

*Géraldine LOOT*

*Module 3M7EL7M*

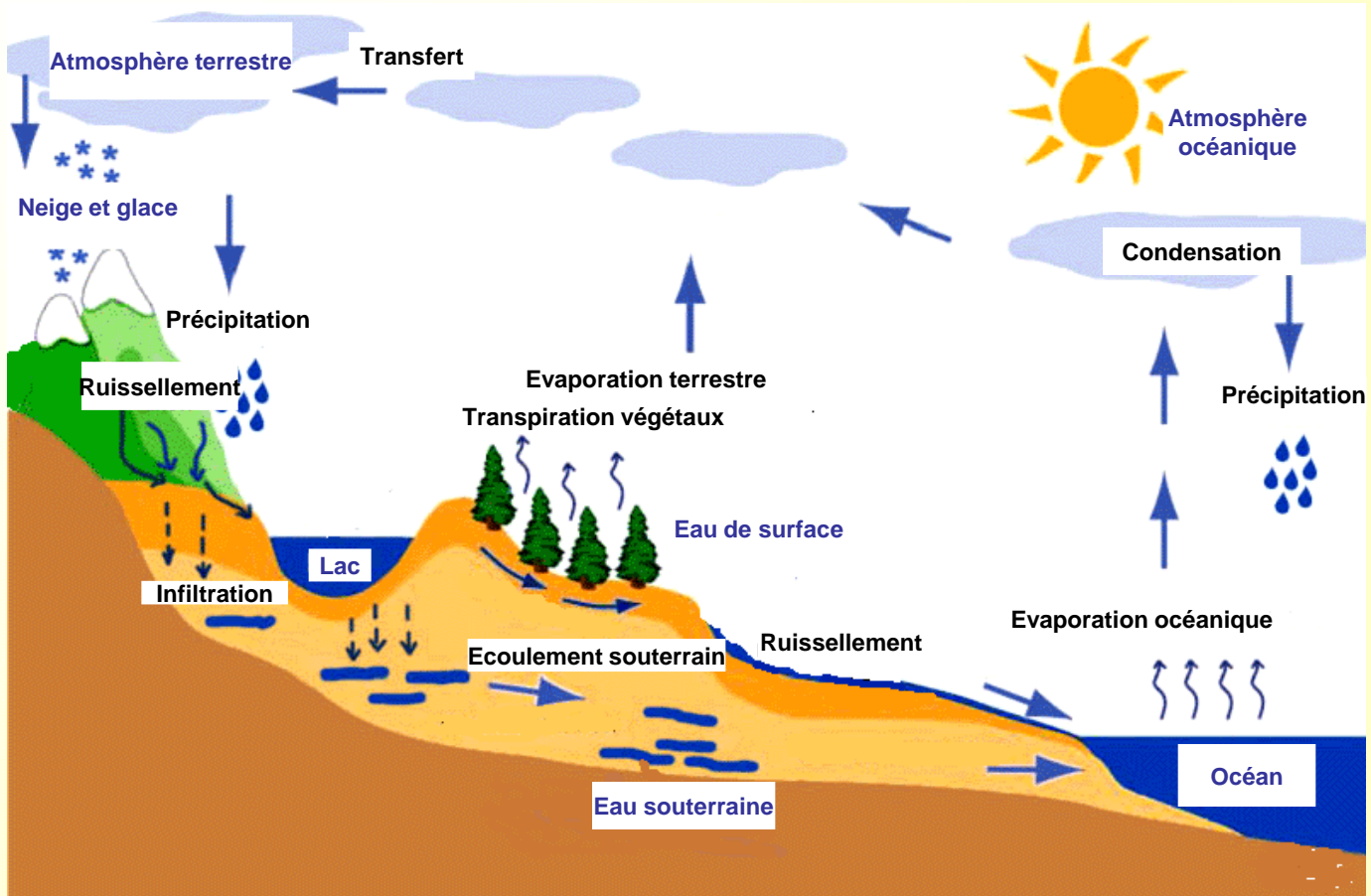


## **ECOLOGIE DES EAUX COURANTES**

[geraldine.loot@univ-tlse3.fr](mailto:geraldine.loot@univ-tlse3.fr)

UPS, Bât 4R1, RDC, porte 14

# I- HYDROLOGIE- CYCLE DE L' EAU



1- Evaporation - Evapotranspiration

2- Condensation

3- Précipitation

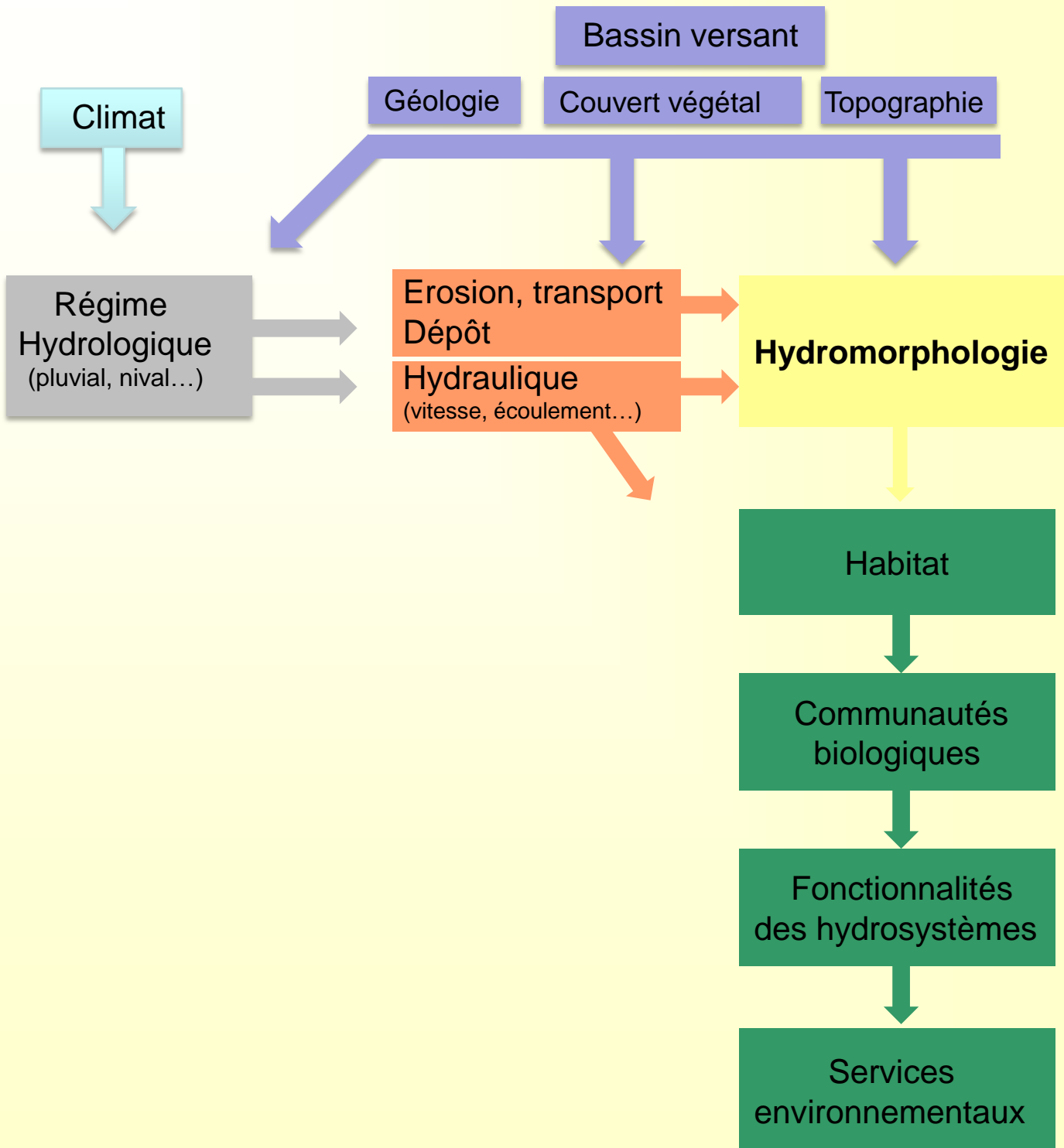
4- Transfert

5- Ruissellement

6- Infiltration

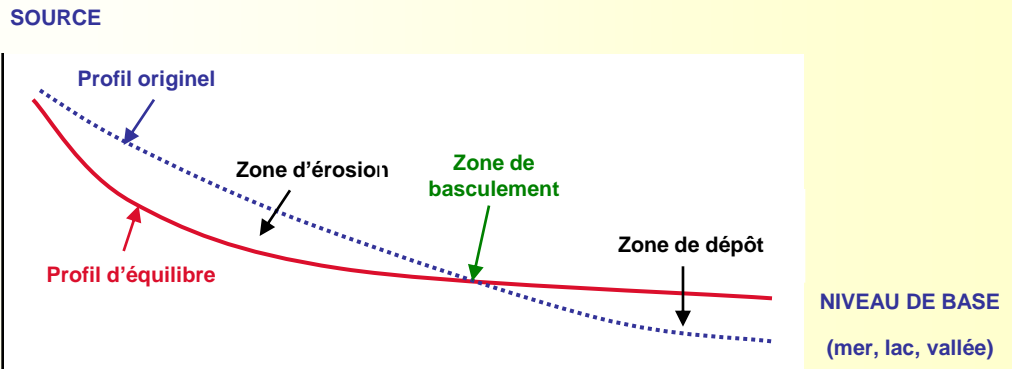
7- Écoulement

## II- HYDROMORPHOLOGIE

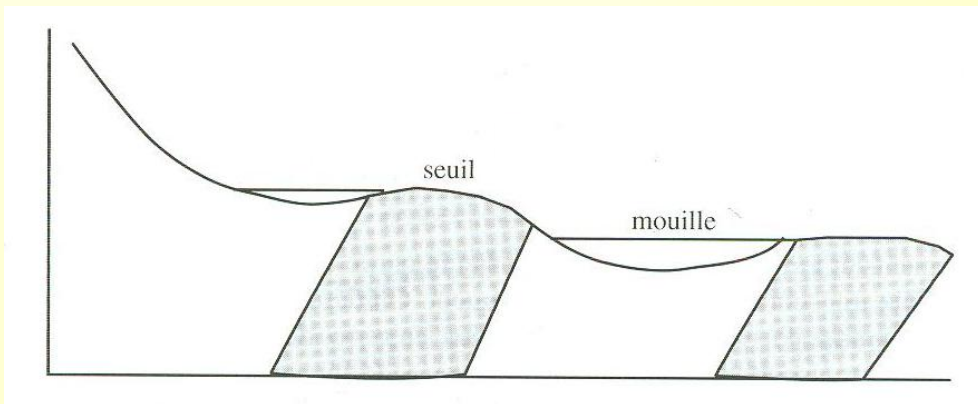


# 1- La rivière, un système dynamique

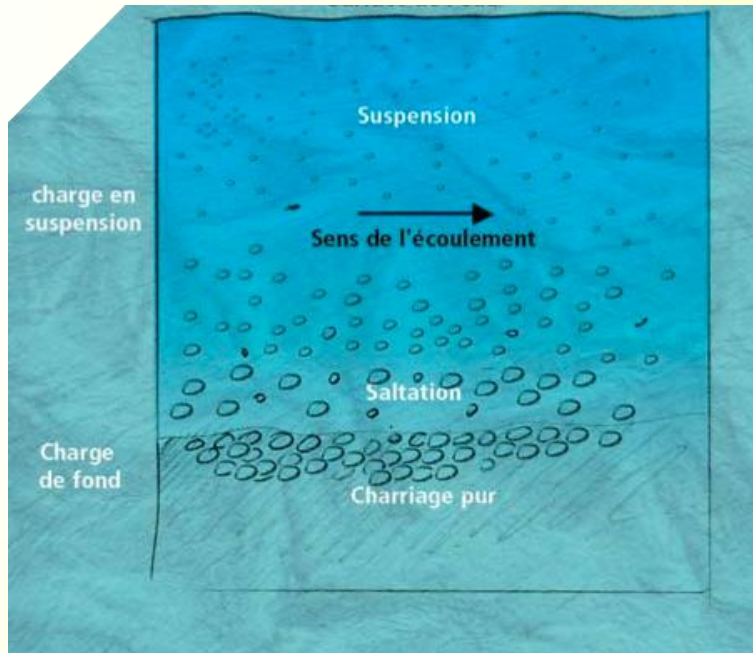
## Bascullement du profil en long : profil d'équilibre théorique



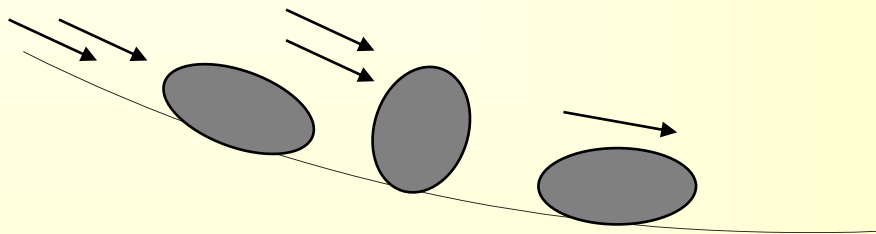
## Profil longitudinal réel d'une rivière



# Le transport des matériaux : dichotomie charriage - suspension



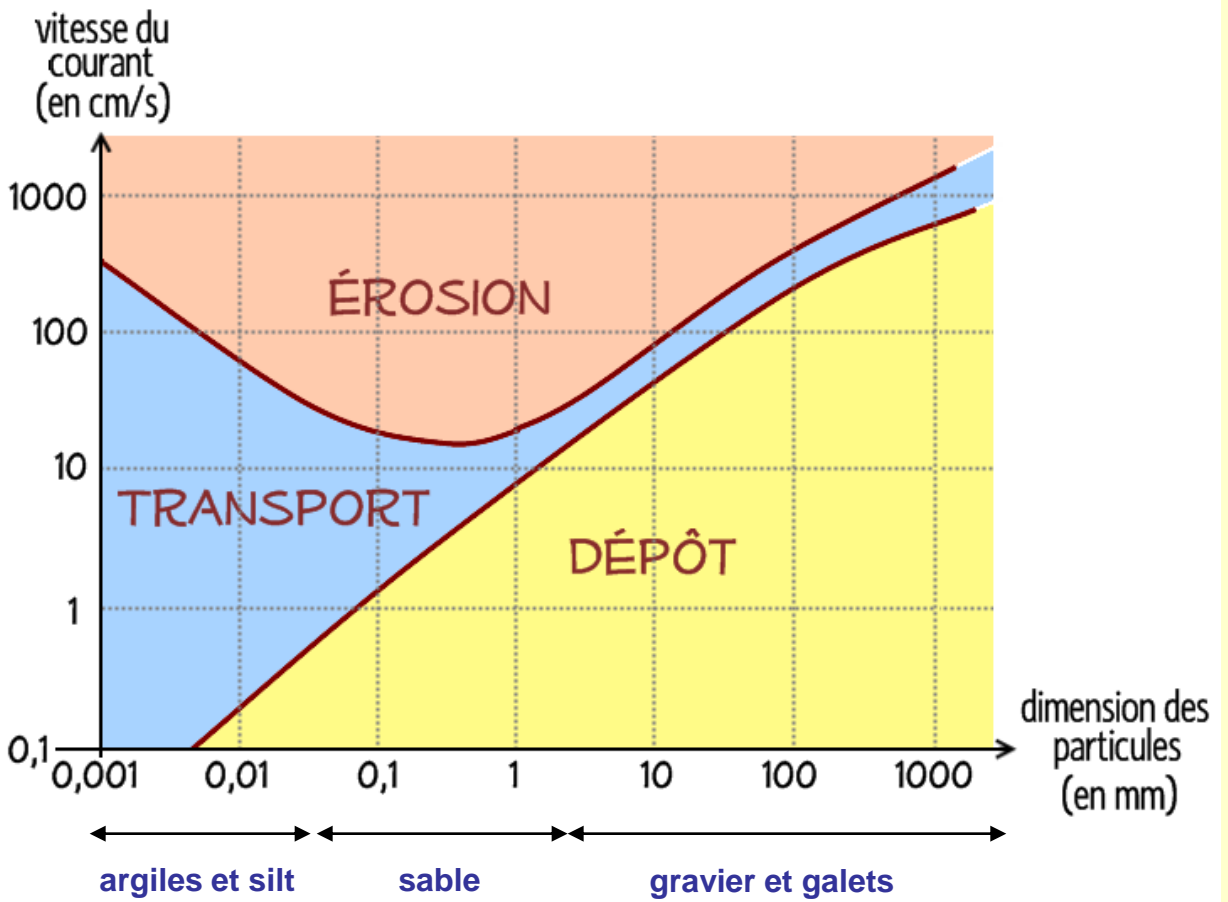
## Charrage des galets



## Mode de transport des matériaux par charriage

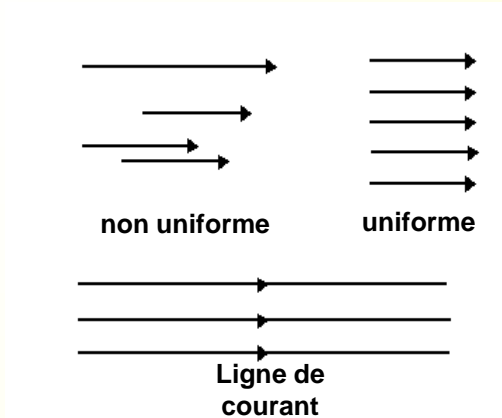


## Courbes de Hjulström

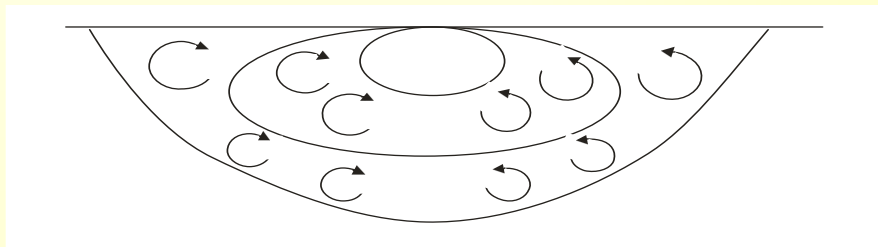
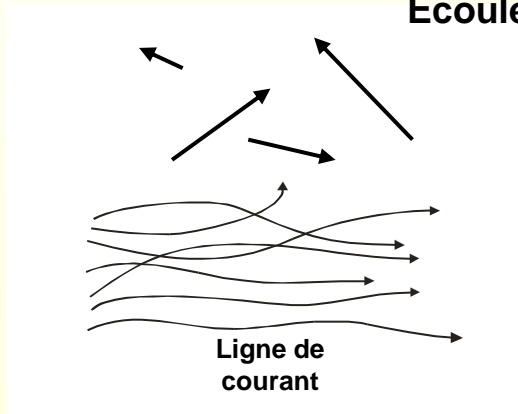


# Écoulement

## Écoulement laminaire

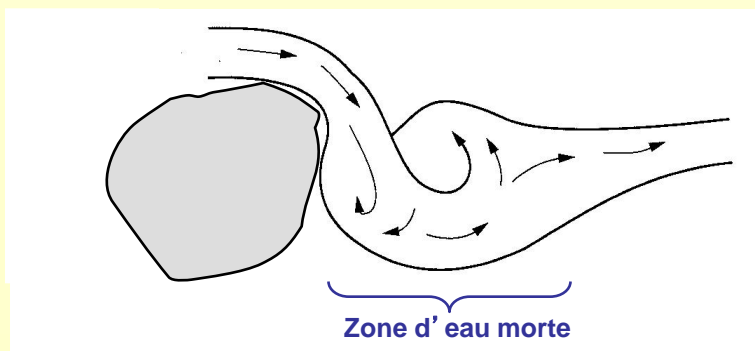


## Écoulement turbulent



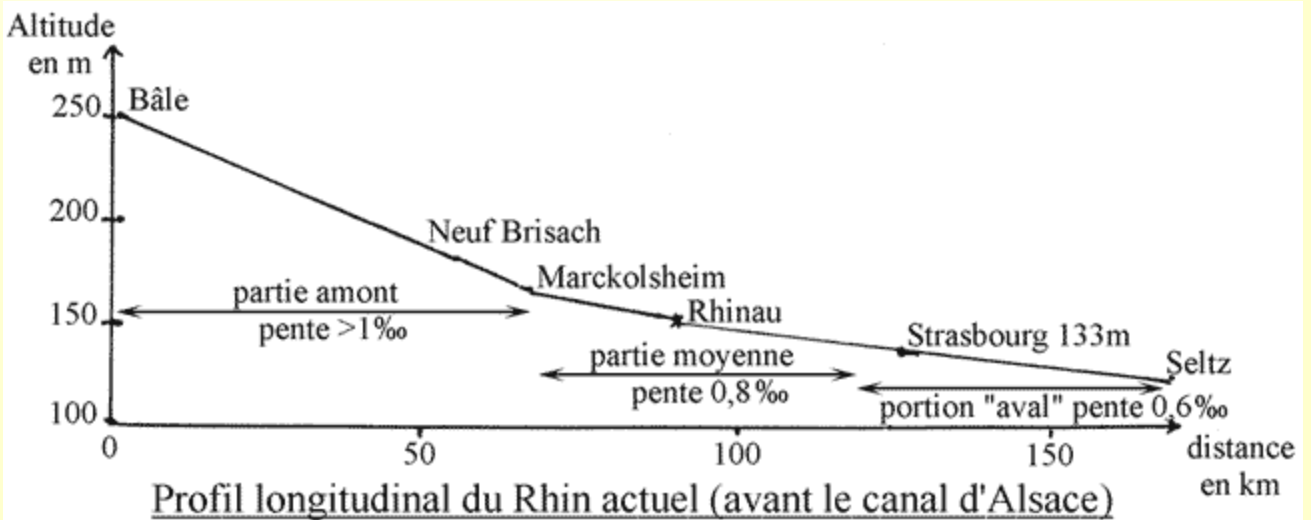
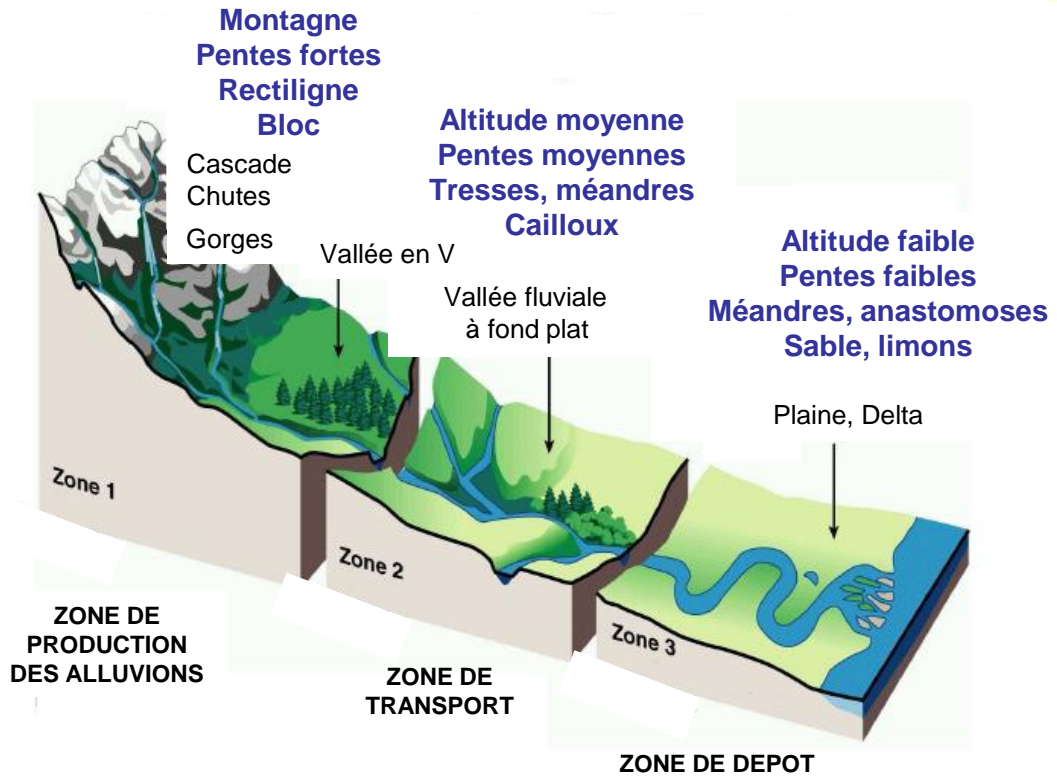
Phénomène de turbulence sur la section mouillée d'un cours d'eau

## Rouleau en aval d'un obstacle



## 2- Morphologie du cours d'eau

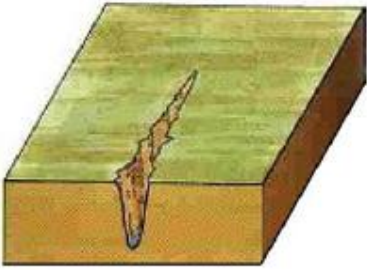
### Le profil en long



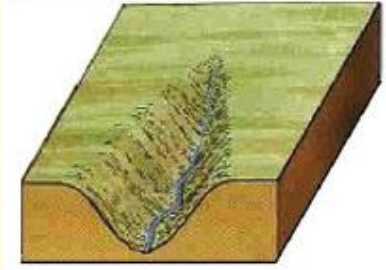


# Erosion verticale

**Gorges**



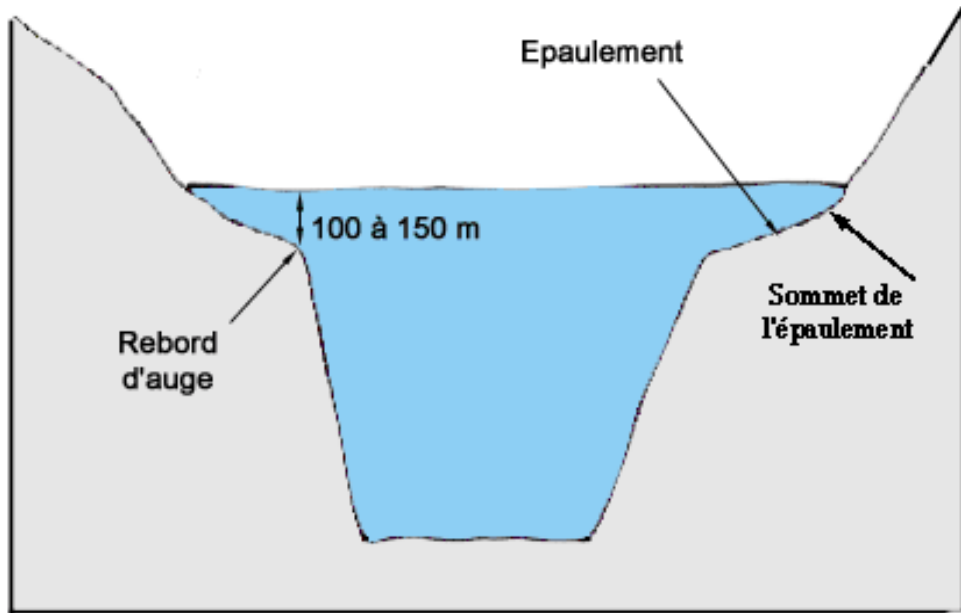
**Vallée en V**



**Vallée en U (glacière)**



## Vallée glaciaire en U



Vallée de la Malsanne en Isère

## Zone 1 : zone de production des alluvions



**Europe Centrale :  
Cours d'eau de glacier**



**Europe Centrale:  
Cours d'eau de montagne  
(Alpes Suisse)**



**Europe Centrale :  
Cours d'eau de prairie**



**Europe Centrale :  
Cours d'eau de prairie**

## Zone 2 : zone de transport



**Etats-Unis, Californie:  
Cours d'eau Sierra Nevada**



**Suisse:  
Vallée centrale**



**Suisse :  
Cours d'eau de forêt**

## Zone 3 : zone de dépôt

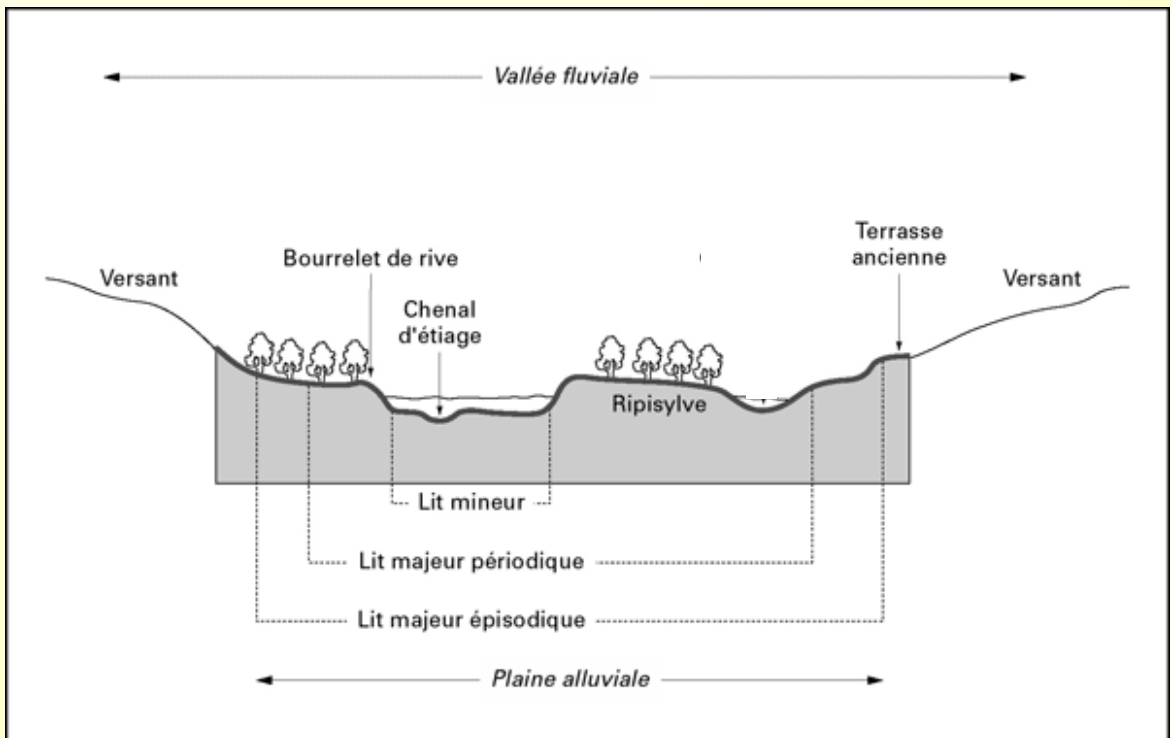
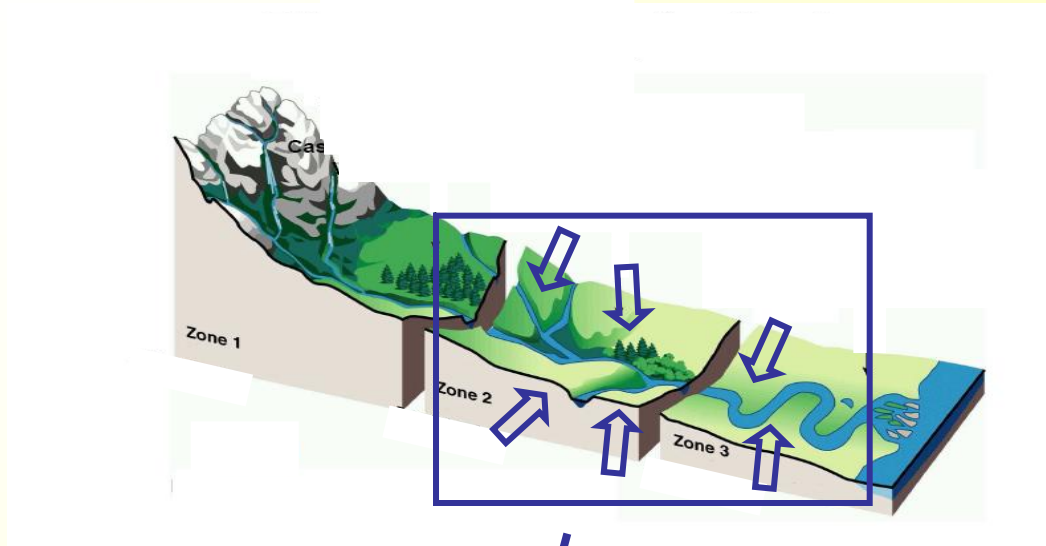


**Tajikistan:  
rivière Vakhsh**



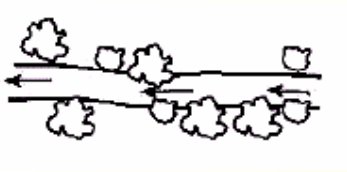
**Finlande:  
Rivière Oulanka**

# Le profil en travers

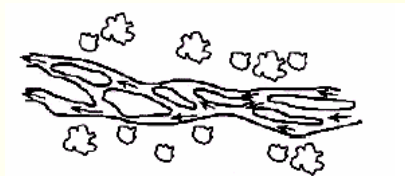


# Les différents tracés ou styles fluviaux

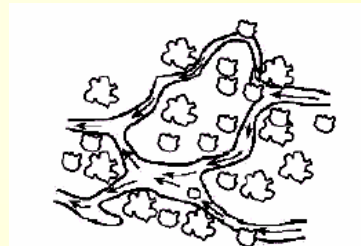
- Rectiligne



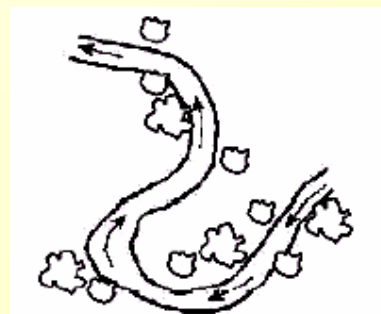
- Tresse



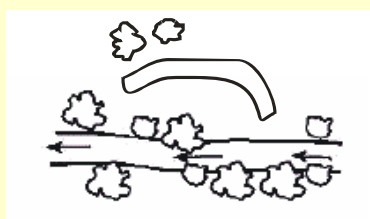
- Anastomose



- Méandres

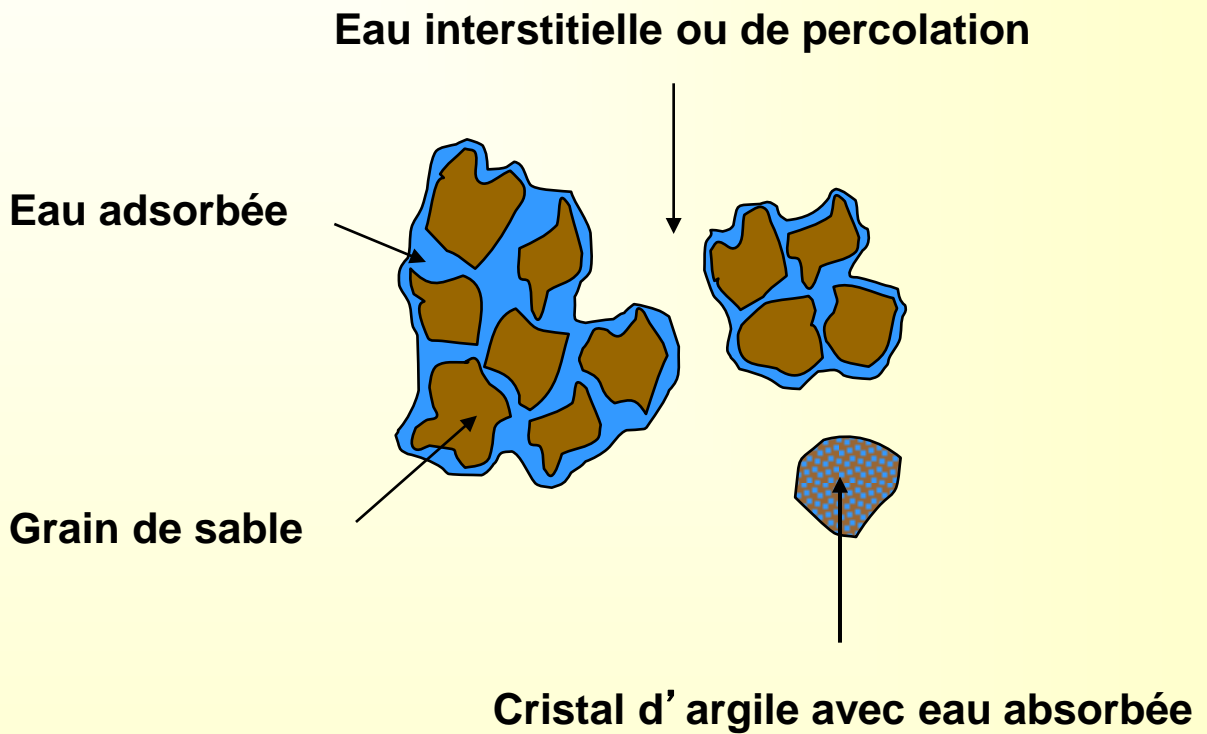


- Bras mort



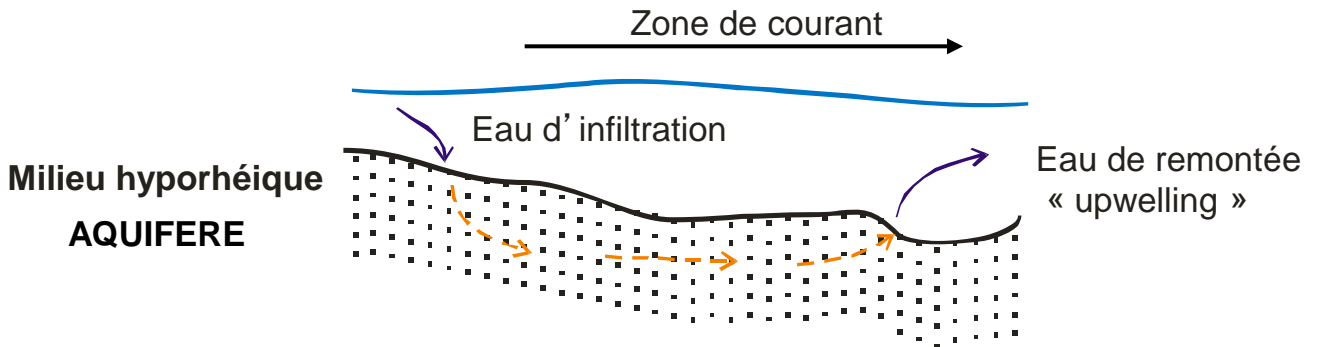
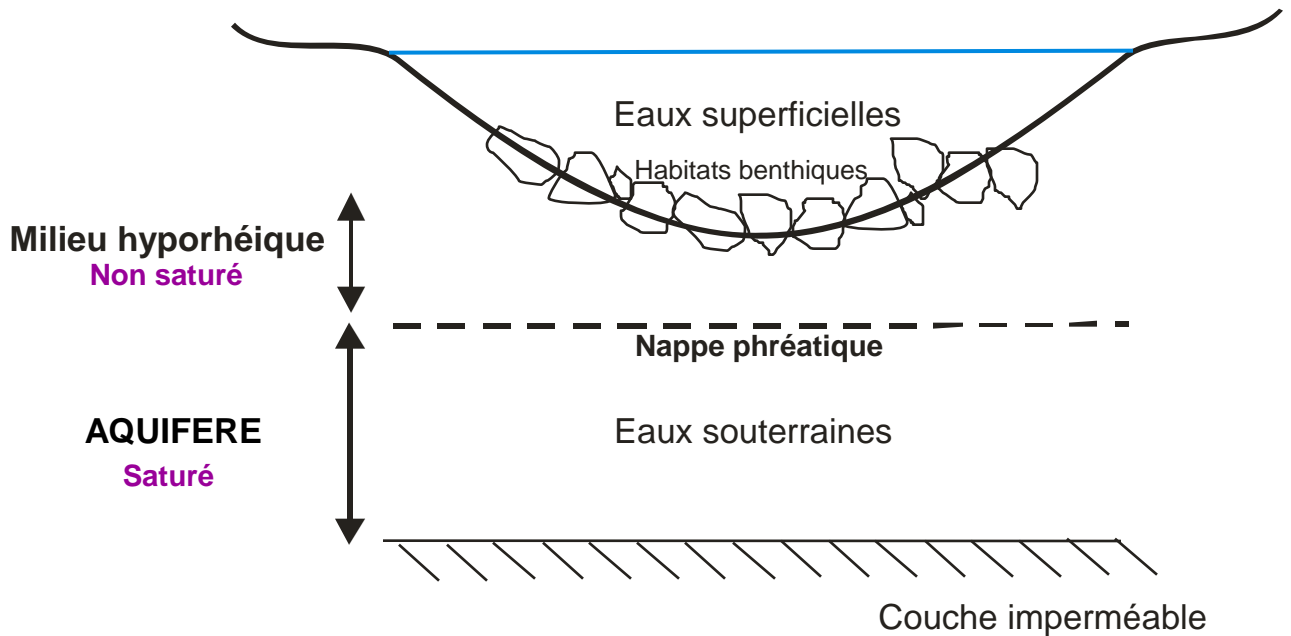
### III- HYDROGEOLOGIE

#### Les différentes forme d' eau souterraine

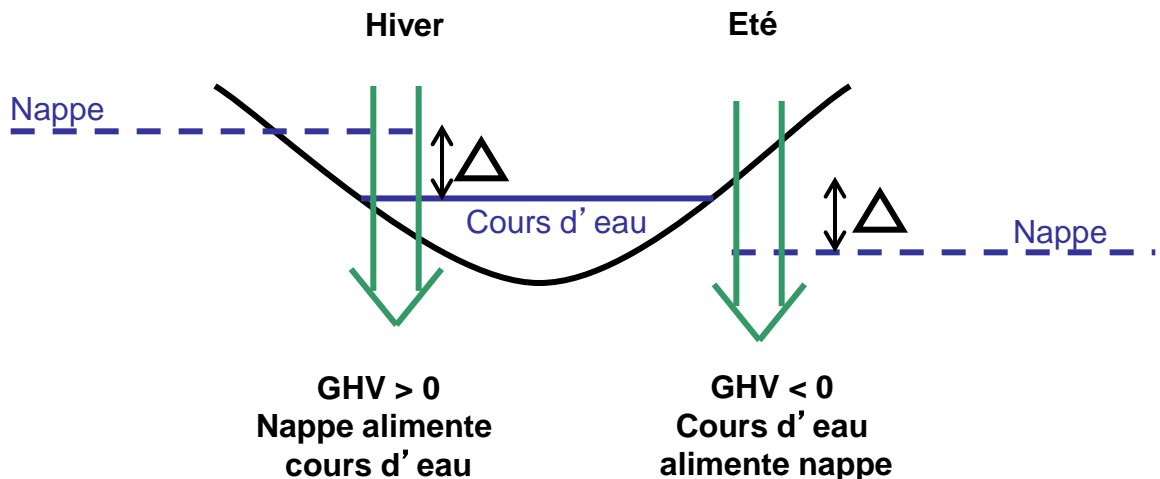




# Le milieu hyporhéique - Aquifère

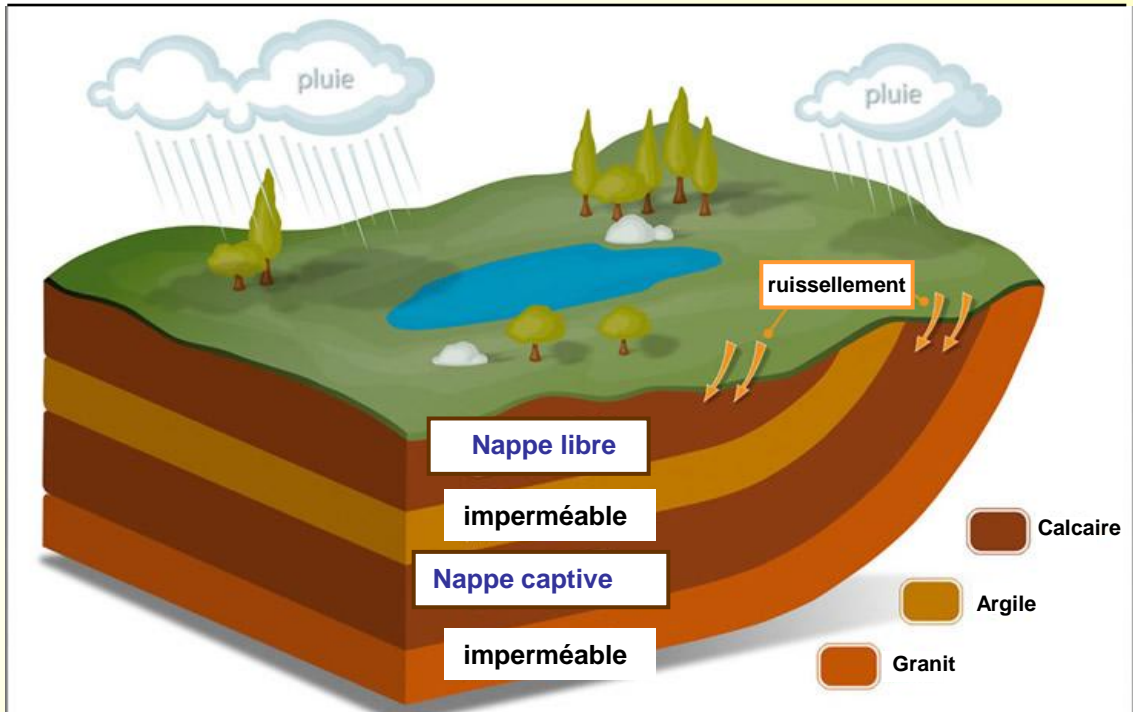


## Gradient hydraulique vertical

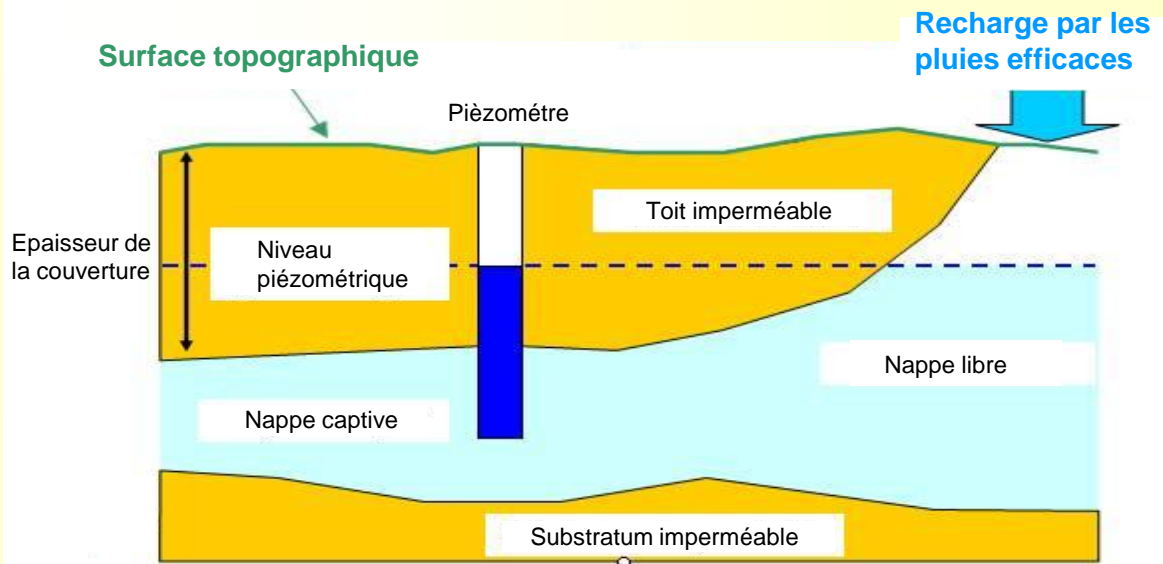


# Nappe d'eau souterraine

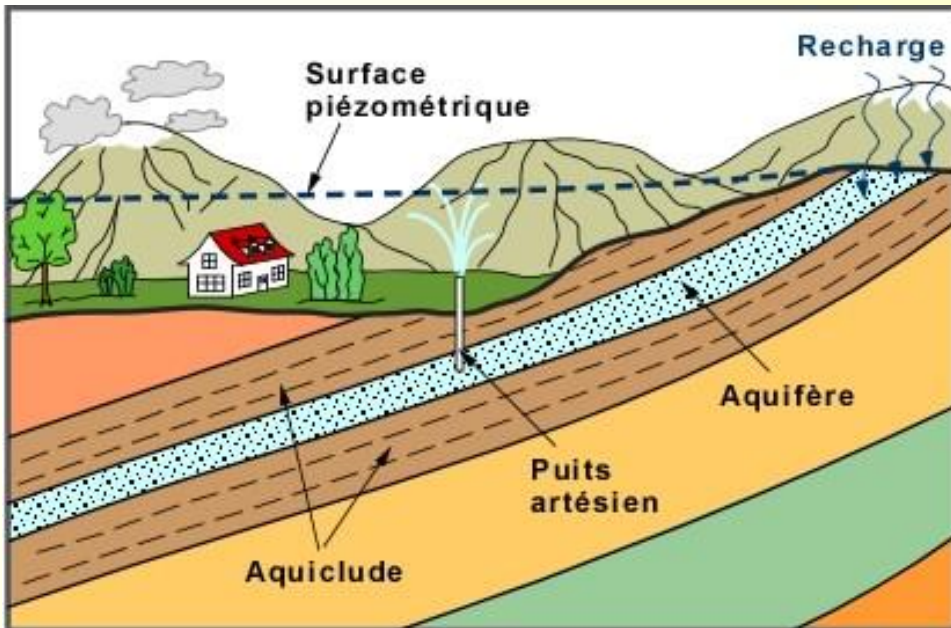
## Nappe libre vs. Nappe captive



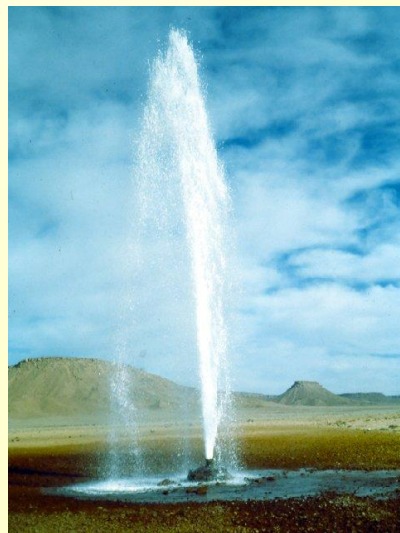
## Situation d'un piézomètre dans une nappe captive



## Puits artésiens



L'eau emprisonnée dans une nappe captive est sous pression.



Le forage du toit imperméable de la roche réservoir, provoque le jaillissement de l'eau.

## Faune du milieu souterrain

(Stygo = souterrain)

**Stygoxène (épigée)** = qui vit occasionnellement en milieu souterrain

**Stygophile** = qui vit préférentiellement dans les milieux souterrains

**Stygie** = qui vit strictement dans les milieux souterrains

## Faune stygie d'origine souterraine



*Bathynella natans*



*Stenasellus*



Protée



*Niphargus*

# IV- PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU

## Température

### 1- Echanges thermiques eau-atmosphère et eau-sol

(T air, T vent, ensoleillement et humidité)

### 2- Profondeur de la rivière

Elle influence l'inertie thermique de rivière et l'amplitude du cycle journalier

### 3- Vitesse de courant

Elle définit l'influence thermique des apports d'eau du bassin versant amont

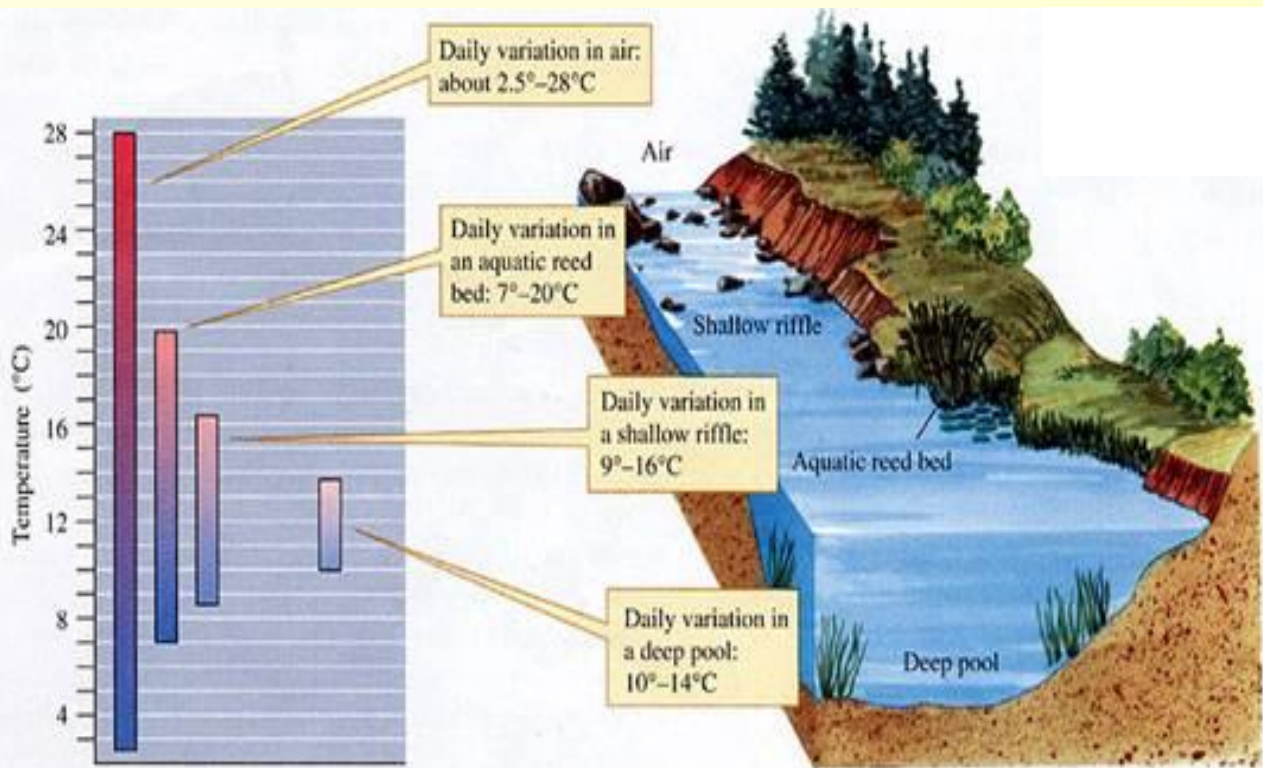
### 4- Discontinuités thermiques locales

(confluence d'une rivière à histoire climatique différente, résurgence de nappe, barrages, effluents urbains ou industriels)

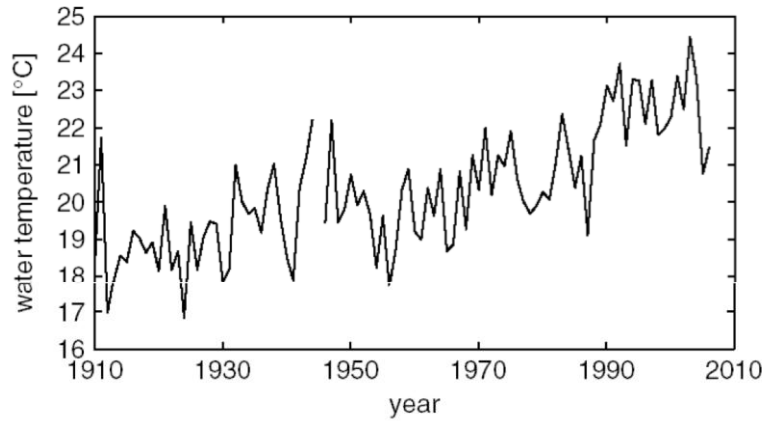
### 5- Végétation riveraine (ripisylve)

(secteurs ombragés vs. secteurs ensoleillés)

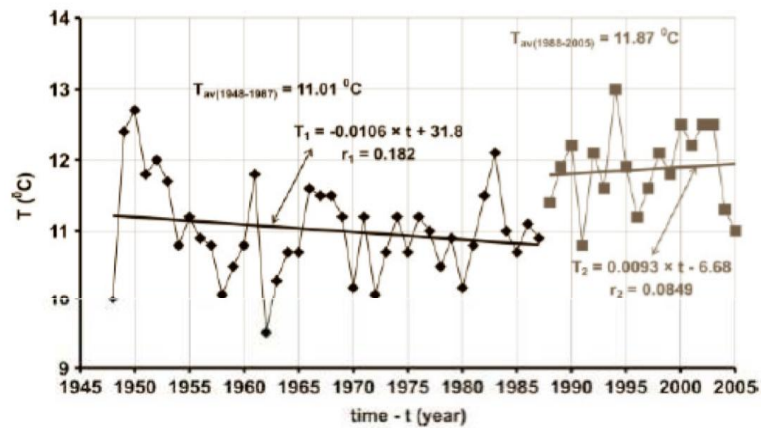
## Variation journalière de température milieu terrestre vs. milieu aquatique



## Evolution sur les dernières décennies : Tendance à la hausse des T° C des rivières en Europe



Rhin

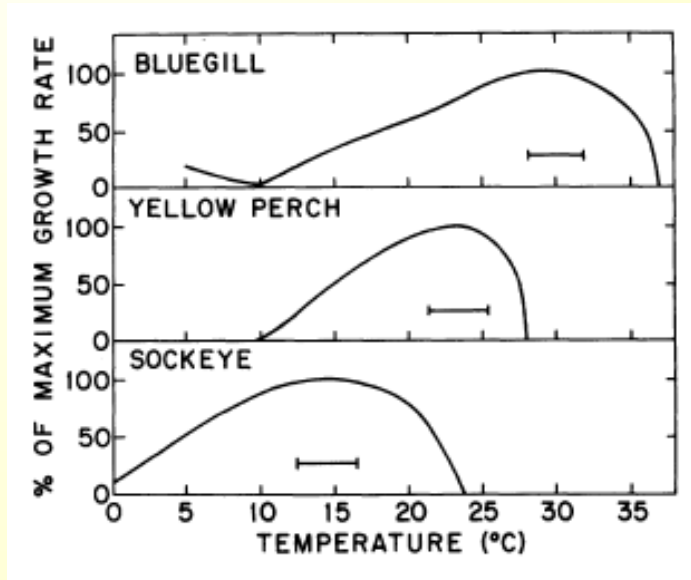
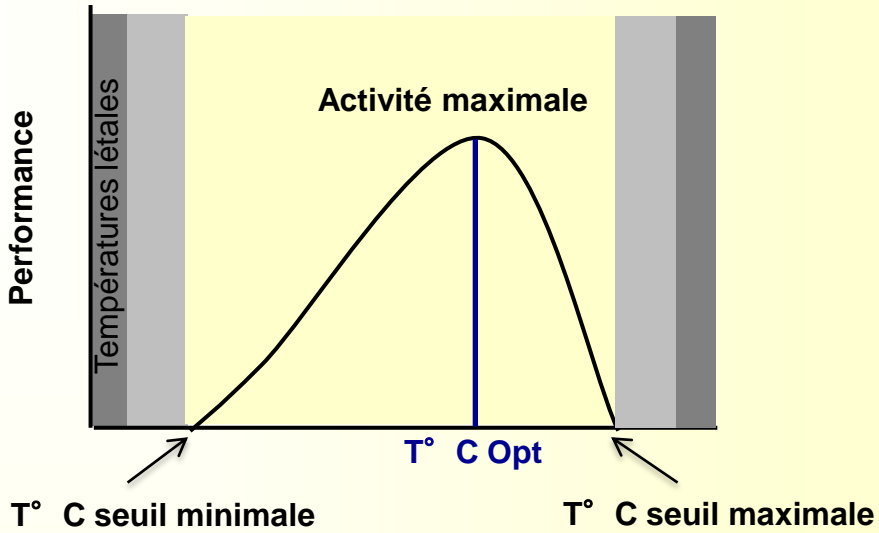


Danube

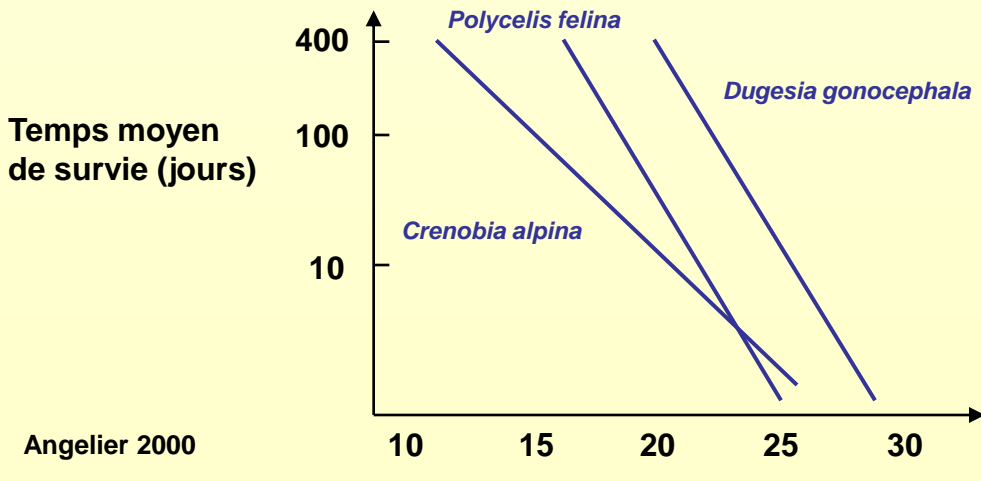
### Conséquences :

- 1- Diminution Solubilité O<sub>2</sub> - Disponibilité O<sub>2</sub>
- 2- Augmentation métabolisme, respiration et demande en oxygène
- 3- Augmentation de la solubilité de certaines substances toxiques
- 4- Favorisation du développement de certains champignons

# Température



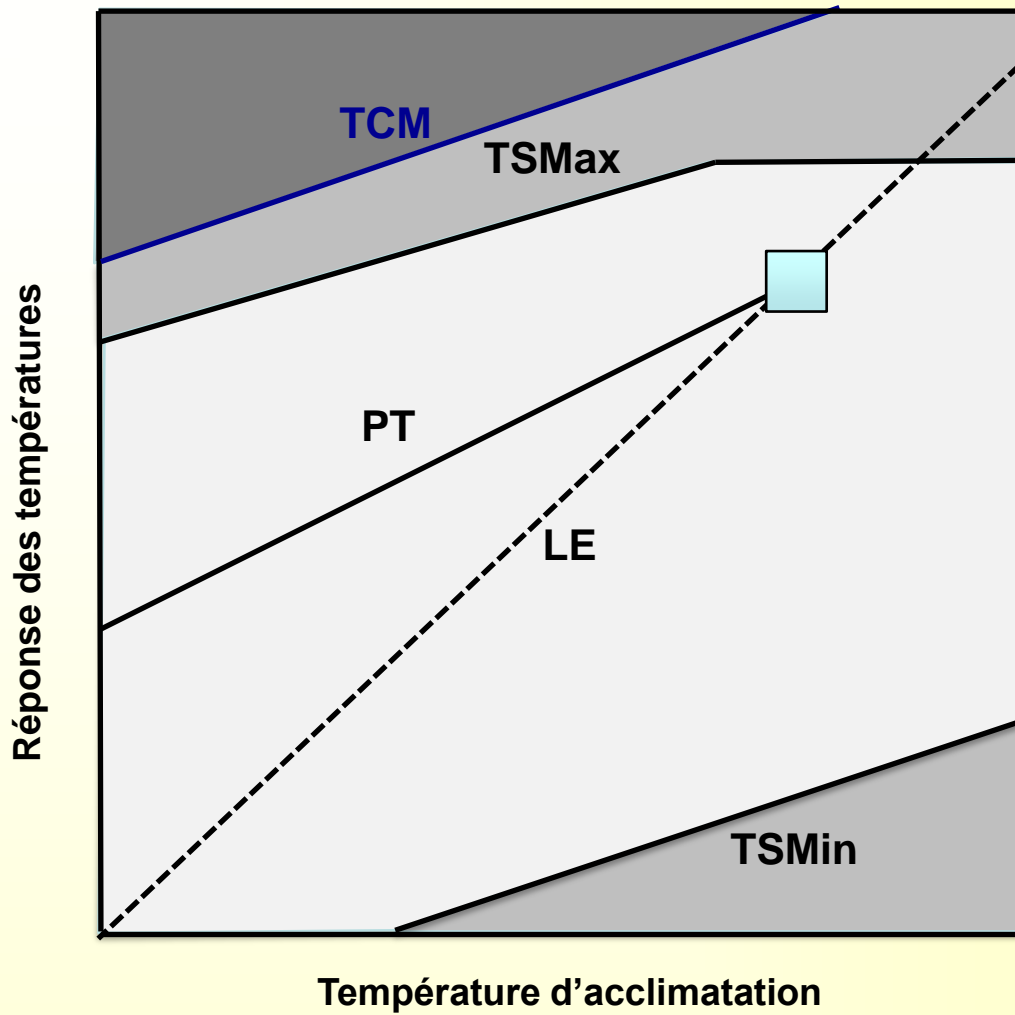
Magnuson *et al.* 1979



Angelier 2000

Température

# Températures d'activité vs. Température d'acclimatation



(Beitinger et al. 2000; Todd et al. 2008)



Zone de préferendum final



Zone de tolérance



Zone de résistance



Zone de mort instantanée

TSMin : température seuil minimum

TSMax : température seuil maximum

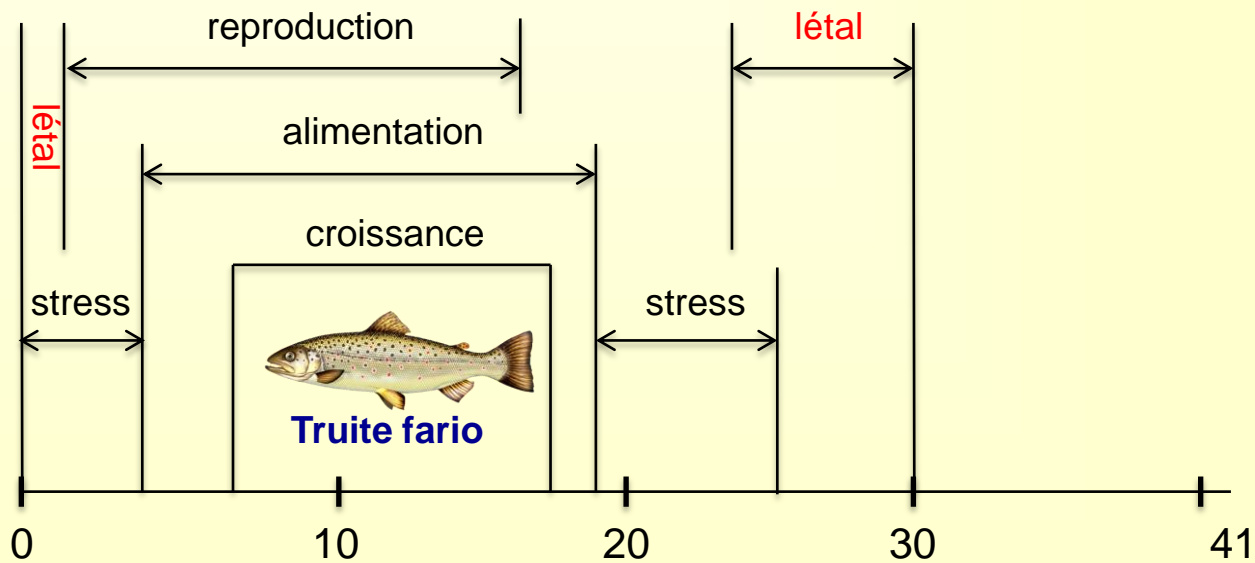
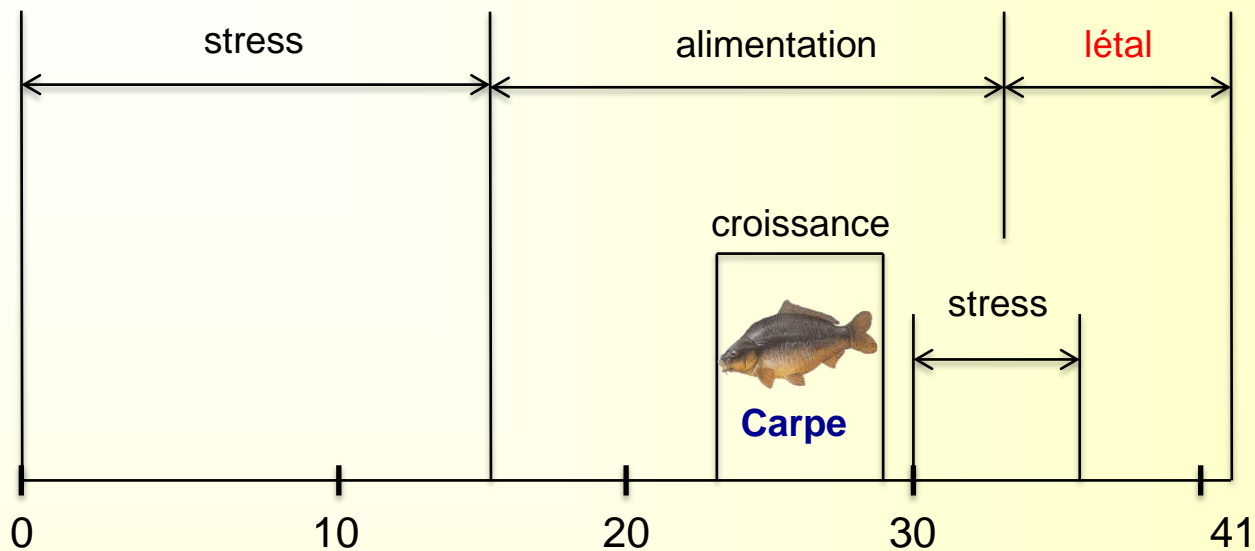
PT : préferendum thermique

LE : ligne d'égalité

TCM : température critique maximum



## Zone de tolérance thermique pour différentes fonctions et pour deux espèces de poissons : la carpe et la truite fario



Température (° C)

# Lumière

1- Intensité lumineuse

2- Facteurs saisonniers et journaliers

3- Végétation riveraine

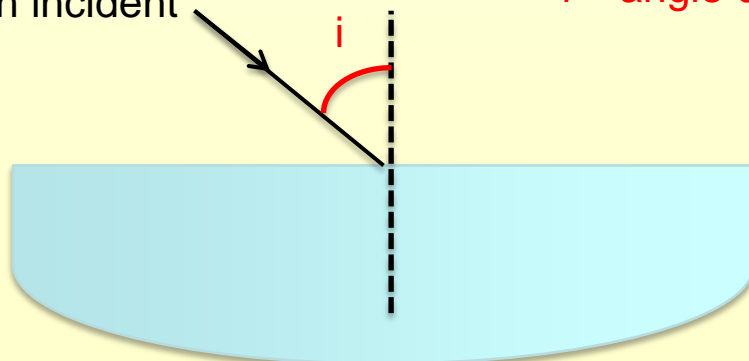
4- Largeur du lit

5- MOP, nutriments, biomasse algale, zooplancton

4- Profondeur rivière

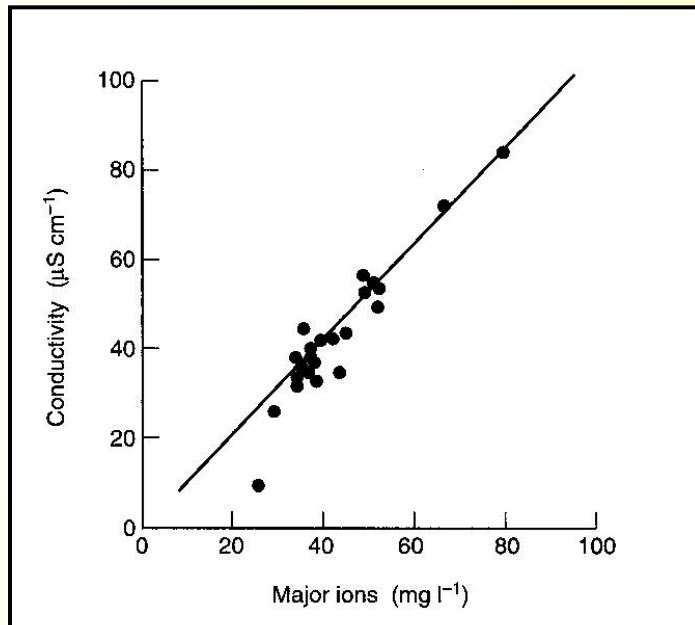


Rayon incident



$i = \text{angle d'incidence}$

# Sels dissous



Allan 1995

## Conductivité en fonction de la concentration des ions majeurs

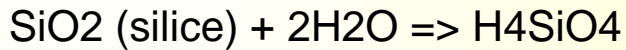
	Lot	Truyère
pH	8.5	6.5
Résistivité ( $\Omega\text{cm}^2/\text{cm}$ )	6665	20236
Alcalinité ( $\text{mg}/\text{lCO}_3\text{Ca}$ )	74.8	18
Calcium ( $\text{mg}/\text{l}$ )	27.2	4.4
Magnésium ( $\text{mg}/\text{l}$ )	2	1.2
Fer ( $\text{mg}/\text{l}$ )	260	357
Sodium ( $\text{mg}/\text{l}$ )	3.4	2.9
Potassium ( $\text{mg}/\text{l}$ )	1.16	0.8
Silice ( $\text{mg}/\text{l}$ )	7.3	10.5
$\text{NO}_3$ ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	400	310
$\text{PO}_4$ ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	16	5

Angelier 2000

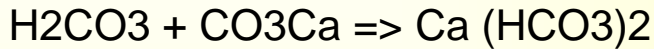
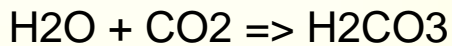
## Caractéristiques chimiques des eaux du Lot et de la Truyère

# Altération des roches

## → Silice



## → Calcaire



## Reliefs karstiques



Parc des causses du Quercy



Rivière souterraine de Labouiche (09)

## → Grès : grains sableux + ciment

Ciment => silice (peu altération)

Ciment => calcaire (bicarbonate et carbonate)



## Solubilité de l'oxygène en fonction de la température

<b>T° C</b>	<b>[O<sub>2</sub>] mg/l</b>
1	12.8
5	11.3
10	10.1
15	9.2
20	8.4
25	7.7
30	7.1

Concentration en oxygène en fonction de la température (1013hPa)

## % saturation O<sub>2</sub> minimal chez des espèces de poissons et invertébrés

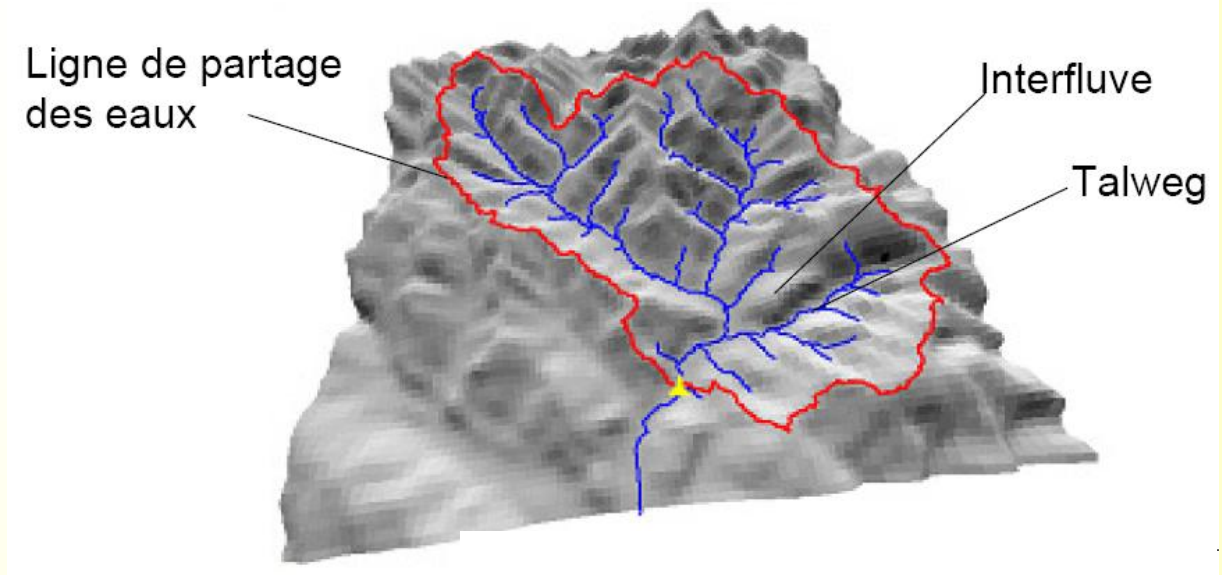
	% de saturation O <sub>2</sub>
<i>Oncorhynchus mikiss</i> (Truite arc-en-ciel)	31.4
<i>Cyprinus carpio</i> (Carpe)	18.3
<i>Perca fluviatilis</i> (Perche)	14.1
<i>Tinca tinca</i> (Tanche)	5.7
<i>Baetis alpinus</i> (Ephéméroptères)	82.5
<i>Rhyacophila oblitera</i> (Trichoptères)	70.2
<i>Rhitrogena semicolorata</i> (Ephéméroptères)	35
<i>Hydropsyche angustipennis</i> (Trichoptères)	11
<i>Anabolia nervosa</i> (Trichoptères)	9
<i>Ephemerella ignita</i> (Ephéméroptères)	7
<i>Ephemera danica</i> (Ephéméroptères)	0.56

## Échelle de valeurs de DBO<sub>5</sub>

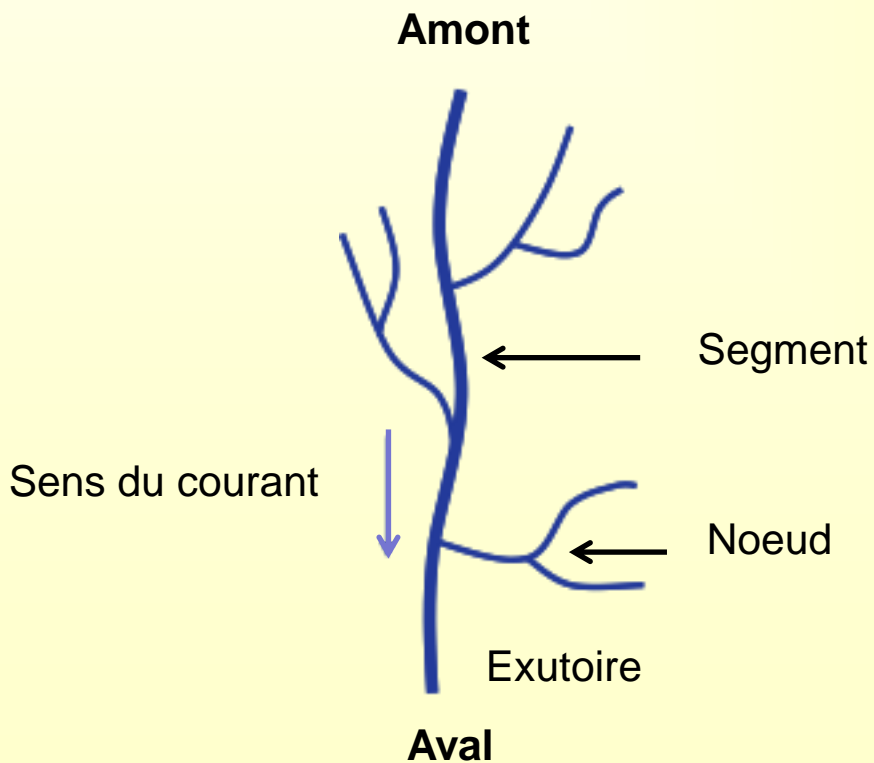
	DBO <sub>5</sub> (mg/l d'O <sub>2</sub> )
Eau naturelle pure et vive	< 1
Rivière légèrement polluée	1 < c < 3
Egout	100 < c < 400
Rejet station d'épuration efficace	20 < c < 40

# V- CARACTERES GENERAUX DES RESEAUX HYDROGRAPHIQUES

## 1- Le bassin versant

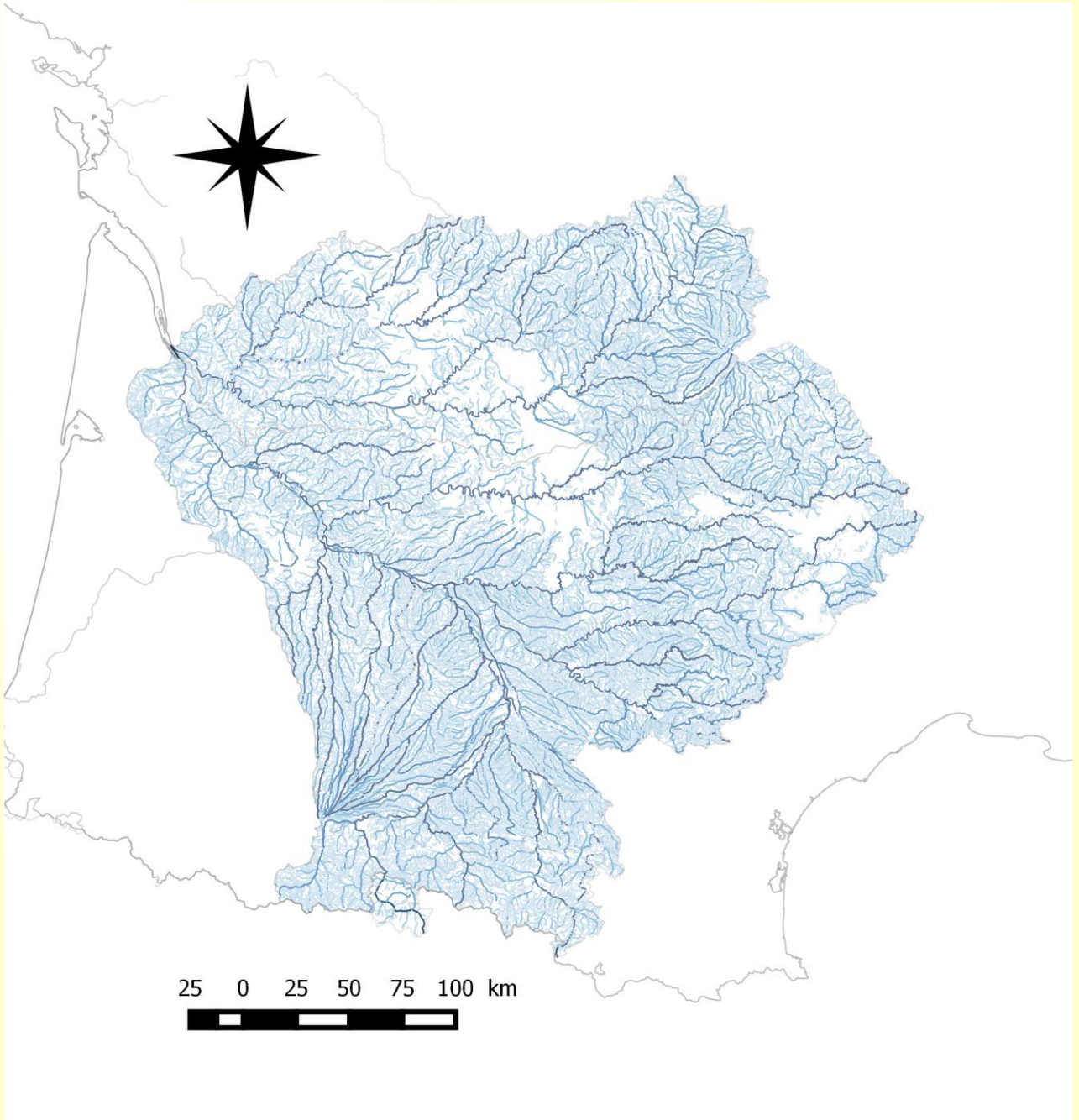


## Réseau hydrographique dendritique

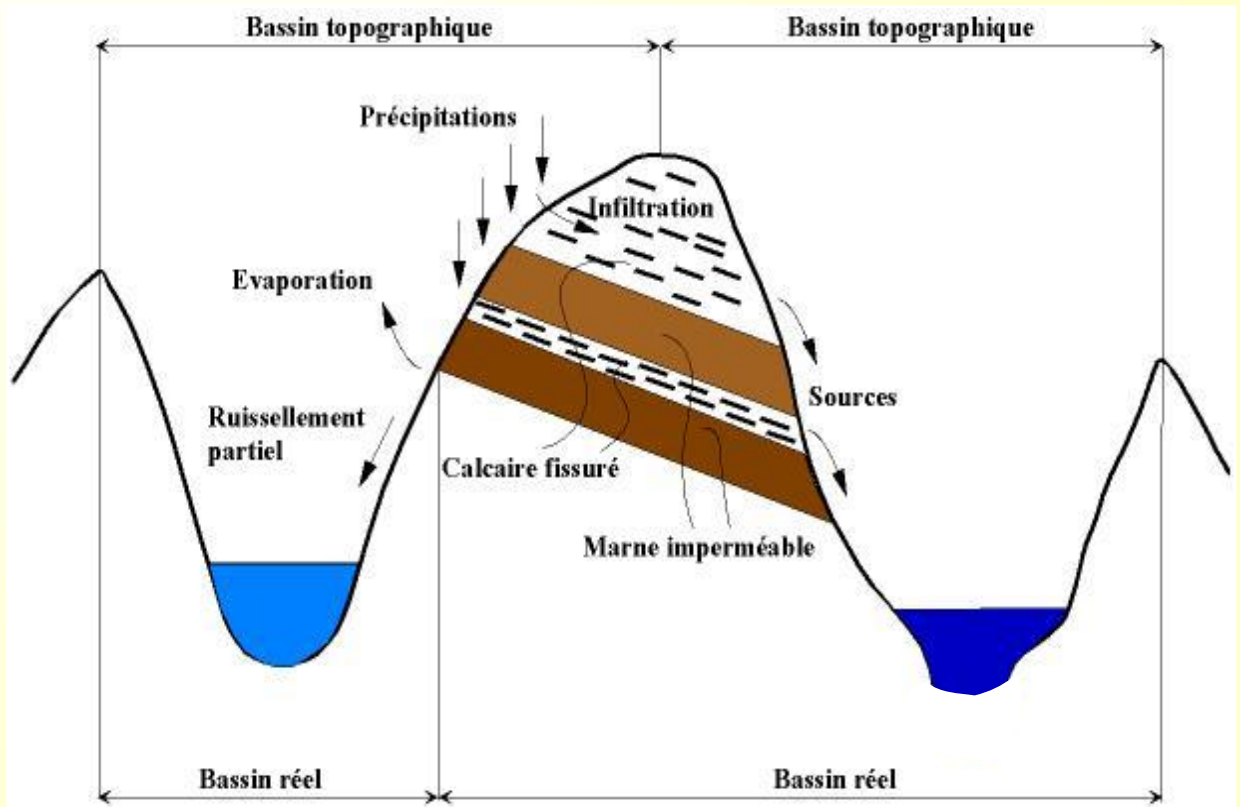




# Bassin versant de la Garonne



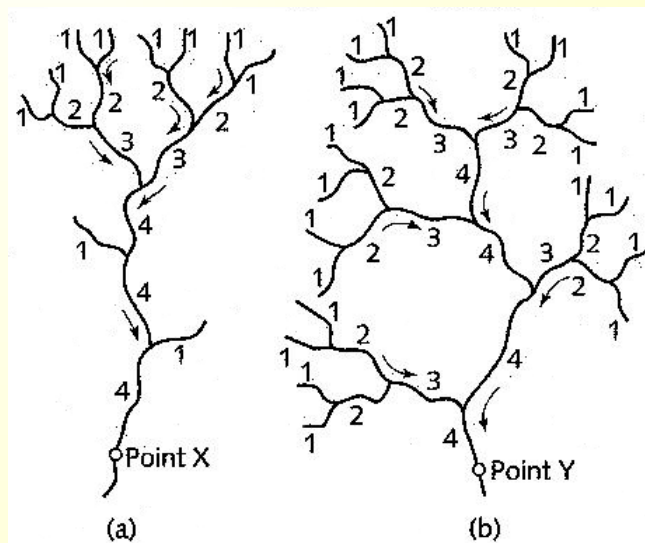
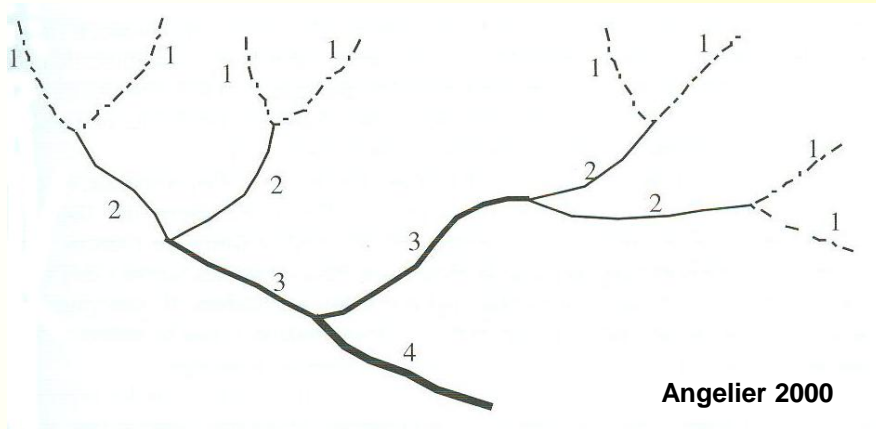
## Bassin versant réel vs. bassin versant topographique



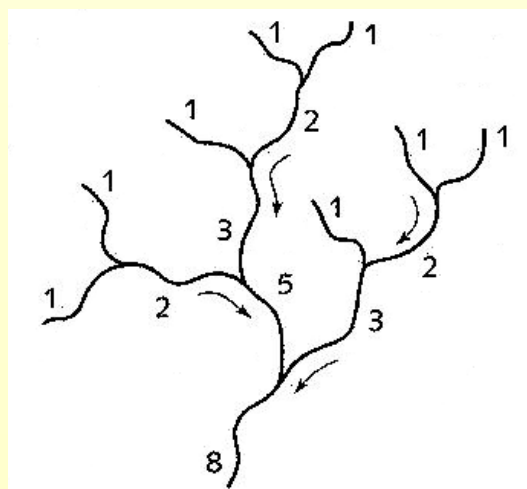
D'après Roche - Hydrologie de surface, Ed. Gauthier-Villars, Paris 1963.

## 2- Intensité de drainage

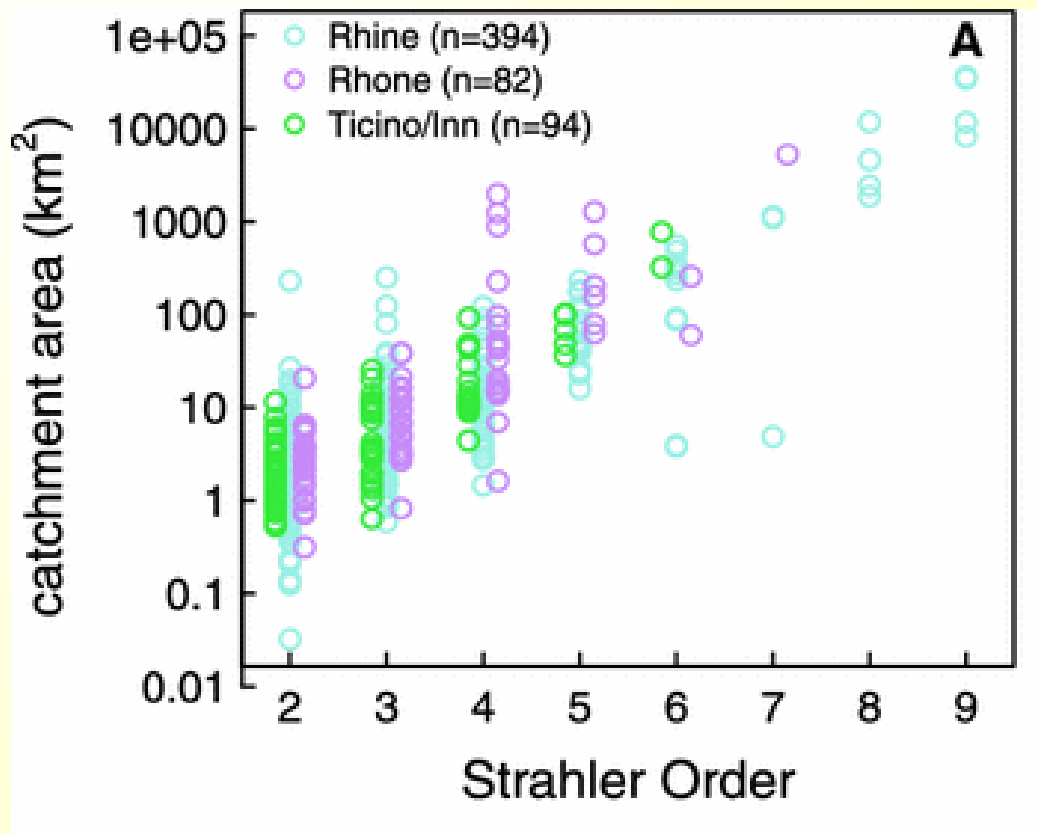
### Méthode de Strahler



### Méthode de Shreve

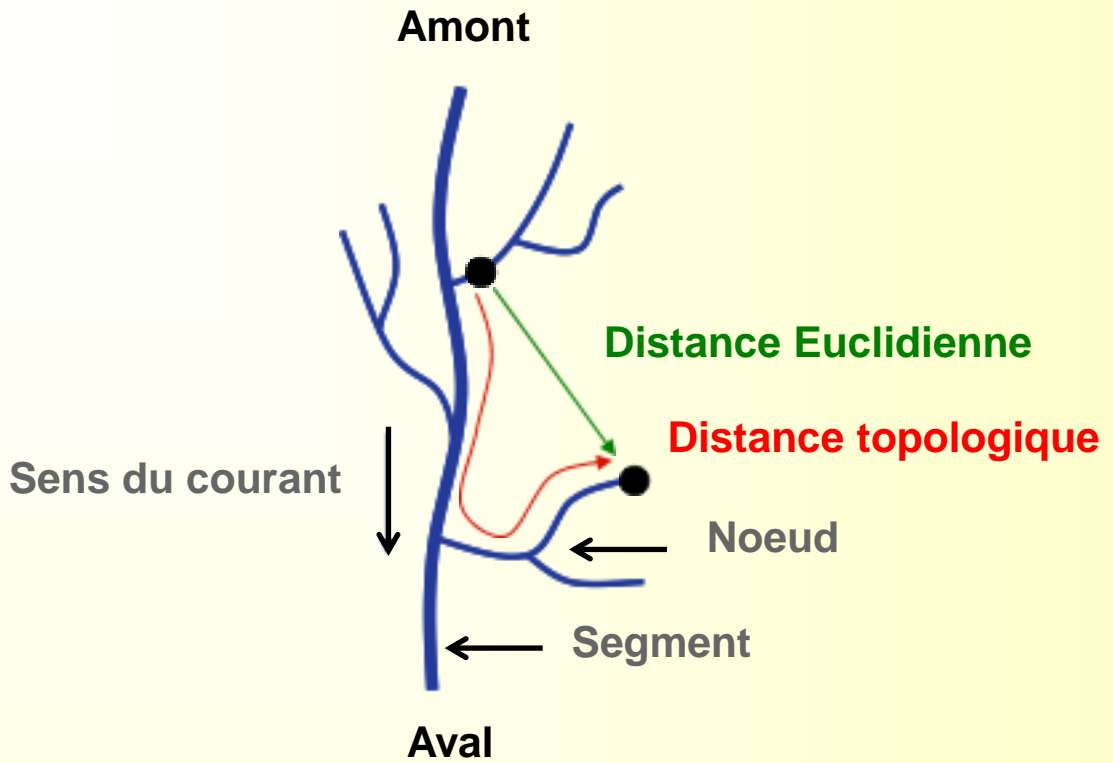


## Ordre de Strahler vs. Superficie du bassin versant

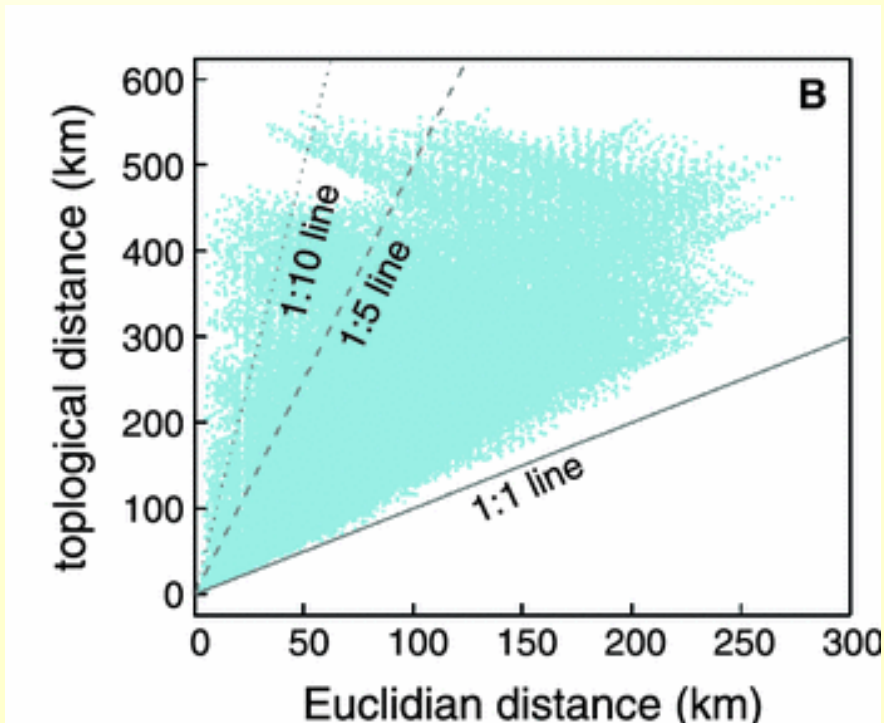


D'après Altermatt 2013 Aquatic Ecology

# Distance topologique vs. distance Euclidienne

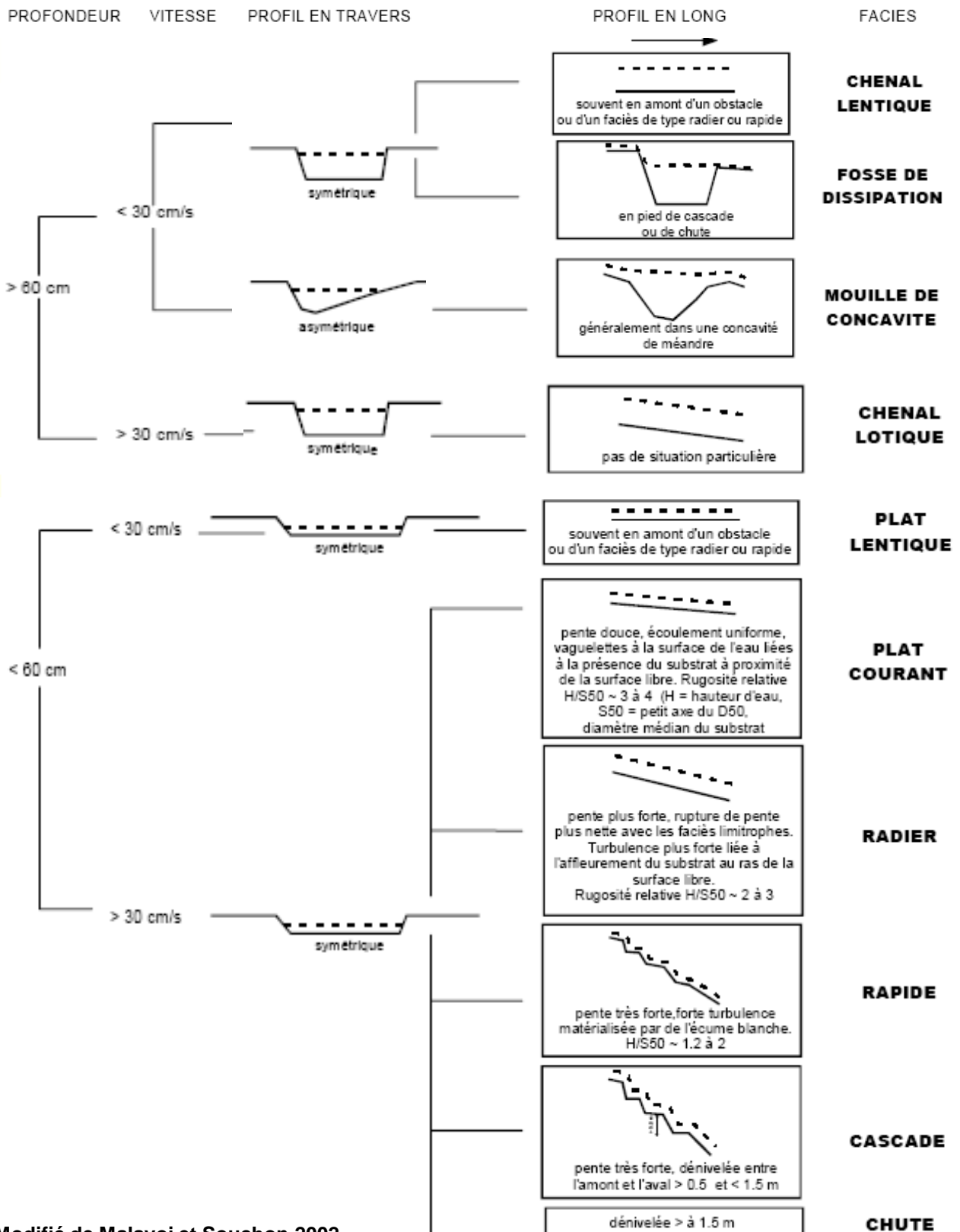


Ganio, Torgerser & Gresswell, 2005



# 3- Typologie

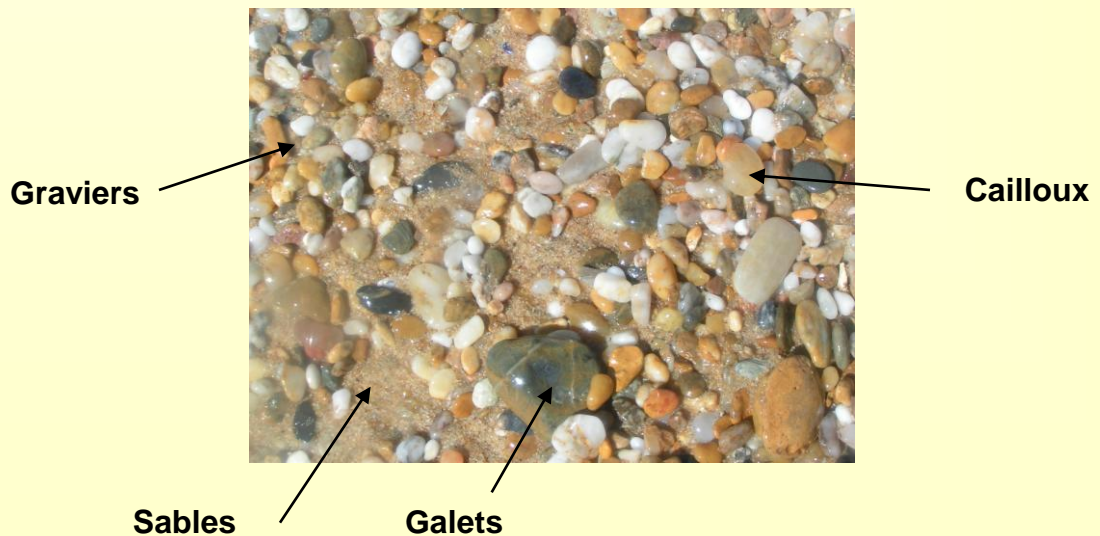
## Microhabitat



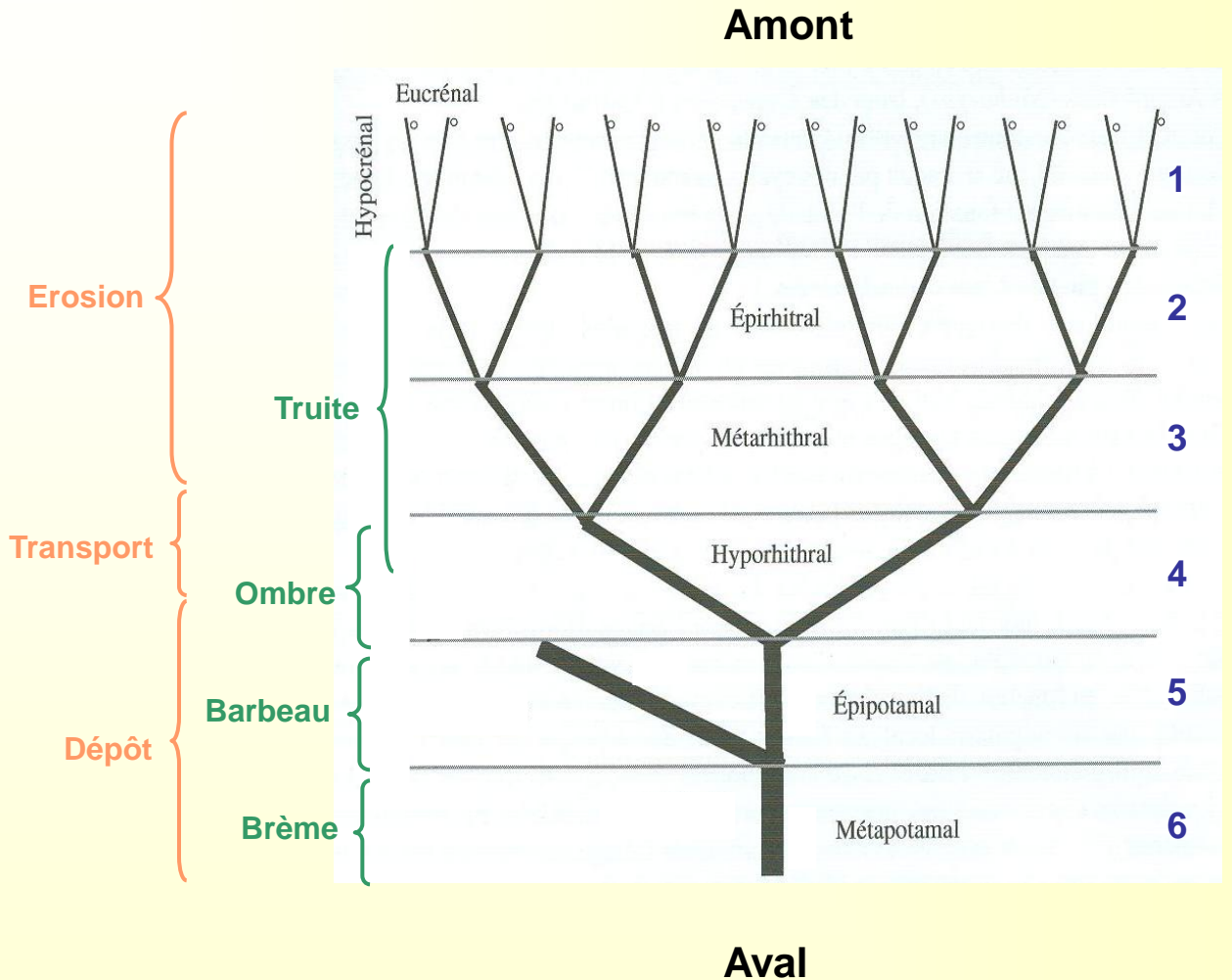
## Granulométrie

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre en mm perpendiculaire au plus grand axe)
Rochers	> 1024
Blocs	256 – 1024
Galets grossiers	128 – 256
Galets fins	64 – 128
Cailloux grossiers	32 - 64
Cailloux fins	16 – 32
Graviers grossiers	8 – 16
Graviers fins	2 – 8
Sables grossiers	0.5 – 2
Sables fins	0.0625 – 0.5
Limons	0.0039 – 0.0625
Argiles	< 0.0039

Modifié de Malavoi et Souchon 2002



## Zonation amont-aval



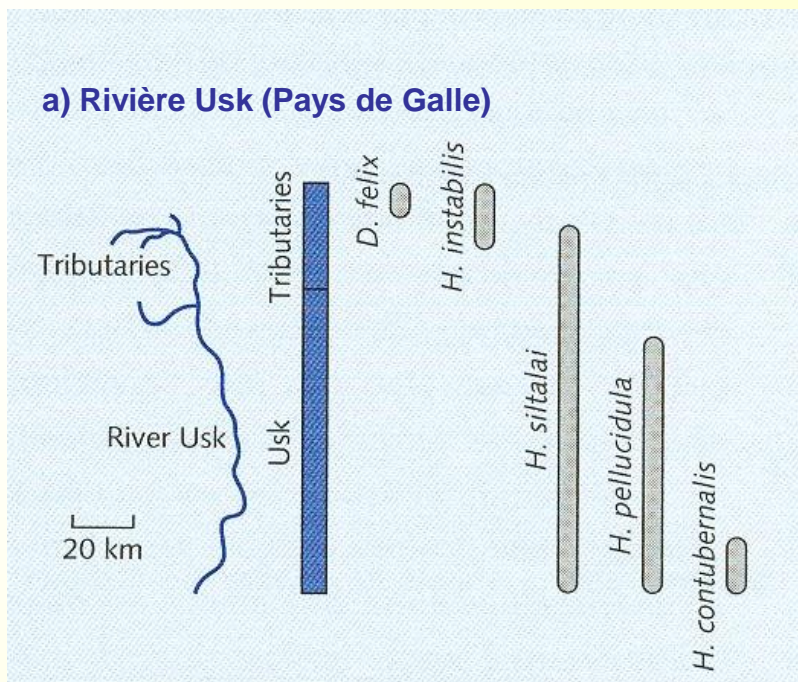
Huet (1949)

Illies et Botosaneanu (1963)

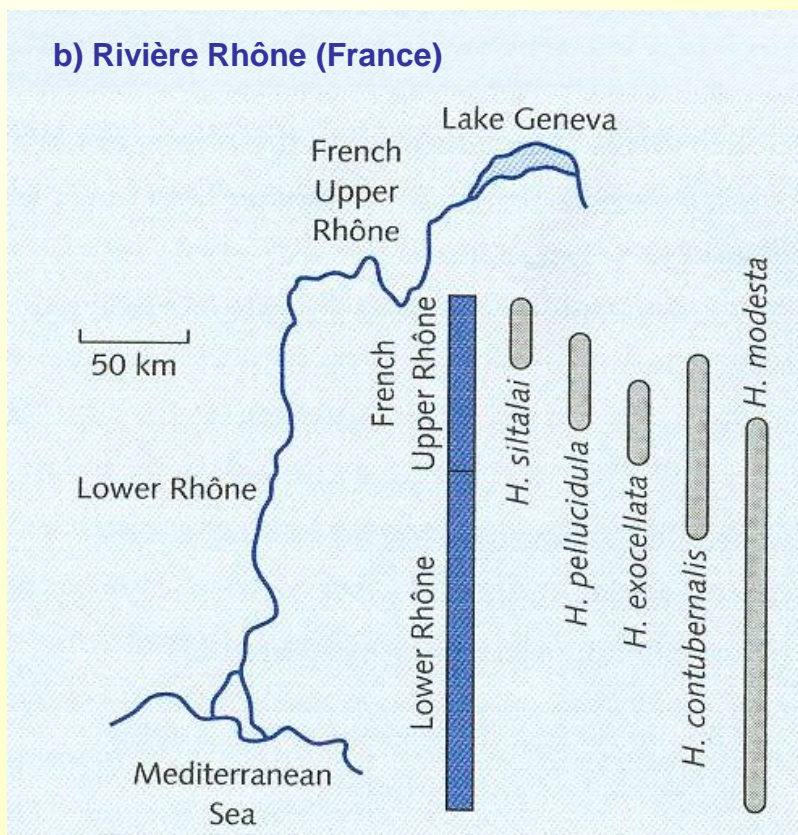
Strahler (1952)



## Zonation écologique de l'amont vers l'aval

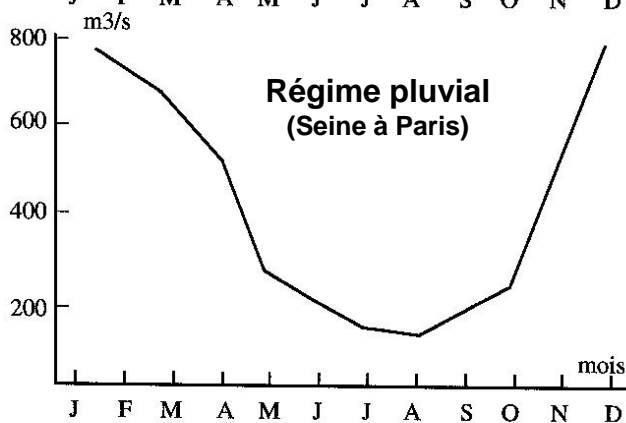
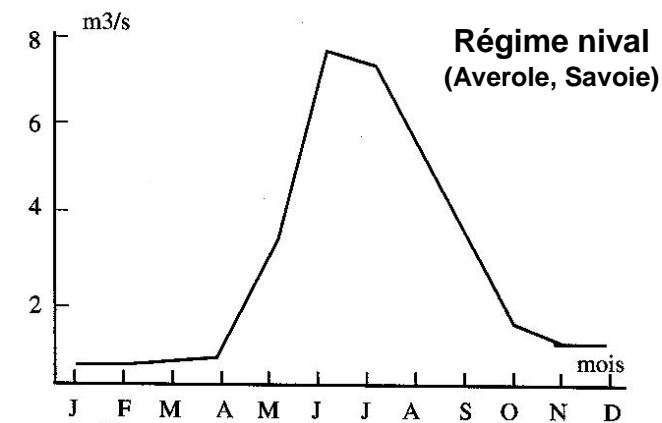


Hildrew et Edington 1979

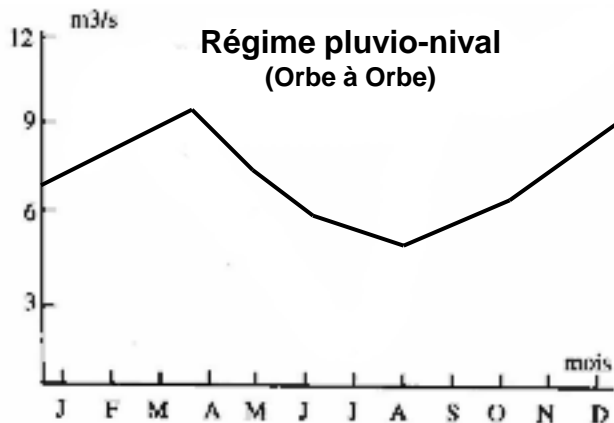
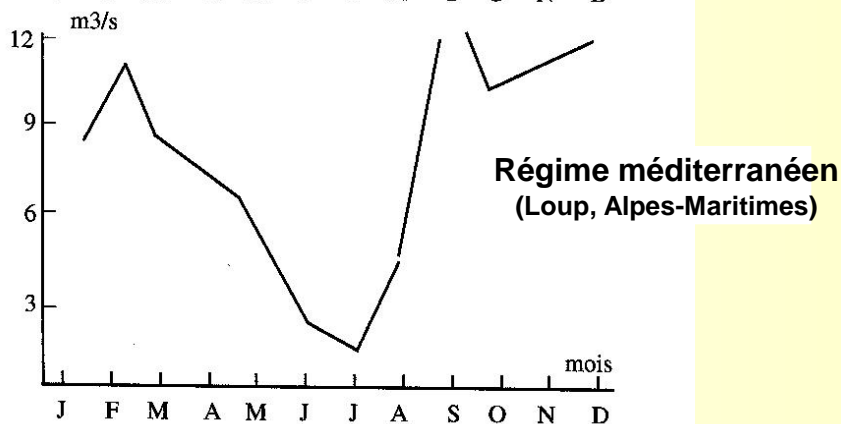


Bravard et al. 1992

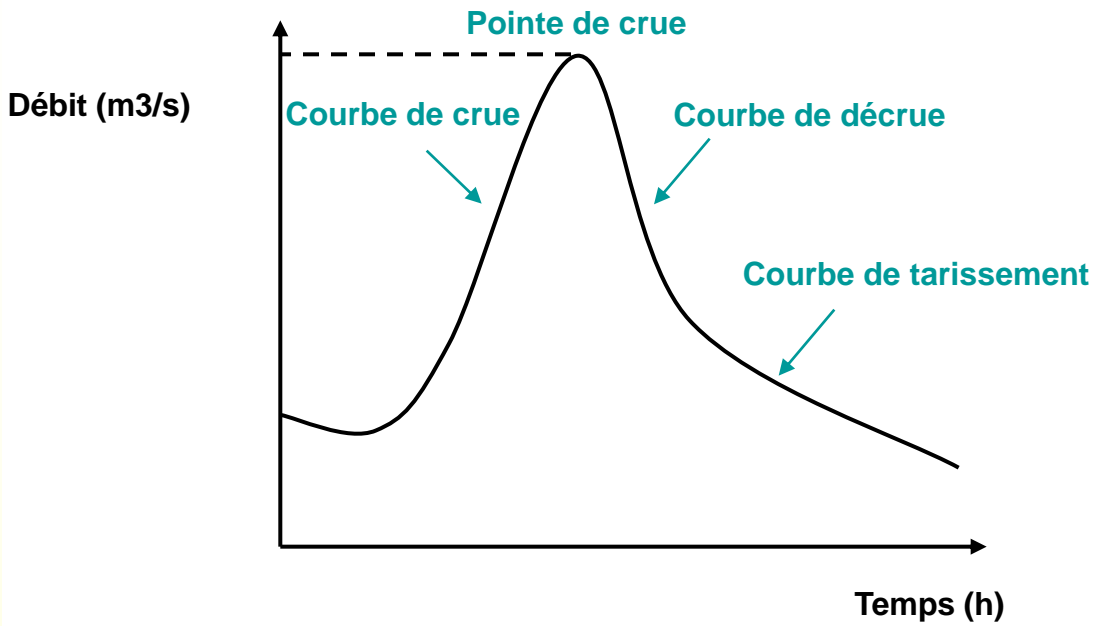
# 4- Régime hydrologique



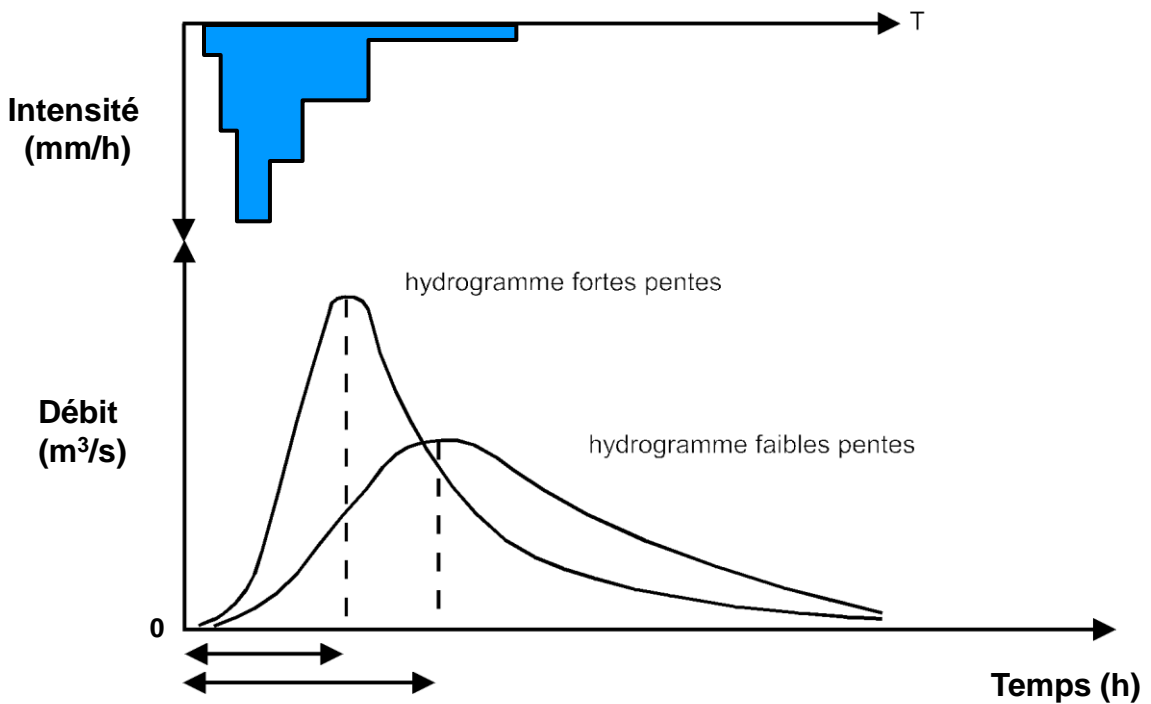
Angelier 2000



## Hydrogramme de crue



## Hyétogramme / Hydrogramme



# VI- STRUCTURE TROPHIQUE

## Les consommateurs invertébrés

### Broyeurs détritvores



*Asellus aquaticus*

### Collecteurs filtreurs



Simulidae

### Collecteurs ramasseurs



Chironomidae



Hydropsychidae

### Brouteurs

Heptageniidae



### Prédateurs stricts



Odonates



*Baetis*

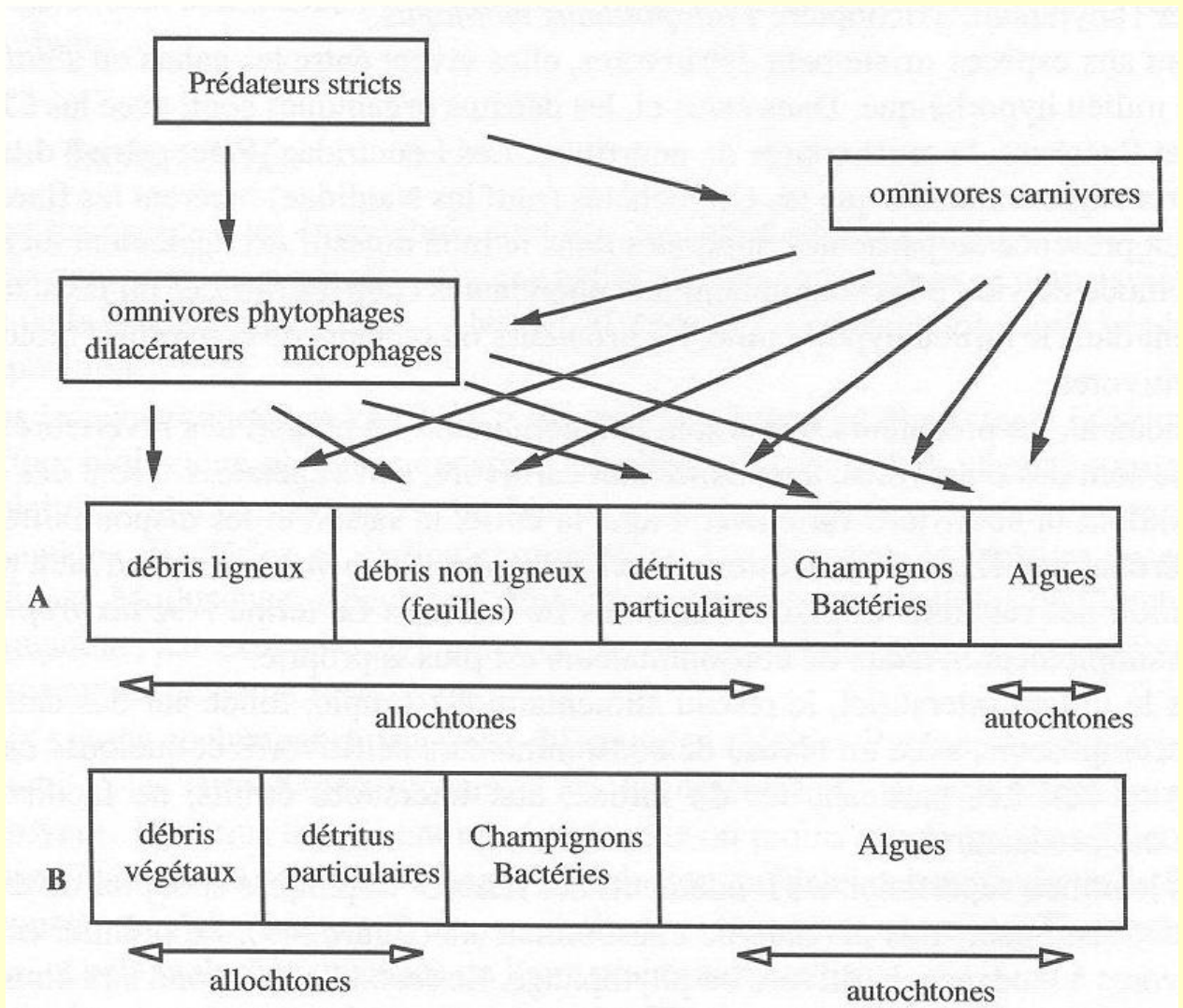


*Physa*



*Sialis*

# Les consommateurs invertébrés



# Réseaux trophiques en eau douce



Mammifère ou oiseau ichthyophage



Poisson ichthyophage



Poisson zooplanctonophage

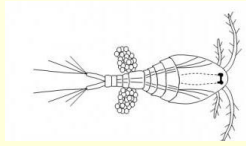


Poisson invertivore



Poisson phytophage

C II



Zooplancton



Macroinvertébrés

C I

Phytoplancton, Périphyton, Macrophyte

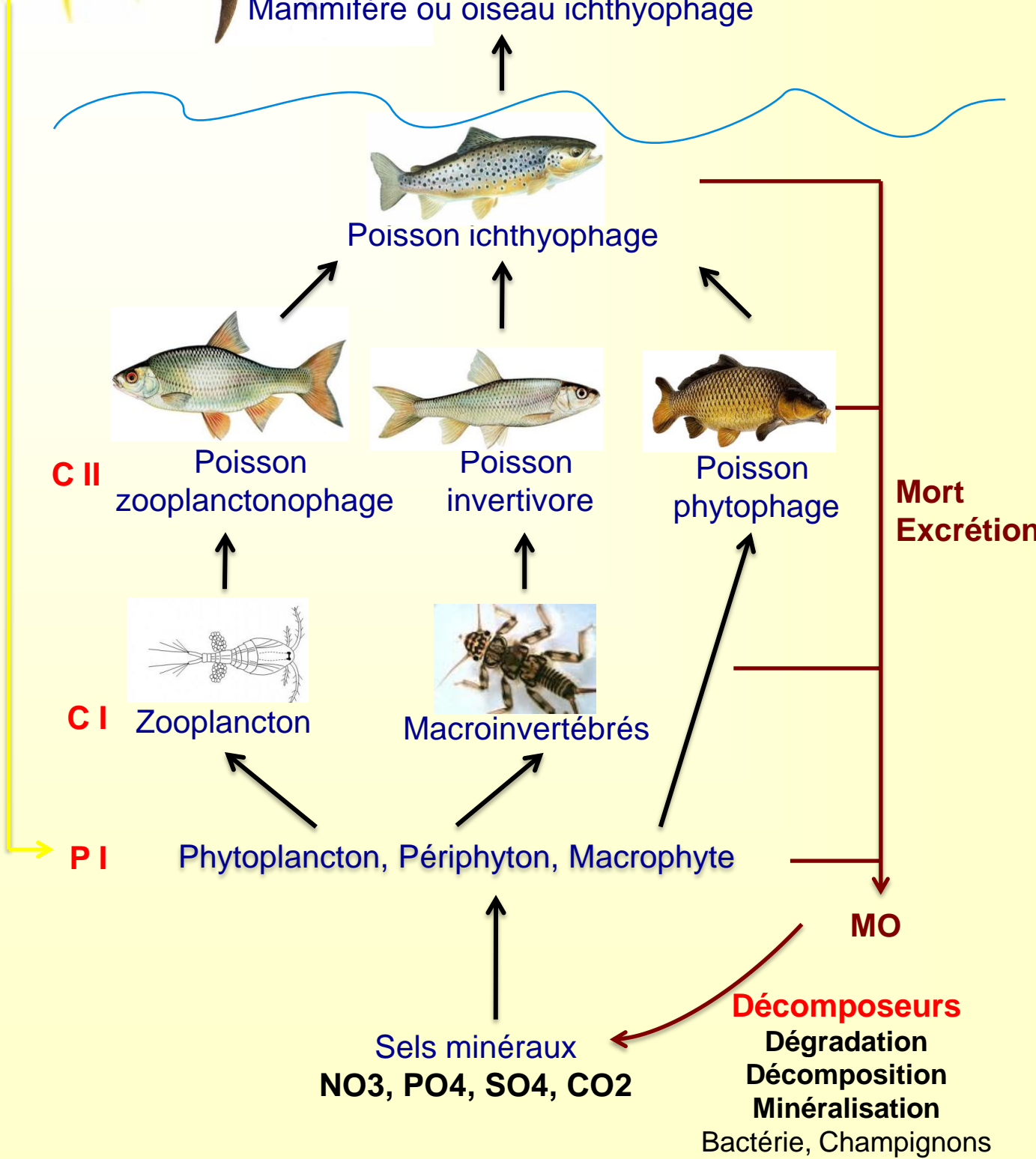
P I

Sels minéraux  
NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>

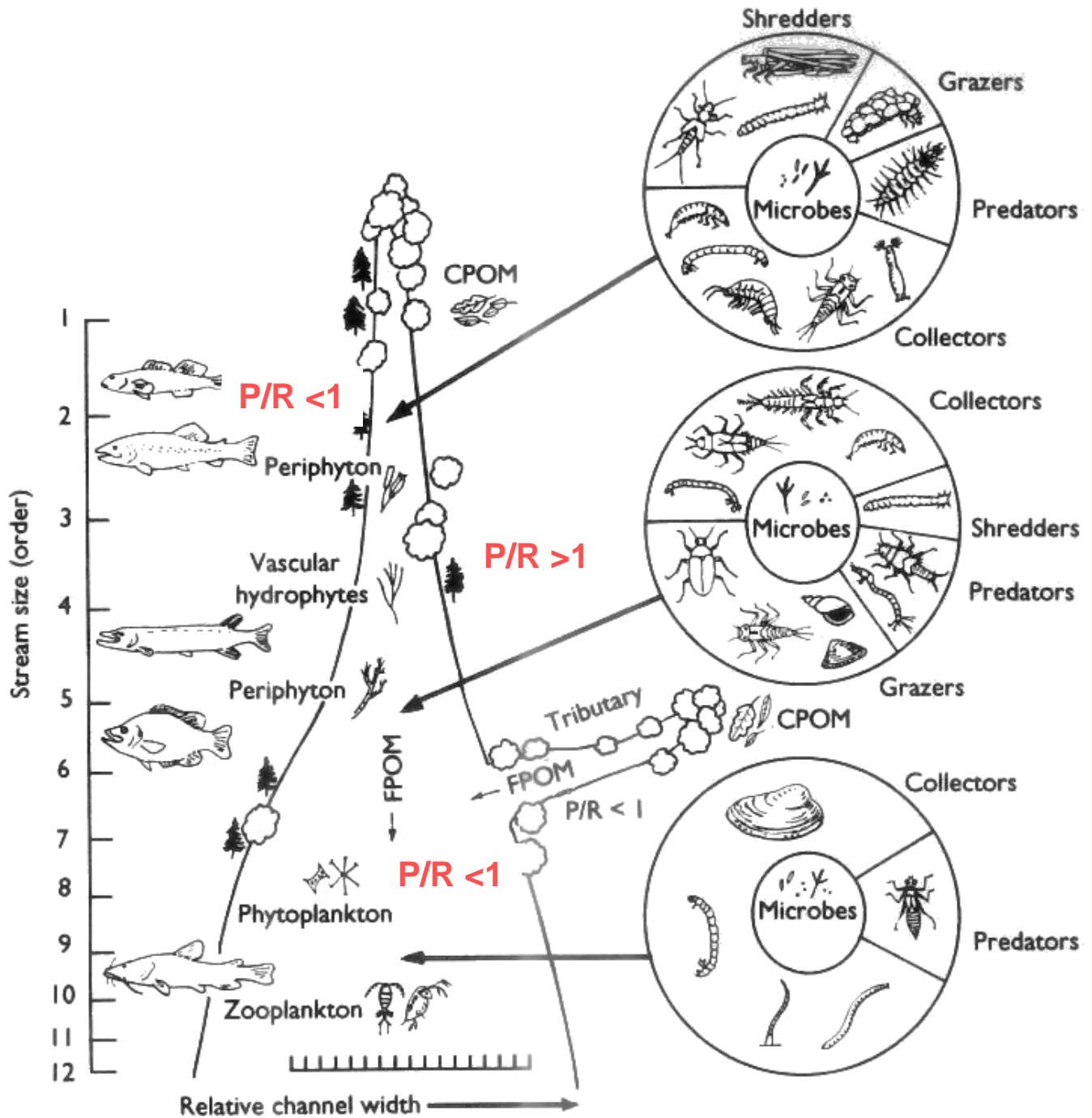
**Décomposeurs**  
Dégradation  
Décomposition  
Minéralisation  
Bactérie, Champignons

Mort  
Excrétion

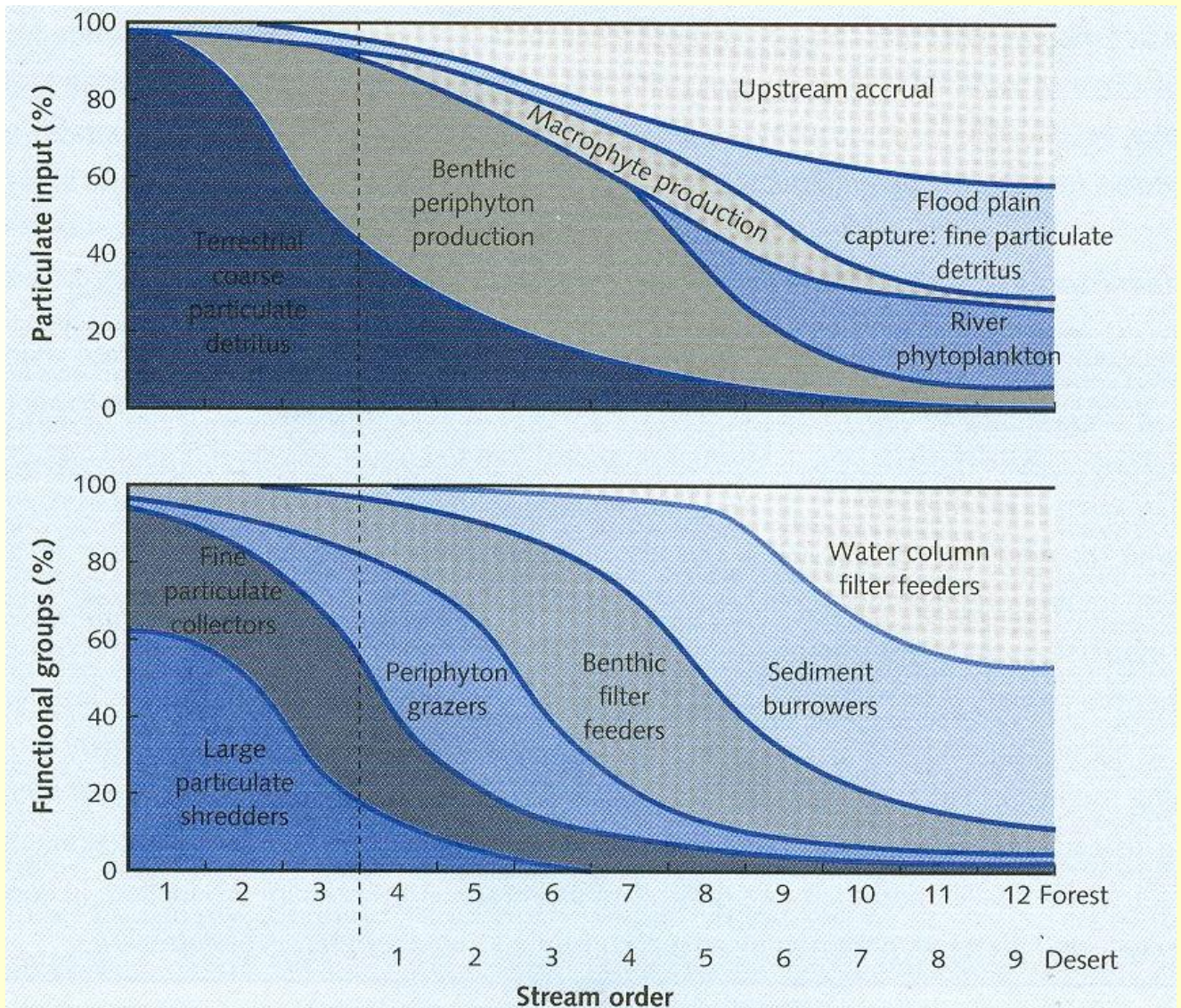
MO



# Le concept de continuum fluvial (Vannote et al. 1980)



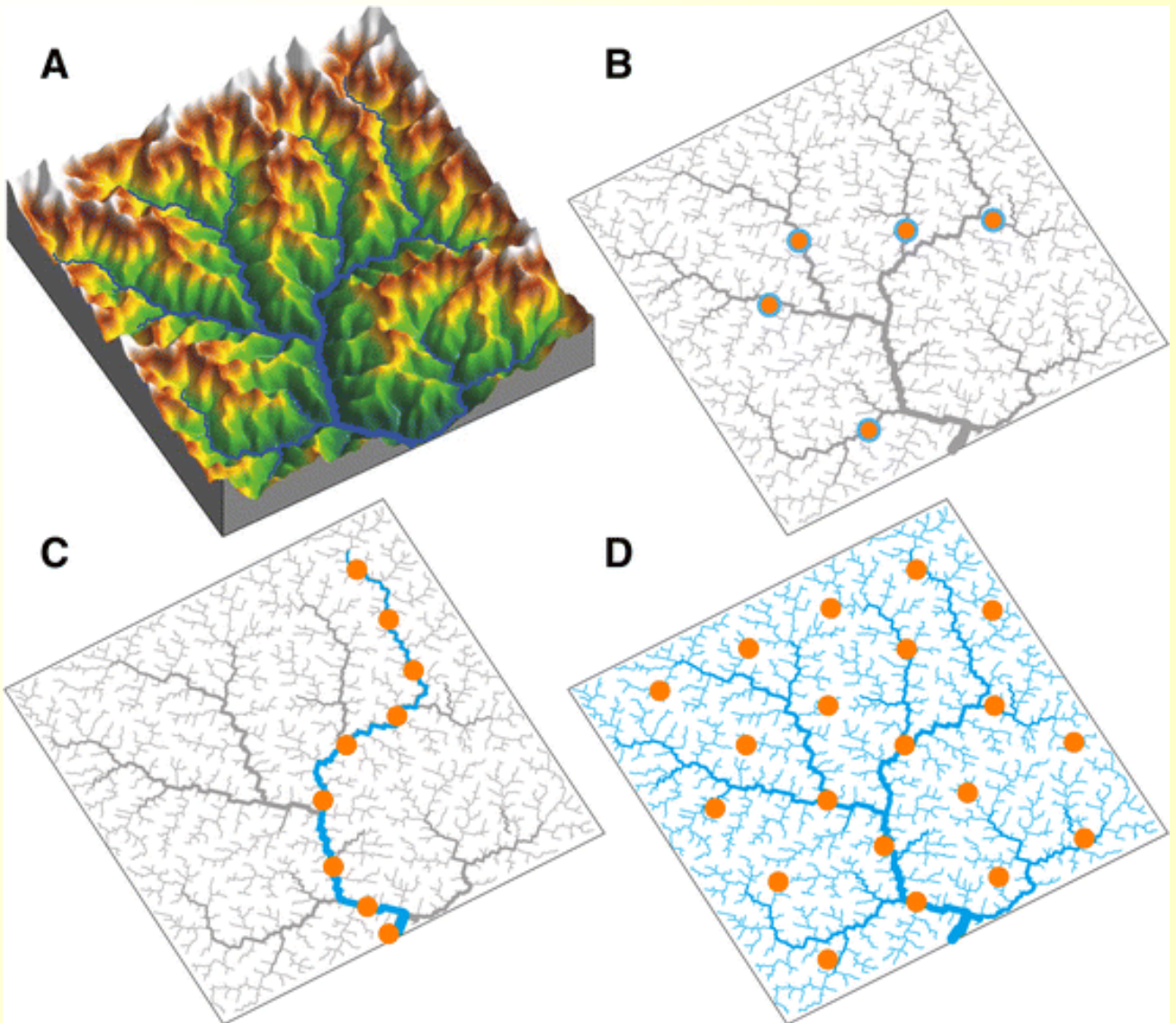
# Le concept de continuum fluvial (Vannote et al. 1980)



Modifiée par Minshall et al. (1985)



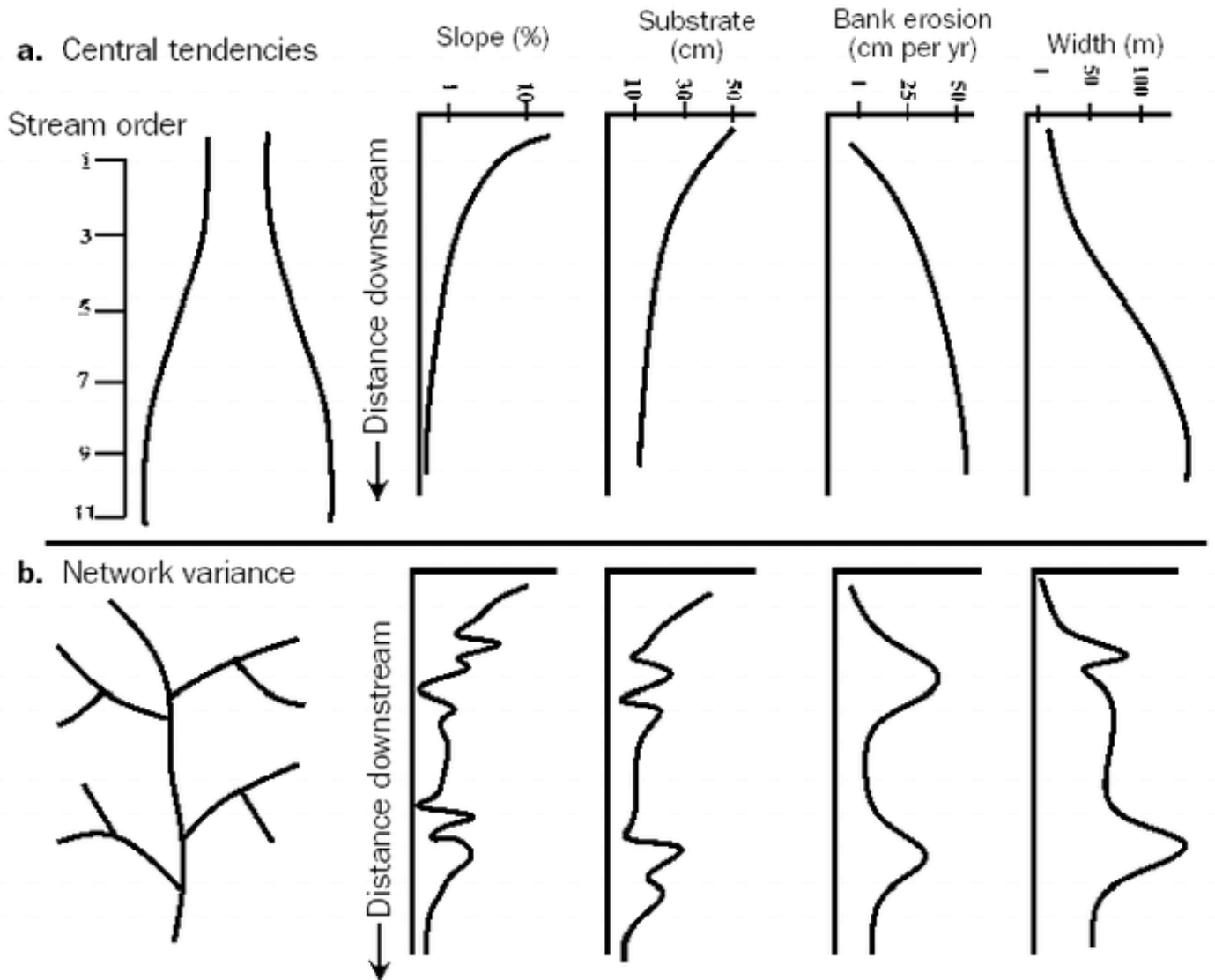
# Le concept de réseaux dendritiques



(Altermatt 2013 Aquatic Ecology)

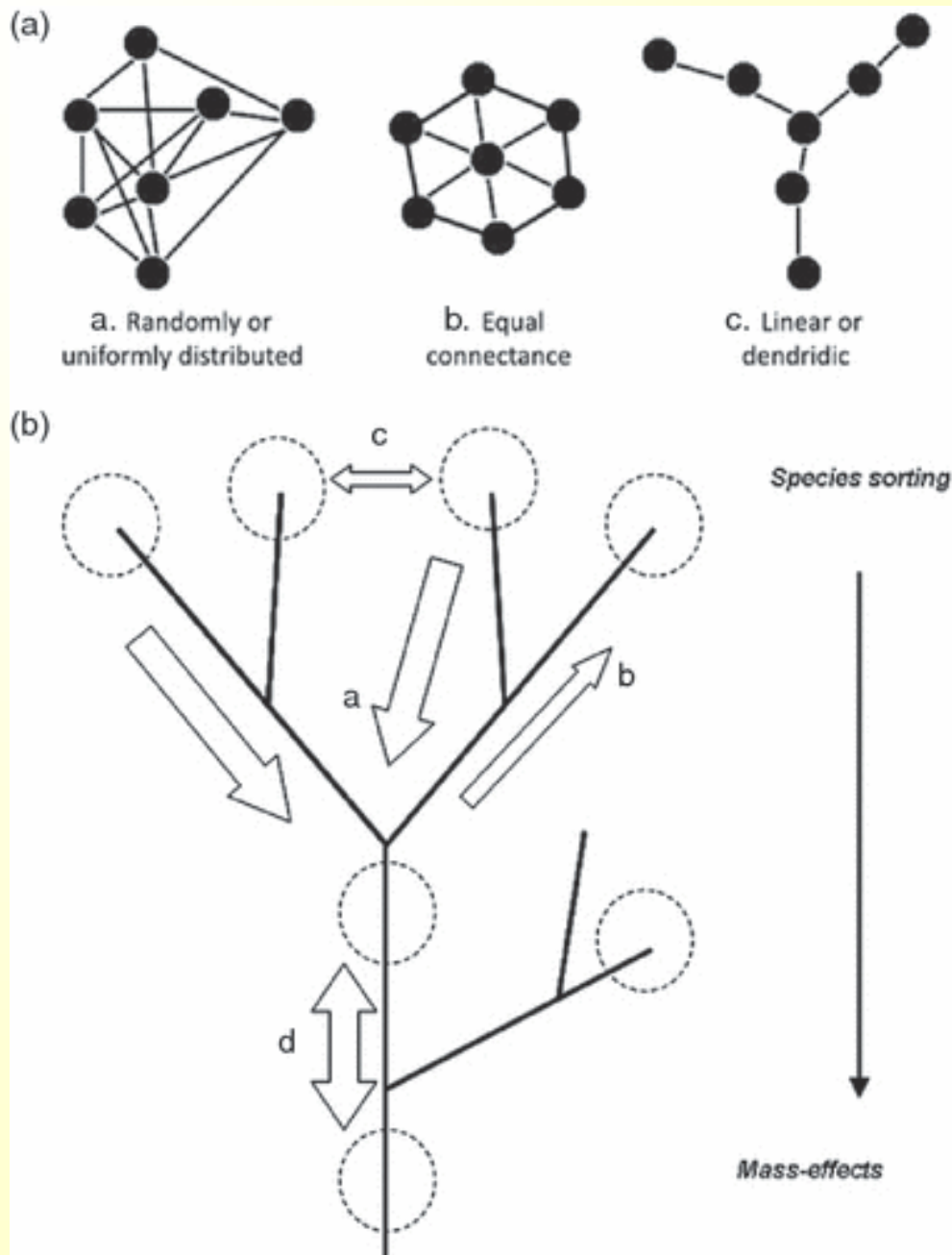
# RCC vs. Réseaux dendritiques

From linear to network perspectives



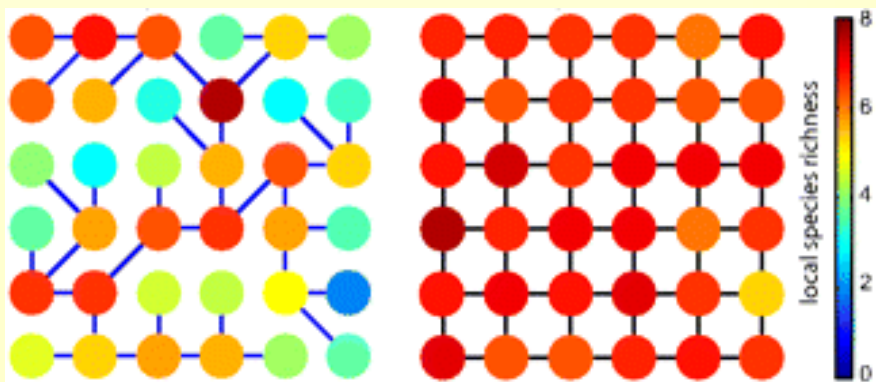
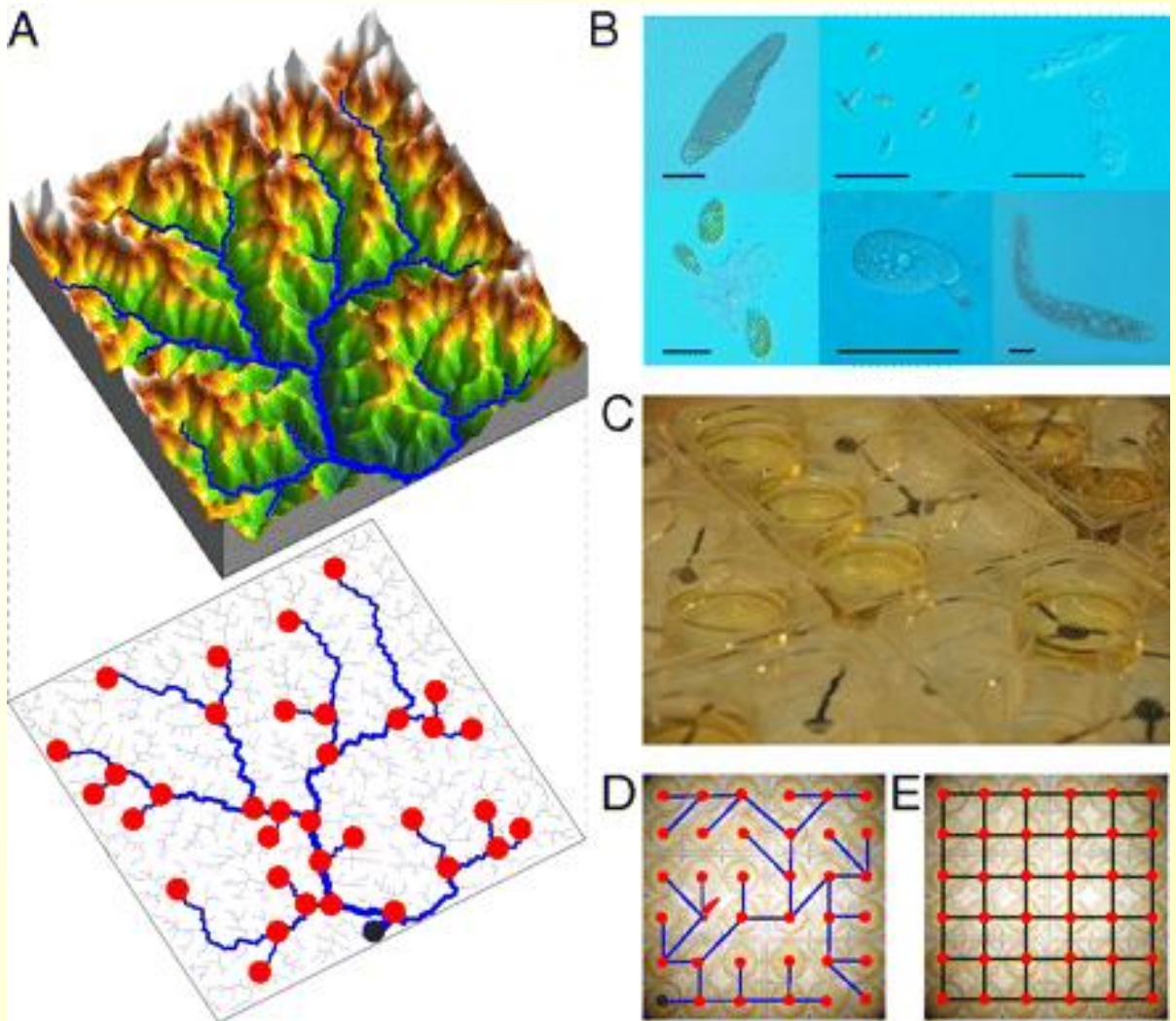
(Benda et al. 2004 Biosciences)

# Métopopulations et réseaux dendritiques



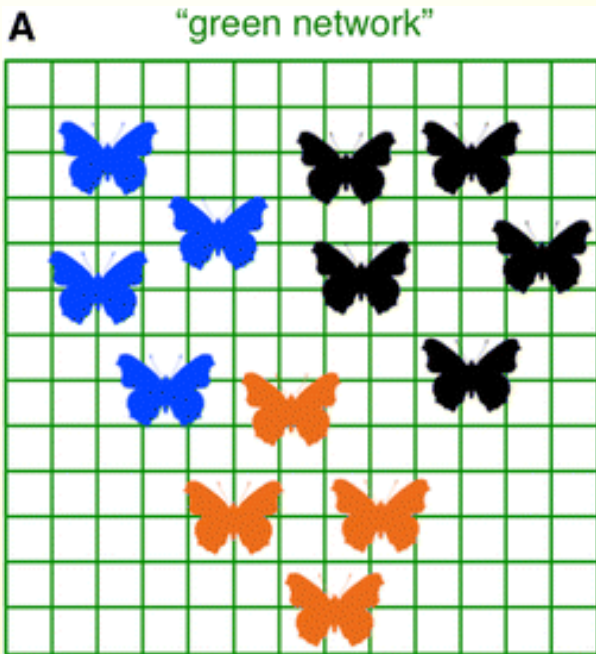
(Brown and Swan 2010 Journal of Animal Ecology)

# Réseaux dendritiques et biodiversité

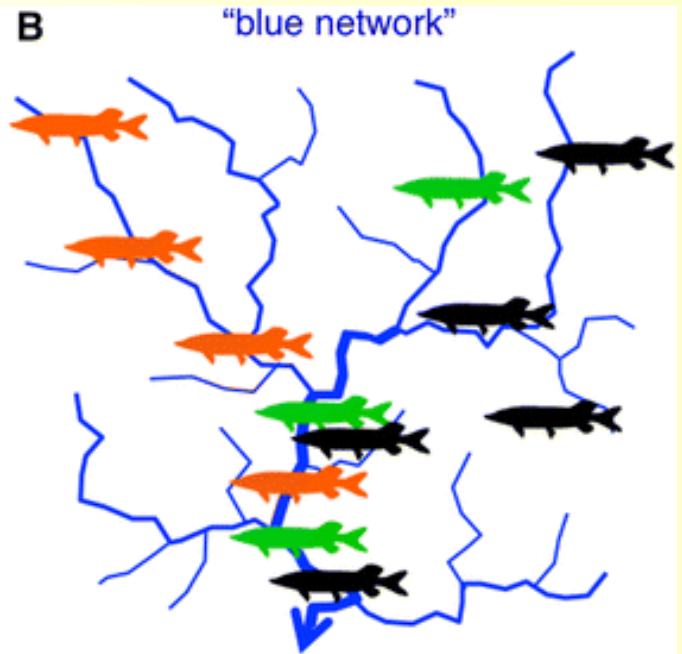


(Carrara et al. 2012 PNAS)

## Biodiversité terrestre vs. biodiversité aquatique



Isolement par la distance (IBD)



Isolement tête de bassin  
Effet de masse à l'aval

(Altermatt 2013 Aquatic Ecology)

# VII- PERTURBATIONS

## 1- Perturbation d'origine naturelle

### Crues



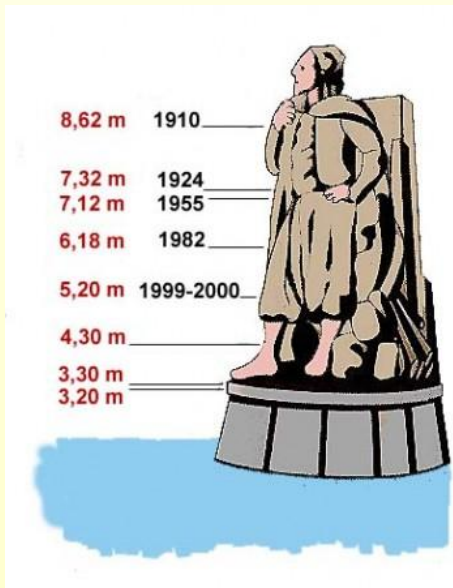
Crue de la rivière Têt, Pyrénées Orientales, 2002



407 CHATEAU-THIERRY (Inondations de 1910). — Un Sauvetage aux Petits-Prés.

Crue de la Seine à Paris en Janvier 1910

### Témoin de crues

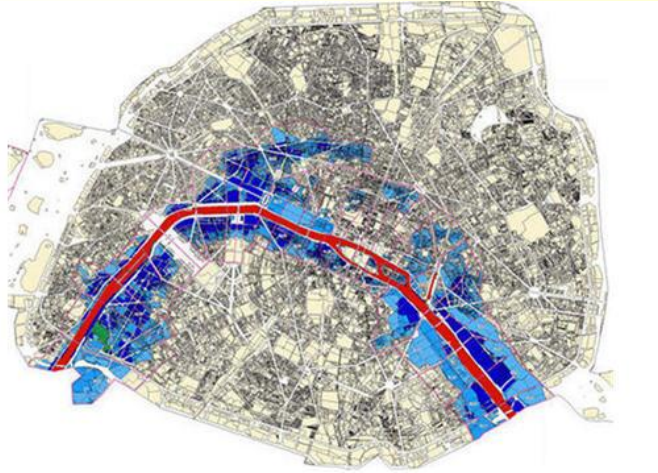


Témoin de crue : zouave du pont de l'Alma



Témoin de crue

# Carte de zones à risque



Quartier inondables par une crue centennale à Paris

## Carte de vigilance nationale [www.vigicrues.ecologie.gouv.fr](http://www.vigicrues.ecologie.gouv.fr)

Carte de vigilance "crues" - Windows Internet Explorer

http://www.vigicrues.ecologie.gouv.fr/

Carte de vigilance "crues"

Information nationale Informations locales Guide Liens

Carte de vigilance "crues" nationale

Actualisation le mardi 01 décembre 2009 à 10h02  
Prochaine édition le mardi 01 décembre 2009 à 16h00

Etat maximum de la vigilance :

- Rouge** : Risque de crue majeure. Menace directe et généralisée de la sécurité des personnes et des biens.
- Orange** : Risque de crue génératrice de débordements importants susceptibles d'avoir un impact significatif sur la vie collective et la sécurité des biens et des personnes.
- Jaune** : Risque de crue ou de montée rapide des eaux n'entraînant pas de dommages significatifs, mais nécessitant une vigilance particulière dans le cas d'activités saisonnières et/ou exposées.
- Vert** : Pas de vigilance particulière requise.

Cliquez sur une zone de la carte pour afficher le détail par Service de Prédiction des Crues (S.P.C.).

Carte vigilance METEO:

Carte n° : 01122009\_10

---

**BULLETIN NATIONAL D'INFORMATION**  
ORIGINE : SCHAPI

---

Carte de référence : **01122009\_10**  
Bulletin émis le : **01/12/2009 à 10:01:35**  
Prochain bulletin le : **01/12/2009 à 16:00:00**

---

Etat maximal de vigilance sur la France : **Jaune**

Internet 100%

## 2- Perturbation d'origine anthropique

### 2-1 Pollution trophique

**AZOTE** : provient pour 1/3 domestique + industriel et 2/3 de l'agriculture

**PHOSPHORE** : provient pour 9/10 domestique + industriel et 1/10 de l'agriculture



Rejet d'effluents domestiques



Agriculture: épandage d'engrais



Rejets industriels



# Production végétale autochtone



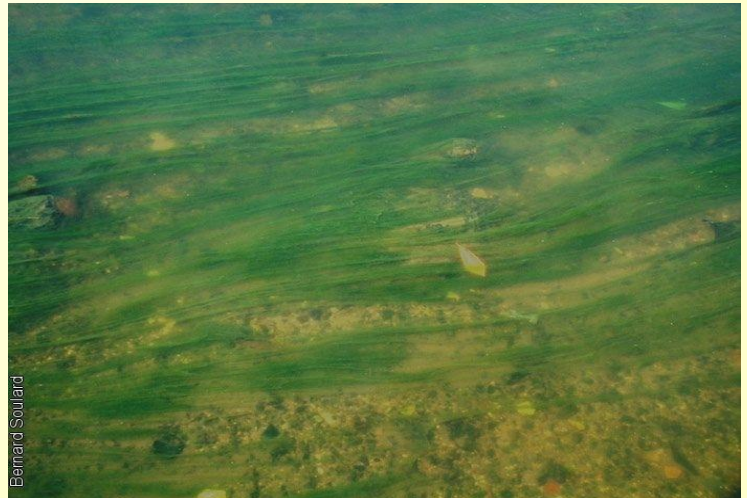
Diatomées



Phytoplancton



Macrophytes: lentilles d' eau

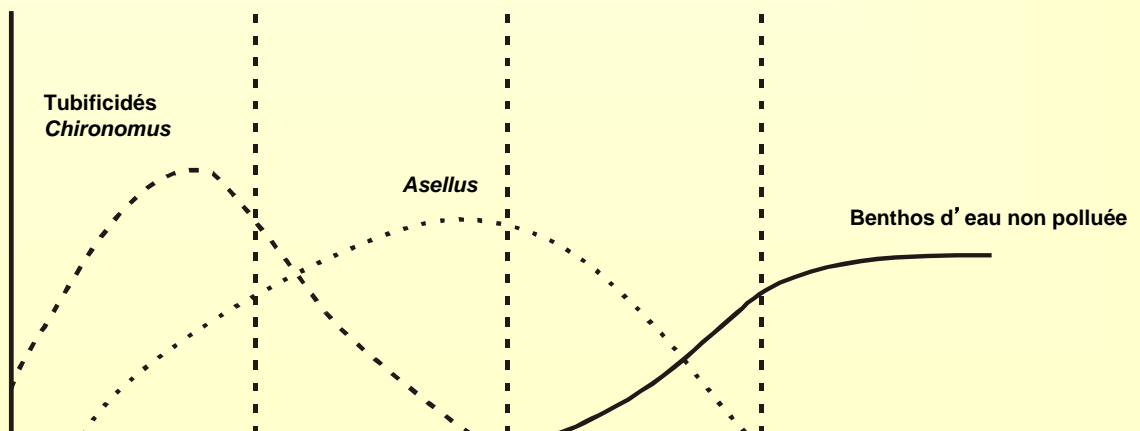
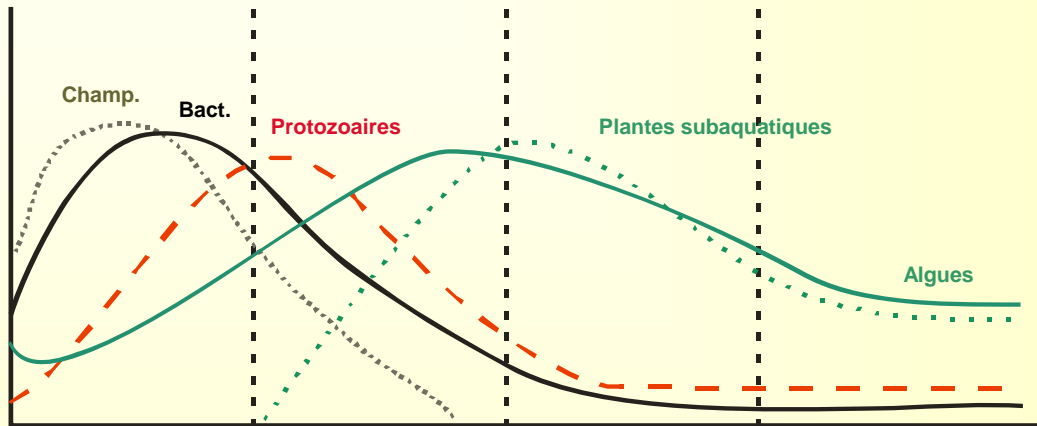
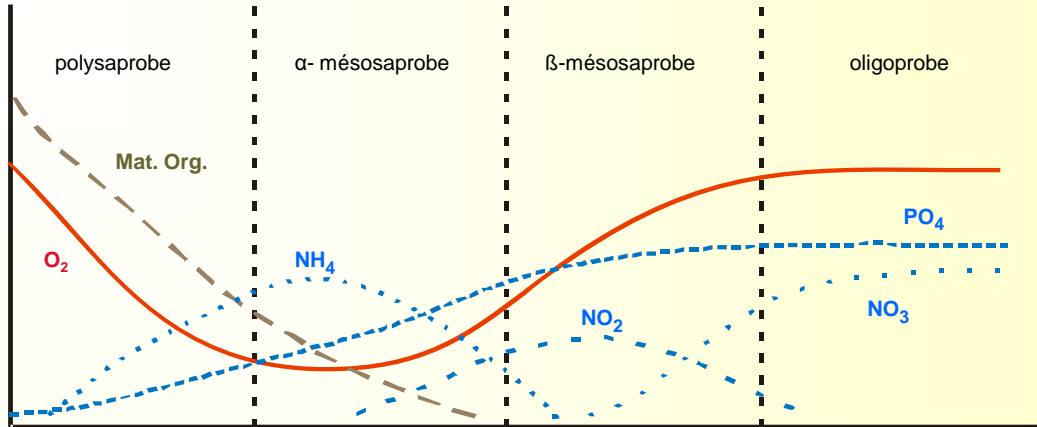


Bernard Souillard

Algues filamenteuses

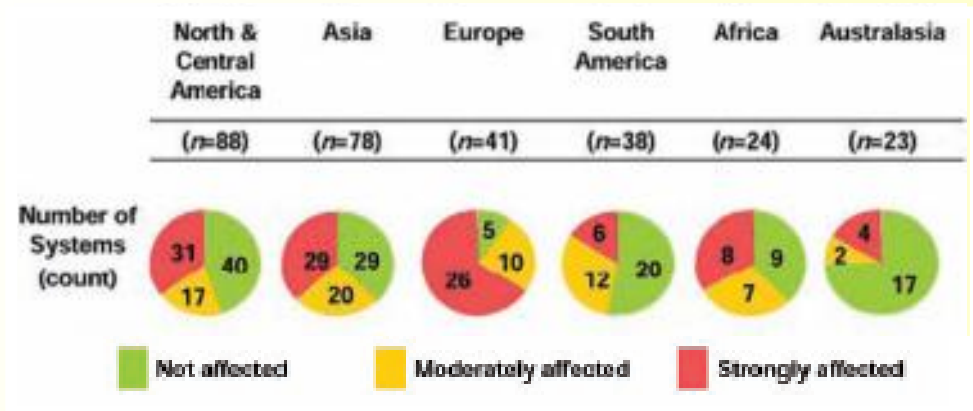
# Autonettoyage en eau courante

Eaux usées



## 2-2 Aménagement

### Ouvrages hydroélectriques dans le monde



38 m

Barrage hydroélectrique Pont de Salars (Aveyron, France)



Barrage hydroélectrique des trois gorges (Chine)

## Chaussées

2 m



Chaussée sur le Viaur (France) XIIIème siècle

Moulin

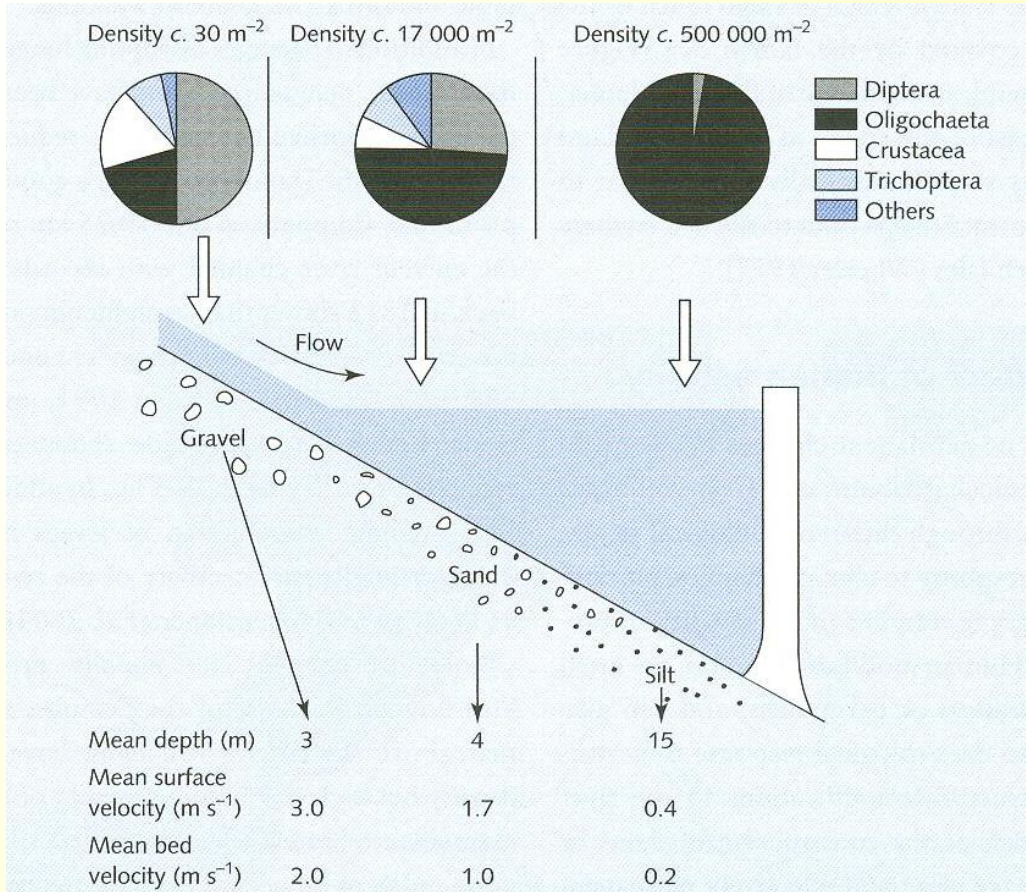


Passe à poisson



Chaussée sur le Célé (France)

# Impact des barrages hydroélectriques



## Marnage: lac de Pareloup



## Lâcher d' eau



# Vidange

## Amont



Chaussée sur le Viaur (France)

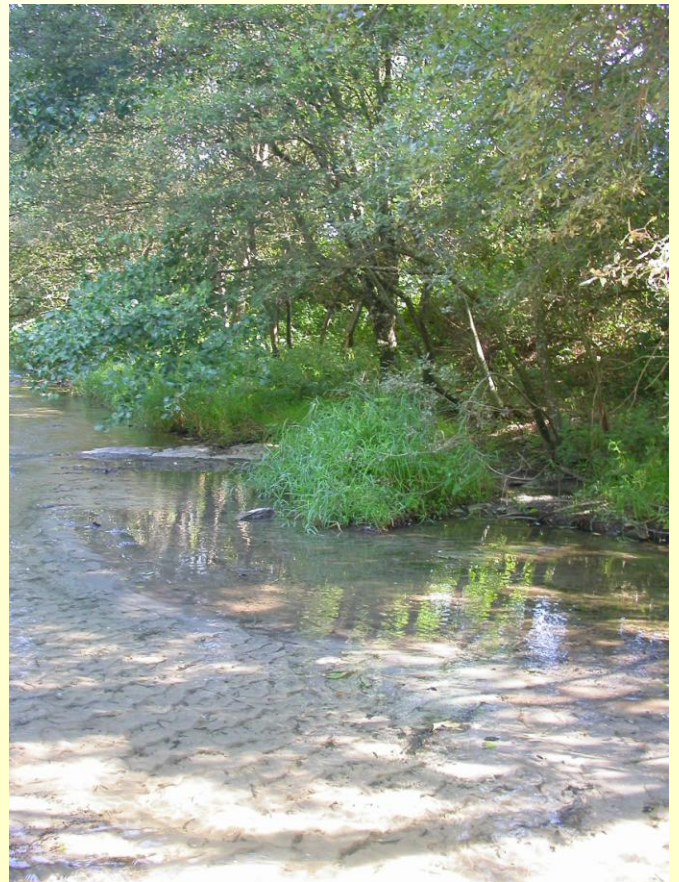


Retenue de Pareloup (France)

## Aval

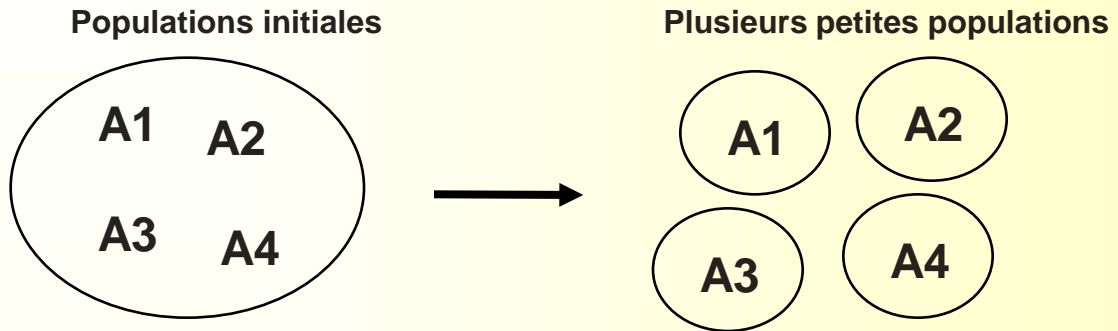


Aval chaussée sur le Viaur (France)



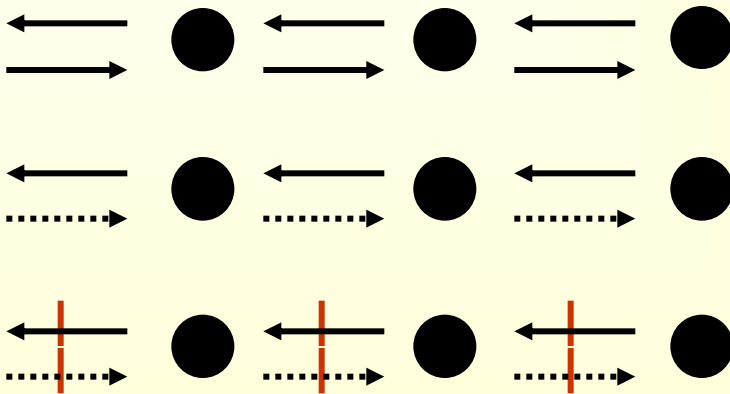
# Fragmentation des rivières

Conversion d'un habitat initialement continu en une mosaïque d'habitats



Aval

Amont



Modèle **pas à pas**

flux de gènes bidirectionnel  
« stepping stone model »  
(Kimura & Weiss 1964)

Courant

Barrières

Patch 1

Patch 2

Patch 3

patch 2

patch 1 ↔ patch 2 ↔ patch 3

- Taille effective  $N_e$
- Dérive génétique
- Perte de diversité génétique

- Divergence génétique  $F_{st}$
- Isolement par la distance

# Démantèlement de barrage

## Barrage Brives, Charensac

**Barrage avant démantèlement: été 2003**



**Démantèlement: septembre 2003**



**Un an après: Juin 2004**





## Passé à poissons



**Passé à poissons sur une chaussée**



**Glissière  
Poutès Haute-Loire**



**Rivière Columbia**

## 2-4 Pollution toxique



**Epandage de pesticide au USA**

**Pluie acide**



**Métaux lourds**



**Pollution mercure Guyane**



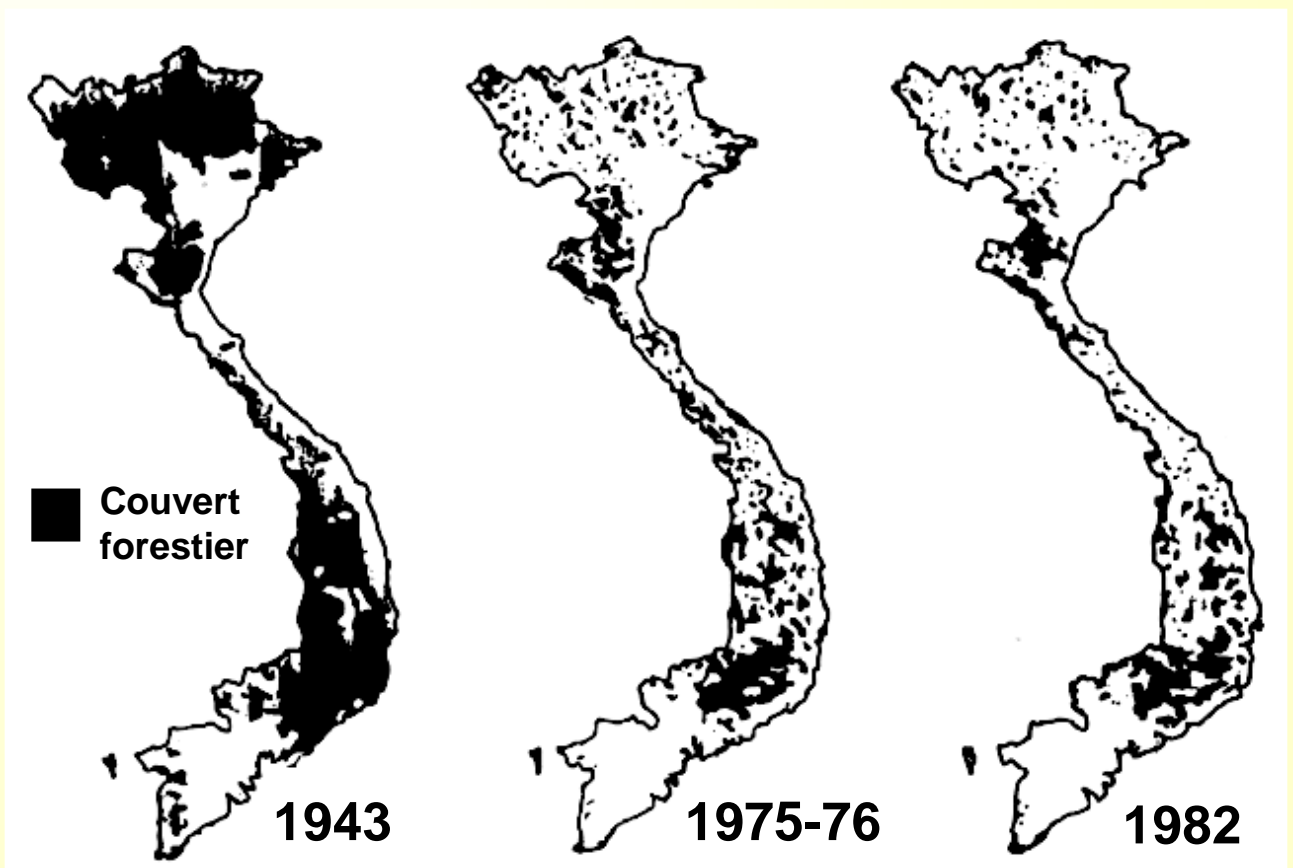
**Pollution minière**

## 2-5 Déforestation

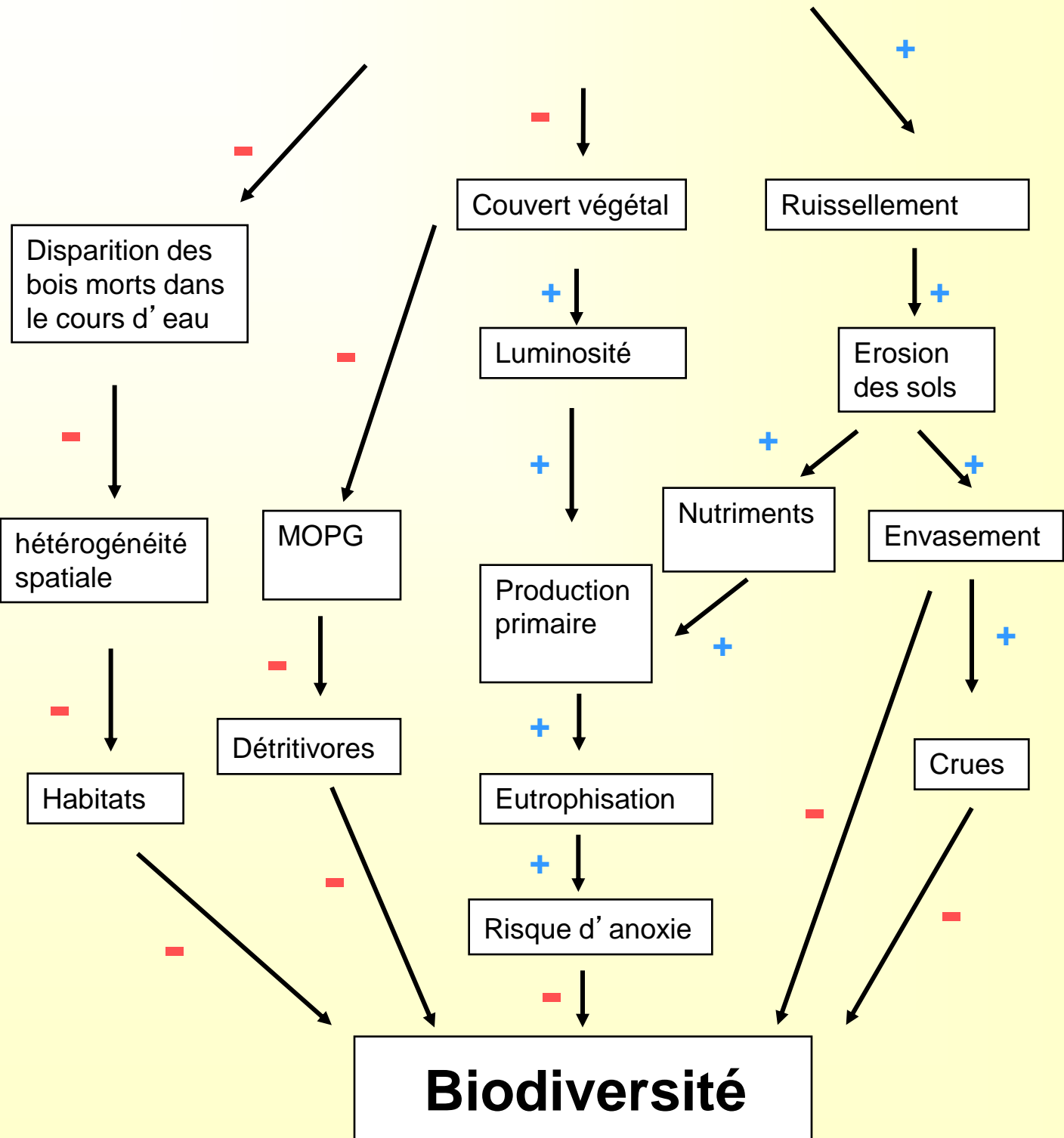
### Causes:

- Industrie du bois
- Augmentation de la surface des terres agricoles

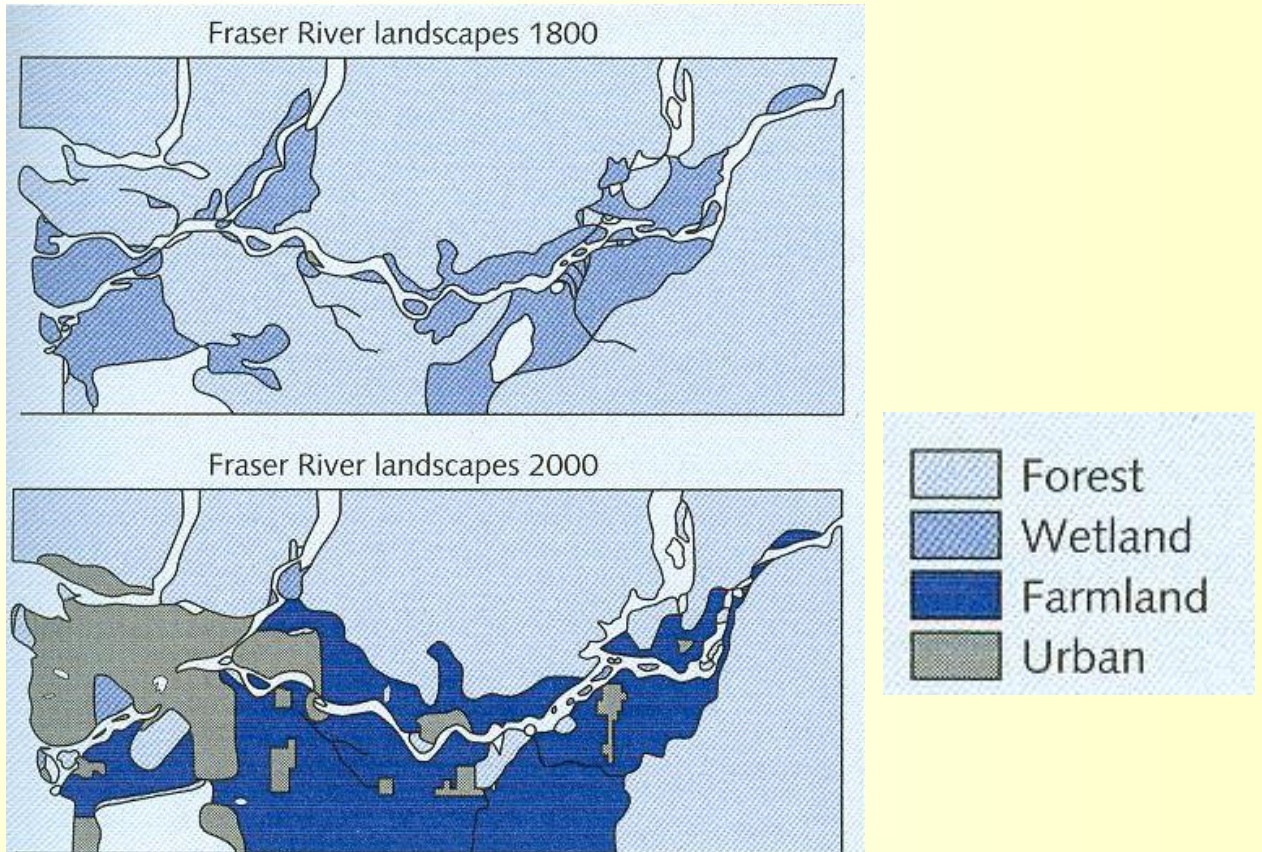
Ex: Vietnam



# Déforestation



## 2-6 Occupation des sols

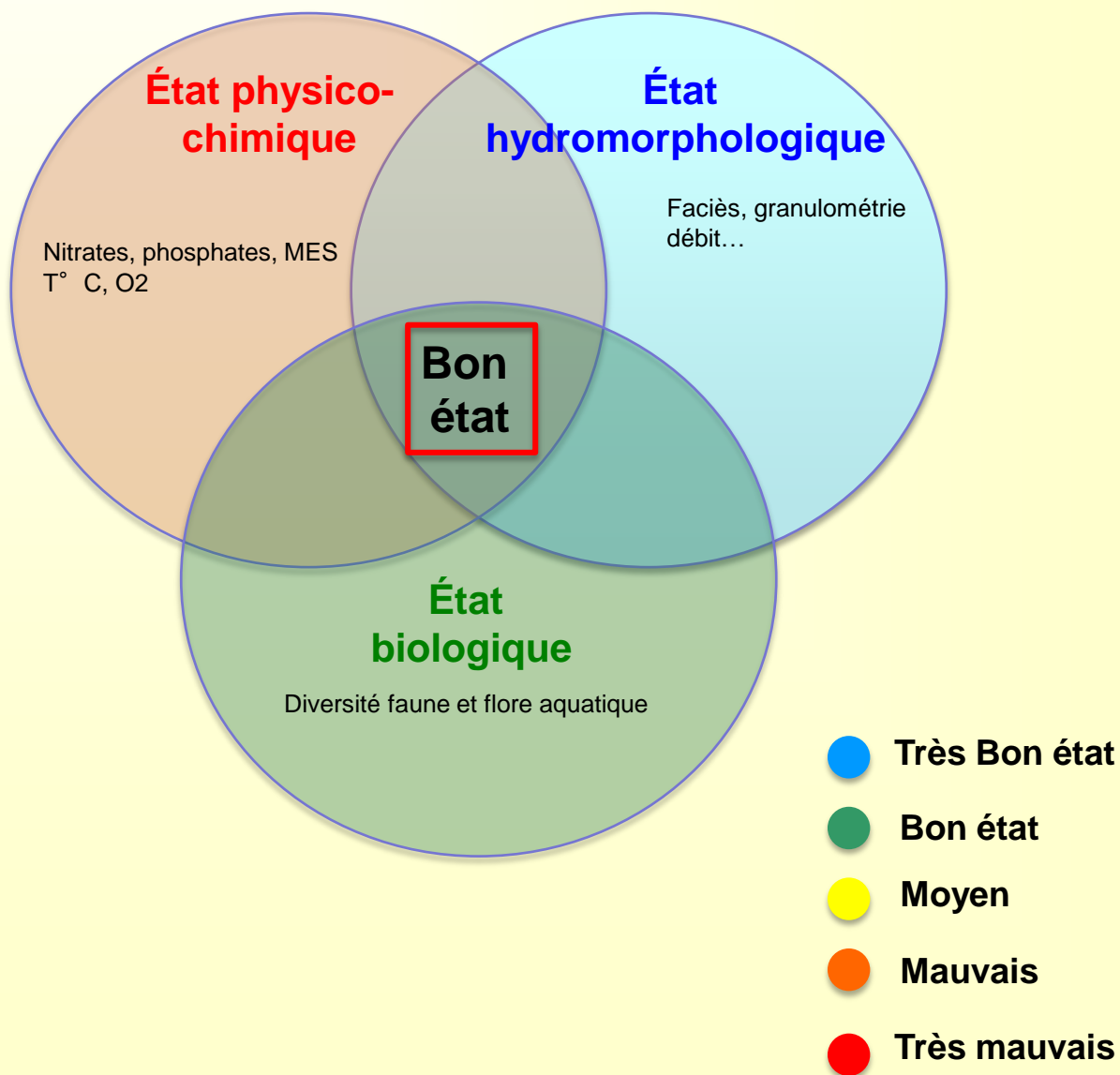


# VIII- BON ETAT DES COURS D'EAU

## Directive Cadre Européenne DCE

### 1 – Bon état écologique de la rivière

État écologique actuel vs. état écologique référenciel



## Qu'est-ce que le bon état hydromorphologique d'un cours d'eau ?

- Profil en long et en travers naturel
- L'alternance de tracés (méandres, anastomoses...)
- L'alternance de faciès (radiers, mouilles...)
- La diversité de la granulométrie des fonds
- L'alternance de secteurs ombragés grâce à la ripisylve et de secteurs ensoleillés
- L'absence de contraintes latérales
- Libre circulation : continuité écologique



## Qu'est-ce que le bon état physico-chimique d'un cours d'eau ?

Respect des normes de qualité environnementales par le biais de valeurs seuils.

Limites des classes d'état pour les paramètres physico-chimiques généraux

PARAMETRES	Limites des classes d'état				
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<b>BILAN DE L'OXYGENE</b>					
Oxygène dissous (mgO <sub>2</sub> /l)	8	6	4	3	
Taux de saturation en O <sub>2</sub> dissous (%)	90	70	50	30	
DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	3	6	10	25	
Carbone organique dissous (mgC/l)	5	7	10	15	
<b>TEMPERATURE</b>					
Eaux salmonicoles	20	21.5	25	28	
Eaux cyprinicoles	24	25.5	27	28	
<b>NUTRIMENTS</b>					
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l)	0.1	0.5	1	2	
Phosphore total (mg P/l)	0.05	0.2	0.5	1	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0.1	0.5	2	5	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l)	0.1	0.3	0.5	1	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l)	10	50	*	*	
<b>ACIDIFICATION</b>					
pH minimum	6.5	6	5.5	4.5	
pH maximum	8.2	9	9.5	10	
<b>SALINITE</b>					
Conductivité	*	*	*	*	
Chlorures	*	*	*	*	
Sulfates	*	*	*	*	

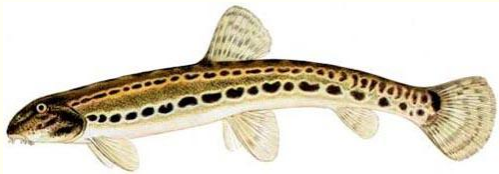
\* : les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des valeurs seuils fiables pour cette limite.



## Qu'est-ce que le bon état biologique d'un cours d'eau ?

Diversité des organismes aquatiques présents dans le cours d'eau via la détermination de différents indices spécifiques.

### Poissons (IPR)



### Invertébrés (insectes, mollusques, crustacés ...) (IBGN)



### Diatomées (IBD)



### Macrophytes (IBMR)



## 2 – Bon état chimique de la rivière

la DCE établit une liste de 41 substances chimiques (métaux lourds, pesticides, polluants industriels)

33 substances prioritaires : cadmium, plomb, mercure, atrazine, benzène, naphthalène...

8 substances dangereuses : DDT, trichloroéthylène...



Les substances prioritaires doivent être **inférieures** à des taux maximaux de concentration définis par **Normes de Qualité Environnementale (NQE)**

Les substances dangereuses doivent être **éliminées**.

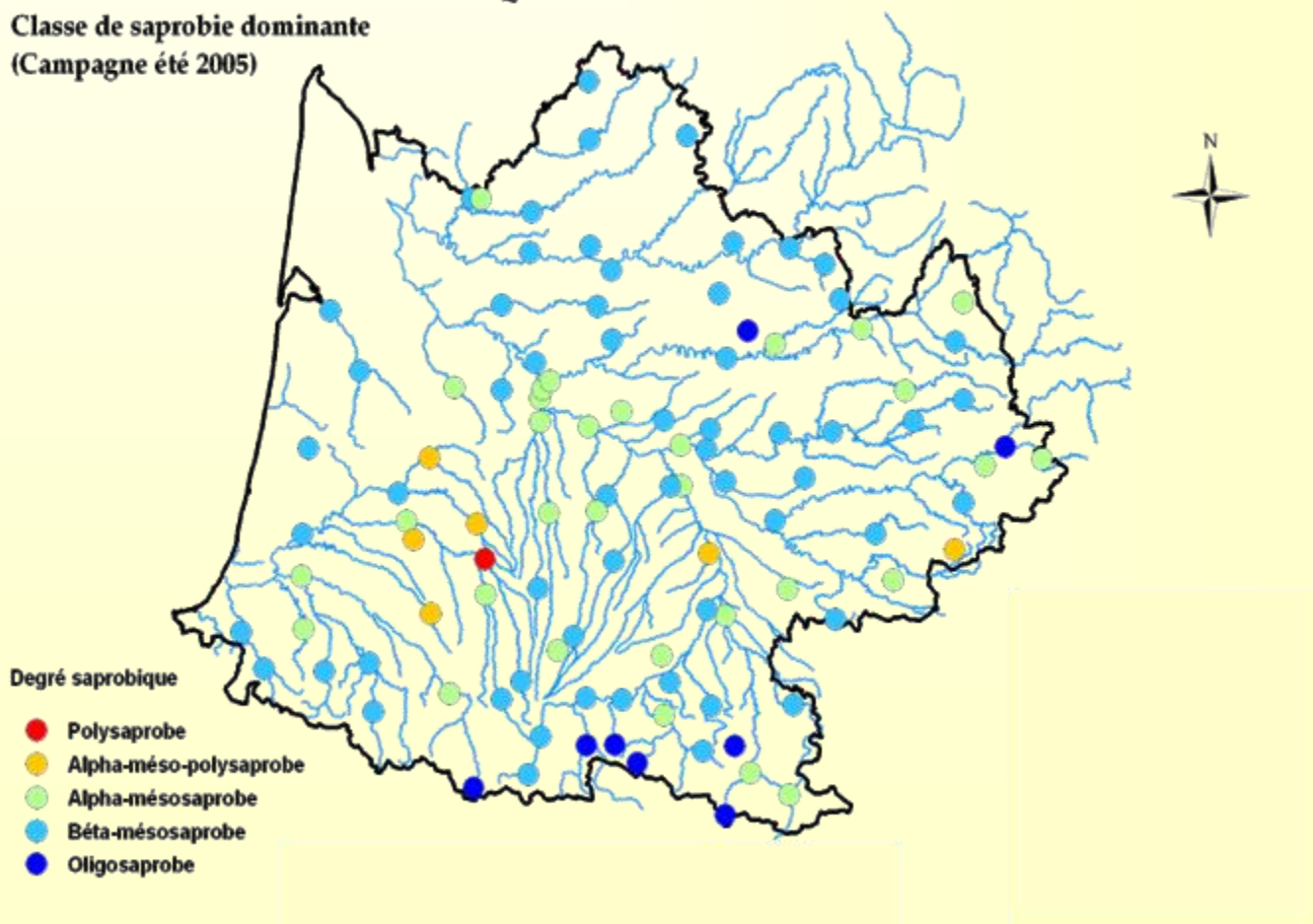
# IX- METHODE BIOLOGIQUE D'EVALUATION DE LA POLLUTION

## 1- Indice de saprobie



### EVALUATION DE LA QUALITE BIOLOGIQUE DE COURS D'EAU DU BASSIN ADOUR-GARONNE A L'AIDE DES DIATOMEES BENTHIQUES

Classe de saprobie dominante  
(Campagne été 2005)



## 2- IBGN



- 1- Fixer le cadre au sol ouverture face au courant
- 2- Frotter délicatement les substrats situés dans la zone délimitée par le cadre
- 3- Retourner le filet dans un bac rempli d'eau
- 4- Dans un flacon fixer au formol 4%

STATION : Merle - Célé	DATE: 03/05/09	LONGUEUR STATION : 100 m			
Supports / Vitesse (en cm/s)	V>150	150>V>75	75>V>25	25>V>5	5>V
Bryophytes		(1) 15 cm			
Spermaphytes immergées				(2) 10 cm	
Eléments organiques grossiers (litières, branchages, racines)			(2)		
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 25 mm<D< 250 mm		(3) 50 cm	(2) 30 cm		
Granulats grossiers 2.5 mm<D< 25 mm		(1) 20 cm	(2) 30 cm		
Spermaphytes émergeant de la strate basse					
Sédiments fins organiques, vases D<0.1 mm					
Sables et limons D<2.5mm				(1) 30 cm	
Surfaces naturel. et artific. (roches, dalles, sols, parois), blocs D>250 mm			(1) 30 cm		
Algues ou à défaut marnes et argiles					

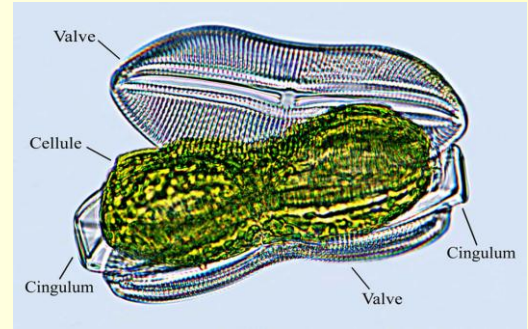
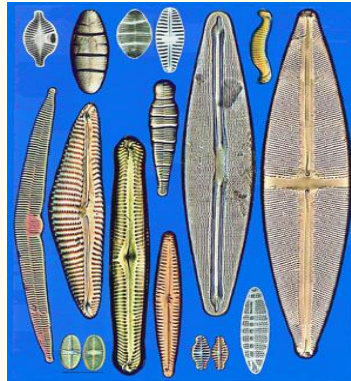
Recouvrement (%)

- (1) ≤1
- (2) <10
- (3) 10-50
- (4) >50

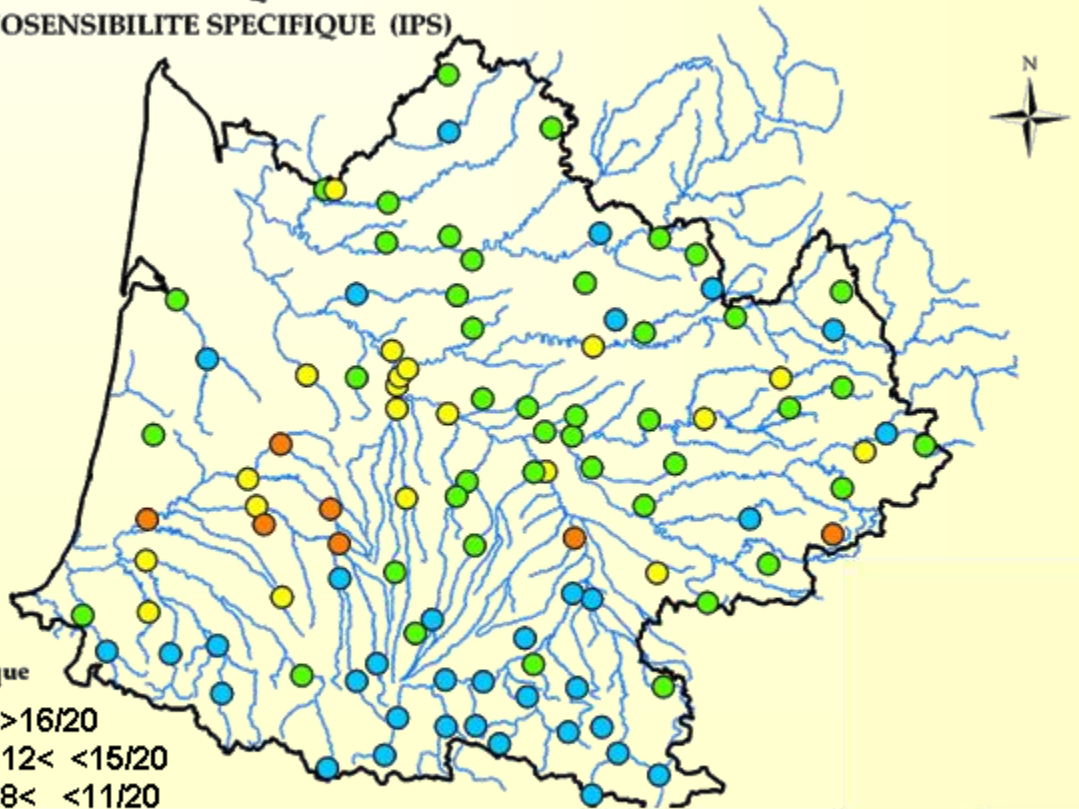
## Tableau de détermination

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons indicateurs	$\sum t$ Gi	> 50	49 45	44 41	40 37	36 33	32 29	28 25	24 21	20 17	16 13	12 10	9 7	6 4	3 1
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlébiidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Epheméridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	10	9	8	7	6	5
Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae (1) Ephemerellidae (1) Hydropsychidae Aphelocheiridae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae (1) Caenidae (1) Elmidae (1) Gammaridae (1) Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae (1) Asellidae (1) Achètes Oligochètes (1)	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

### 3- IBD



**EVALUATION DE LA QUALITE BIOLOGIQUE DE COURS D'EAU DU BASSIN ADOUR-GARONNE  
A L'AIDE DES DIATOMEES BENTHIQUES  
INDICE DE POLLUOSENSIBILITE SPECIFIQUE (IPS)  
(Campagne été 2005)**



**Classes de qualité biologique**

- Très bonne >16/20
- Bonne 12 < <15/20
- Passable 8 < <11/20
- Mauvaise 4 < <7/20
- Très mauvaise < 3/20

## 4- Indice poisson



### Variables env.:

Largeur  
DAS  
T° C...

modèle

### Prédiction:

Abondance truite  
Espèces rhéophiles  
Espèces lithophiles  
Espèces omnivores...

### Pêche électrique:

Abondance truite  
Espèces rhéophiles  
Espèces lithophiles  
Espèces omnivores...



## COMPARAISON

Ecart: « Indice Poisson »



Truite Fario