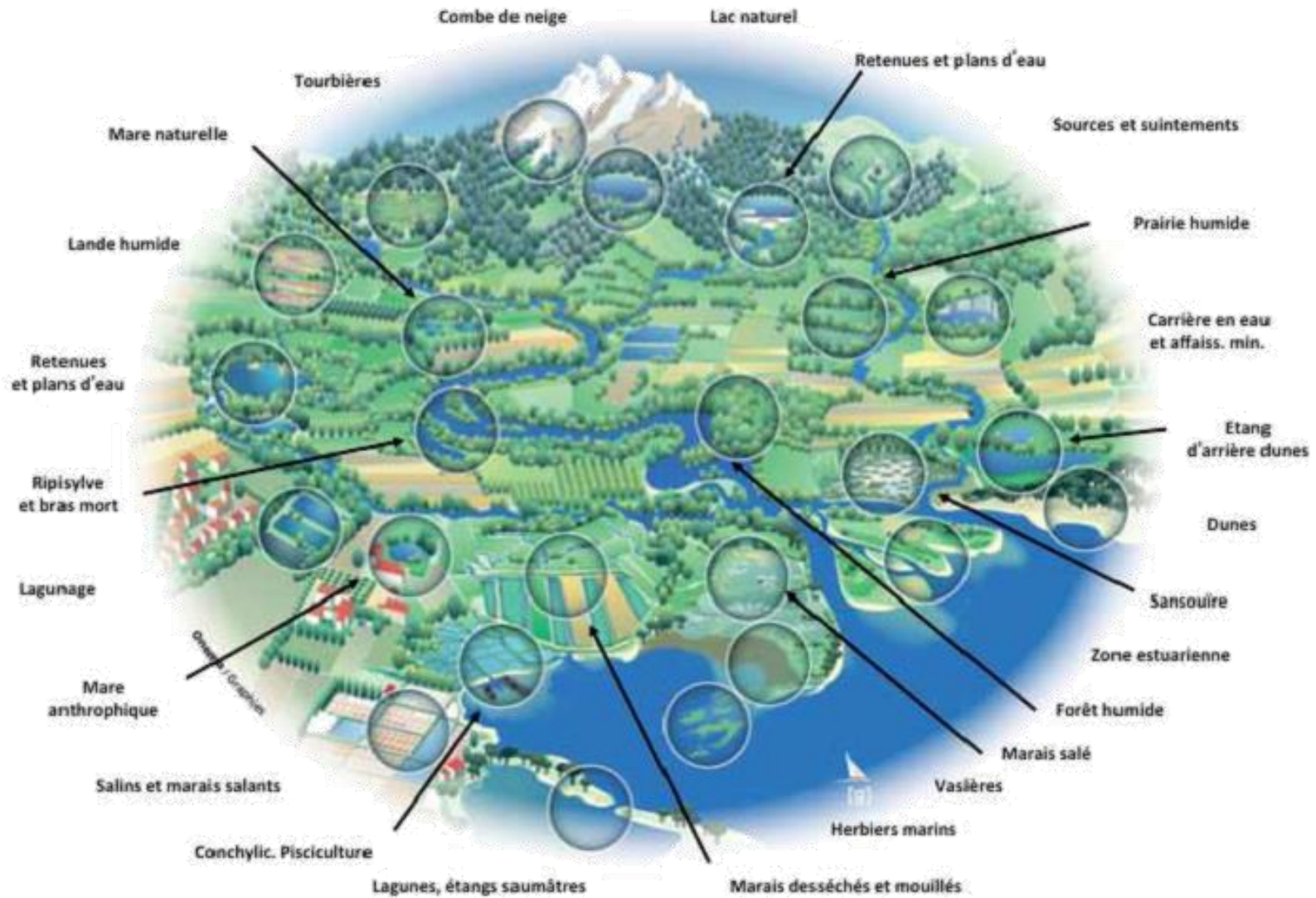


L'exemple des grands barrages
(Sherbinin & Lehner, 2012*)

Un constat similaire sur l'accélération de la **disparition des zones humides**,
de la **chenalisation des cours d'eau**, de l'**enterrement des cours d'eau**,
de la **dégradation du bocage...**

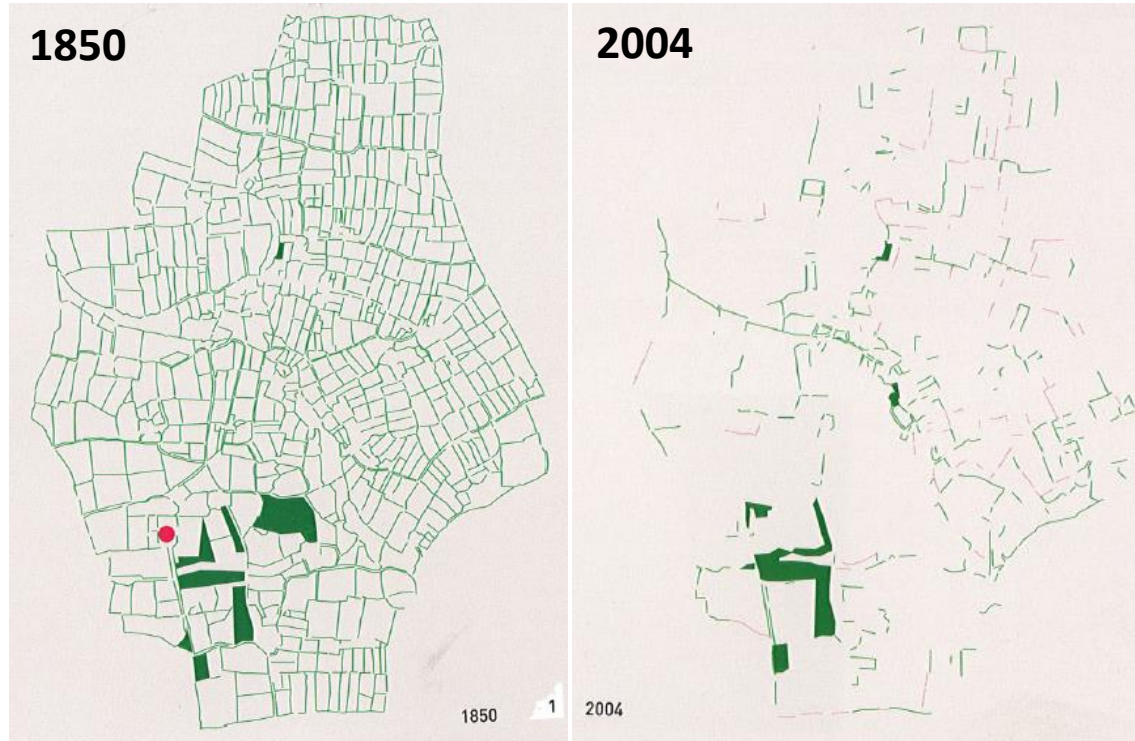
Impacts sur les zones humides

● En France, destruction de 67 % des zones humides depuis le début du 20^{ème} siècle dont la moitié en 30 ans sur la période 1960-1990 (CIEPP, 1994)



Impacts sur le bocage

- En France, plus de 800 000 km de haies ont été détruites entre 1945 et 1983 à la suite de remembrement (Philippe & Polombo, 2010).



Exemple de Parthenay de Bretagne (35)

Bardel et al., 2008



Dans quels états sont les milieux aquatiques ?

● Des masses d'eau présentant des états très variés : Du **très bon état écologique** au **mauvais état écologique**...

Cours d'eau

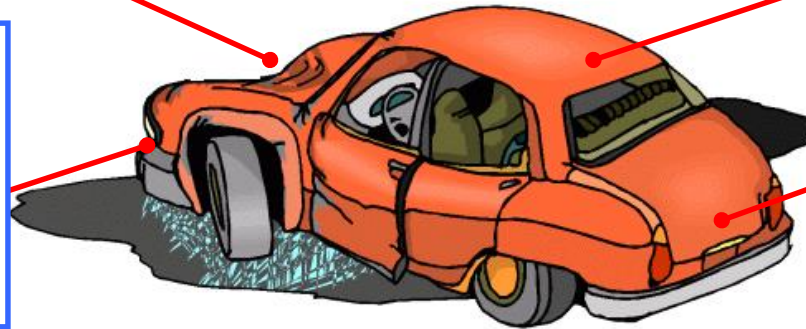
- Plus de 90 % des cours d'eau recalibrés dans certains départements (Colin, 2015)
- Plus de 110 000 obstacles à la continuité en France (ROE, 2025), nombreux obstacles en TBV non recensés

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

Définition du bon état

Mauvais état

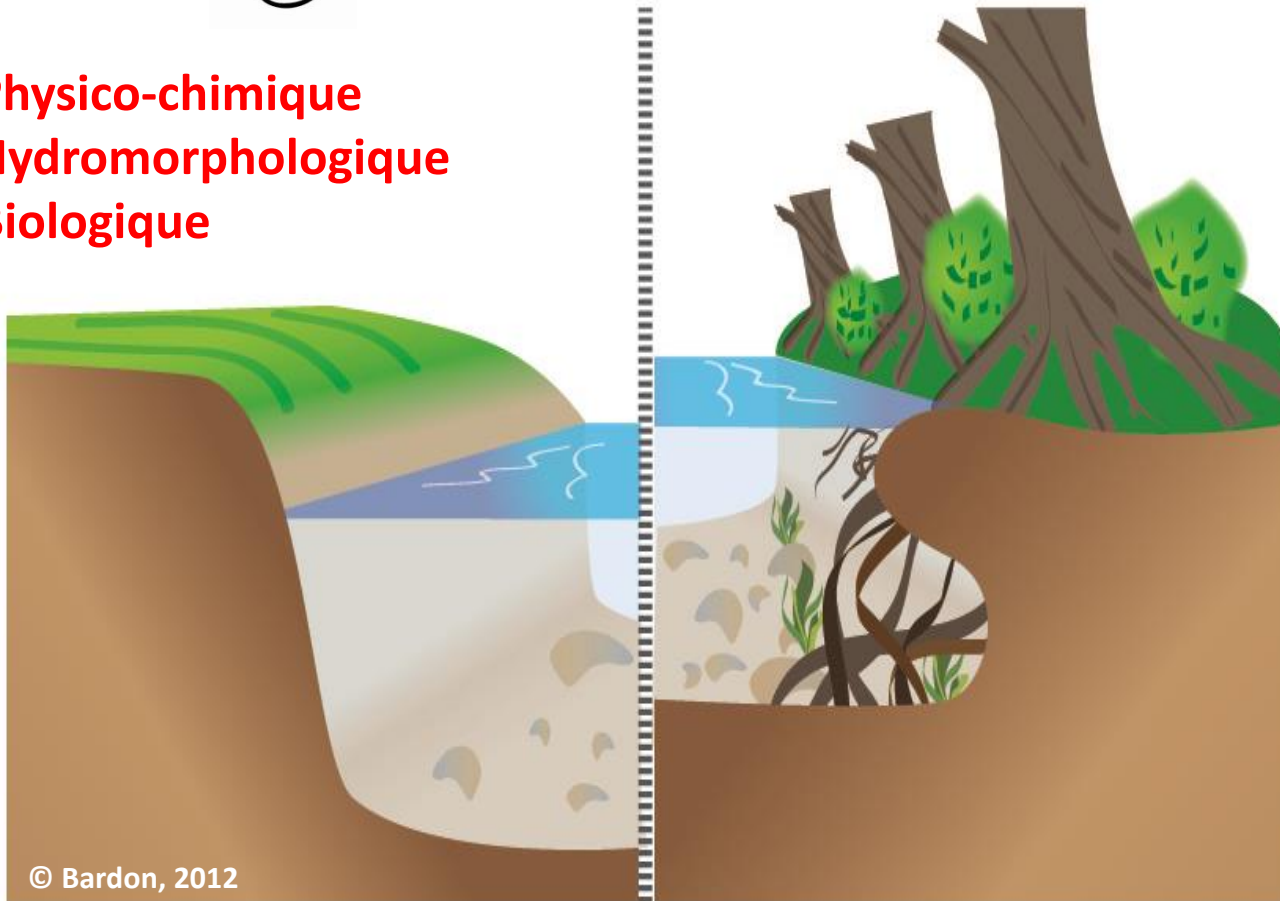


- ✓ Physico-chimique
- ✓ Hydromorphologique
- ✓ Biologique

Bon état



- ✓ Physico-chimique
- ✓ Hydromorphologique
- ✓ Biologique



Définition du bon état

Mauvais état



- ✓ Physico-chimique
- ✓ Hydromorphologique
- ✓ Biologique

Ponctuelle
Impact limité



Faible auto-épuration
Faible résilience

**Mauvais état
écologique**

Bon état



- ✓ Physico-chimique
- ✓ Hydromorphologique
- ✓ Biologique

Ponctuelle
Impact limité

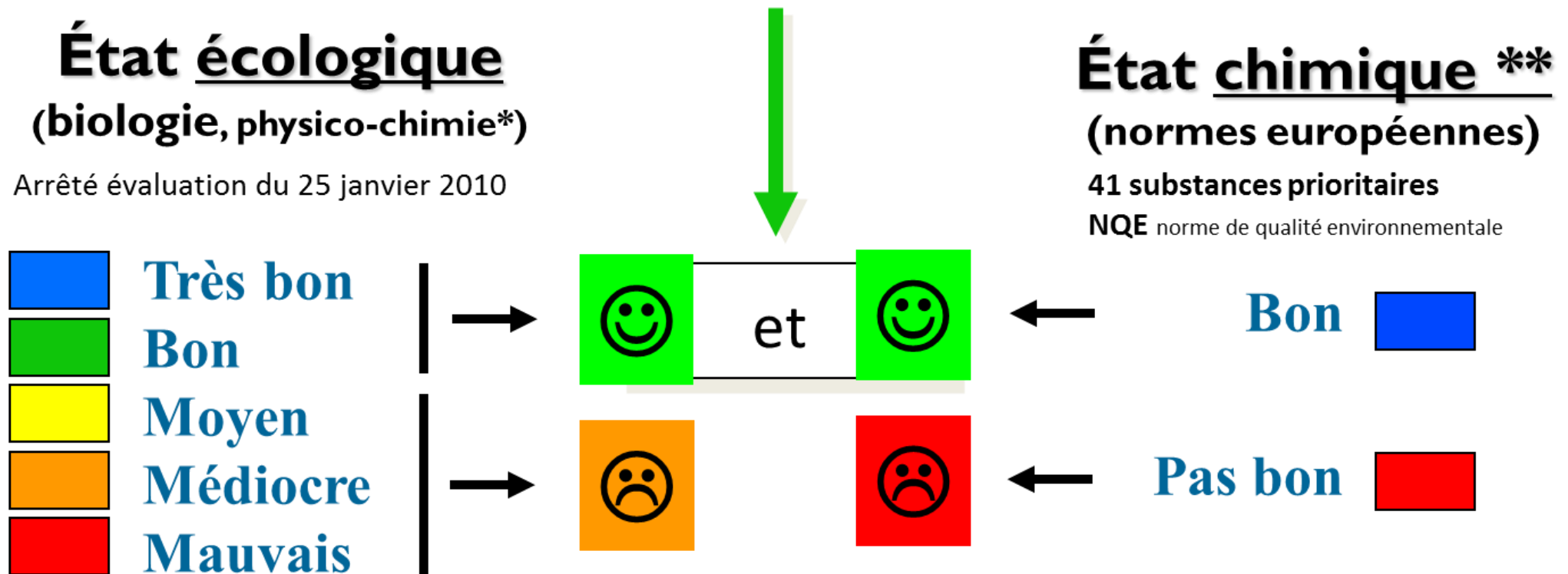


Bonne auto-épuration
Bonne résilience

**Bon état
écologique**

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.

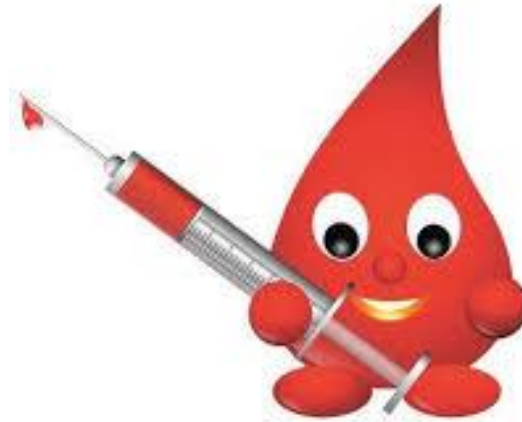
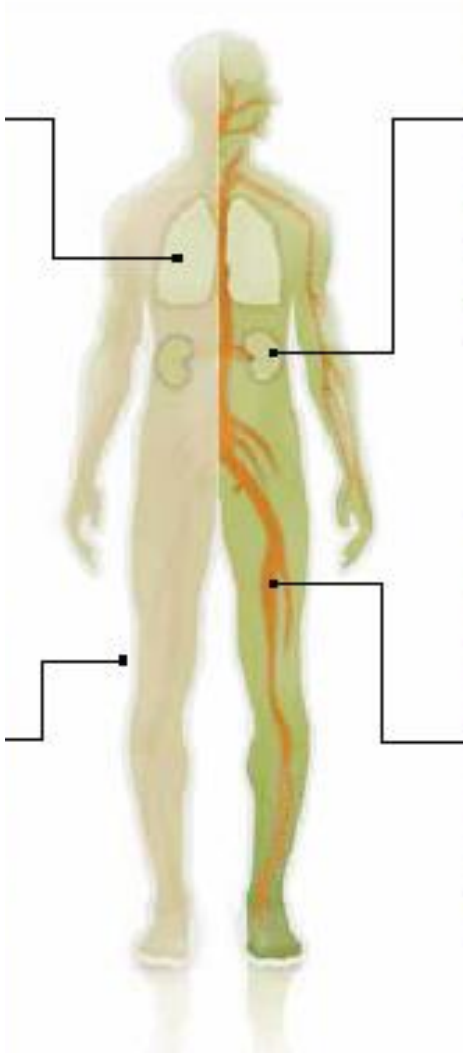


* Paramètres physico-chimiques généraux et polluants spécifiques de l'état écologique

** Écotoxicité et toxicité pour l'homme

Le choix d'une station représentative

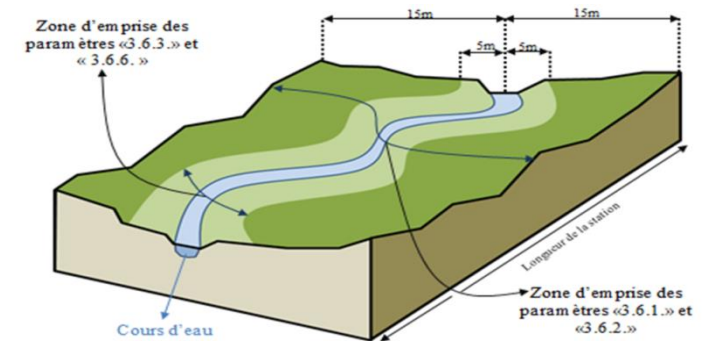
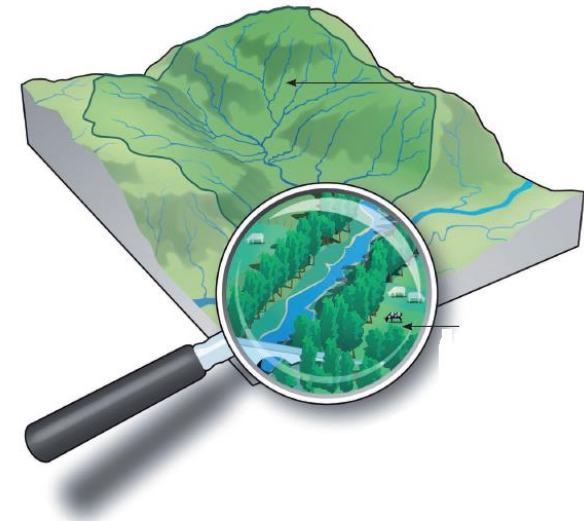
Ecosystème cours d'eau



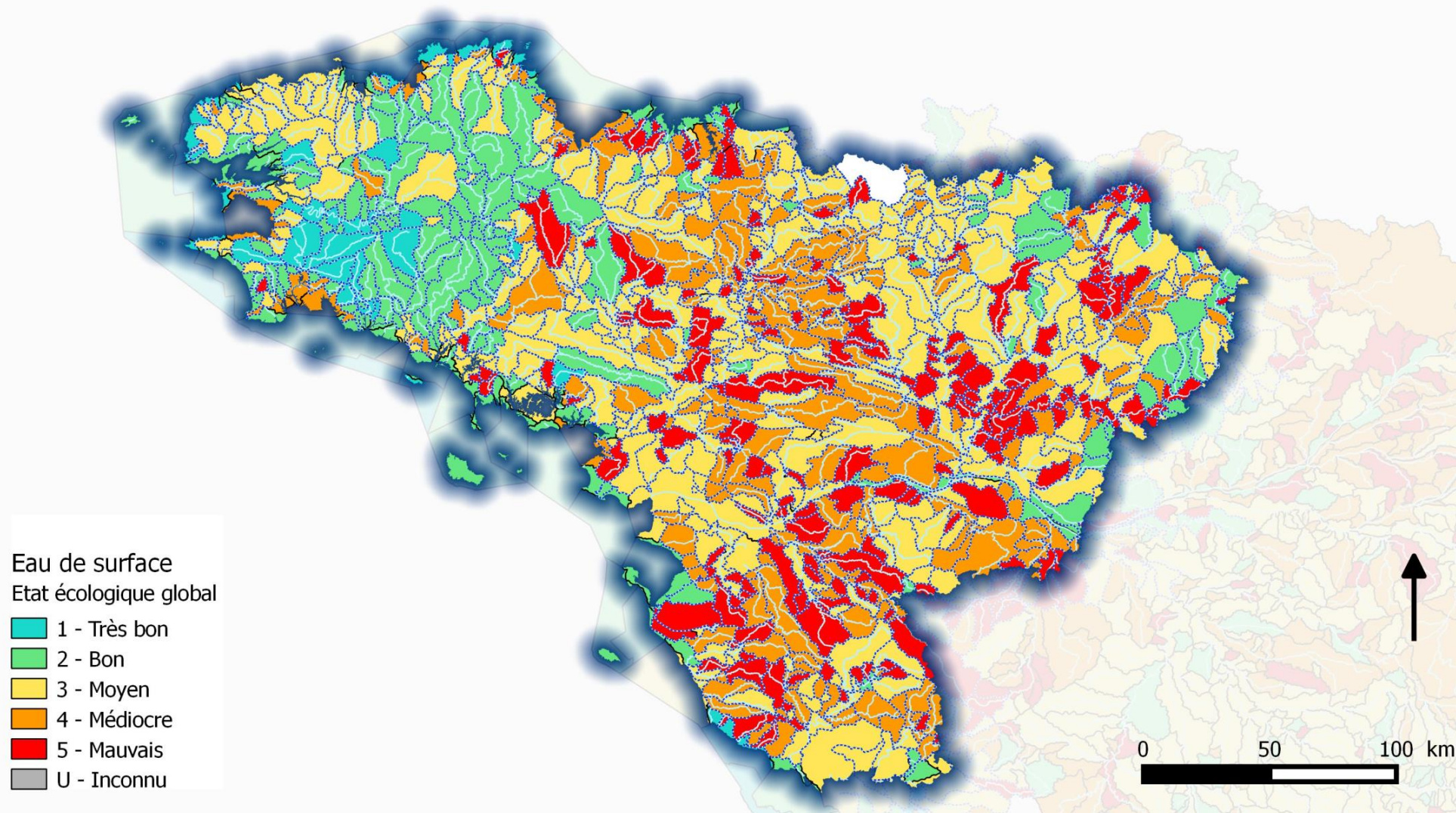
Echantillon

Poisson (IPR+)
Macroinvertébrés (I2M2)
Diatomées (IBD)
Macrophytes (IBMR)

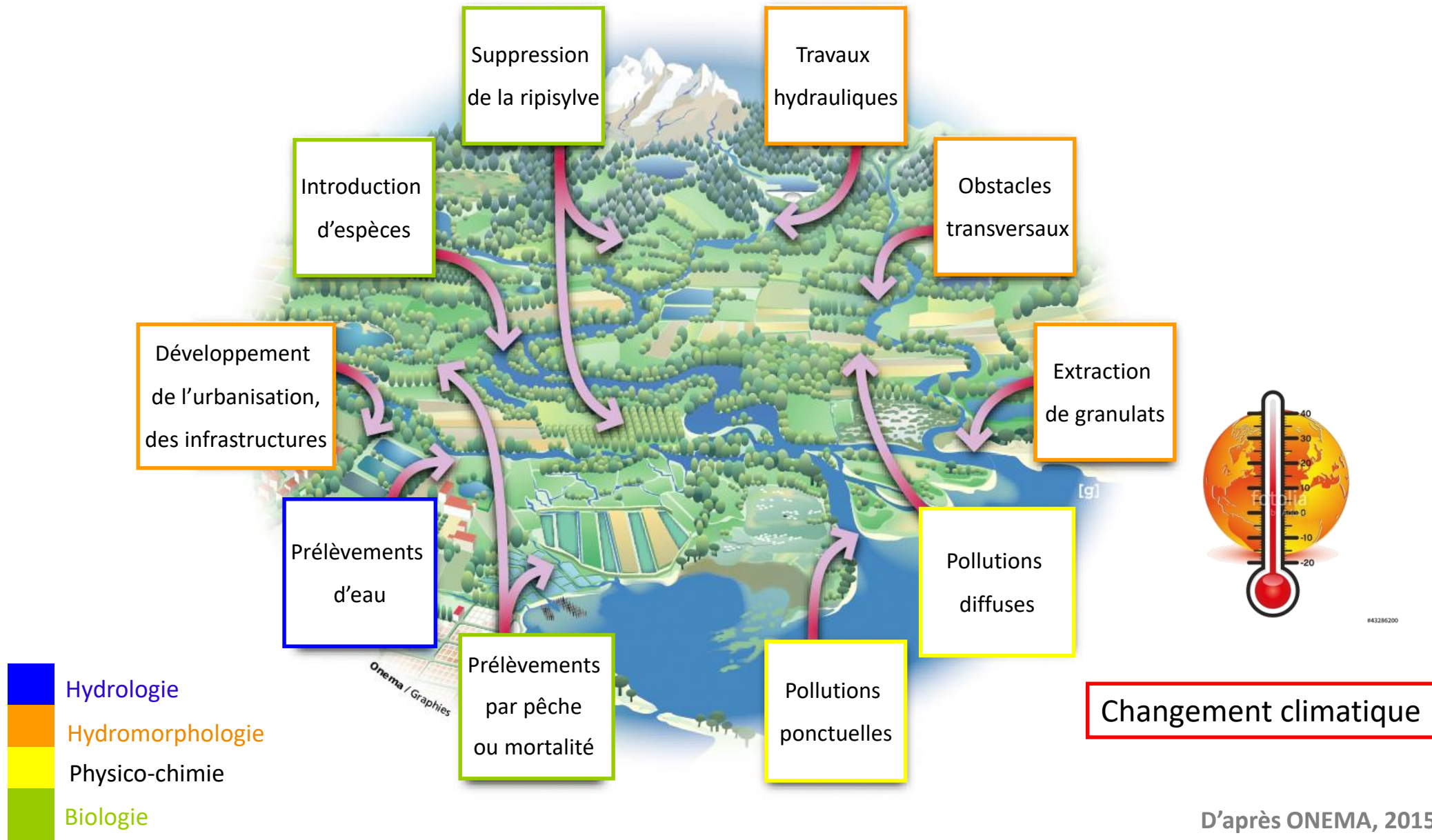
Zone d'étude représentative



Etat écologique des eaux de surface en Bretagne et Pays de la Loire
(données 2014-2015-2016)



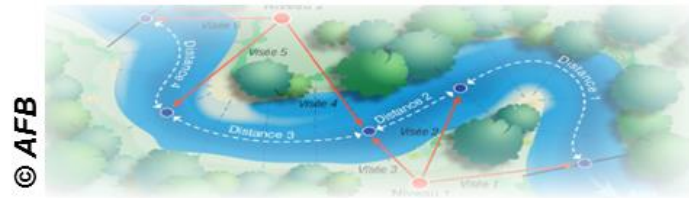
Les facteurs de dégradations de la qualité écologique des cours d'eau



Pourquoi restaurer les cours d'eau ?

- 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)

■ composantes physiques



■ composantes biologiques



■ fonctions

© MNHN



Résultats : des services écosystémiques non durables et altérés

Eau potable

Lutte contre les crues

Santé publique

Agriculture

Biodiversité

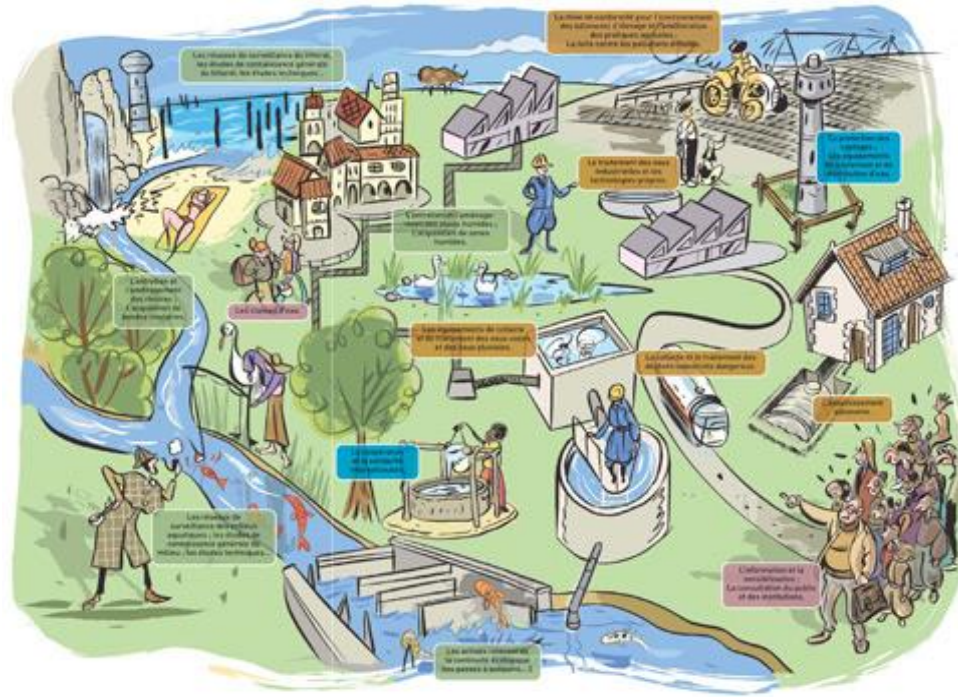
Pêche

Ressource pour l'industrie

Refroidissement pour l'industrie

Activité forestière

Loisirs aquatiques

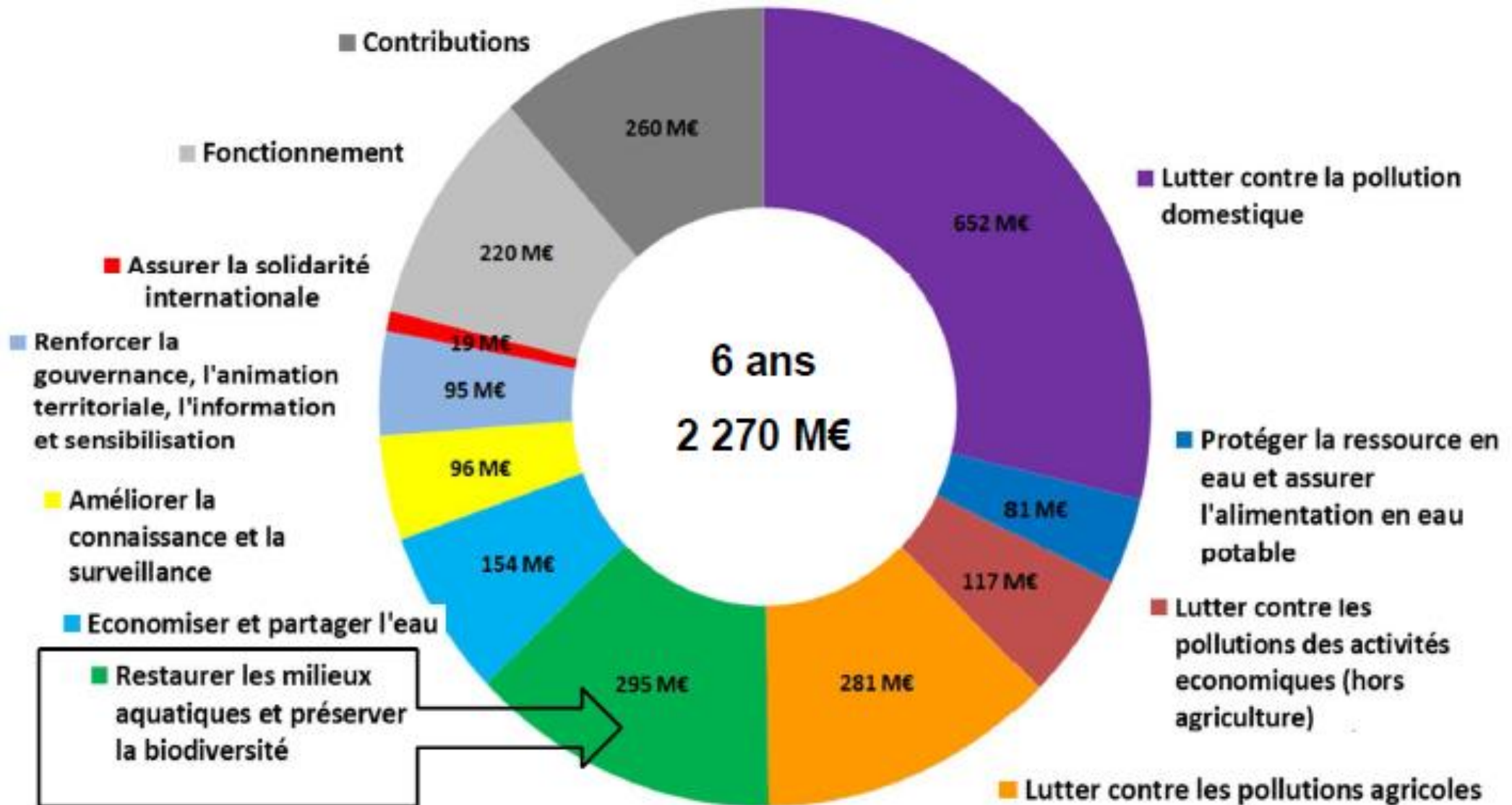


Un coût économique durable pour la collectivité !

Comment restaurer les cours d'eau en tête de bassin versant ?



Part du financement sur la restauration des milieux aquatiques



Préserver et restaurer les cours d'eau

● « **La restauration écologique** est une action qui introduit ou accélère le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit, en respectant sa santé, son intégrité et sa gestion durable » (Society for Ecological Restoration, 2004).



Du diagnostic au choix de
la technique de
restauration



La remise dans le talweg



© TRACZ, 2016

Le reméandrage



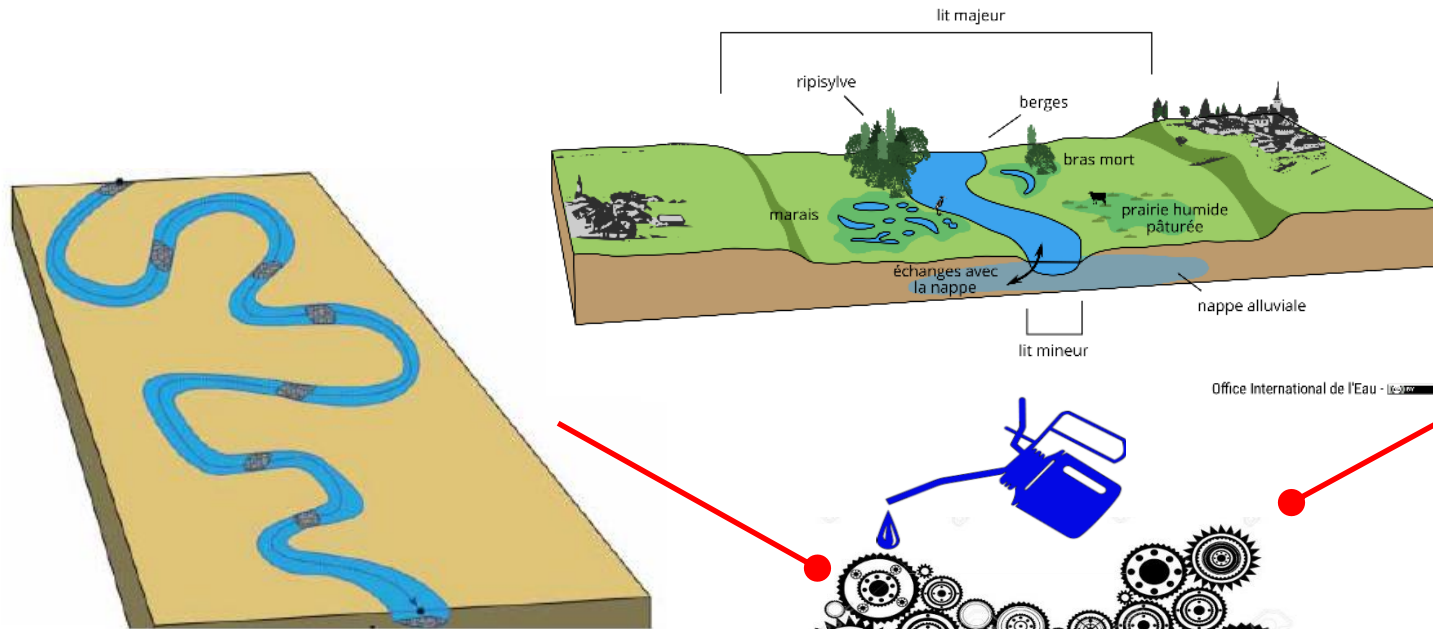
© Le Bihan, 2016

La recharge granulométrique

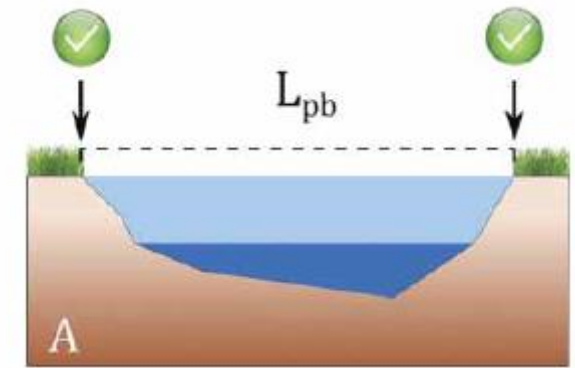


© Le Bihan, 2016

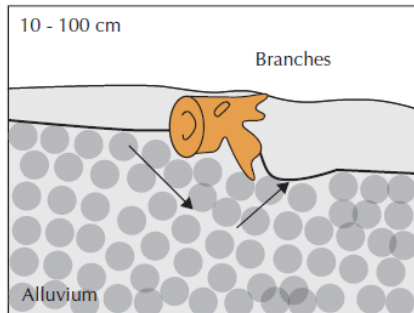
Les points clés pour la restauration des lits des cours d'eau



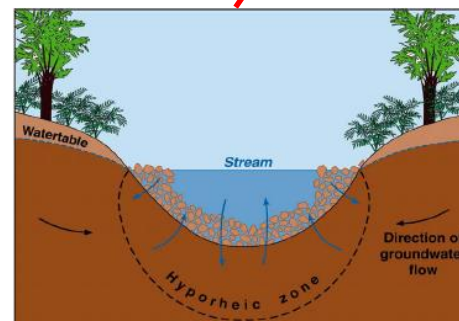
La sinuosité du cours d'eau



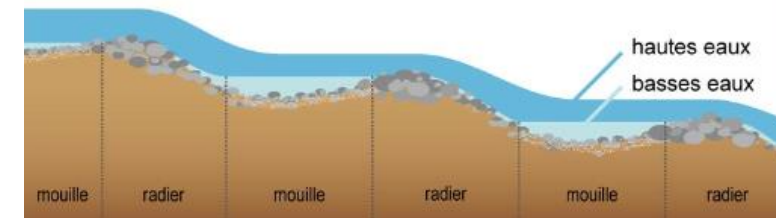
Les profils en travers du lit mineur



Le bois et les blocs



Le matelas alluvial et la zone hyporhéique

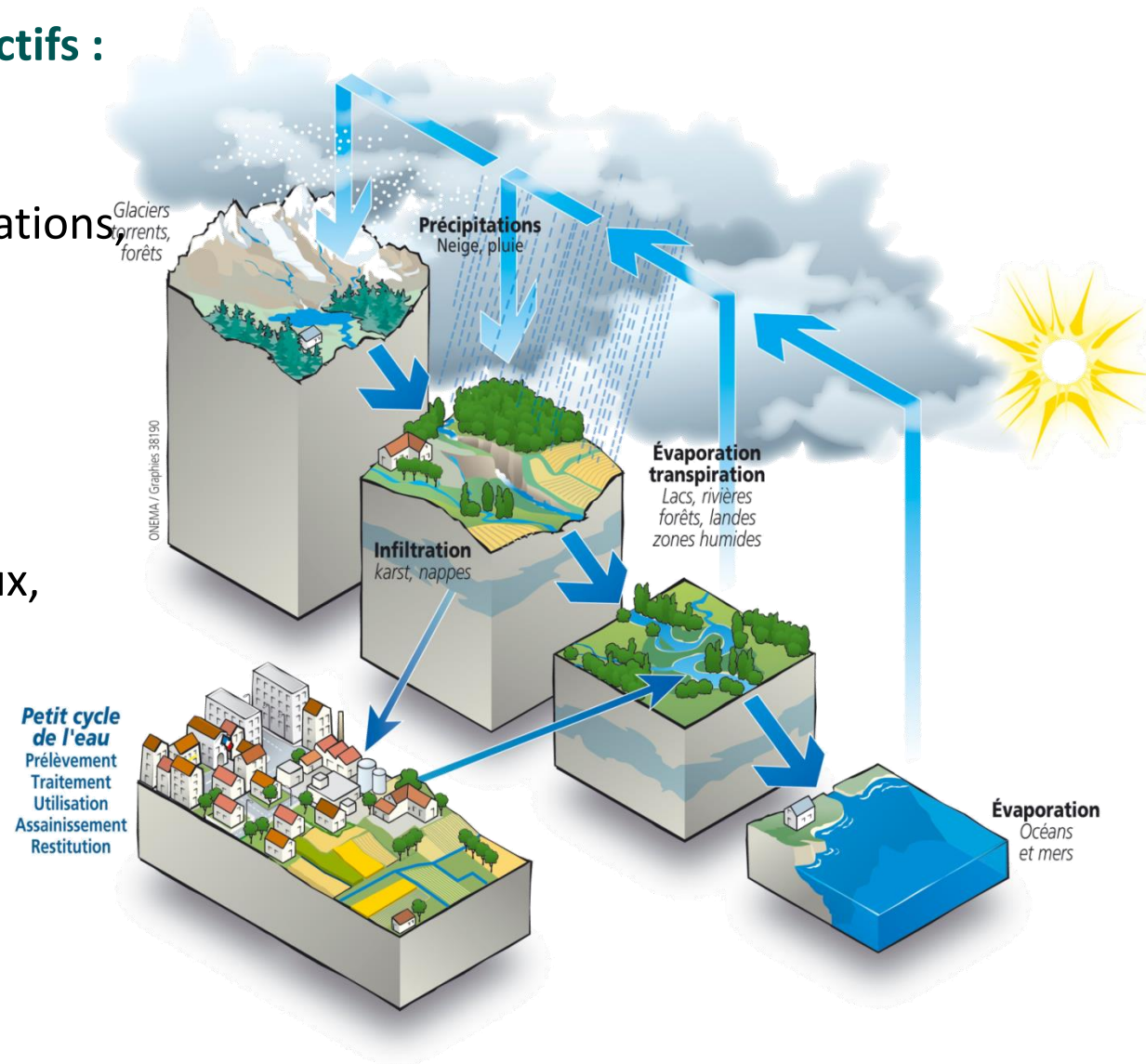


La succession radier - mouille

Nécessité de retenir des mesures « multifonctionnelles »

● Mesures répondant à différents objectifs :

- ✓ Régulation des débits (étiage/crue),
- ✓ Réduction des risques liés aux inondations,
- ✓ Amélioration de la qualité des eaux,
- ✓ Préservation de la biodiversité,
- ✓ Séquestration du carbone,
- ✓ Réduction du réchauffement des eaux,
- ✓ Conciliation des usages,
- ✓ ...



Exemple d'effets des reméandrages

● Sur la qualité des eaux :

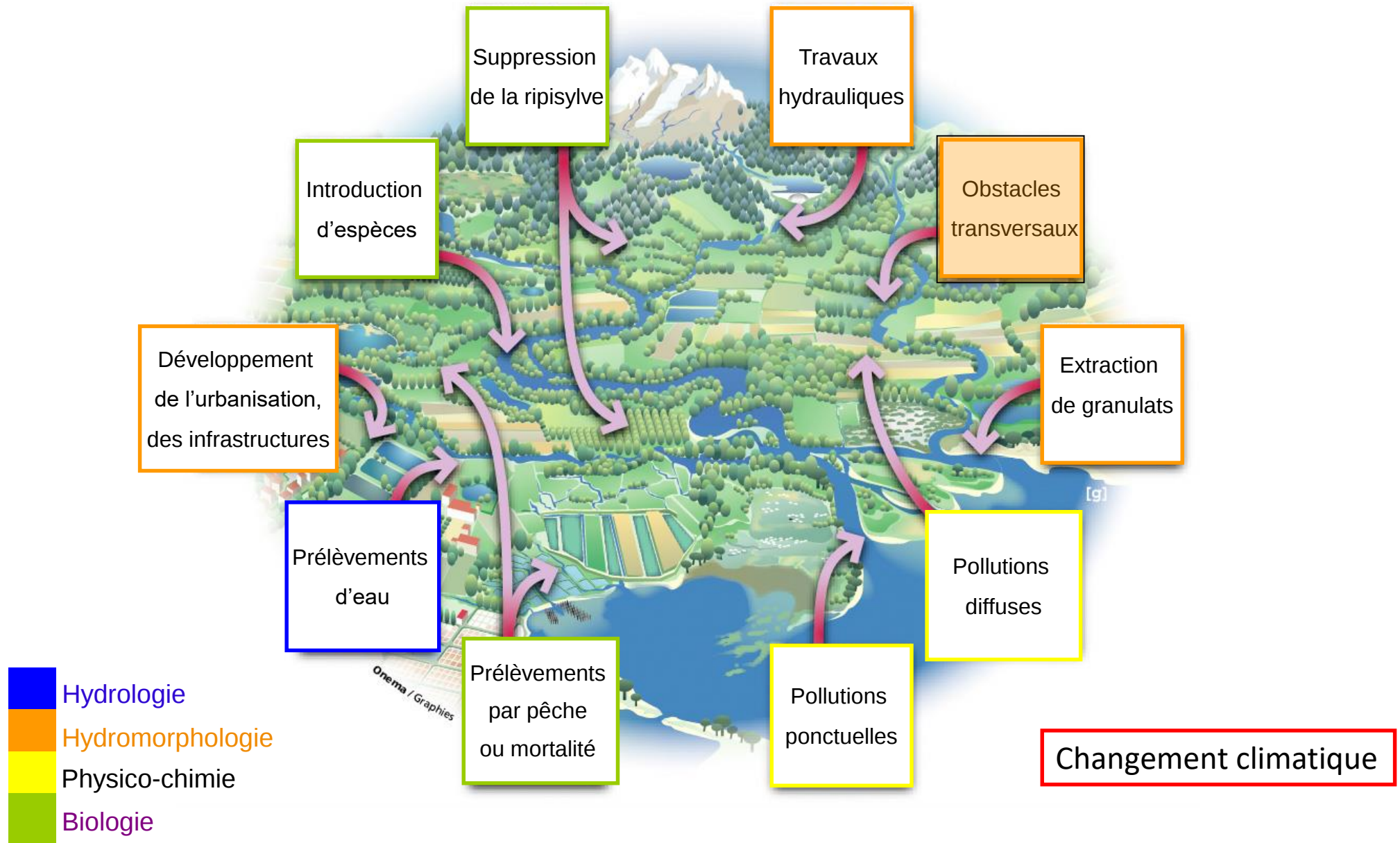
- Un indice de sinuosité de 1,9 pour un cours d'eau en zone agricole a amélioré l'élimination des nitrates de **91 %**
- Elimination des nitrates au printemps : **40 000 km** de cours d'eau canalisés ou **2900 km** de cours d'eau à méandres (*Opdyke et al., 2006 ; in Oraison, 2011**)



Pourquoi des actions de restauration sont-elles engagées en Bretagne sur des plans d'eau ?



Pressions sur l'état écologique des milieux aquatiques continentaux



Les plans d'eau : définition

● Un plan d'eau désigne une étendue d'eau douce continentale de surface libre, stagnante, d'origine naturelle ou anthropique et de profondeur variable (Sandre, 2020).

- ✓ Exemple d'entités désignées comme « plans d'eau » : ballastière, bief (de moulin, de canal), carrière, douve, étang, gravière, lac, lagune, réservoir, retenue (collinaire, d'irrigation).

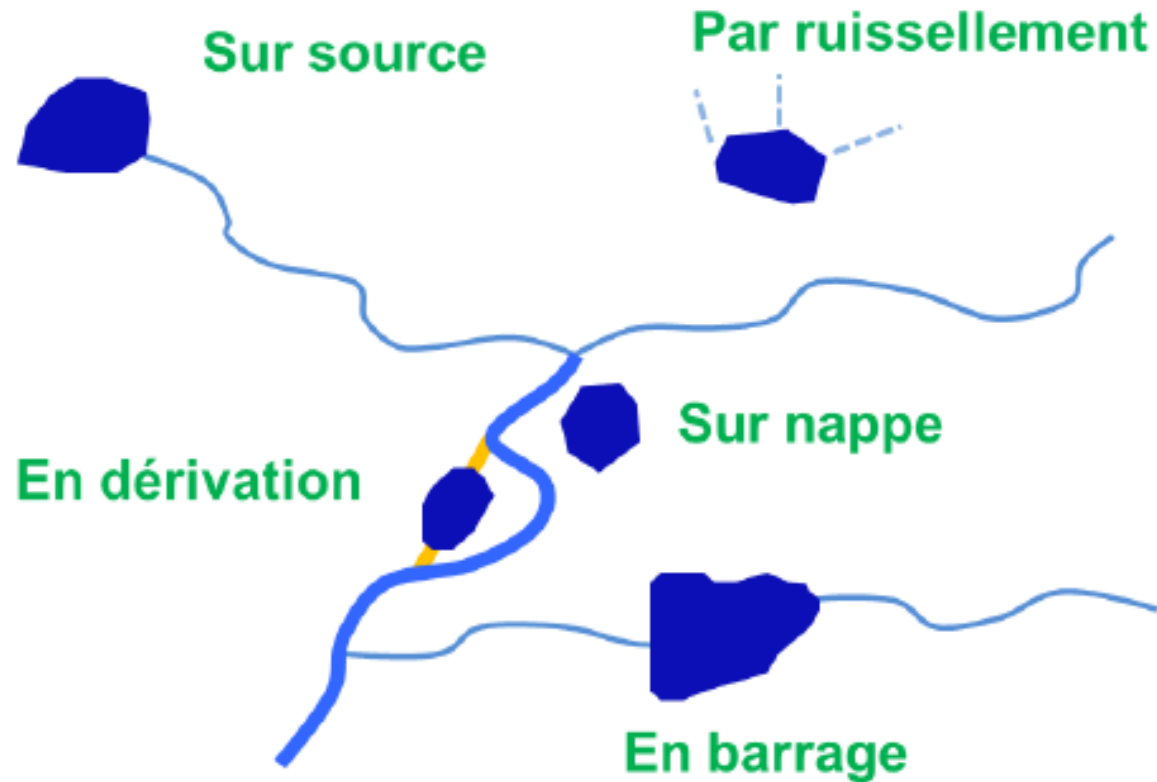


● La majorité des plans d'eau sont des ouvrages artificiels, construits par la main de l'homme :

- par l'établissement d'une digue sur un cours d'eau,
- par curage d'un endroit naturellement humide et/ou alimenté par les eaux de pluie, de source, de ruissellement
- par creusement en dessous du niveau de la nappe phréatique (cas des gravières).

Les impacts des plans d'eau : généralités

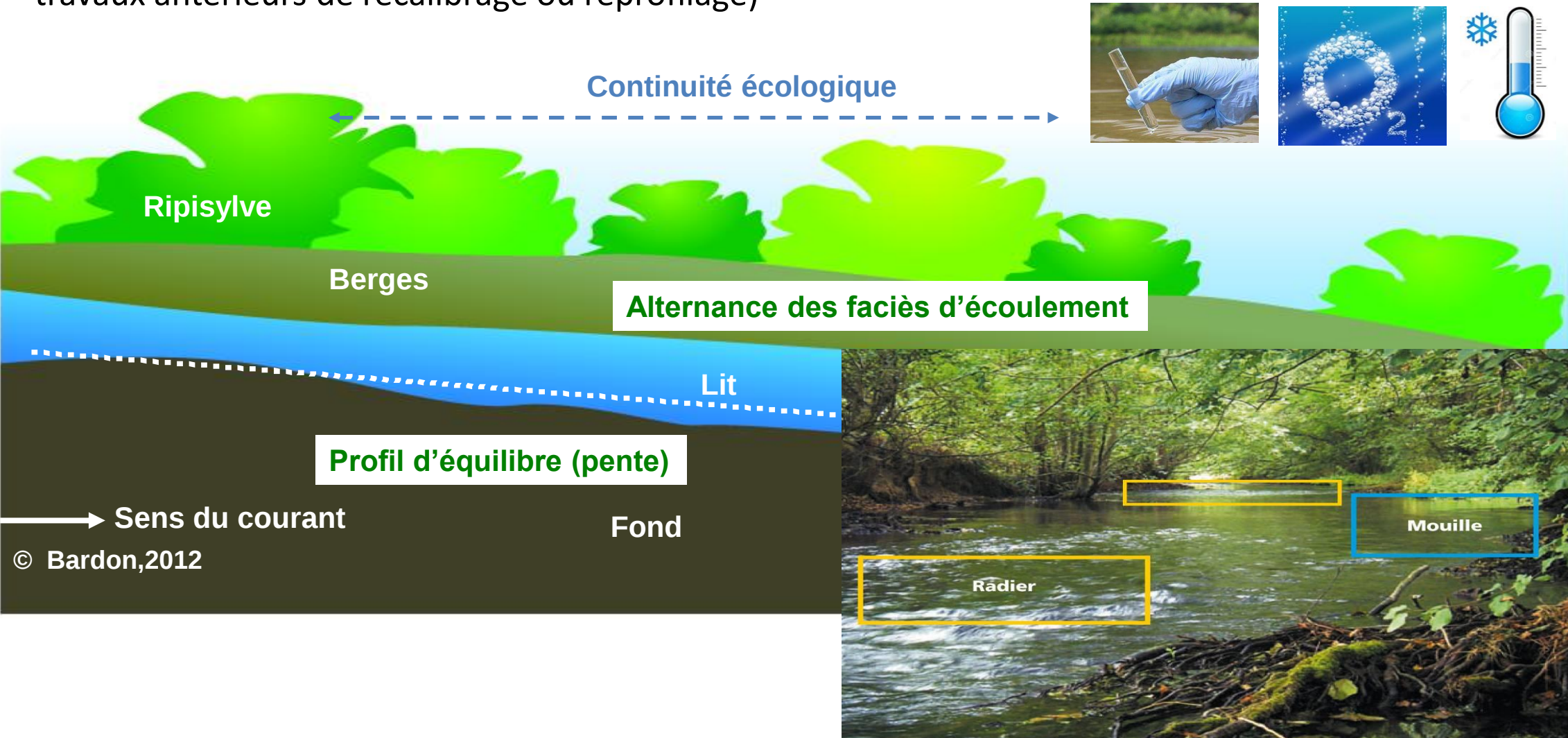
● La nature et l'importance des impacts générés par les plans d'eau sur les écosystèmes aquatiques dépendent de plusieurs facteurs tels que l'implantation par rapport au cours d'eau, la surface d'eau libre (Durlet P. coord., 2009) ou encore la gestion (Boutet-Berry, 2000).



Les différentes
implantations
d'un plan d'eau

Quels sont les effets d'un ouvrage artificiel sur un cours d'eau ?

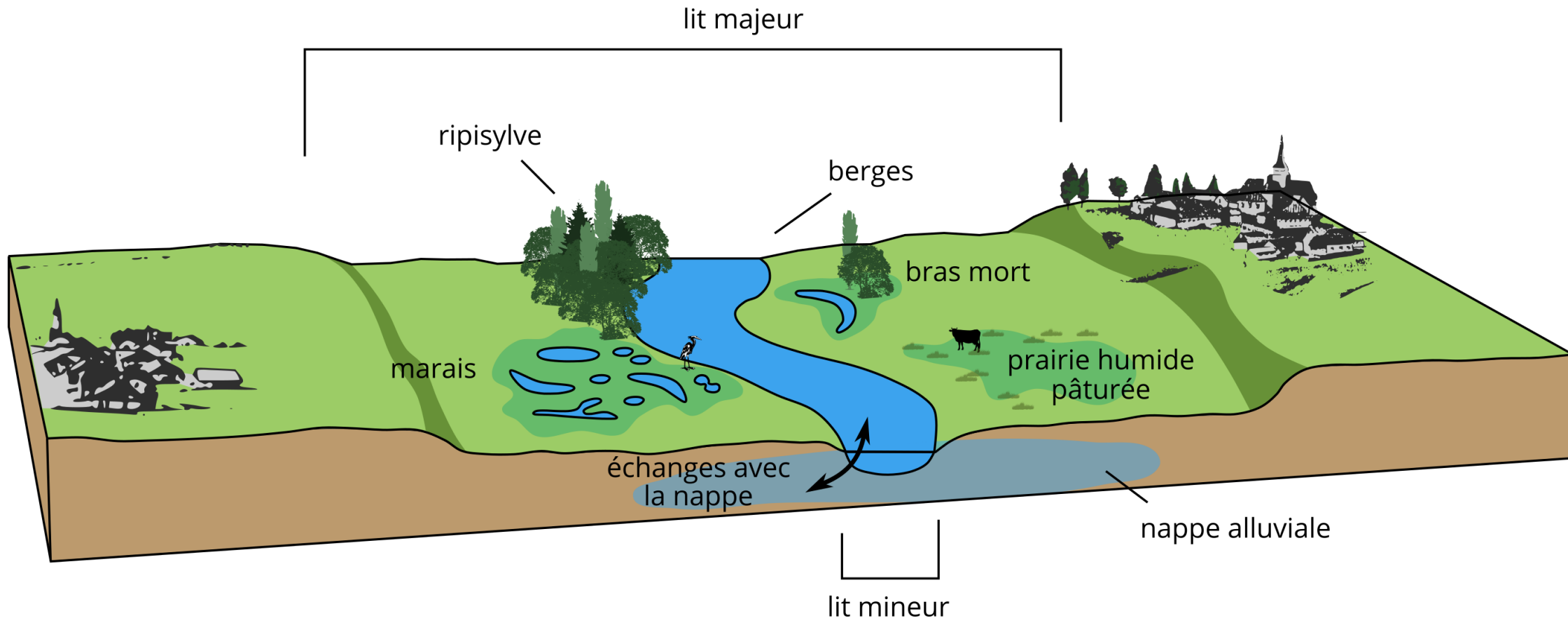
● En l'absence de seuils ou barrages et lorsque le lit mineur est diversifié (non modifié par des travaux antérieurs de recalibrage ou reprofilage)



Pour aller plus loin : Oraison *et al.*, 2011 ; Nicolas *et al.*, 2012

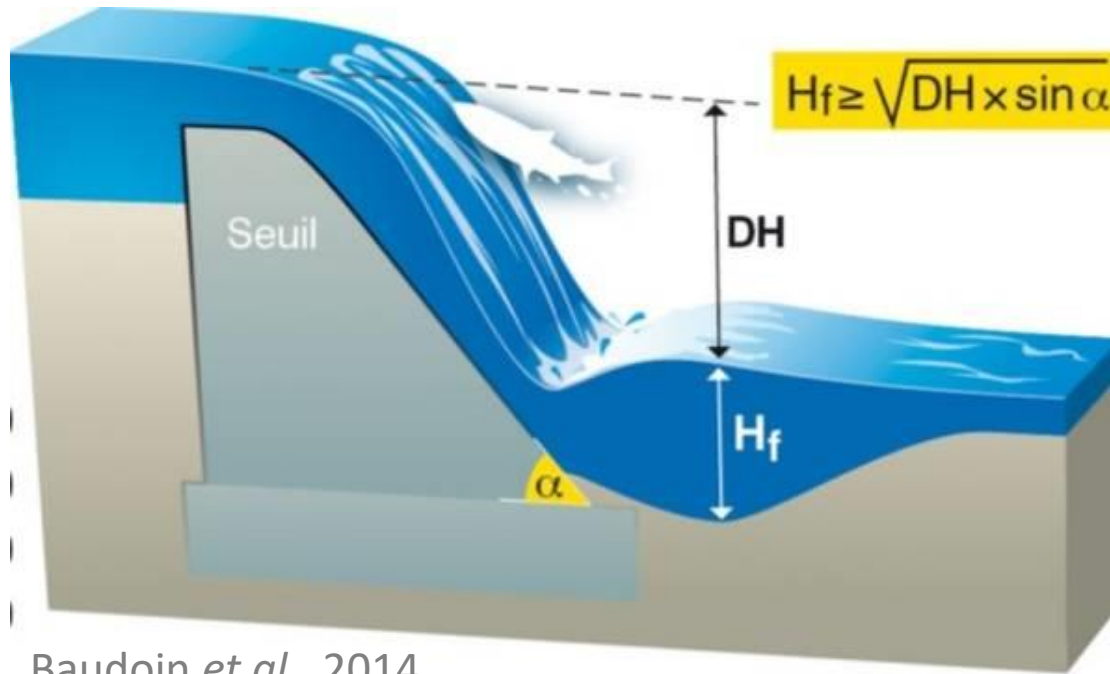
Des impacts dépendants de la localisation du plan d'eau

- Destructions des milieux existants sur lequel est aménagé le plan d'eau
- Exemple des plans d'eau implantés en barrage sur cours d'eau :



Obstacles, continuité écologique et biodiversité

- Les caractéristiques des plans d'eau en barrage constituent dans la majorité des cas (sans dispositifs de franchissement adaptés) **des obstacles totalement infranchissables pour l'ensemble de la faune piscicole**



Baudoin *et al.*, 2014



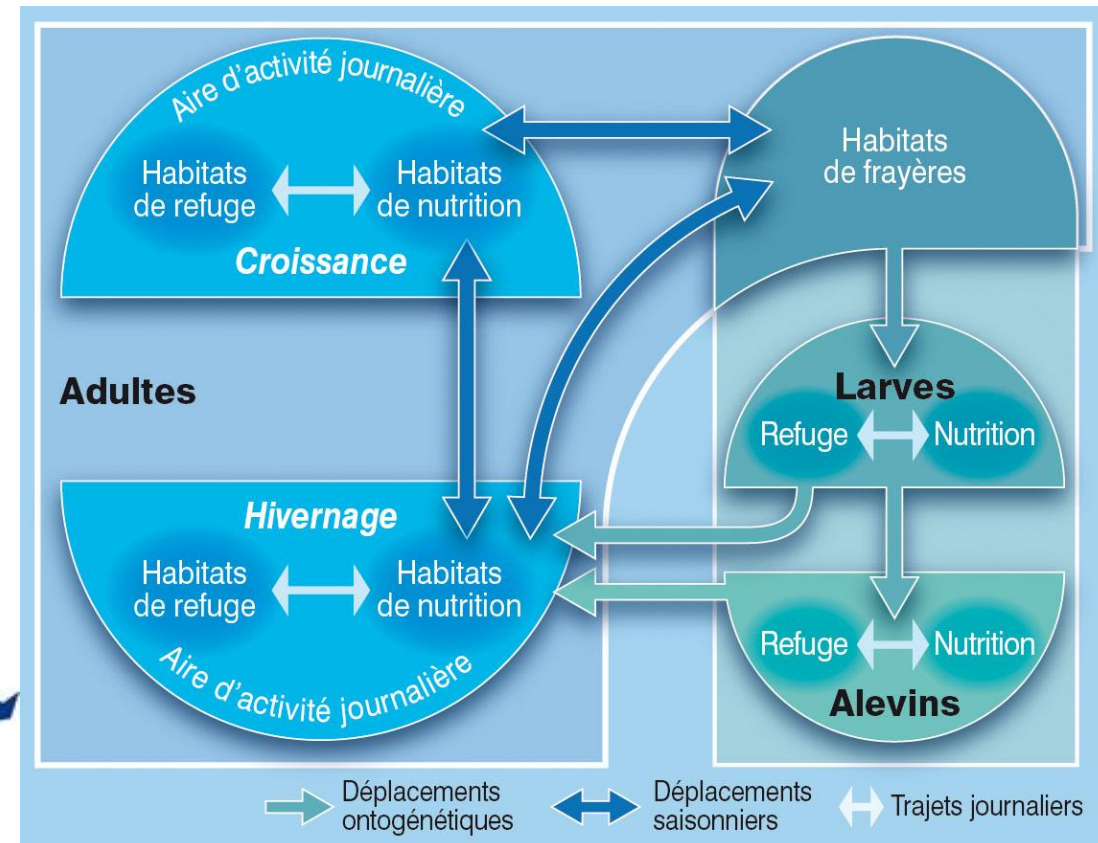
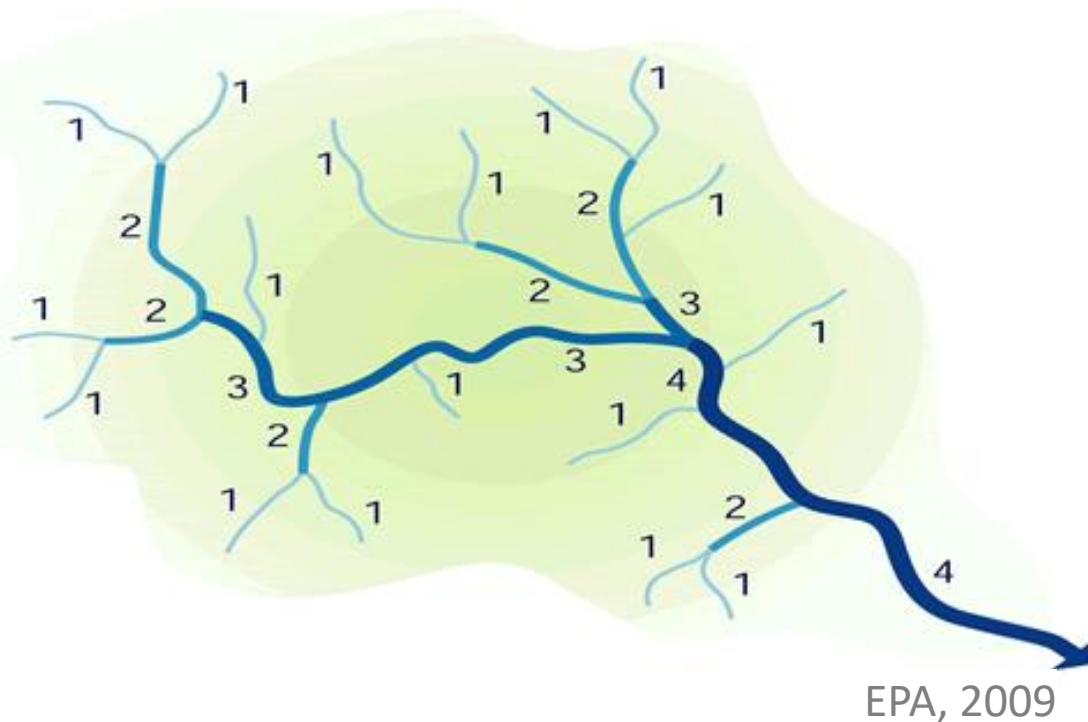
© LE BIHAN, 2014

- 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

Un besoin commun de toutes les espèces : se déplacer !!!

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

- ✓ les déplacements 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)



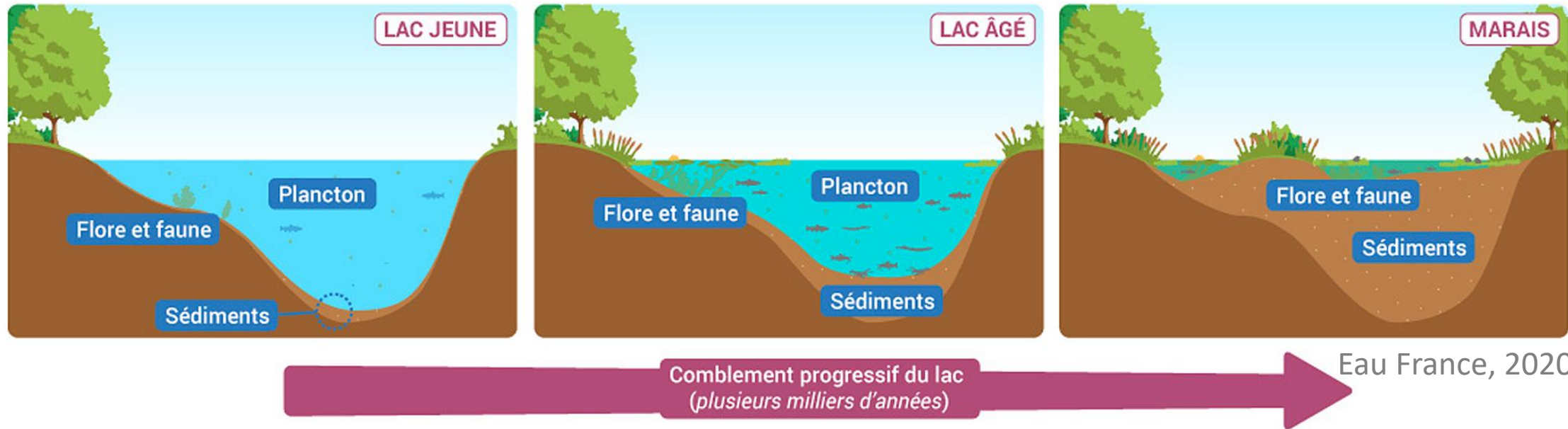
Des ouvrages sur cours d'eau avec une durée de vie

- Les plans d'eau artificiels sont des ouvrages avec une durée de vie variable qui dépend notamment de leur structure et de leur mode d'entretien



Effets du comblement progressif des plans d'eau

● **Eutrophisation** : processus naturel d'augmentation de la production de matières organiques accompagnant l'évolution d'un écosystème aquatique sur des temps géologiques, jusqu'à son éventuel comblement.



Comblement rapide des plans d'eau implantés en barrage sur cours d'eau
(du fait du blocage du transport solide)

Place aux échanges



An aerial photograph of a shallow, clear pond surrounded by a rocky and sandy shoreline. The water is calm, reflecting the sky and the surrounding environment. In the lower half of the image, the dark, silhouetted reflections of four people are visible in the water. The text 'MERCI DE VOTRE ATTENTION' is overlaid in white, bold, sans-serif capital letters across the center of the image.

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Synthèse bibliographique

AELB, 2010, SDAGE Loire-Bretagne 2010-2015, 252 pages.

AELB, 2019. Les rencontres de l'eau en Loire-Bretagne. Les dotations au 11e programme. Support de présentation. 16 pages.

AESN, 2007, Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, AESN/BIOTECH, 64 pages.

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

ALBERT M.B., 1998, Impact de l'entretien de la végétation rivulaire et du bois mort sur les communautés biologiques et la morphologie des cours d'eau, CEMAGREF, mémoire de DEA, Université Lyon II, 48 pages.

BAATTRUP-PEDERSON A., RIIS T., HANSEN H.O. & FRIBERG N., 2000, Restoration of a Danish headwater stream : short-term changes in plant species abundance and composition, *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, **10**, 13–23.

BAKER C., THOMPSON J.R. & SIMPSON M., 2009, Waters, Flood and sediment dynamics, The Wetlands Handbook.

BAILEY A.D., BREE T., 1981, Effect of improved land drainage on river flood flows, in flood studies report-Five years on, Thomas Telford, London, pages 131-132.

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. <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/poissons-deau-douce-lheure-changement-climatique-etat-lieux-pistes-ladaptation> .

BARAN P, 2005, Restauration des habitats du ruisseau de Vaucorniau - Diagnostic piscicole, Conseil Supérieur de la Pêche, Délégation Régionale n° 9, Parc Naturel Régional du Morvan, 18 pages.

BARDON E., 2009, Restauration hydromorphologique des petits cours d'eau de plaine : synthèse, comparaison et choix des techniques à appliquer, Rapport de MASTER II, Université de Poitiers, 110 pages.

BARRY J. & LE BIHAN M., 2012, « Analyse technique des photographies aériennes, un appui à la définition des cours d'eau », ONEMA, 3 pages.

BAUDOIN J.M., 2007, Biodiversité et fonctionnement de cours d'eau forestiers de tête de bassin : Effet de l'acidification anthropique et d'une restauration, Discipline Ecologie, Spécialité Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes, Université Paul Verlaine de Metz, 221 pages.

BAUDOIN J.M., BURGUN V., CHANSEAU M., LARINIER M., OVIDIO M., SREMSKI W., STEINBACH P. & VOEGTLE B., 2013, Informations sur la continuité écologique, Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons, Principes et méthodes. Guide ONEMA, Collection "Comprendre pour agir", 200 pages. <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/evaluer-franchissement-obstacles-poissons-principes-methodes-informations>.

BEAUCHAMP J., 2006, Les systèmes aquifères [en ligne], <http://www.u-picardie.fr/beauchamp/cours.qge/du-7.htm> (consulté le 13 janvier).

BEAULIEU, 2008, Historique de l'aménagement des cours d'eau agricoles, supports de présentation.

Synthèse bibliographique

- 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.
- BENTRUP G., HOAG J.C., 1998**, The practical streambank bioengineering guide, USDA Natural Resources Conservation Service, Plant Materials Center, Aberdeen, Idaho, États-Unis d'Amérique, 150 pages.
- 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.
- BOYER M., 1998**, La gestion des boisements de rivières, Guide technique n°1 de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, deux fascicules, 42 et 65 p.
- BRAMARD M., 2012**, Formation sur la restauration des petits cours d'eau de plaine, supports de présentation.
- BROOKES A., 1988**, Channelization rivers, *Perspectives for environmental management*, Wiley interscience (ed.) : 326 pages.
- BURROWS R.M., MAGIEROWSKI R.H., FELLMAN J.B., BARMUTA L.A., 2012**, Woody debris input and function in old-growth and clear-felled headwater streams, *Forest Ecology and Management*, **286**, 73-80.
- DATRY T., DOLE-OLIVIER M.J., MARMONIER P., CLARET C., PERRIN J.F., LAFONT M. & BREIL P., 2008**, La zone hyporhéique, une composante à ne pas négliger dans l'état des lieux et la restauration des cours d'eau, *Ingénieries - E A T*, **54**, 16 pages.
- DAUM J. & MARTELAT A., 1997**, Guide sur la gestion et la protection des captages d'eau potable dans les nappes alluviales, Document technique, BRGM, Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation, Montpellier, 70pages.
- DEGIORGI, 2009**, Bilan et enseignements tirés de quelques expériences de restauration de cours d'eau apicaux en Franche-Comté, Support de présentation, Université de Franche-Comté, 26 pages.
- DIETERICH & ANDERSON, 2000**, The Invertebrate Fauna of Summer-Dry Streams in Western Oregon, *Archiv fur Hydrobiologie*, **147**, 273-295.
- ENVIRONMENT AGENCY, 2003**, River Habitat Survey in Britain and Ireland, Field Survey Guidance Manual : Bristol.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009**, Stream corridor structure [en ligne], disponible sur <http://www.epa.gov/watertrain/stream/r11.html>.
- FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC et UNION DES PRODUCTEURS AGRICOLES, 2011**, Manuel d'accompagnement pour la mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole, 122 pages.
- GAYRAUD S., HEROUIN E., PHILIPPE M., 2002**, Le colmatage minéral du lit des cours d'eau : revue bibliographique des mécanismes et des conséquences sur les habitats et les peuplements de macroinvertébrés, *Bulletin Français de Pêche Piscicole*, **365/366**, 339-355.
- GREGORY S.V., MELEASON M.A. & SOBOTA D.J., 2003**, Modeling the dynamics of wood in streams and rivers, *American Fisheries Society Symposium*, **37**, 315-335.

Synthèse bibliographique

- GUILLERME, 2015**, Caractérisation de la pression « enterrement des cours d'eau » sur le territoire Bretagne – Pays de la Loire, ONEMA / Université de Rennes 1, Rapport de stage de Master 2, 30 pages.
- 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.
- LACHAT B., 2009**, Techniques et philosophie du Génie végétal, Présentation lors du colloque « Ensemble valorisons la biodiversité en milieu agricole », réalisée au Québec le 19 mars 2009, 19 pages.
- LANE E.W., 1955**, The Importance of Fluvial Morphology in Hydraulic Engineering, *American Society of Civil Engineering, Proceedings*, **81** (745), 1-17.
- LARINIER M., COURRET D., GOMES P., 2006**, Guide Technique pour la conception des passes naturelles/ GHAPPE, 66p.
- LARINIER M., PORCHER J.P., TRAVADE F., GOSSET C., 1994**, Passes à poissons : expertise, conception des ouvrages de franchissement/ Conseil Supérieur de la Pêche, collection « mise au point », 335p.
- LASALETTA L., GOMEZ H.G., GIMENO BS, J.V. ROVIRA, 2011**, Headwater streams: neglected ecosystems in the EU Water Framework Directive, Implications for nitrogen pollution control, *Environmental science & policy*, **13**, 423-433.
- LECERF, 2005**, Perturbations anthropiques et fonctionnement écologique des cours d'eau de tête de bassin : Etude du processus de décomposition des litières, Thèse de doctorat, University Toulouse III - Paul Sabatier, 176 pages.
- LE BIHAN M., 2009**, L'enterrement des cours d'eau en tête de bassin en Moselle (57), Rapport de stage, ONEMA/Université Paul Verlaine Metz, 49 pages.
- LE BIHAN & BURGUN, 2010**, BD TOPO, Note de synthèse sur la qualité des données hydrographiques de la BD Topo V2, Test effectué sur le département de la Moselle (57), Délégation interrégionale du Nord-Est de l'ONEMA, 14 pages.
- LE BIHAN, 2012**, Réunion d'information sur les têtes de bassin versant : connaissance, méthodes, outils et perspectives, Support de présentation, 185 pages.
- 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.
- LE LAY Y.F. & PIEGAY H., 2007**, "Le bois mort dans les paysages fluviaux français : éléments pour une gestion renouvelée", *L'Espace géographique*, **1**, 51-64.
- LEDUC C & ROY A.D., 1990**, « L'impact du drainage agricole souterrain sur la morphologie des petits cours d'eau dans la région de Cookshire, Québec », *Géographie physique et Quaternaire*, **44** (2), 235-239.
- MALAVOI J.R., ADAM P., DEBIAIS N., 2007**, Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, Agence de l'eau Eau Seine Normandie, 64 pages.

Synthèse bibliographique

MALAVOI J.R. & BRAVARD J.P., 2010, Eléments d'hydromorphologie fluviale, ONEMA, 224 pages.

MALAVOI J.R., SALGUES D., 2011, Arasement et dérasement de seuil, aide à la définition de cahier des charges/ ONEMA, 83p.

MARIDET L., PIEGAY H., GILARD O. & THEVENET A., 1996, « L'embâcle de bois en rivière : un habitat écologique ? un facteur de risques naturels ? ». La Houille Blanche, 5, 32-38.

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.

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 ¹⁵N Tracer Addition Approach, *Limnology and Oceanography*, **49**, 809-820.

MUOTKA T. & LAASONEN P., 2002, Ecosystem recovery in restored headwater streams : the role of enhanced leaf retention, *Journal of Applied Ecology*, **39**, 145-156.

NAIMAN, 1982, Characteristics of Sediment and Organic Carbon Export From Pristine Boreal Forest Watersheds, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **39**, 1699-1718.

NICOLAS V., ORAISON F., SOUCHON Y. ET VAN LOOY K., 2012. Restaurer l'hydromorphologie des cours d'eau et mieux maîtriser les nutriments : une voie commune ? Onema. 8 pages. <https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/notice/00000000015dd1c8c6374e6574590a25> .

NIEMI G.J., DEVORE P., DETENBECK N., TAYLOR D., LIMA A., PASTOR J., YOUNT J.D. & NAIMAN R.J., 1990, Overview of case studies on recovery of aquatic systems from disturbance, *Environmental Management*, **14** : 571-587.

RENARD J., 2002, Les mutations des campagnes - Paysages et structures agraires dans le monde, *Armand Colin*, 221 pages (collection U Géographie).

RHEINHARDT R.D., RHEINHARDT M.C., BRINSON M.M., FASER E.K., 2002, Application of Reference Data for Assessing and Restoring Headwater Ecosystems, *Restoration Ecology*, **7** (3), 241-251.

RYCROFT D.W., MASSEY W., 1975, The effect of field drainage on river flood flow, *Field Drainage Experimental Unit*, Technical Bulletin 75/9, 13 pages.

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.

SCHMITT, 2005, Evaluation des impacts écologiques à la disparition d'un barrage, Rapport de stage, ONEMA/Université Paul Verlaine Metz, 95 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.

Synthèse bibliographique

SCHUMM S.A., 1977, The Fluvial System. Water Ressources Publications, New-York, 338 pages.

SCHUMM S.A., 1984. The Fluvial System, *John Wiley and Sons*, New York.

SHERBIVIN A.D., LEHNER B. et al., 2012, World dams since 1800, Université du Colorado, disponible sur <http://blogs.afp.com/geopolitics/?post/2012/06/18/Heaven-our-canvas%2C-Earth-our-clay> (consulté le 24 mai 2013), film, 29 secondes.

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.

SPITONI, 2012, Caractérisation géospatiale des pressions anthropiques physiques qui s'exercent sur les cours d'eau de tête de bassin versant, Rapport de stage, ONEMA/Université de Lorraine (LIEBE), 32 pages.

SYNDICAT MIXTE D'ETUDES DE LA BASSE VALLEE DU VAR, 2005, Etude des incidences de l'abaissement des seuils sur la nappe du Var entre le seuil 7 et la bec de l'Esteron, *SOGREAH Consultants*, 139 pages.

THEVENET A., 1995, Abris et refuges pour les communautés de poissons dans les hydrosystèmes fluviaux, Mémoire de D.E.A, Université Claude Bernard Lyon I, Cemagref, BEA/LHQ, 39pages.

THEVENET A., 1998, Intérêt des débris ligneux grossiers pour les poissons dans les grands cours d'eau. Pour une prise en compte de la dimension écologique des débris ligneux grossiers dans la gestion des cours d'eau. Thèse de Doctorat, Lyon I, 100 pages.

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 roundwater - 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.

VERNOUX J.F., LIONS J., PETELET-GIRAUD E., SEGUIN J.J., STOLLSTEINER P., LALOT E., 2010, Contribution à la caractérisation des relations entre eau souterraine, eau de surface et écosystèmes terrestres associés en lien avec la DCE, rapport BRGM/RP-57044-FR, 193 pages, 71 illustrations.
<https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/notice/00000000015dd1c8c6374e6574590a25>

VON SCHILLER D., MARTI E., RIERA J.L., 2009, Nitrate retention and removal in Mediterranean streams bordered by contrasting land uses : a 15N tracer study, *Biogeosciences*, **6** (2), 181–196.

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.

WATERS T.F., 1995, Sediment in streams : sources, biological effects and control, *Am. Fish. Soc.*, Bethesda, 251 pages.