Les hydrosystèmes continentaux

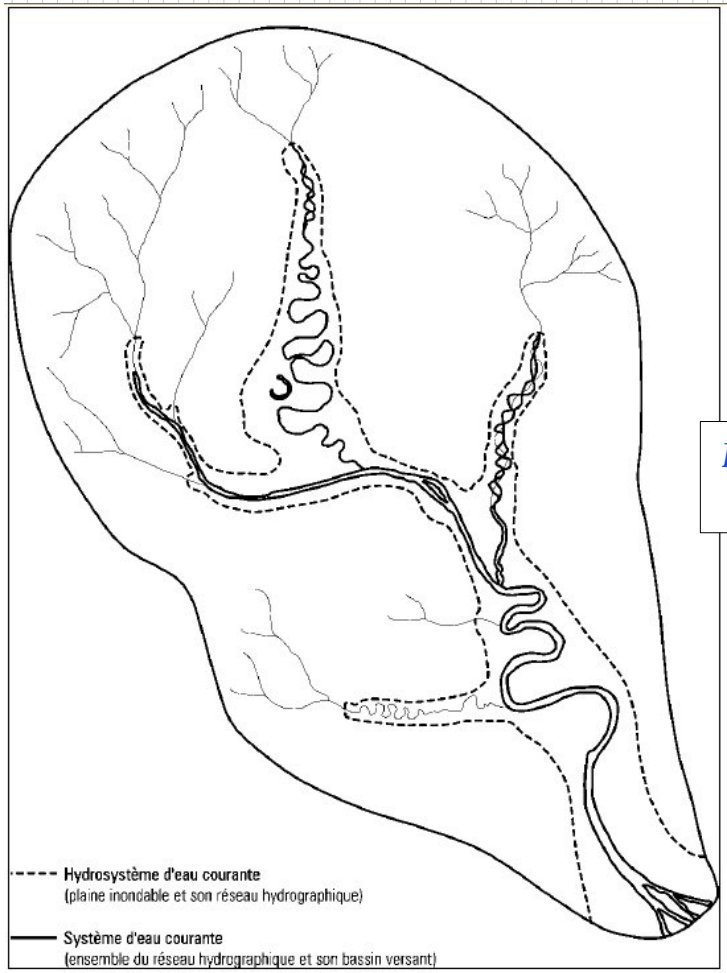
Éléments d'écologie des cours d'eau
Approche de la gestion / intervention des milieux aquatiques lotiques

1. La notion d'hydrosystème :

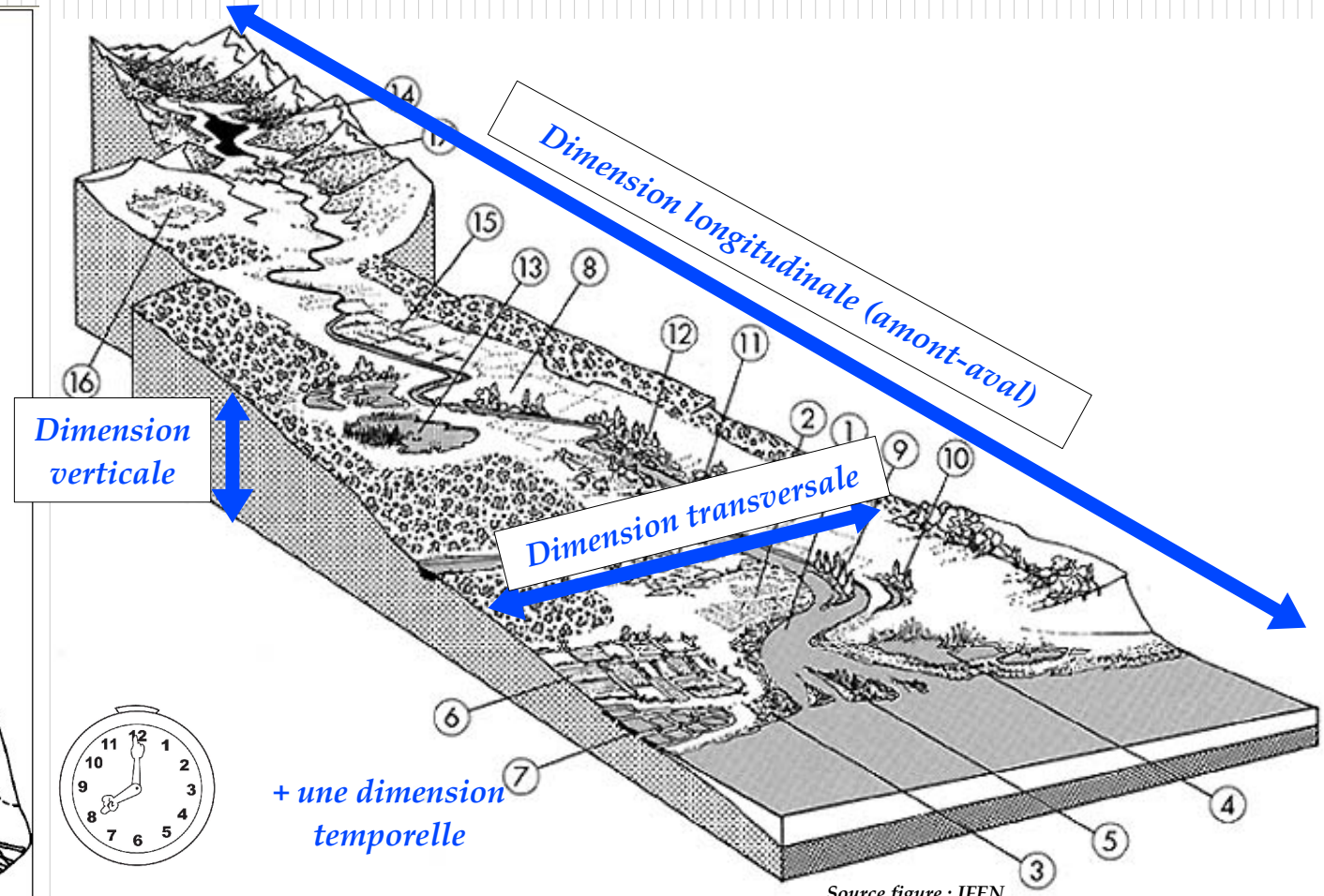
Un cours d'eau n'est pas un système isolé ... il est indissociable d'un ensemble d'éléments avec lequel il interagit et participe au fonctionnement.

Ce système, complexe, dont l'élément fédérateur est l'eau s'appelle un **hydrosystème**

→ Ce système = échelle d'approche pour la description et la compréhension du fonctionnement hydraulique et biologique !



Système et hydrosystème d'eau courante (d'après Amoros et Petts, 1993).



Source figure : IFEN

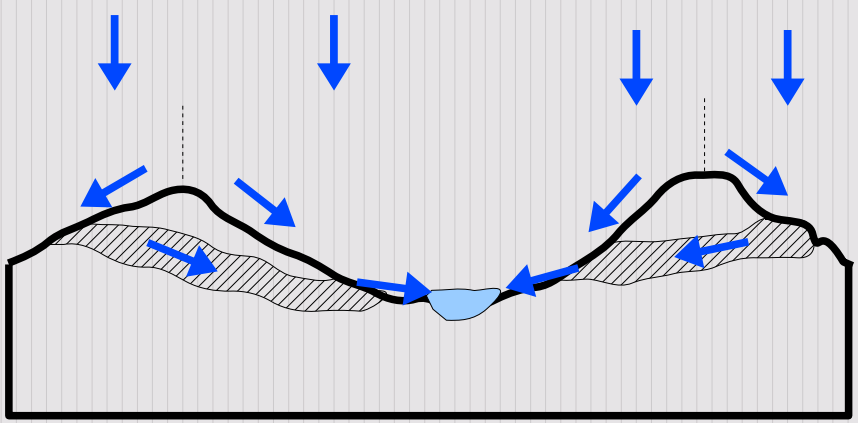
11. La notion de bassin versant :

Un cours d'eau est lié à un **bassin versant** : « ***zone géographique correspondant à l'aire de réception de précipitations et d'écoulement des eaux superficielles et souterraines vers un cours d'eau*** »

A chaque cours d'eau correspond un bassin versant – la taille du B.V. Peut donc varier de quelques Km² à plusieurs millions de Km² (suivant l'échelle d'approche)

La limite entre 2 bassins versants correspond à la **ligne de partage des eaux** (ligne de crête).

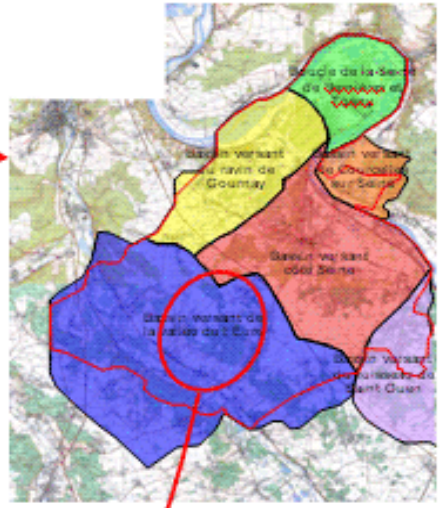
Attention toutefois ! La réalité est parfois plus complexe, car existence de flux souterrains (nappes). D'où la notion de B.V. Hydrogéologique :



A l'échelle de la France

→ 6 grands bassins versants dont celui de la **Seine**

A l'échelle de la Communauté de Communes Eure Madrie Seine



→ 6 grands bassins versants

- → Bassin versant de la vallée de l'Eure
- → Bassin versant côté Seine
- → Bassin versant du ravin de Goumay
- → Boucle de la Seine de Bernières et Tosny
- → Bassin versant de Courcelles sur Seine
- → Bassin versant du ruisseau de Saint Ouen

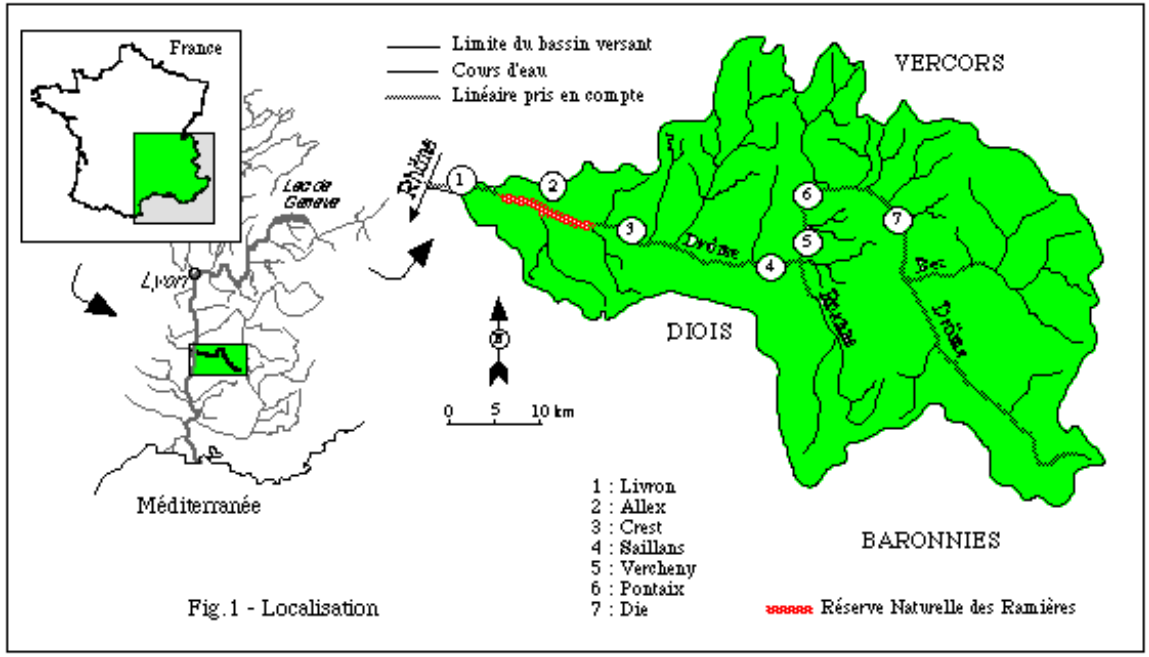
A l'échelle du bassin versant de la Vallée de l'Eure par exemple

Chaque grand bassin versant est lui-même composé de plusieurs « sous bassins versants »

Exemple ci contre du bassin versant du rû Gironde inclus dans le bassin versant de la vallée de l'Eure.

Source: comm. de comm. Eure Madrie Seine

L'ensemble des cours d'eau drainant un bassin versant constitue le ***réseau hydrographique***.



Source : RN des Ramières

12. De la source à l'embouchure : *approche hydromorphologique de l'hydrosystème*

De sa source à son embouchure, l'hydrosystème constitue un même « ensemble »
Cependant, ses caractéristiques varient fortement tout le long de son tracé → identification de grands ensembles

Lié aux caractéristiques **hydrologiques** des cours d'eau

COURS SUPERIEUR
ZONE DE PRODUCTION / EROSION

COURS MOYEN
ZONE DE TRANSFERT

COURSINFERIEUR
ZONE DE STOCKAGE / ACCUMULATION

DELTA

Alimente le système en eau + matériaux

Érosion intense / transport

courant important

sédimentation nulle

fond caillouteux

Transfert eau + matériaux

Érosion diminue, sédimentation devient prépondérante

Pente moyenne

courant diminue, débit et largeur augmentent

fond galet

Plaine alluviale : zone d'accumulation des alluvions

Érosion nulle, sédimentation forte

Pente quasi nulle

courant faible, débit et largeur importants

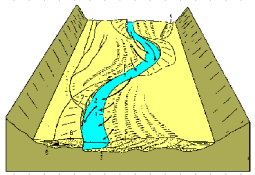
fond alluvions fins

Transition eau douce - salée

boues et argiles, en présence de sel floculent

déposition, formation de marais : slikkes

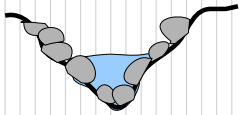
Cours unique sinueux (<u>méandres</u>) avec bras morts



Chenaux multiples enserrant des îles

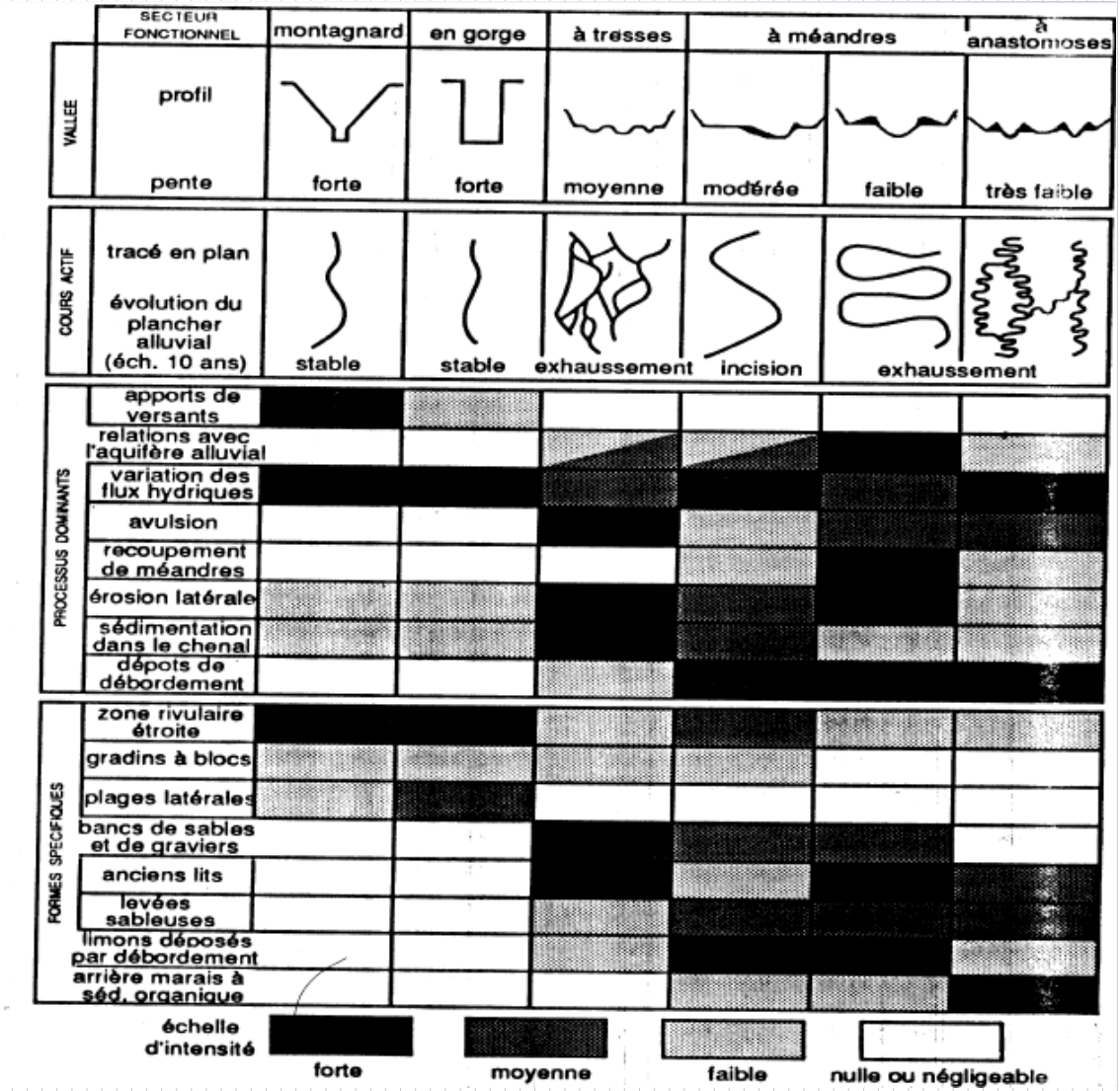
Cours d'eau en <u>tresse</u>

Chenal unique, rectiligne dans une vallée en V

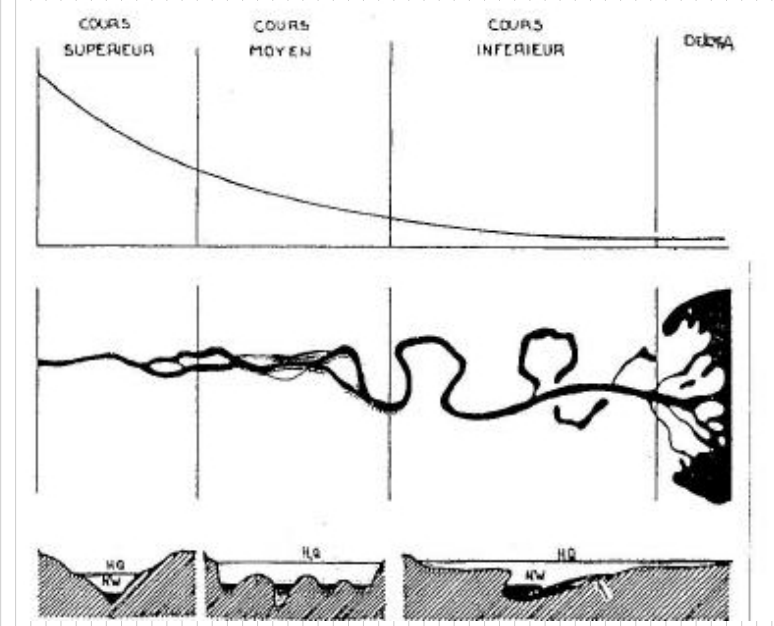


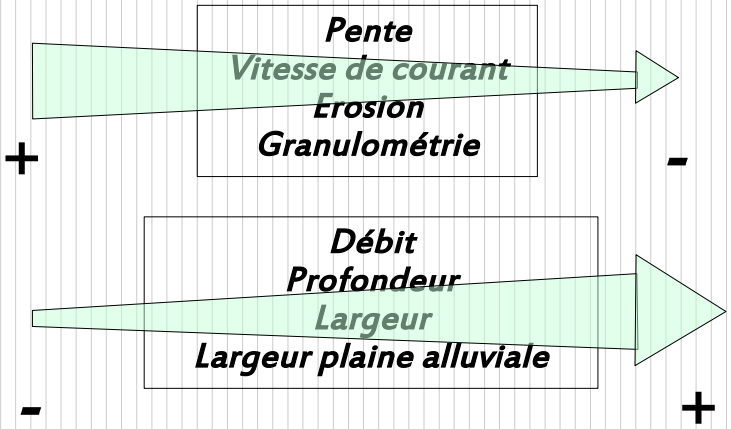
Dynamique fluviale :
érosion – transport - sédimentation

Donc : les caractéristiques du cours d'eau varient de la source à l'embouchure



De manière synthétique :





13. Caractéristiques hydrologiques d'un cours d'eau :

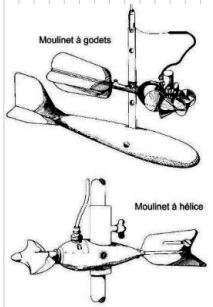
• **Débit et courant :**

courant = vitesse – $m.s^{-1}$

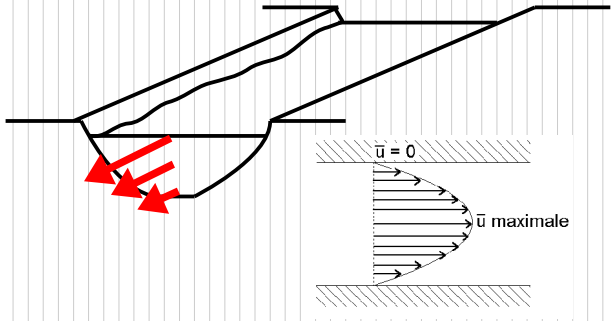
débit correspond à un volume d'eau passant à un endroit donnée et en un temps donné – $m^3.s^{-1}$

Débit instantané et courant : deux notions différentes, mais liées :

$$Q = \frac{V}{t} \qquad V = S \times L \longrightarrow Q = \frac{S \times L}{t} = \frac{L}{t} \times S = V_{moy} \times S$$

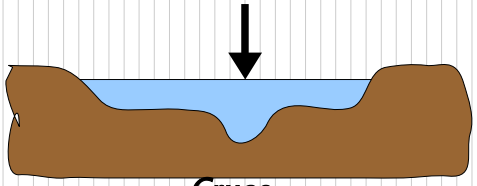


Répartition du courant dans un cours d'eau :

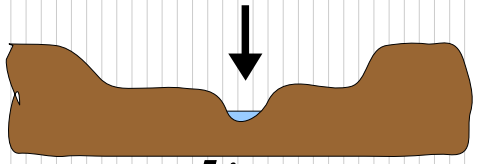


Le débit est un paramètre fondamental qui dépend de facteurs parmi lesquels en premier lieu les ***facteurs climatiques***

Il est important car il va conditionner les périodes de :



Crues



Etiages

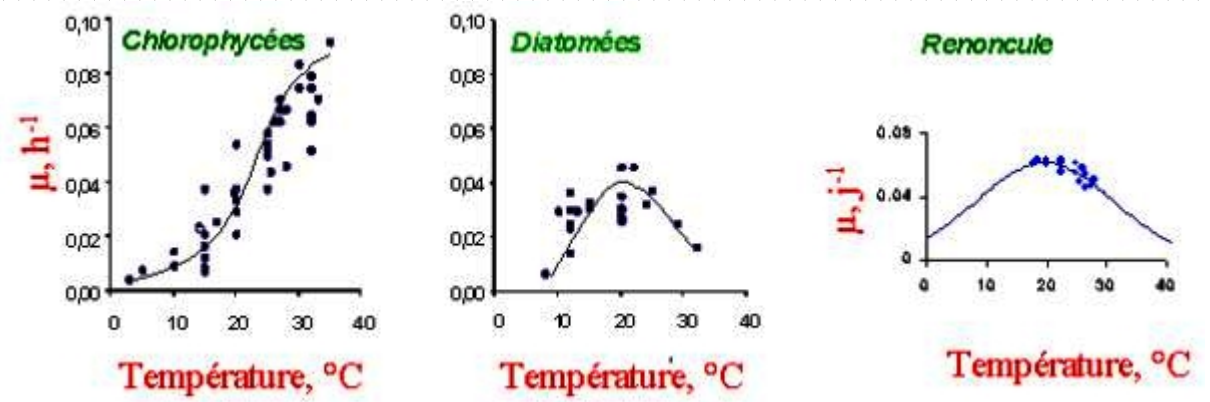
• **Température :**

Paramètre important pour les biocénoses, mais également pour certains phénomènes physico-chimiques (cf. figure ci-dessous).

Cours d'eau rapide et peu profond : T° relativement constante (fraîche) et uniforme – renouvellement de l'eau, faible profondeur : pas de gradient thermique

cours d'eau à courant lent, profondeur importante : instauration d'un *gradient vertical de température*

Influence de la température sur le développement d'organismes aquatiques



En hydrologie, les notions de ***débit solide*** et ***débit liquide*** sont fondamentales et au cœur de la dynamique fluviale :
débit solide = masse des matières solides traversant une section donnée d'un cours d'eau par unité de temps (noté Qs)
débit liquide = qté eau traversant une section donnée d'un cours d'eau par unité de temps (noté Q)

Le cours d'eau cherche un « équilibre » entre débit solide et liquide. Pour cela : ajustement en long, en large et en plan.

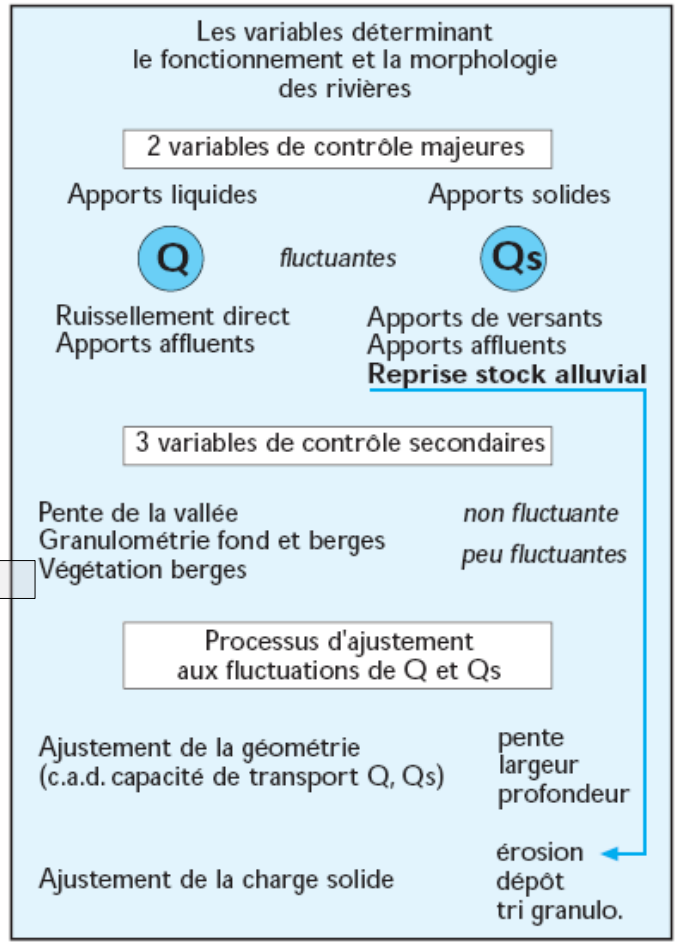


Figure 1

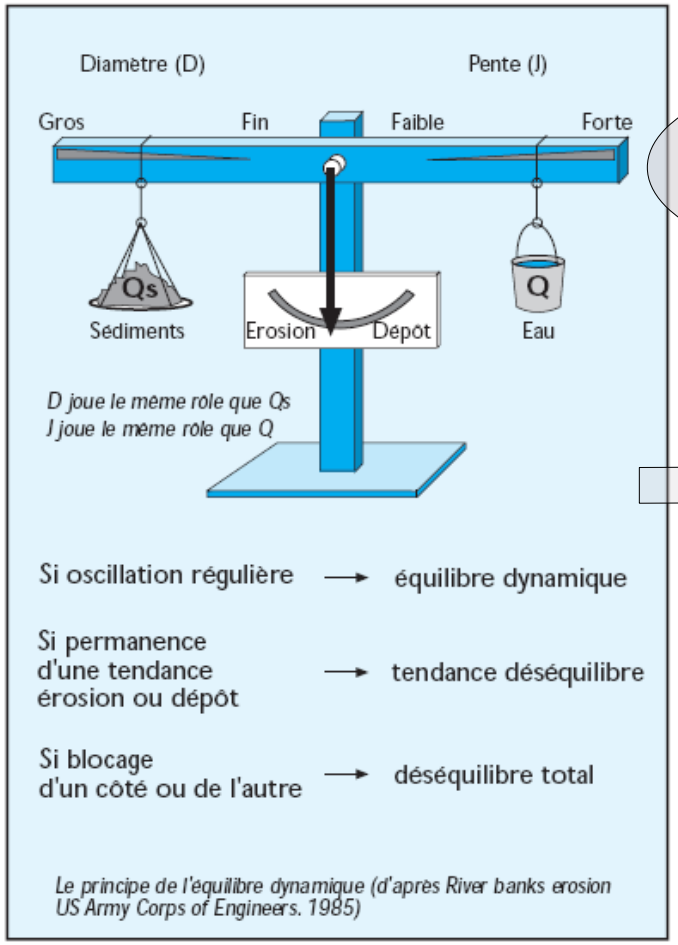


Figure 2

Notion de variables de réponse et variables de contrôle

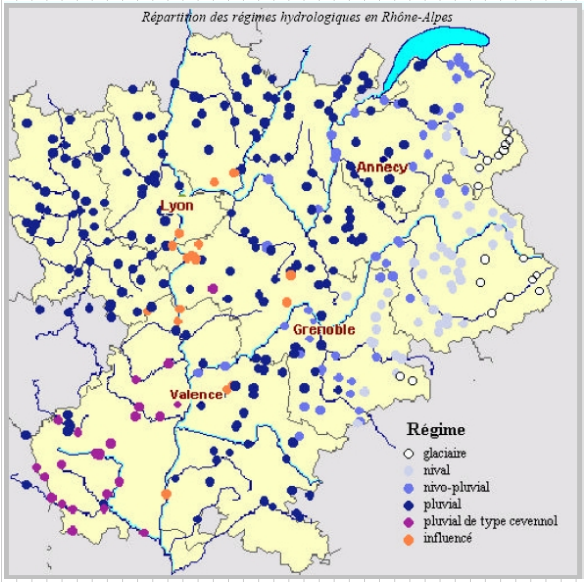
Cet ajustement se fait par des processus d'érosion / sédimentation.

Pour simplifier : le rapport entre Q et Qs détermine le processus prépondérant dans le cours d'eau, ce qu'exprime ce schéma sous forme de balance.

Érosion = incision du lit
Sédimentation = exhaussement

Guide technique - Bassin Rhone Mediterranee Corse
Determination de l'espace de liberte des cours d'eau »
1998

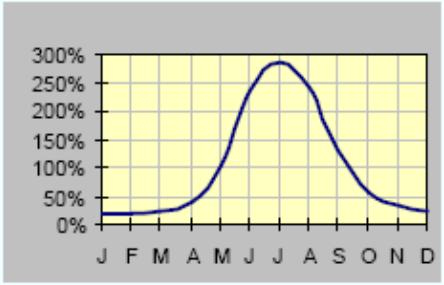
Le **régime hydrologique** est une notion à mettre en lien avec la notion de débit. De manière simplifiée, il caractérise les variations saisonnières du débit moyen. Il est possible d'identifier différents types de régimes hydrologiques en fonction de ces caractéristiques :



DIREN Rhône-Alpes

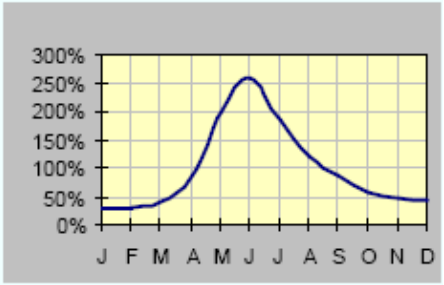
Régime glaciaire

Le régime glaciaire est caractérisé par deux périodes, un étiage hivernal et une période de hautes eaux estivale, pendant la fonte des neiges. Les écoulements des mois de juin à août représentent à eux seuls 60% des volumes annuels.
Ce sont les cours d'eau du domaine alpin au niveau des hauts sommets qui suivent ce régime.



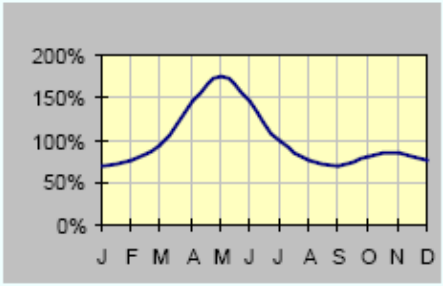
Régime nival

Très proche du régime glaciaire, il se différencie de celui-ci par le fait que les hautes eaux débutent plus tôt, au printemps, avec un maximum observé en juin au lieu de juillet.
Il est typique des rivières alpines de moyenne altitude et est bien représenté dans l'Est de la région.



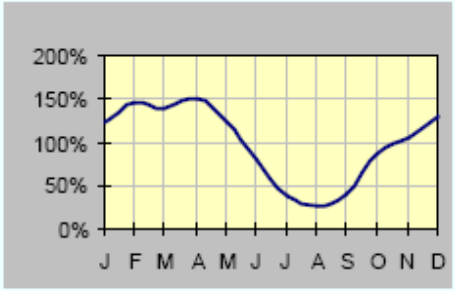
Régime nivo-pluvial

A la différence des régimes glaciaire et nival, le régime nivo-pluvial est caractérisé par deux périodes d'étiage, l'un estival et l'autre hivernal. Les débits maxima sont observés encore plus tôt dans la saison, au début du printemps, et sont beaucoup moins accusés. Les 3 mois de hautes eaux (avril à juin) ne représentent plus que 40% des volumes annuels.
Ce régime est caractéristique des rivières alpines de faible altitude ainsi que du Rhône jusqu'à la confluence avec l'Ain.



Régime pluvial

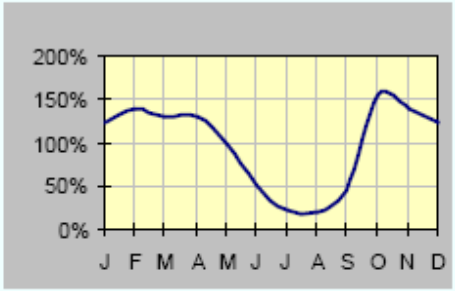
Avec un fort contraste entre les hautes eaux de l'automne-hiver et un seul étiage en été (juillet à septembre), le régime pluvial est le plus représenté en Rhône-Alpes à l'Ouest de l'arc alpin.



Régime pluvial de type cévennol

Ce régime se rapproche du régime pluvial avec toutefois des débits élevés en automne liés à des crues souvent violentes.

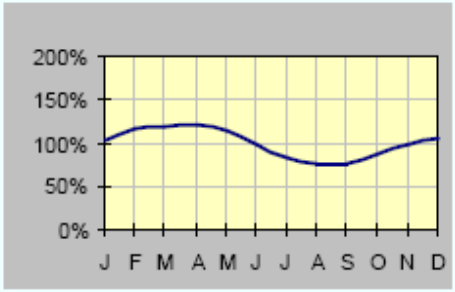
Il est localisé à l'extrémité Sud-Ouest de la région (Ardèche).



Régime influencé

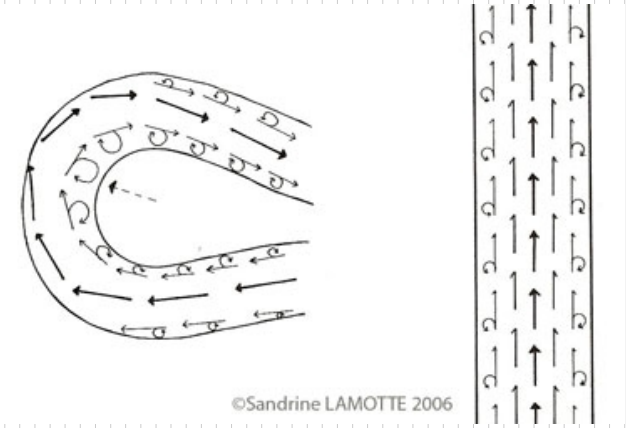
Il est caractérisé par un très faible contraste entre les hautes et les basses eaux. L'amplitude ne varie que de 75% à 120% du module.

Le Rhône à l'aval de Lyon appartient à cette catégorie mais également les rivières en relation avec des émergences d'eaux souterraines ou avec des plans d'eau.

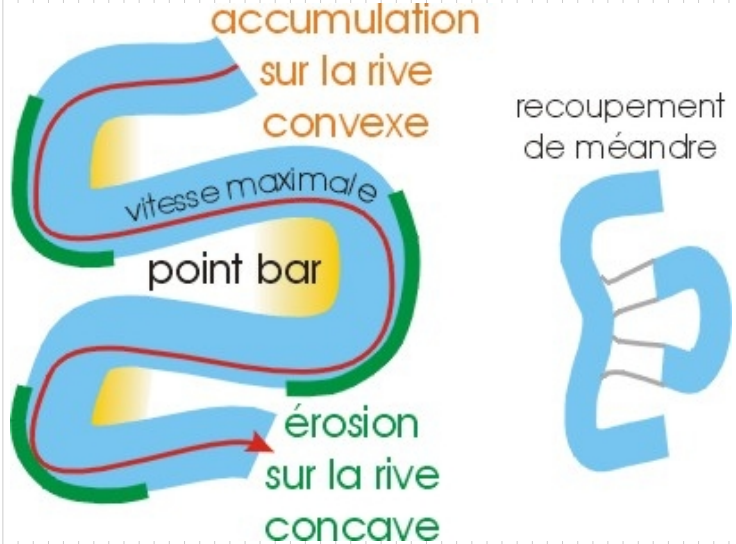


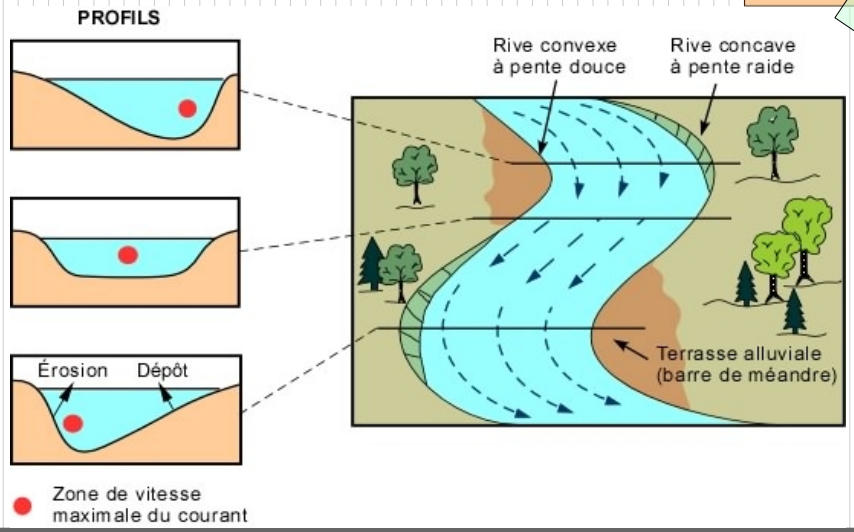
DIREN Rhône-Alpes

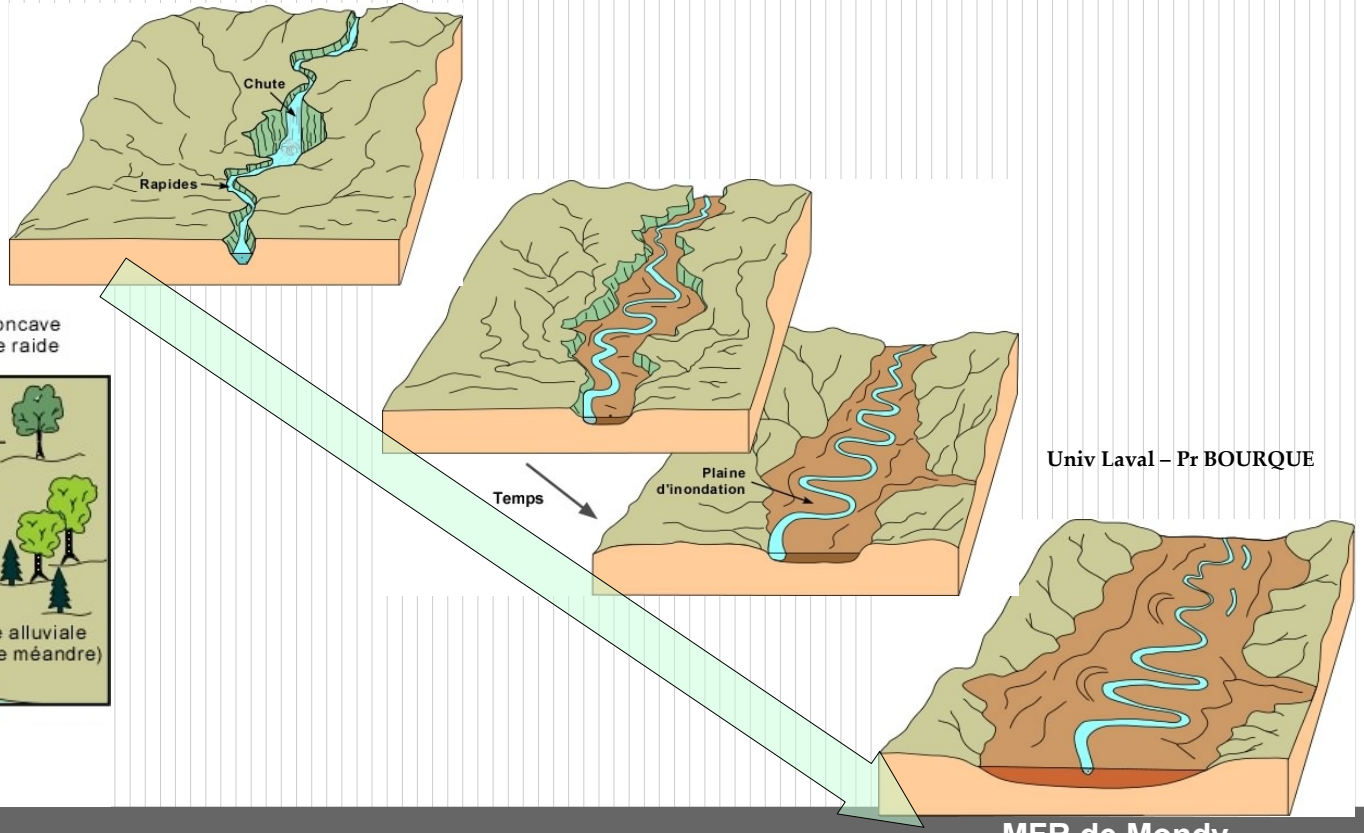
Rôle des processus d'érosion – transport – sédimentation dans la formation des méandres



Sandrine LAMOTTE, 1993.
Univ. Sciences Montpellier. Publ.IRD, 423 p.

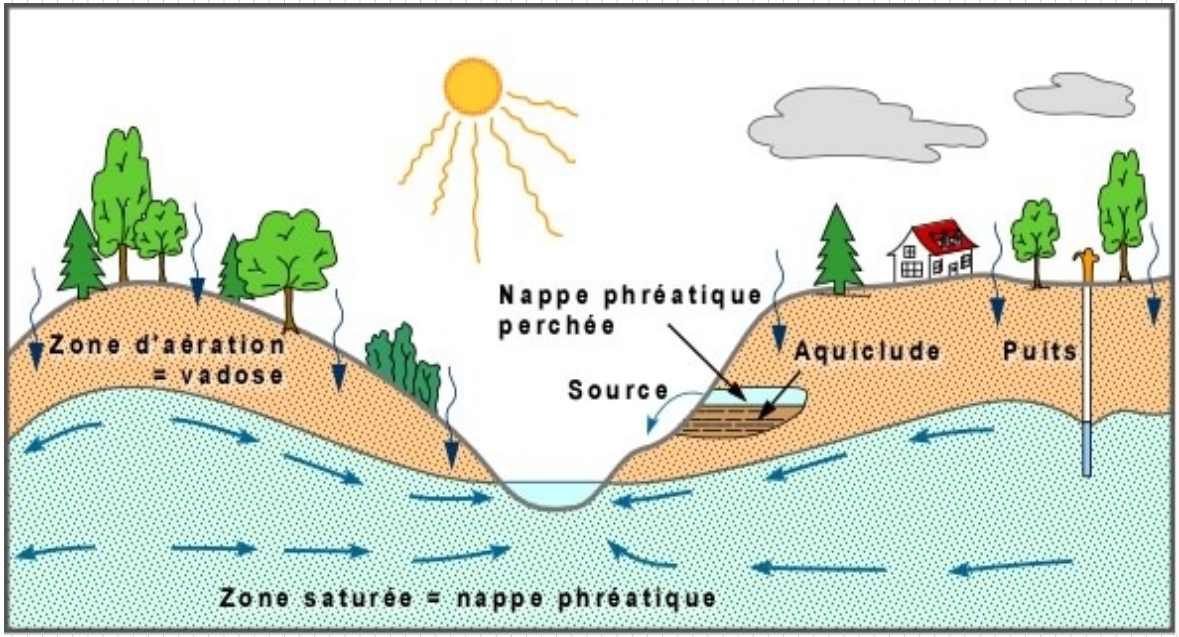






Univ Laval – Pr BOURQUE

2. L'hydrosystème dans sa dimension verticale : *le milieu hyporhéique*

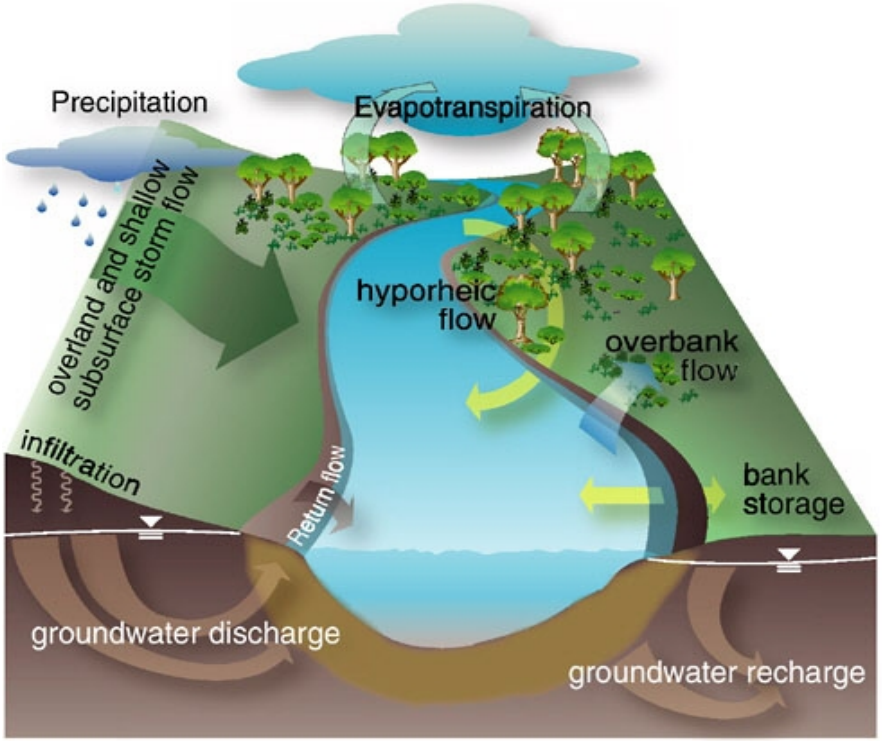


Univ Laval – Pr BOURQUE

La zone hyporhéique est constituée de sédiments +/- fins au travers desquels s'écoule l'eau (donc perméabilité).
Cette zone constitue une ***interface*** entre le cours d'eau proprement dit (écoulement rhéique) et le milieu souterrain, notamment les eaux souterraines proprement dit (aquifères) : **ECOTONE**

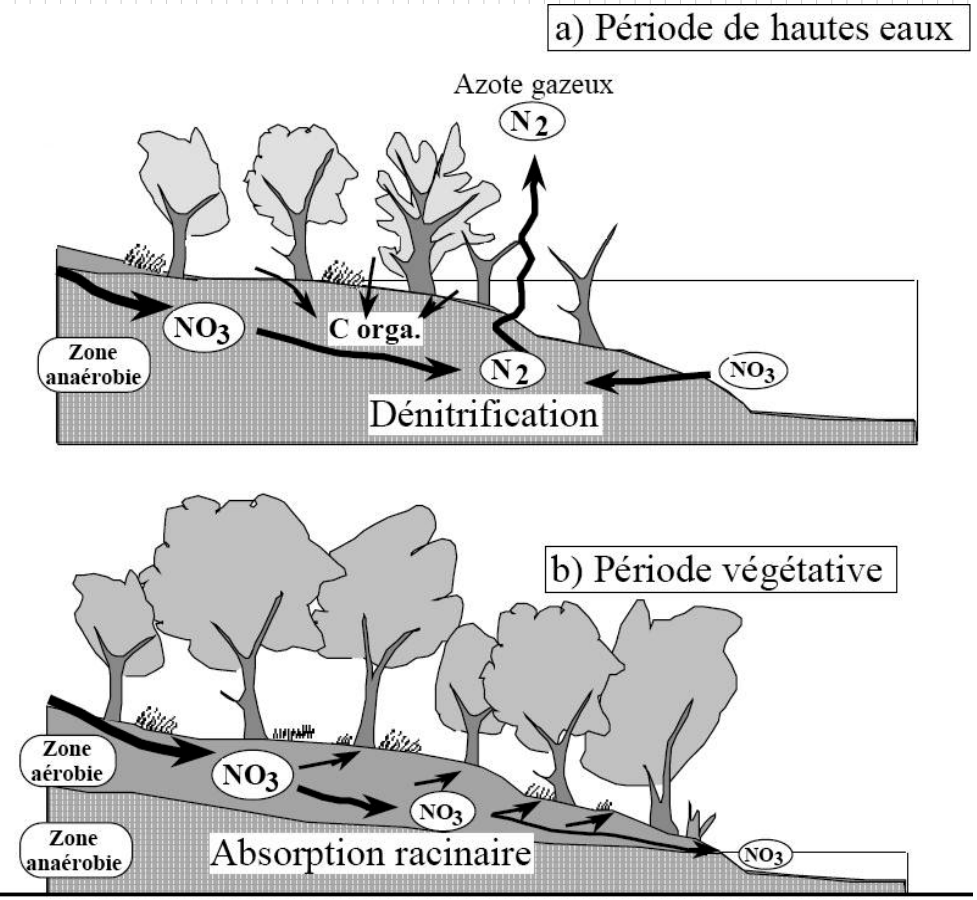
L'alimentation en eau du milieu hyporhéique ne repose pas que sur le cours d'eau :apports du B.V. (infiltrations), apports des nappes.

Les échanges se font dans les 2 sens : importance de la zone hyporhéique dans le ***soutien des débits d'étiage***.



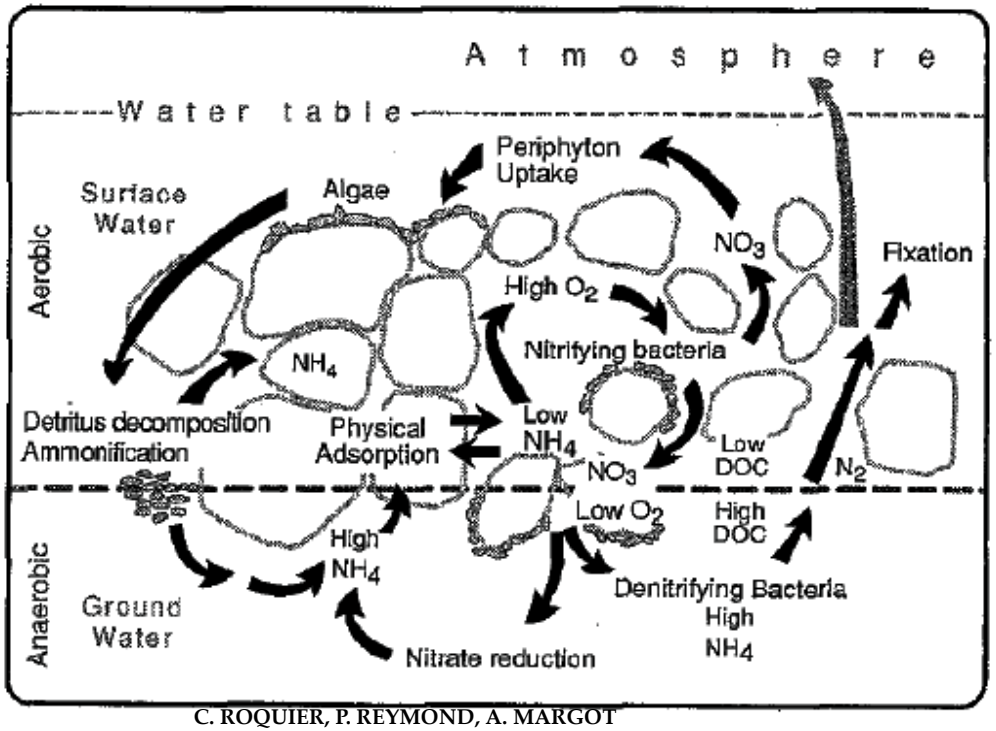
La zone hyporhéique est le siège de processus chimiques fondamentaux. Elle remplie également des fonctions biologiques importantes …
Car la zone hyporhéique est un milieu vivant !

Rôle notamment dans le cycle de l'azote et le recyclage de la M.O. :



J-G. WASSON
Hydro-écologie des cours d'eau écologie des cours d'eau : Fonctionnement, bioindication

Figure 2 - Schéma du cycle de l'azote dans la zone hyporhéique, à l'interface des eaux terrestres et souterraines

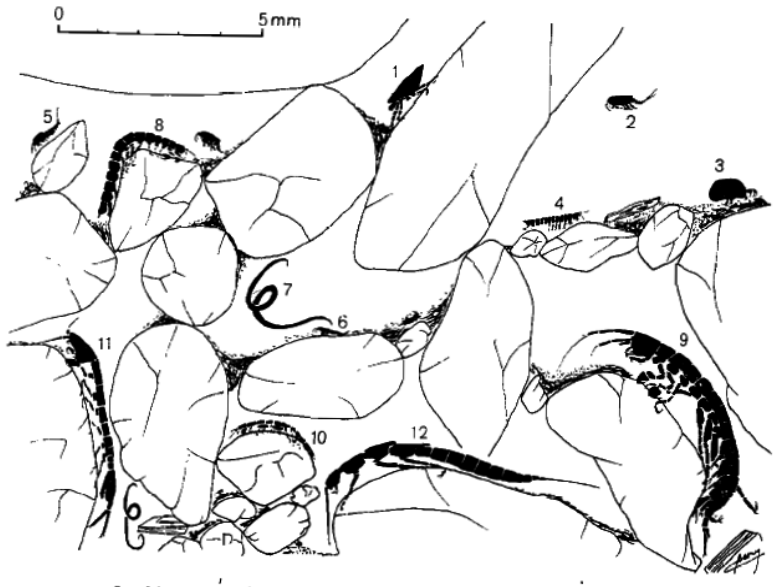


C. ROQUIER, P. REYMOND, A. MARGOT
Capacité d'autoépuration des eaux du Rhône amont
(Source : Triska, 1993)

$$4NO_3^- + 5\{CH_2O\} + 4H^+ \longrightarrow 2N_2(g) + 5CO_2(g) + 7H_2O \quad (6)$$

nitrate — matière organique — hydrogène — azote (gaz) — dioxyde de carbone — eau

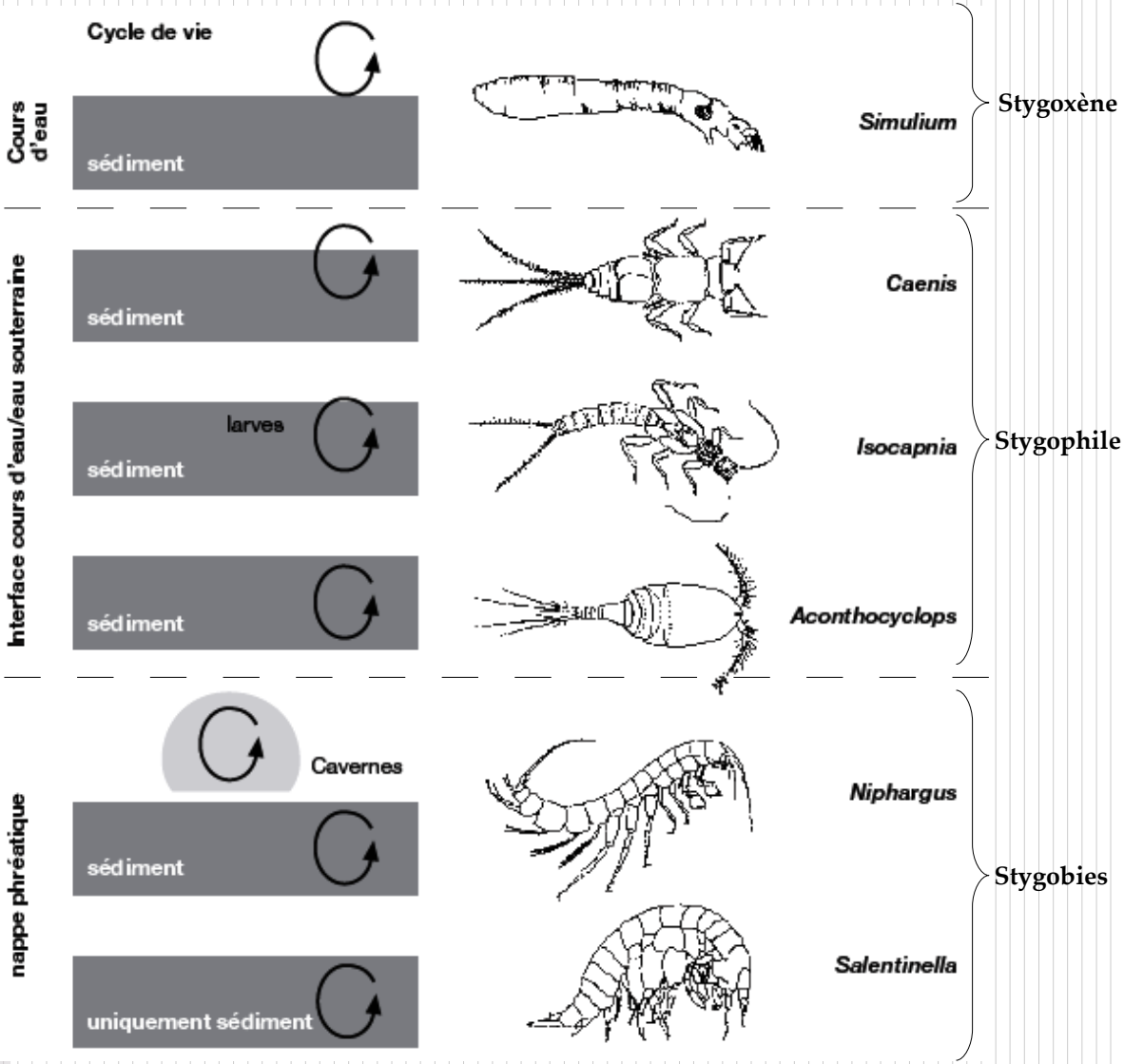
Le milieu hyporhéique: un milieu vivant



La biocoenose interstitielle d'un sous-écoulement. (1 — Hydracarien, 2 — Cyclopide, 3 — Ostracode, 4 — *Bathynella*, 5 — *Elaphoidella*, 6 — *Parastenocaris*, 7 — Nématode, 8 — *Balcanella*, 9 — *Niphargus*, 10 — *Microcharon*, 11 — *Stenasellus*, 12 — larve de *Leuctra*).

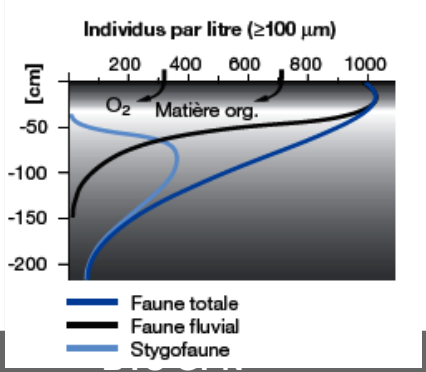
Le biotope interstitiel des nappes phréatiques et hypothéiques et ses principaux occupants (exemple des alluvions du Tarn dans le secteur d'Ambialet).

Source : BOU Cl. – La vie dans les eaux souterraines tarnaises. *Revue du Tarn*, n° 194

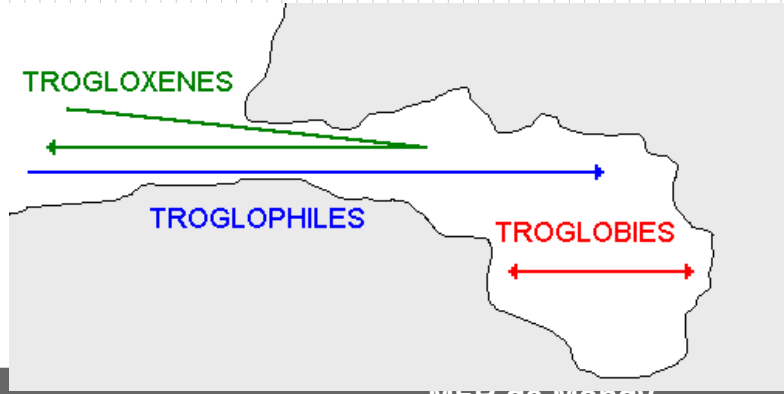


Faune hyporhéique : faune du milieu interstitiel
superficie → benthos profond

Espèces strictement interstitielles : **STYGOBIES**
Espèces préférentiellement interstitielles : **STYGOPHILES**
Espèces épigées : **STYGOXENES**



Remarque :
Milieu hyporhéique proche à bien des égards des grottes. Un parallèle est donc possible



Caractéristiques générales de la faune stygobie

- espèces interstitielles : se développent dans le substrat

- ***adaptations*** au milieu hyporhéique
  - dépigmentation
  - anophtalmie
  - corps allongés et effilés
  - réduction du métabolisme : réponse à l'hypoxie et au manque nourriture

  Conséquences :
  - vie allongée : esp de vie aselle 1 an; sténoaselle 15 ans !
  - stades de développement allongés
  - reproduction (natalité et rythmicité) – importante

Lié à la stabilité du milieu et aux conditions particulières(0_2 / T°)

La sélection favorise des indiv / espèces à taux de repro + faible mais durée de vie + longue : « stratégie K »

Caractéristiques communes à l'ensemble des espèces qui se développent dans des milieux comparables :
- faune stygobie marine
- faune troglobie, ...

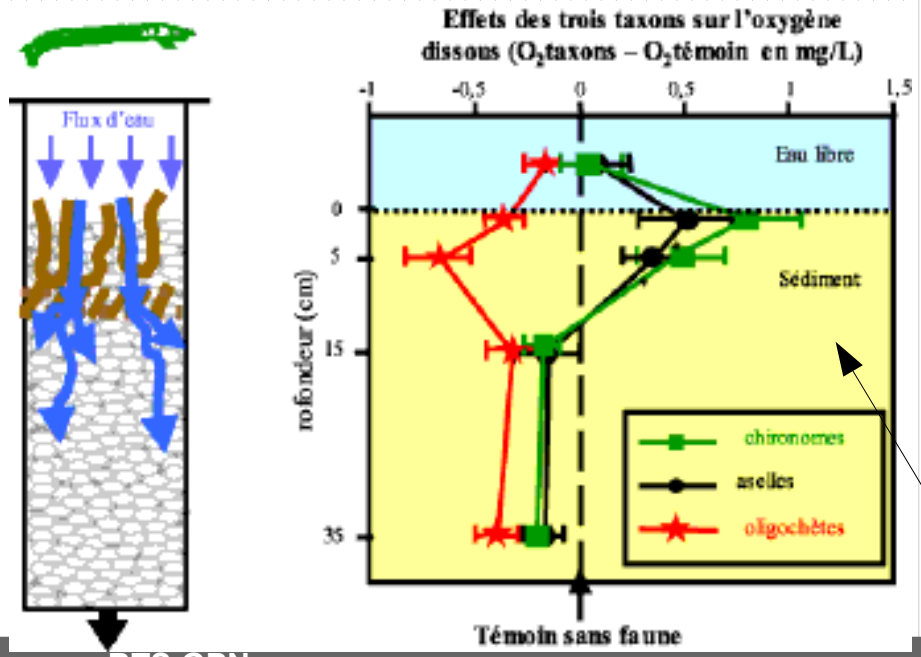
Caractéristiques de la stygofaune

- aveugle
- dépigmentée
- relativement petite
- pattes relativement courtes
- corps souvent allongé
- progression souvent ondulatoire
- métabolisme ralenti, faible demande en O_2
- durée de vie assez longue

→ spécialistes d'habitat

- mode d'alimentation non spécifique
- rapports prédateur-proie non spécifique
- chaînes alimentaires courtes

→ généralistes d'alimentation



La stygofaune : un rôle important dans de nombreux processus physico-chimique :oxygénation, recyclage MO, ...

L'adaptation au milieu interstitiel peut conduire au ***thigmotactisme*** : contact permanent et important avec le substrat - indispensable pour la survie de certains organismes.
Si le nombre de grains en contact est insuffisant, le déplacement est gêné et peut conduire à la mort (épuisement, apparemment).

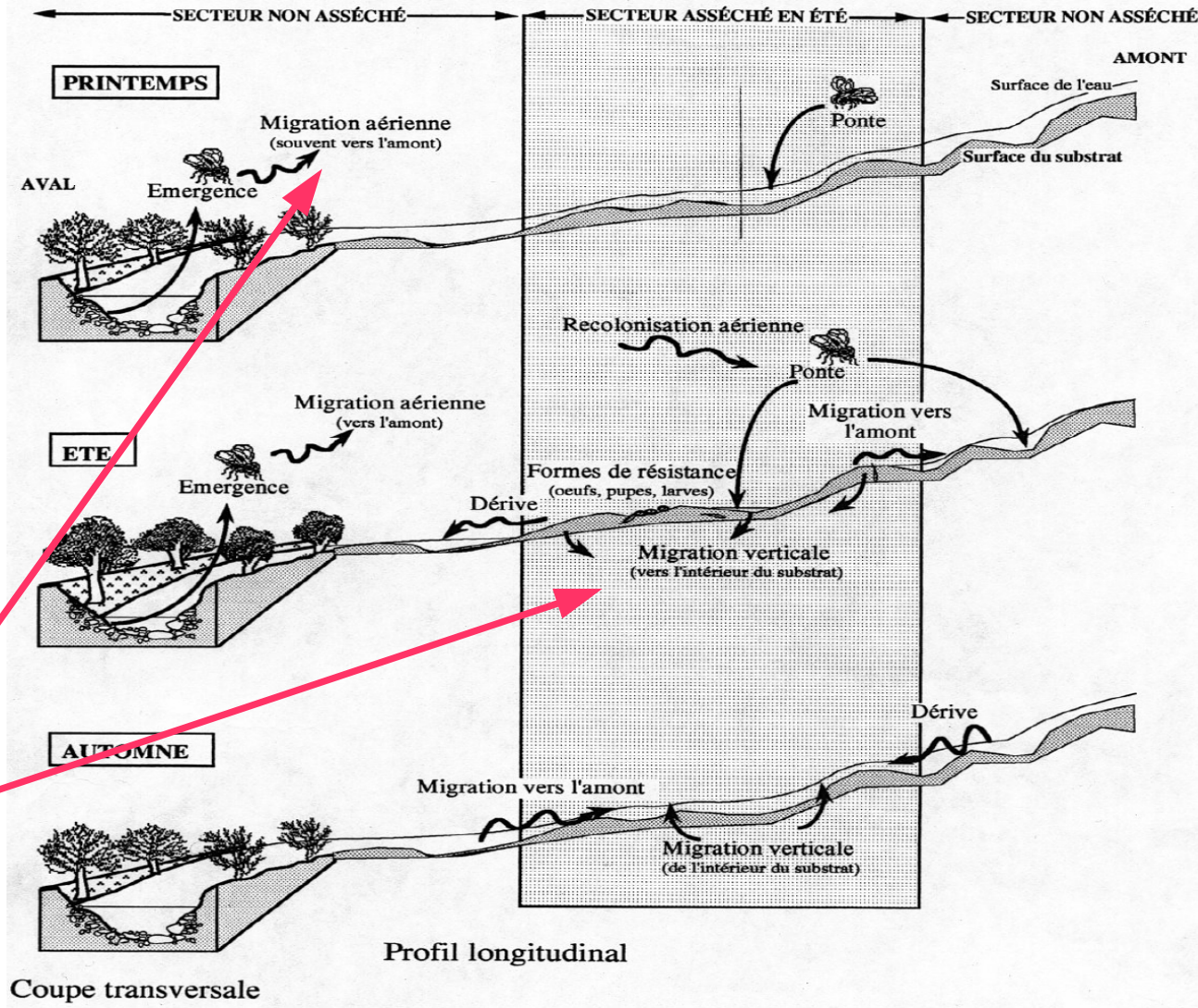
REMARQUE :

Dans la faune aquatique, deux grands groupes :

- ***Peuplement permanent*** : espèces dont le cycle est totalement aquatique- DONC pas de possibilité de recolonisation aérienne pour compenser le ***phénomène de dérive*** (dû au courant)
Ex. des invertébrés strictement aquatiques (nématodes, crustacés, oligochètes, ...)

- ***Peuplement temporaire*** : espèces à stades « dissociés » - stade adulte aérien, stade larvaire aquatique
Phénomène de ***recolonisation par les adultes*** pour compenser la dérive

+ Un phénomène de ***migration verticale*** qui permet aux organismes de trouver refuge dans la zone hyporhéique

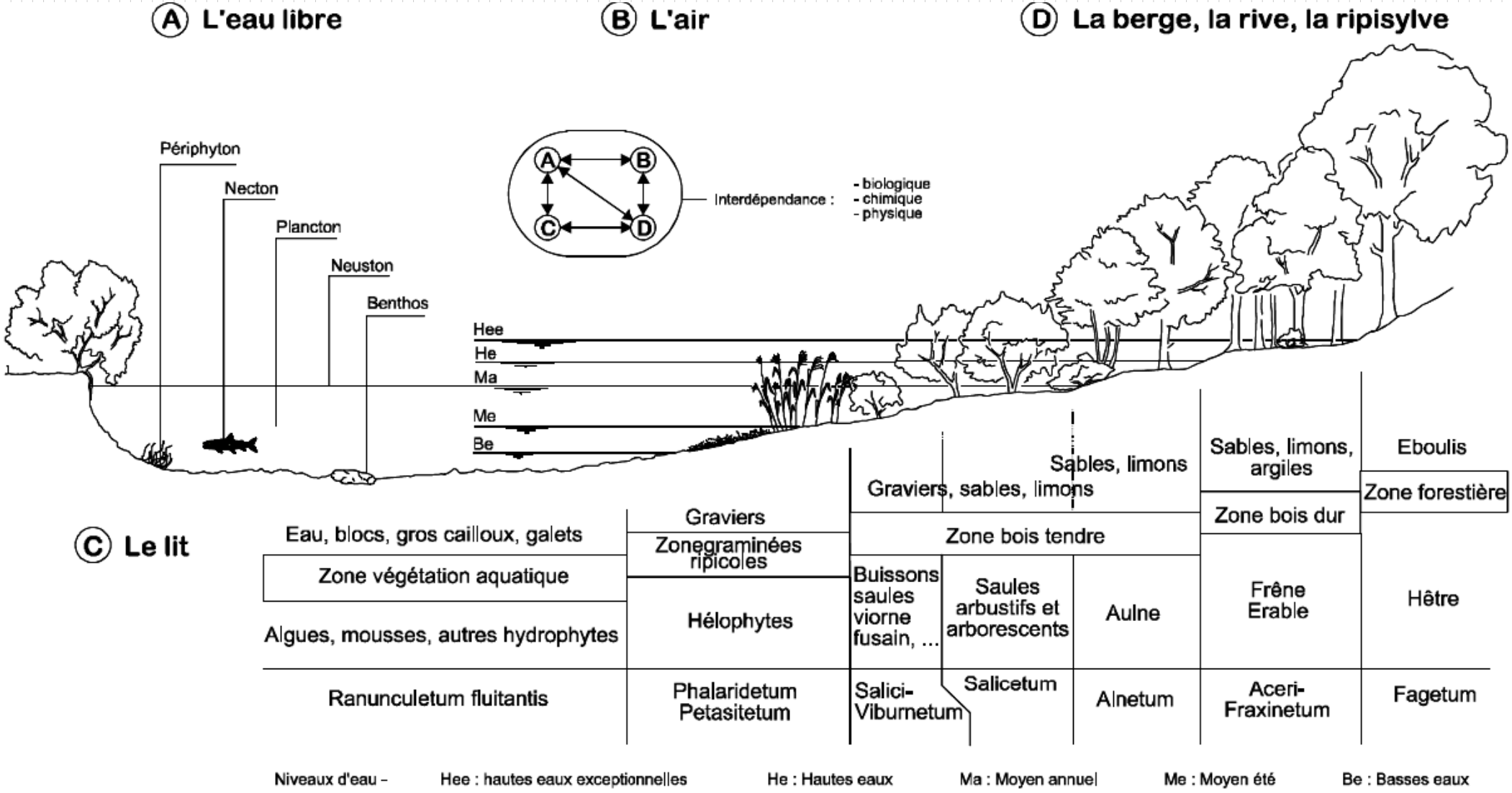


Le milieu hyporhéique, une composante importante du cours d'eau :
- interface : zone d'échanges (organismes, eau, nutriments)
- refuge, donc maintien de la biodiversité
- soutien des débits d'étiage
- fonctionnement physico-chimique : recyclage, piégeage de la MO

→ ***Sensibilité aux perturbations : problème des pollutions des sédiments***

3. L'hydrosystème dans sa dimension transervale :

Un cours d'eau :



L'hydrosystème et ses milieux annexes :

Zones humides :

Marais, marécages, tourbières …
Connexions permanente (échanges souterrains) ou temporaire (crues).
Souvent productivité importante
Richesse et diversité
Peut être un bras mort « évolué »
Dynamique vers boisement (forêt alluviale, forêt à bois tendre mais rajeunissement / relance de la dynamique par les crues

Zone de stockage et recyclage des nutriments,
Rôle épurateur (« filtre naturel »)
Rôle dans la régulation du climat, ECRÊTEMENT DES CRUES et SOUTIEN DES DEBITS D'ETIAGE (« éponge »)

Ripisylve

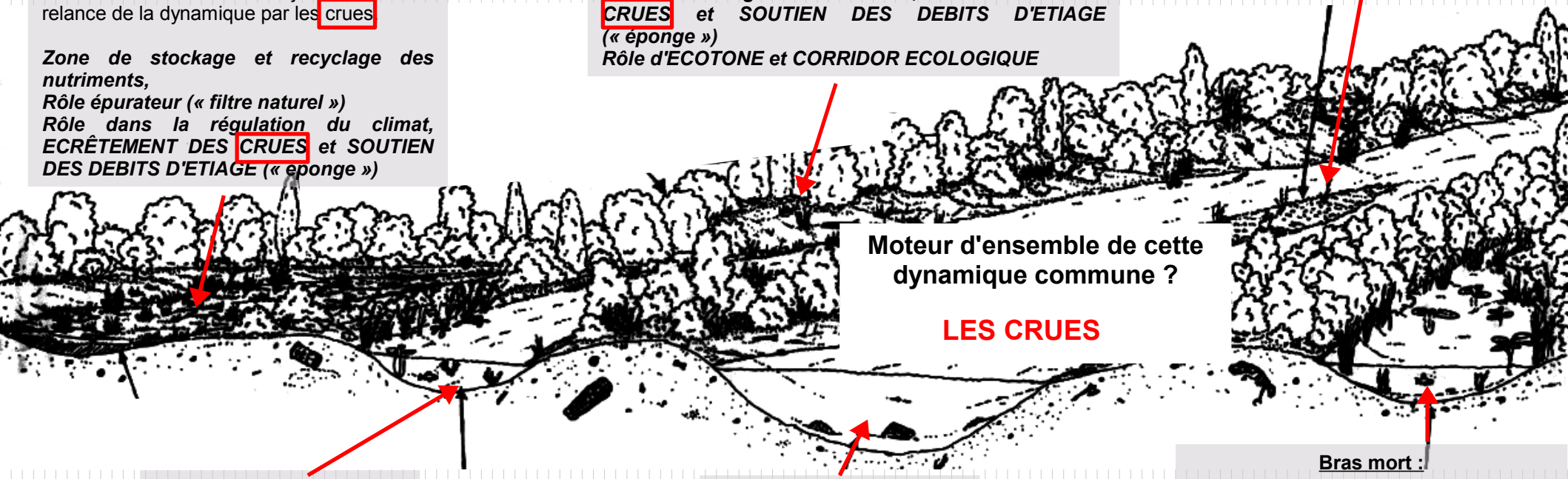
Apports de nutriments par les crues et le Bassin versant.
Productivité souvent très importante (= forêts tropicales)
Complexité structurale car mosaïque de formations (rôle perturbateur des crues)
milieu productif et hétérogène (METACLIMAX) donc RICHESSE et DIVERSITE

Zone de stockage des nutriments : ralenti leur transfert vers l'aval donc amélioration de l'efficacité du système trophique.
Rôle épurateur (« filtre naturel ») : absorbe une partie des apports par eaux de ruissellement (N, P, ...)
Rôle dans la régulation du climat, ECRÊTEMENT DES CRUES et SOUTIEN DES DEBITS D'ETIAGE (« éponge »)
Rôle d'ECOTONE et CORRIDOR ECOLOGIQUE

Iles de galet

Milieux « jeunes »
Quelques espèces pionnières (flore)
Evolution vers île végétalisée MAIS fréquemment remaniées / tranformées par les crues (et donc « rajeunissement)

Zone de reproduction pour certains organismes : oiseaux, invertébrés …



Moteur d'ensemble de cette dynamique commune ?

LES CRUES

Bras secondaire :

Courant généralement +faible que dans le chenal principal et profondeur moindre
Végétation

Zone de vie et alimenation pour un grand nombre d'espèces

Cours principal :

Débit et profondeur généralement importants,
Oxygénation et température variables

Zone de « refuge » pour un grand nombre d'espèces en période d'étiage
Corridor écologique

Bras mort :

Connexion permanente ou temporaire crues
Courant faible voire nul ; profondeur / largeur faibles
Milieu abrité, chaud ..
Milieu TRES PRODUCTIF

Zone de reproduction pour un grand nombres d'organismes (poissons, …)
« NURSERIE ESTIVALE »
Production / recyclage de la MO, transfert vers le fleuve lors des crues

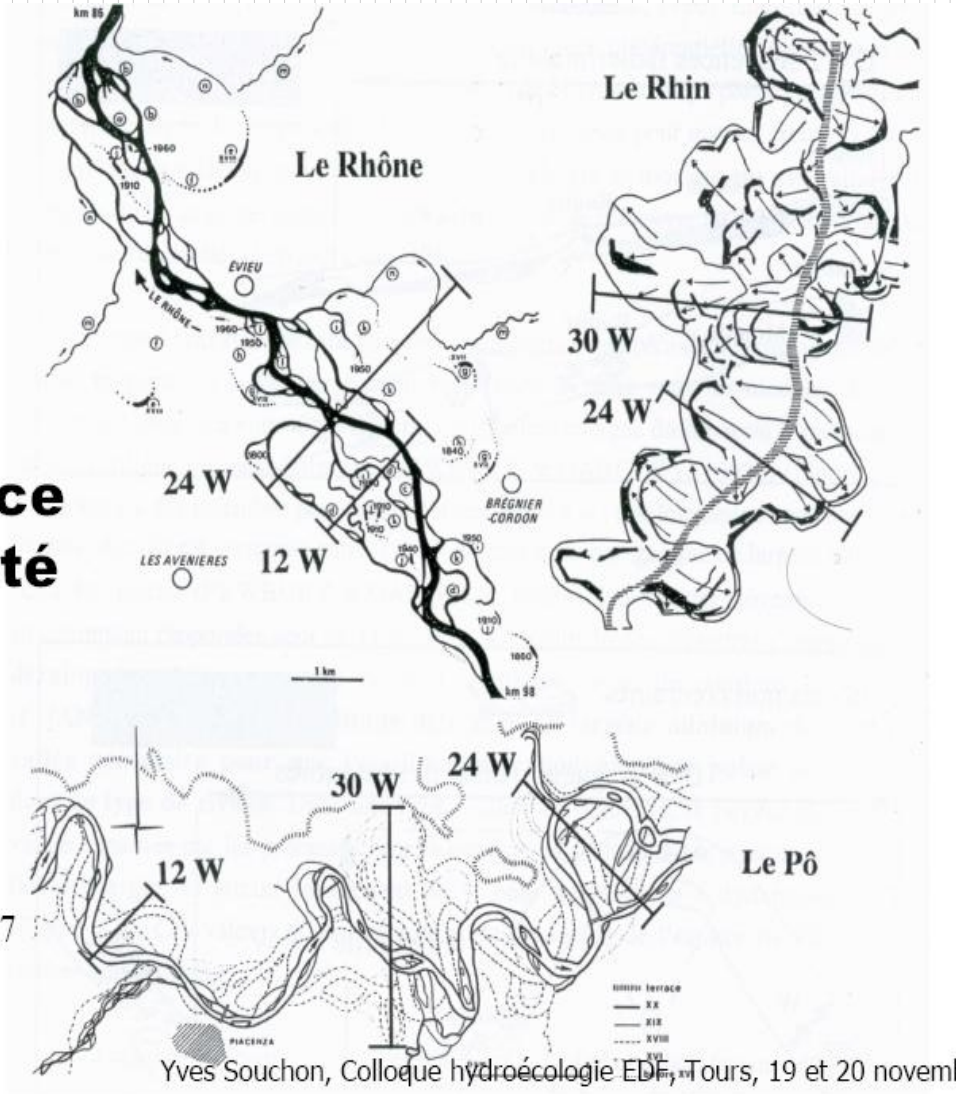
Les crues et la notion d'espace de liberté :

En résumé, l'hydrosystème dans sa dimension transversale englobe une diversité de milieux aux caractéristiques biotiques et abiotiques différentes. Chacun présente également une dynamique et un fonctionnement propres ; **MAIS** :
- le fonctionnement de chacun est important pour le fonctionnement des autres
- interconnexions +/- visibles

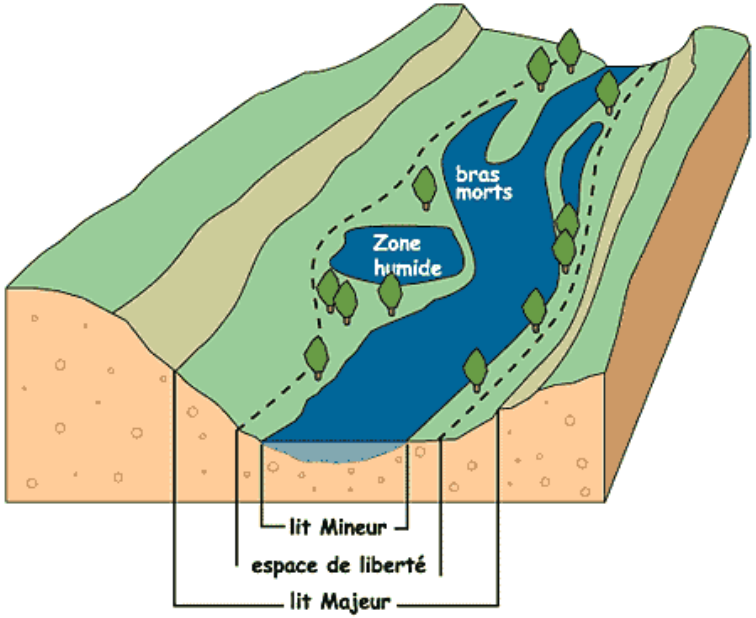
Ces milieux sont donc interdépendants et participent au fonctionnement global du système

Le « moteur » de cette dynamique : LES CRUES - Perturbations + connexions

Un espace de liberté

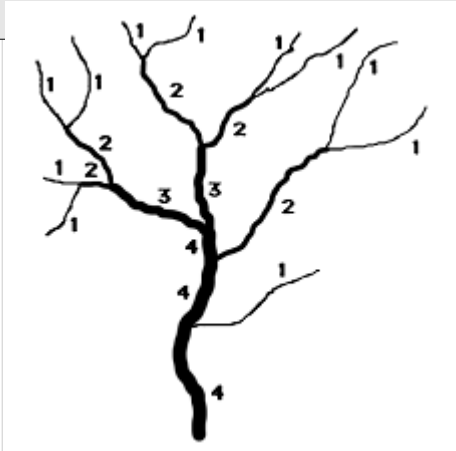


D'après
Amoros et al. 1987
Pinay et al. 1990



Yves Souchon, Colloque hydroécologie EDF, Tours, 19 et 20 novembre 2007

4. Approche biologique de l'hydrosystème :



• **Règle des confluences :**
Ordination de Strahler. Approche pratique du réseau hydrogaphique.
Utile, mais complexe en tête de bassin lorsque le réseau est dense.

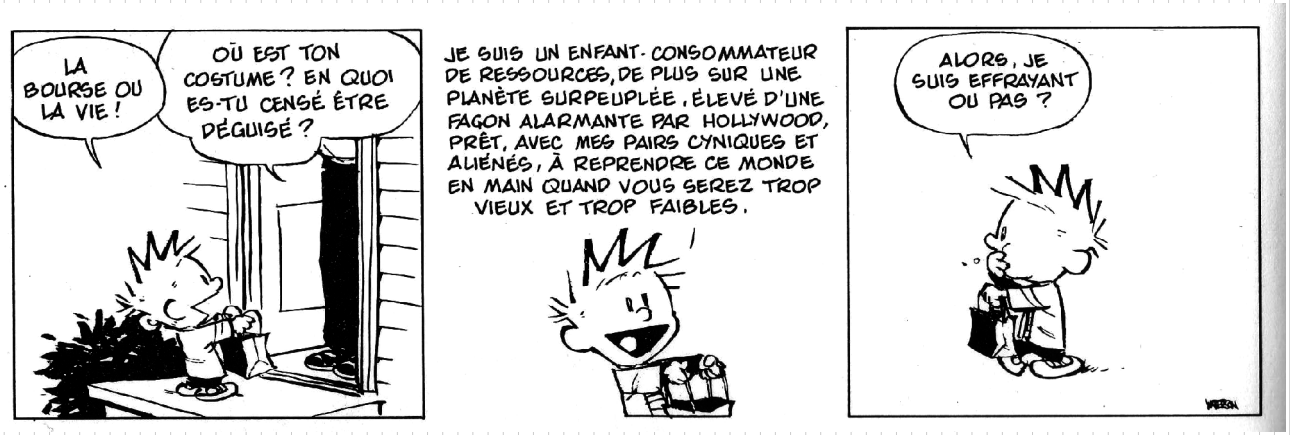
• **Zonation biologique :**
Observation des communautés pour délimiter les grands ensembles du cours d'eau. Principe des ***bioindicateurs***.

Plusieurs zonations biologiques ont été mises au point et validées :

- zonation de ***Illies – Botoseanu*** : repose sur les communautés d'invertébrés

- zonation de ***Huet*** : repose sur le peuplement de poissons

- zonation de ***Verneaux*** : plus « poussée », cette biotypologie des cours d'eau repose sur les communautés animales (poissons)



Calvin et Hobbes, B. WATTERSON

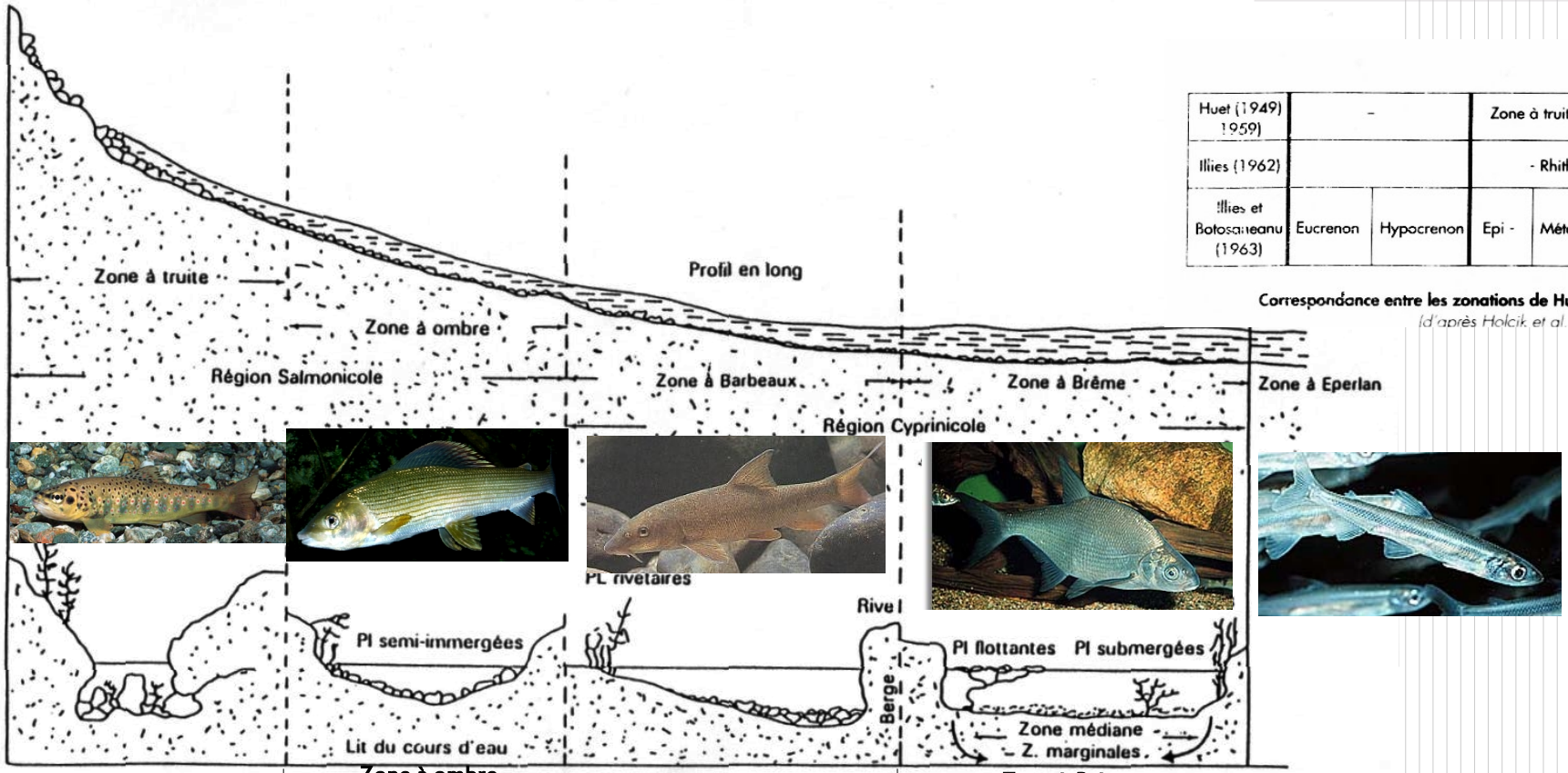
• ***Zonation de Illies Botoseanu :***

CRENON	**Eucrénon** : sources ***rhéocrènes*** : pente – fonds caillouteux ***limnocrènes*** : dépressions – eaux stagnantes - fonds sableux ***hélocrènes*** : suintements – zones marécageuses **hypocrénon** : ruisselet	**SOURCE** Eaux très froides Débit très faibles Très peu de MO Milieu abiotique, absence quasi-totale de flore et faune	
RHITHRON	**Epirhithron** : petit torrent **Métarhithron** : Torrent **Hyporhithron** : Rivière de montagne	**COURS SUPERIEUR** Versants raides Pente forte Débit faible Courant rapide Fonds érodés Saturation en O2 T° basse ; peu de variations Système hétérotrophe (apports allochtones) Communautés adaptées au courant : ***RHEOPHILES STENOTHERMES*** d'eau froide	***Quelques exemples :*** **Ephéméroptères** : ephemerellidés ecdyonuridés ... **Plécoptères** : capniidés leuctridés némouridés ... **Diptères** simulidés odonomidés ... **Coléoptères** elmidés helodidés ... **Trichoptères** : glossosomatidés philopotamidés rhyacophilidés
POTAMON	**Epipotamon** : Rivière de vallée (cours moyen) **Métapotamon** : Fleuve **Hypopotamon** : Estuaire } cours inférieur	Vallées - versants doux Pente faible Débit important Courant modéré ou lent Fonds déposés Déficit possible O2en été variations importantes de T° Système autotrophe (apports autochtones) Communautés adaptées au manque d'O_2 et variations T° ***EURYTHERMES LIMNOPHILES***	***Quelques exemples :*** **Ephéméroptères** : potamanthidés perlodidés caenidés.... **Diptères** chironomidés tabanidés culicidés ... **Coléoptères** dysticidés haliplidés ... **Trichoptères** : hydroptilidés leptoceridés Heteroptères : notonectidés corixidés

• ***Zonation de Huet :***

2 régions, 5 zones
Définition basée sur les espèces présentes en lien avec les conditions de milieu

Zonation écologique d'un cours d'eau d'après l'ichtyofaune *(d'après Huet, 1949)*



Huet (1949) 1959)	–		Zone à truite		Zone à ombre	Zone à barbeau	Zone à brême	–
Illies (1962)			- Rhithron			- potamon		
Illies et Botosaneanu (1963)	Eucrenon	Hypocrenon	Epi -	Méta -	Hypo -	Epi -	Méta -	Hypo -

Correspondance entre les zonations de Huet et de Illies et Botosaneanu
(d'après Holcik et al., 1989)

Zone à truite

- Ruisselet de montagne
- Faune salmonicole : truite
- T°basse : 5-10°C, même en été
- eau claire, saturation O_2
- courant violent (>30cm/s), fonds caillouteux
- Sp accompagnatrices : saumon de fontaine, chabot …

Zone à ombre

- Ruisseau de montagne
- Faune à dominante salmonicole : ombres
- T basse à moyenne : de 5 à 10-15°C
- eau claire et bien oxygénée
- Courant rapide à moyen (15 à >30cm.s), fonds pierreux à sableux
- Sp accompagnatrices : loche franche, blageon …

Zone à Barbeaux

- Petite rivière
- Faune à dominante cyprinicole : barbeau fluviatil
- T°moyenne à élevée : 10 à 20°C
- Eau plus turbide, moins oxygénée
- Courant moyen à faible (15 à grand maxi 30cm.s), fonds sableux à vaseux, végétation
- Sp accompagnatrices : épinoche, gardon, goujon …

Zone à Brême

- Grosse rivière / fleuve
- Faune cyprinicole : brème
- T°élevée : >20°C en été
- eau turbide, déficit possible O_2
- Courant lent <15cm.s, fonds déposés vase végétation berges + lit
- Sp accompagnatrices : carpe, tanche, rotengle, …

Zone à Eperlan

- Embouchure : transition eau douce / eau salée
- Eaux saumâtres
- Eperlan, esturgeon, …

Basé sur l'identification d'espèces caractéristiques, indicatrices + des espèces accompagnatrices

MAIS

la présence seule de ces espèces n'est pas suffisante pour déterminer la zone ! Chaque espèce présente une tolérance (notion de valence de écologique) et peut donc se retrouver dans différentes zones.
Nécessité de coupler différents aspects : caractéristiques morpho-hydrologiques de la station + ichtyofaune présente.

+ des espèces en « transit » :

- **Espèces anadromes = potamotoques :** espèces qui se développent en mer, mais se reproduisent en rivière (migration – remontent les cours d'eau pour gagner les frayères)
Le saumon est certainement l'exemple le plus connu : naissance en torrent , retour en mer après 1 ou 2 ans, croissance en mer (1 à 3 ans) avant de revenir sur le lieu de naissance pour repro

- **Espèces catadromes = thalassotoques :** croissance en rivière et repro en mer
Ex de l'anguille : croissance rivière, migration jusque mer des sargasses (?) pour repro, retour des jeunes (civelles) en rivière.

Ces deux types d'espèces sont également qualifiées de ***amphibiotiques*** = ***diadromes*** : espèces vivant alternativement en eau de mer et en eau douce (étymologiquement, amphibiotique veut dire « vie double », donc pourrait se définir de manière + large...). En l'occurence, il s'agit ici plus précisément d'espèces ***amphihalines***
- Espèce ***amphidrome*** se déplace entre eau douce et eau salée à une certaine époque de sa vie mais pas pour se reproduire.
- Un poisson ***potamodrome*** migre mais uniquement en eau douce.
- Un poisson ***océanodrome*** migre mais uniquement en eau de mer.

Calvin et Hobbes, B. WATTERSON

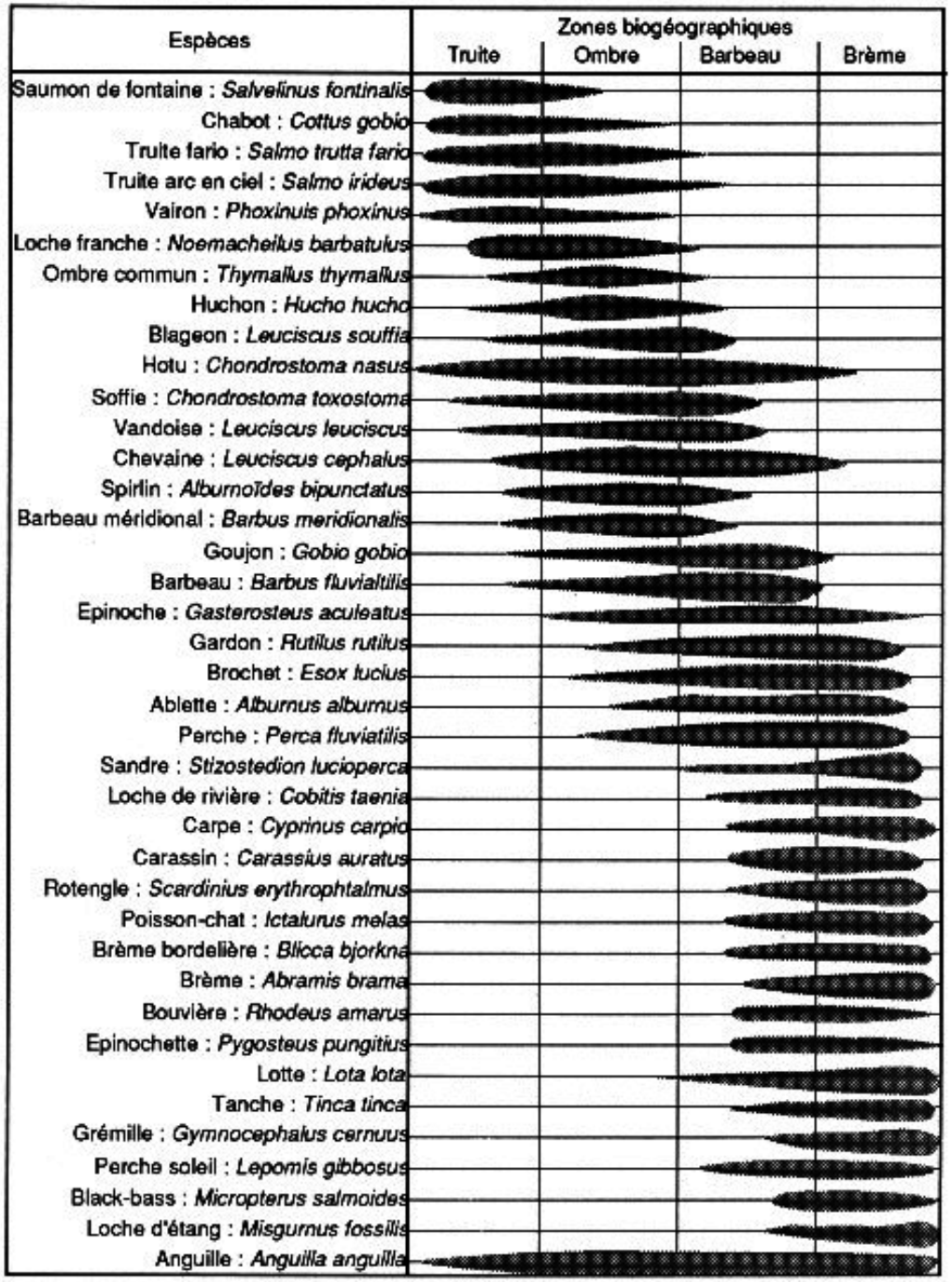


Figure 8.1 — *Zonation longitudinale des peuplements de poissons d'Europe occidentale (adapté d'après Huet, 1959 et Arrignon, 1976).*

- ***Zonation de Verneaux :***

Reprend et développe la zonation de Huet : propose une typologie plus poussée, identifiant ainsi 10 ***types écologiques***. A chacun correspond une biocénose « type ».

Biotypologie de Verneaux

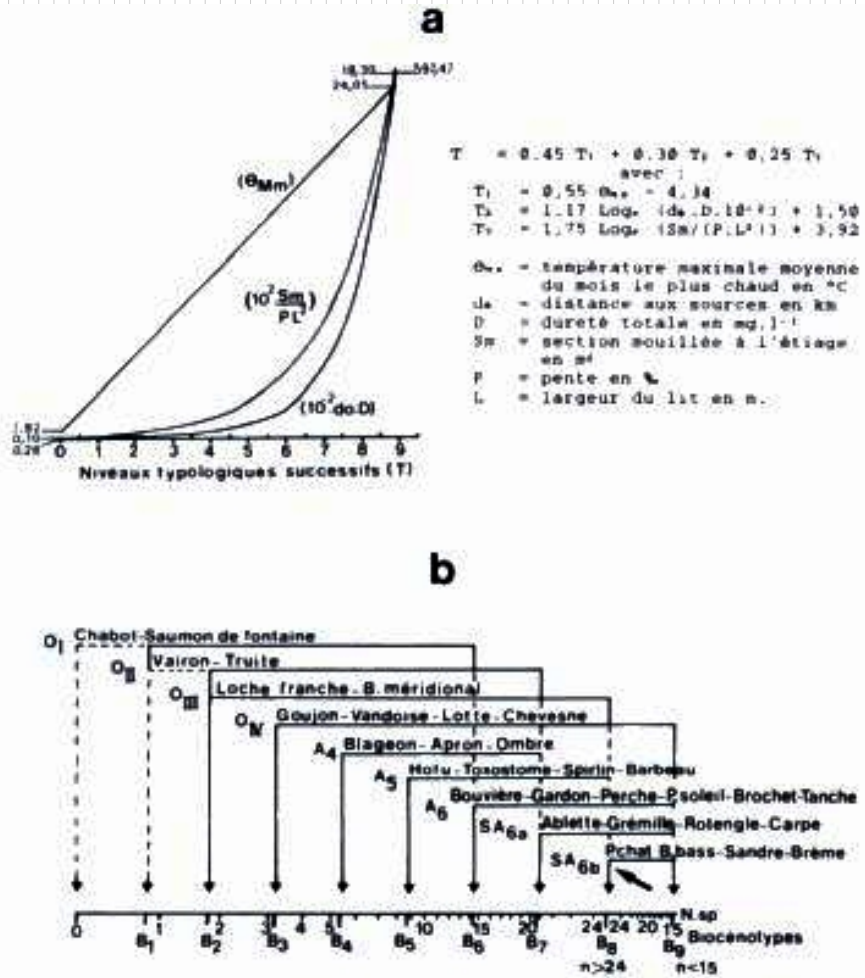


Figure 5. Caractéristiques et méthodes d'estimation des niveaux typologiques théorique (T) et biologique B de l'analyse biotypologique de Verneaux (d'après Verneaux, 1977a et 1977b).
a : Variation des trois facteurs synthétiques composant le niveau typologique théorique T le long de la succession biotypologique; b : Organisation des groupements socioécologiques (32 espèces de poissons dulçaquicoles) le long de la structure biologique de l'écosystème théorique d'eau courante medieuropéen – O : ordres; A : alliances; S.A. : sous-alliances.

Type écologique	Développements spécifiques optimaux	moyens	faibles
BO-B1	Présence sporadique de chabots et de truitelles		
B2	omble de fontaine	chabot	truite vairon
B3	chabot	truite vairon omble de fontaine	loche franche ombre
B4	vairon truite	chabot loche franche ombre	blageon apron omble de fontaine goujon chevesne
B5	loche franche ombre	chabot vairon truite apron blageon chevesne goujon	toxostome hotu lotte vandoise spirlin barbeau
B6	blageon apron toxostome hotu	vairon ombre truite loche franche goujon chevesne lotte vandoise spirlin barbeau	chabot perche brochet bouvière gardon tanche
B7	spirlin goujon lotte vandoise barbeau chevesne	hotu toxostome bouvière perche brochet gardon tanche loche franche	apron blageon carpe gremille ablette sandre perche soleil brême brême bordelière truite ombre vairon
B8	ablette bouvière gremille perche brochet gardon carpe sandre perche soleil	tanche brême brême bordelière rotengle poisson chat black bass goujon chevesne	lotte vandoise spirlin barbeau toxostome hotu loche franche
B9	brême poisson chat tanche black bass brême bordelière rotengle	sandre ablette gremille carpe gardon brochet perche bouvière perche soleil	chevesne goujon

5. Conceptualisation du fonctionnement de l'hydrosystème :

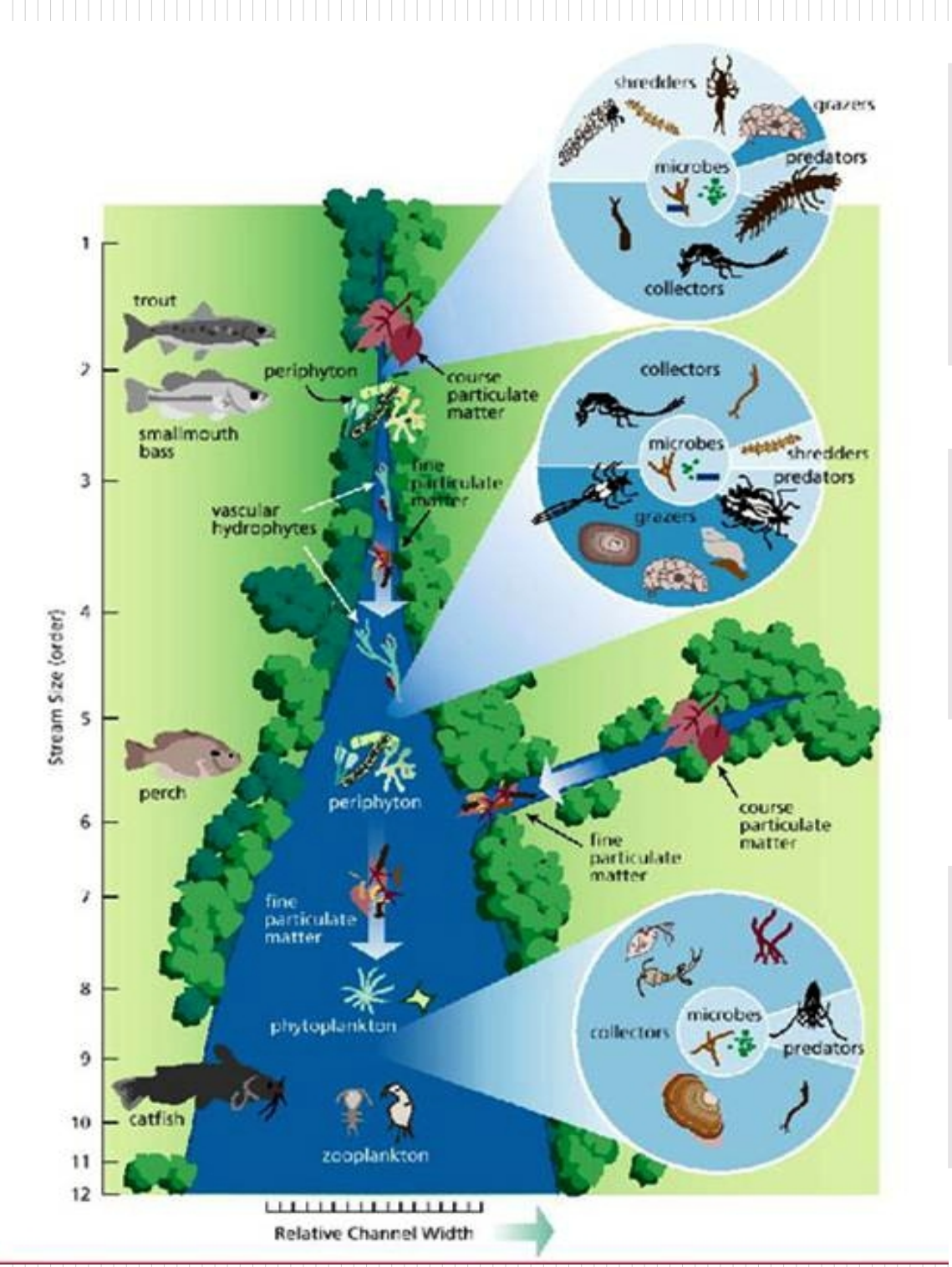
→ Comprendre l'hydrosystème pour pouvoir diagnostiquer les dysfonctionnements et intervenir en conséquence

Le continuum fluvial (river continuum concept) :

Concept né dans les années 80 (Vannote) – Vise à décrire le fonctionnement écologique longitudinal des cours d'eau.
Repose sur le principe fondamental du gradient amont-aval des cours d'eau : gradient physico-chimique et biologique

Ce concept relie les aspects :
- facteurs physico-chimiques
- dynamique de la MO
- Structure / fonctionnement des communautés animales et végétales

La matière /énergie dans un cours d'eau peut avoir des origines différentes :
- E. externe : apports allochtones
- E. interne : apports autochtones – P_1
- E. de transfert : transfert amont - aval



Cours supérieur :
pente; courant : conditions érosives
pas ou très peu de P1
Système fonctionne sur apports allochtones :

SYSTEME HETEROTROPHE – DETRITIVORE

Réseau trophique et donc structure des communautés en conséquence :
MOGP/MOFP : donc guildes trophiques les + abondantes = ***broyeurs*** (MOGP) et ***collecteurs*** (MOFP)

Cours moyen :
Énergie interne augmente car P1
Système fonctionne sur apports internes :

SYSTEME AUTOTROPHE

Réseau trophique et donc structure des communautés en conséquence :
guildes trophiques les + abondantes = ***Brouteurs, racleurs, collecteurs filtreurs***

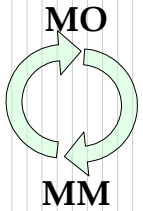
Cours inférieur :
Débit très important, turbidité
Énergie de transfert domine
Système fonctionne sur apports de l'amont :

SYSTEME HETEROTROPHE

Réseau trophique et donc structure des communautés en conséquence :
MOFP / MOTFP : donc guilde trophiques les + abondantes = ***collecteurs*** - ***filtreurs***

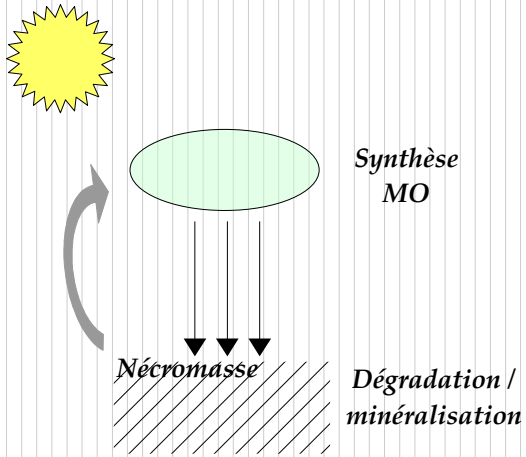
Le Spiralling :

Biosynthèse:
photosynthèse - P1



Biodégradation:
décomposeurs (*transformateurs)*

Dans la plupart des écosystèmes terrestres, océaniques et lacustres le gradient biosynthèse / biodégradation est vertical :



Synthèse dans les couches supérieures
Dégradation dans les couches inférieures
« ***MIGRATION VERTICALE*** »

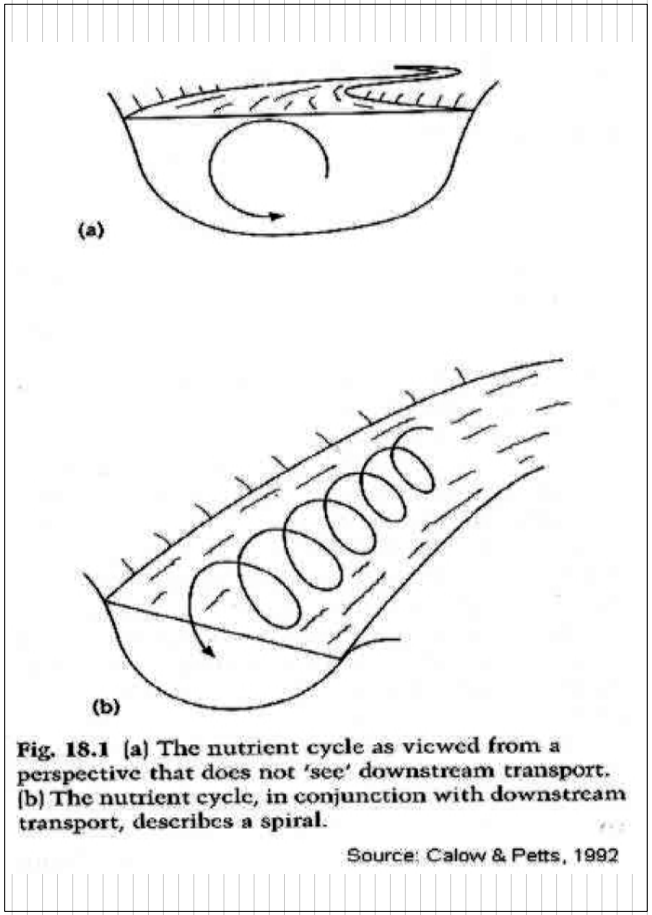


Fig. 18.1 (a) The nutrient cycle as viewed from a perspective that does not 'see' downstream transport. (b) The nutrient cycle, in conjunction with downstream transport, describes a spiral.

Source: Calow & Petts, 1992

Dans les cours d'eau : particularité vient du gradient amont – aval induit par le courant. Existence d'un phénomène de « dérive » La matière est alternativement stockée / transférée :

FLUX EN SPIRALE

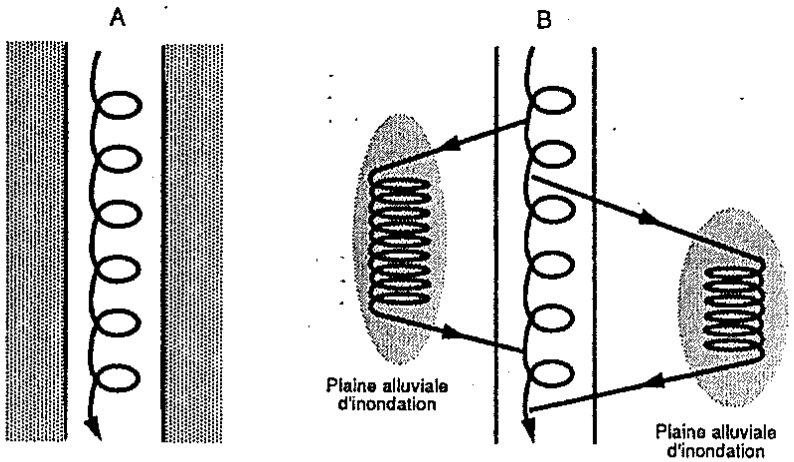


Figure 8.5 Flux spiralé de nutriments dans un cours d'eau dépourvu de plaine d'inondation (a) et dans un cours d'eau où les inondations entretiennent des échanges réguliers entre le cours principal et les écosystèmes de la plaine (b). (Amoros et Petts, 1993).

L'amplitude de la spirale traduit l'efficacité de l'hydrosystème à produire / recycler la matière.

Bras morts, plaine alluviale,... sont des milieux très productifs, recyclage intense : augmentent l'efficacité globale du système.

Le Flood pulse concept :

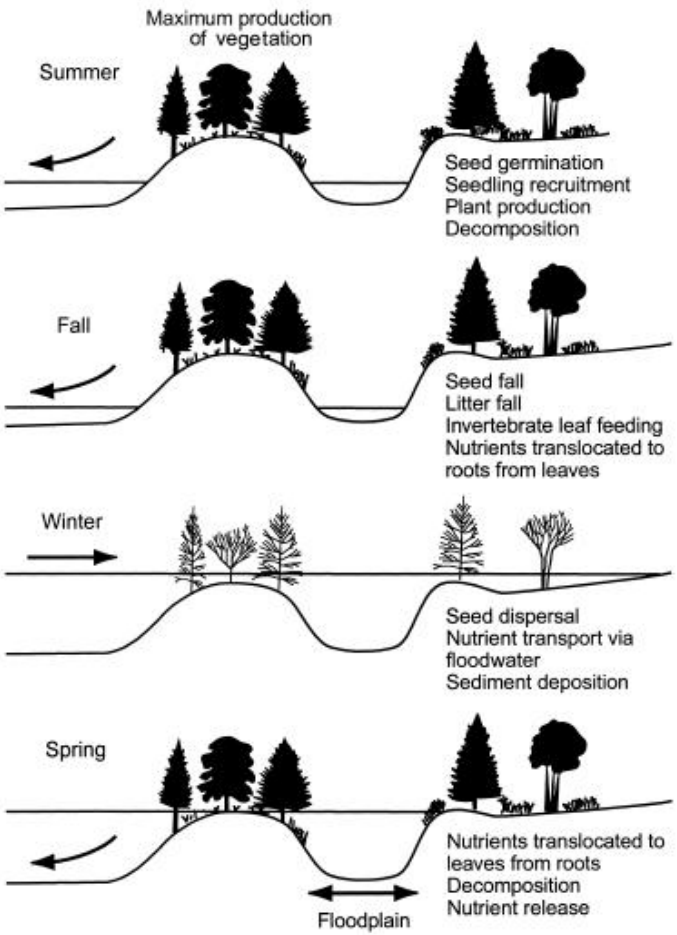


Figure 1-1. Flood pulsing across a forested floodplain in various seasons in North America, related functional dynamics and biotic adaptations. (Adapted from Bayley, 1991, as derived from Junk et al., 1989, in Middleton, 1999b.)

Flood pulse et littoral mobile :

Décrit à la base pour caractériser le fonctionnement de cours d'eau tropicaux.

- En Amazonie, les crues conditionnent la repro d'un grand nombre d'espèces animales
- Les cycles biologiques sont calqués en fonctions des variations de niveau d'eau
- Certaines espèces de poisson ne se nourrissent que lors des crues – jeûne durant la période d'étiage (en Amazonie 1800 sp de poissons – 200 granivores / frugivores)
- Des études sur le Danube ont montré une corrélation directe entre la production piscicole et la durée d'inondation

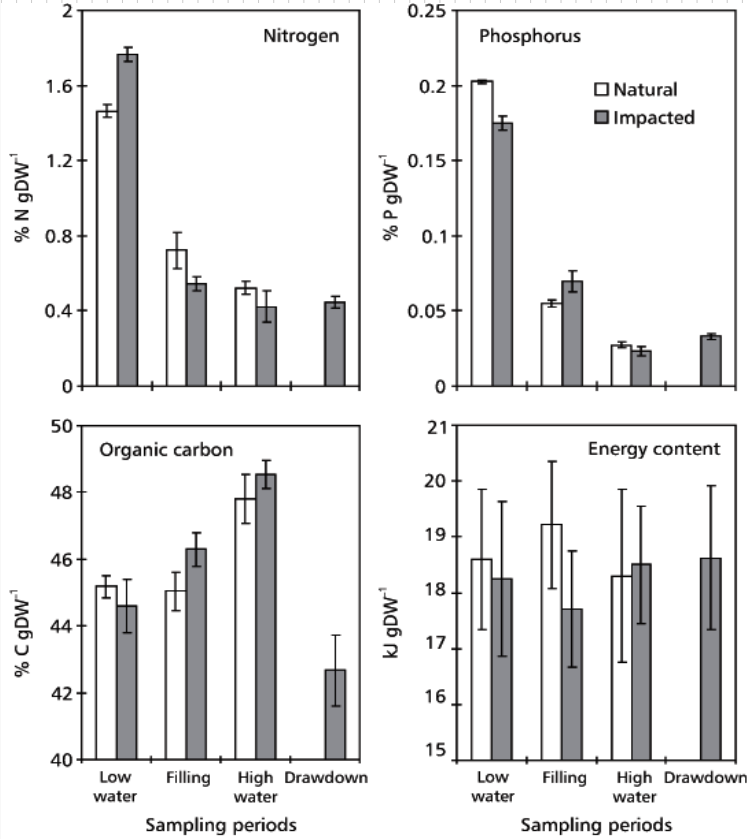
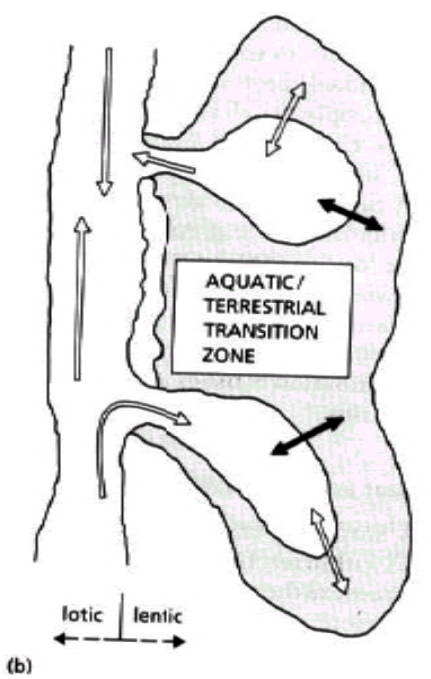
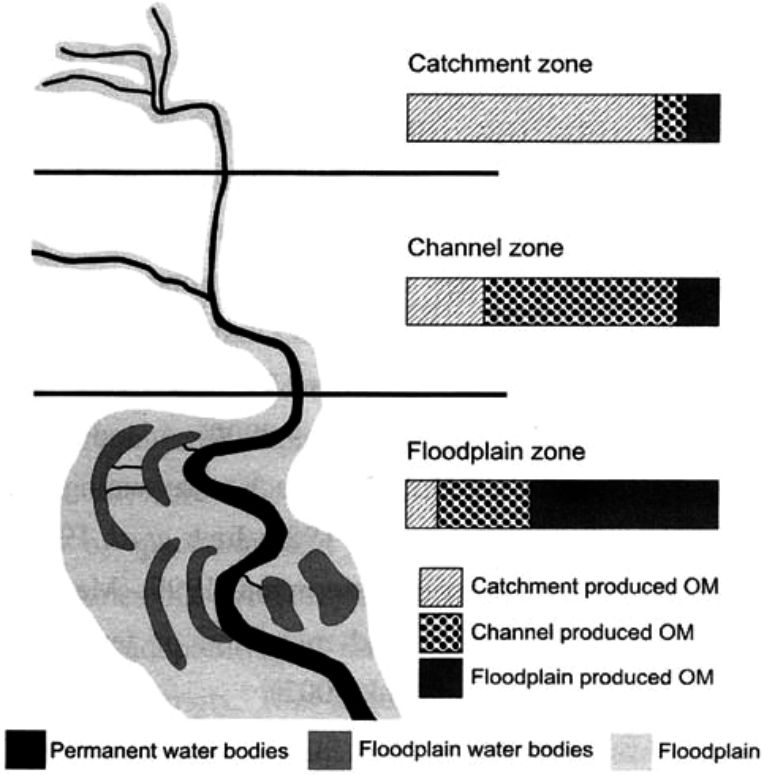


Fig. 1 — Nitrogen, phosphorus, organic carbon, and energy content of *Oryza glumaepatula* during a flood pulse period in natural and impacted areas of Batata lake (PA).

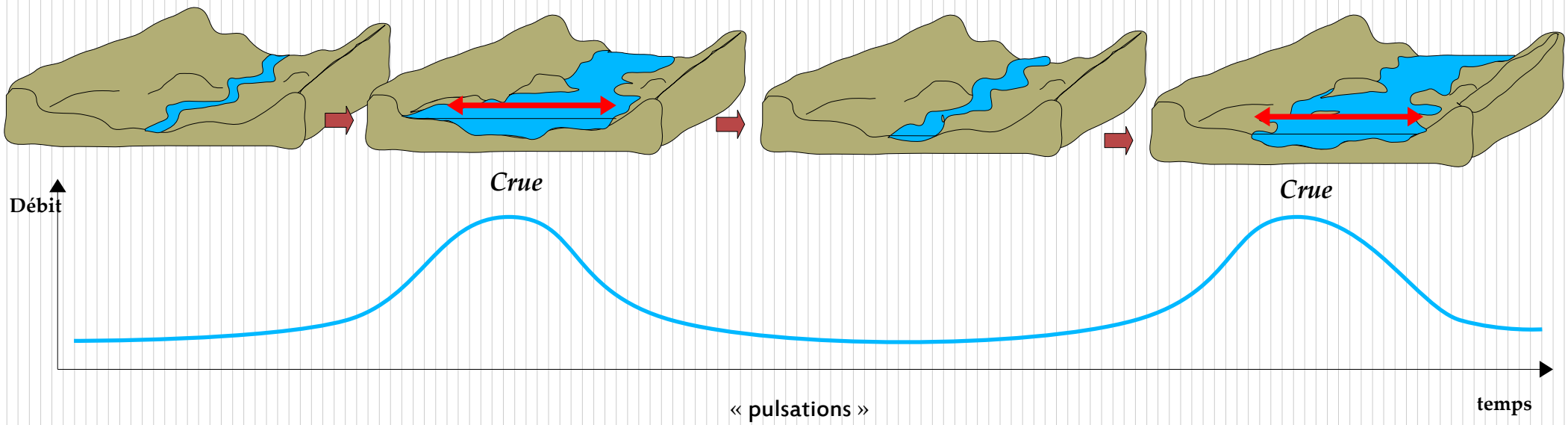




Le concept de ***Flood-pulse*** tend à considérer la « rivière » au delà du simple chenal. Nécessité d'intégrer les systèmes annexes → plaine alluviale

Ces sytèmes annexes jouent un rôle primordial pour le fonctionnement de l'ensemble du système (biodiv, écrêtement crues, recyclage / production, stabilité, ...)

Le « lien » entre ces différents éléments, et le moteur de la dynamique : les crues. Le débit présente donc des « pulsations », qui permet la connexion régulière et périodique de ces éléments : échanges, interconnexions



6. Atteintes et restauration des écosystèmes aquatiques :

Dégradations peuvent être résumées à deux « aspects » :
- atteintes à la qualité de l'eau : pollutions, ...
- atteintes « hydromorphologiques » : atteintes au « cours » d'eau, et donc répercussions sur le fonctionnement et la dynamique de l'ensemble ...