



humanité et biodiversité
ENSEMBLE PROTÉGEONS LE VIVANT

MENAGER LES METASYSTEMES AQUATIQUES :
Analyses et propositions

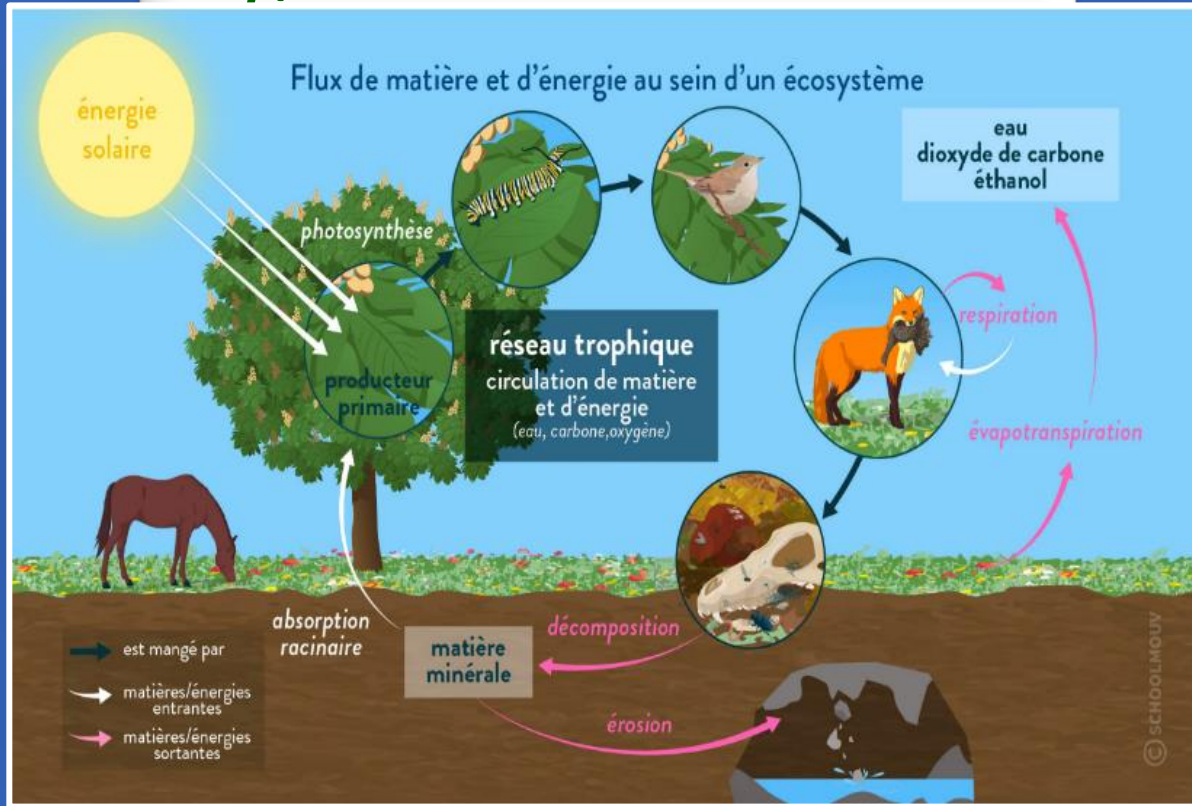


MENAGER LES METASYSTEMES

Progression

- ***Rappel sur la notion d'éco-système***
- ***Le système de pression***
- ***Le système biologique de réponse : la biodiversité***
- ***Le système social d'action***
- ***Notion de métasystème : les interactions***

Rappel sur la notion d'éco-



Première remarque : quid des flux d'information ?

**Ceci n'est pas un
écosystème**



A close-up photograph of a human navel, showing the skin texture and the central opening. The lighting is soft, highlighting the contours of the belly button.

**Ceci peut-être analysé
comme un écosystème**

La notion de socio-écosystème

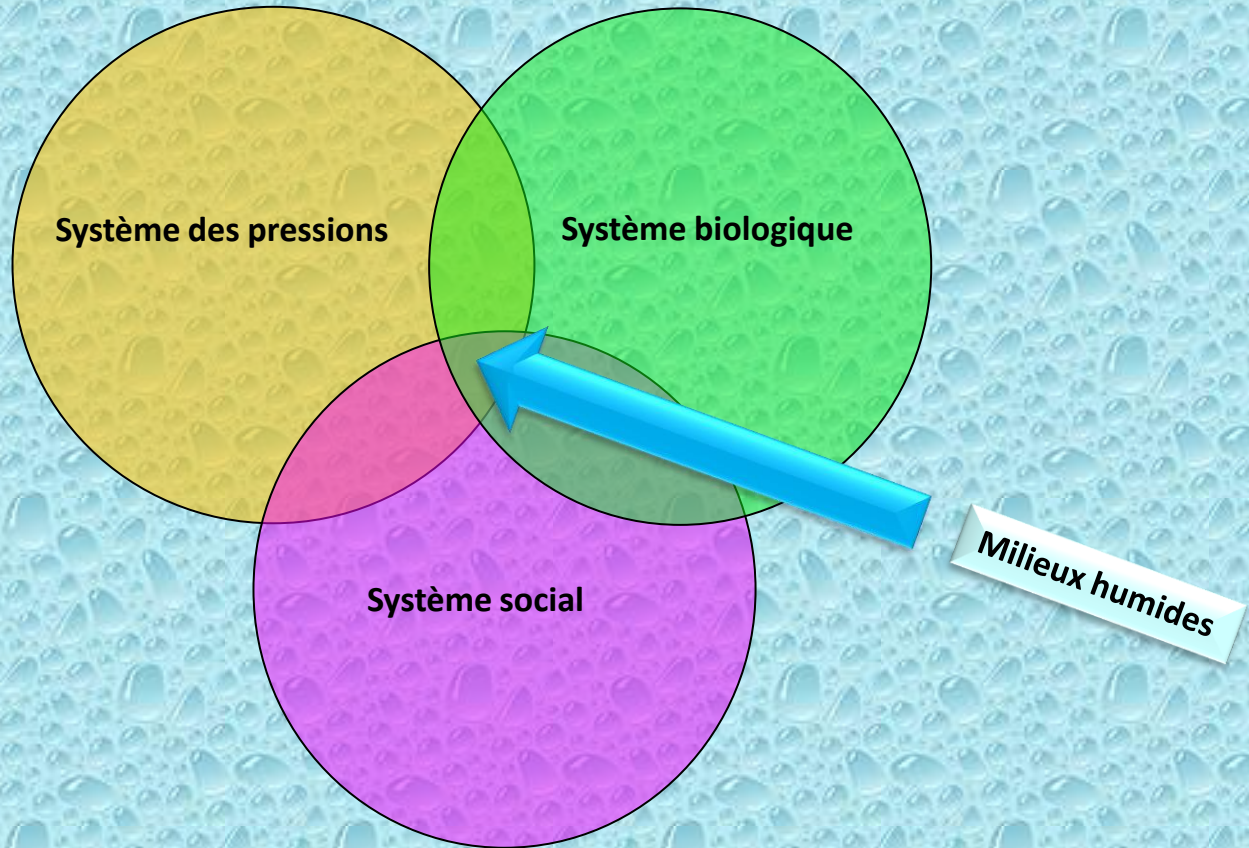


La notion de socio-écosystème

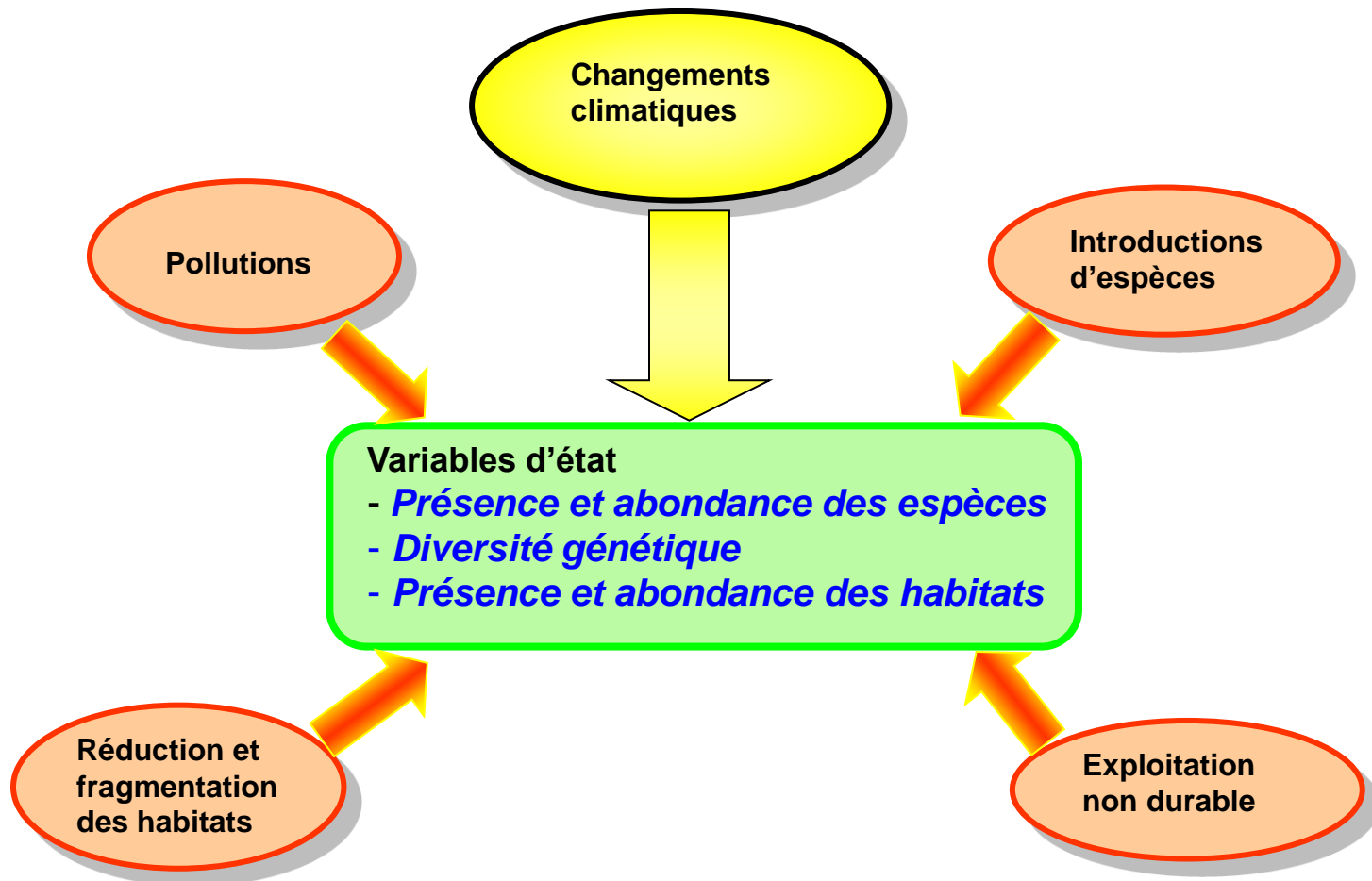
Les SES correspondent à des **systemes intégrés** couplant les sociétés et la nature, ce qui vise finalement à **redéfinir les écosystèmes (...)**, en **intégrant donc l'homme comme une composante active du système.**

Toutefois, la définition du territoire dans lequel s'effectuera l'étude est sous une double contrainte : celle des sociétés humaines et celle des biotopes, dont **les emprises spatiales ne sont pas obligatoirement les mêmes.**

**Le cadre d'analyse :
les milieux humides à l'intersection de trois systèmes**



Le système des pressions



Le système des pressions : Suppression / simplification des écotones



Le système des pressions : Les pollutions « discrètes »



➤ *Le colmatage des frayères de salmonidés*



Confusion sexuelle chez les poissons des grands lacs africains



Pundamilia nyererei



Aulonacara jacobfreibergi



Sciaenochromis fryeri

Confusion sexuelle chez les poissons des grands lacs africains



Pundamilia nyererei

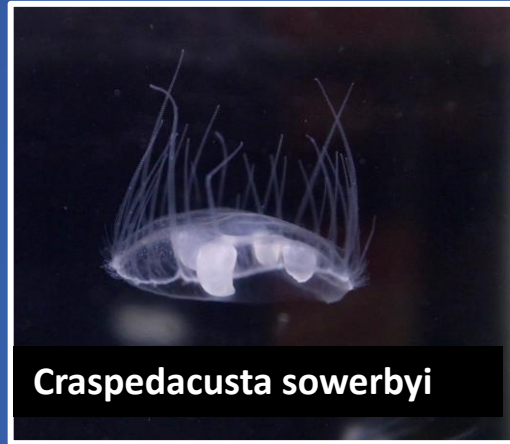


Aulonacara jacobfreibergi



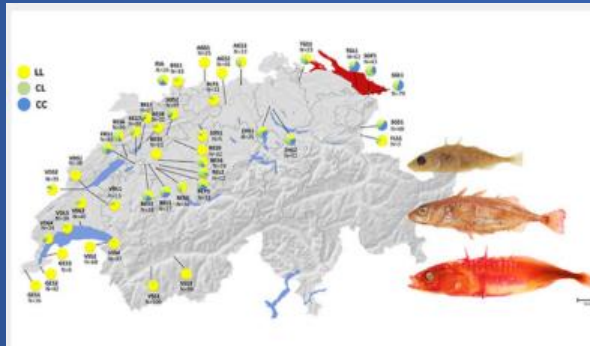
Sciaenochromis fryeri

Le système des pressions : les introductions d'espèces, des bombes à retardement ?



Apparition de méduses dans les lacs alpins

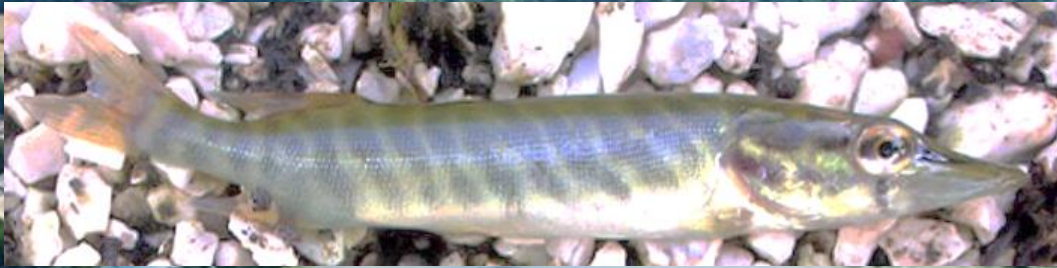
<https://doris.ffessm.fr/Especies/Craspedacusta-sowerbii-Meduse-d-eau-douce-442>



Prolifération des épinoches dans le lac de Constance

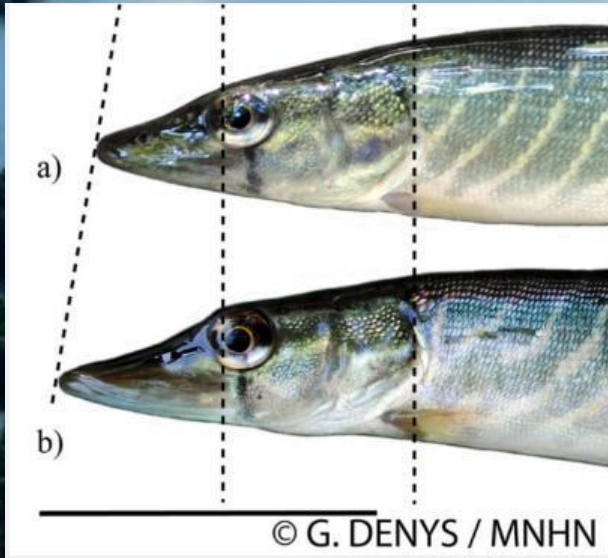
<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/detail/une-capacite-dinvasion-accrue-par-un-pool-genique-diversifie>

Le système des pressions : la surexploitation des espèces jumelles



Brochet « du sud »

(Photo PG Bianco)



Brochet « aquitain »

Brochet « commun »

Le système des pressions : Un degré, c'est beaucoup !

Changements
climatiques

Augmentation
Température

I

BIODIVERSITE



Le système des pressions : les dérèglements climatiques

Changements
climatiques

```
graph TD; A([Changements climatiques]) --> B[Variables d'état]; B --- C["- Présence et abondance des espèces<br>- Diversité génétique (variétés cultivées)<br>- Présence et abondance des habitats"]; D["• Diversité des paramètres physicochimiques (température, O2, CO2, acidité, salinité) et de leurs interactions"]
```

• *Diversité des paramètres physicochimiques (température, O₂, CO₂, acidité, salinité) et de leurs interactions*

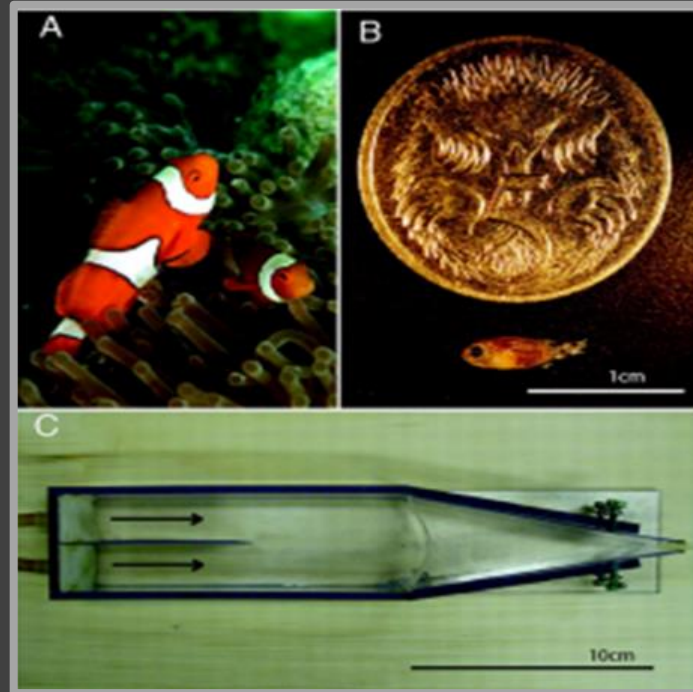
Variables d'état

- *Présence et abondance des espèces*
- *Diversité génétique (variétés cultivées)*
- *Présence et abondance des habitats*

Les effets de l'acidification

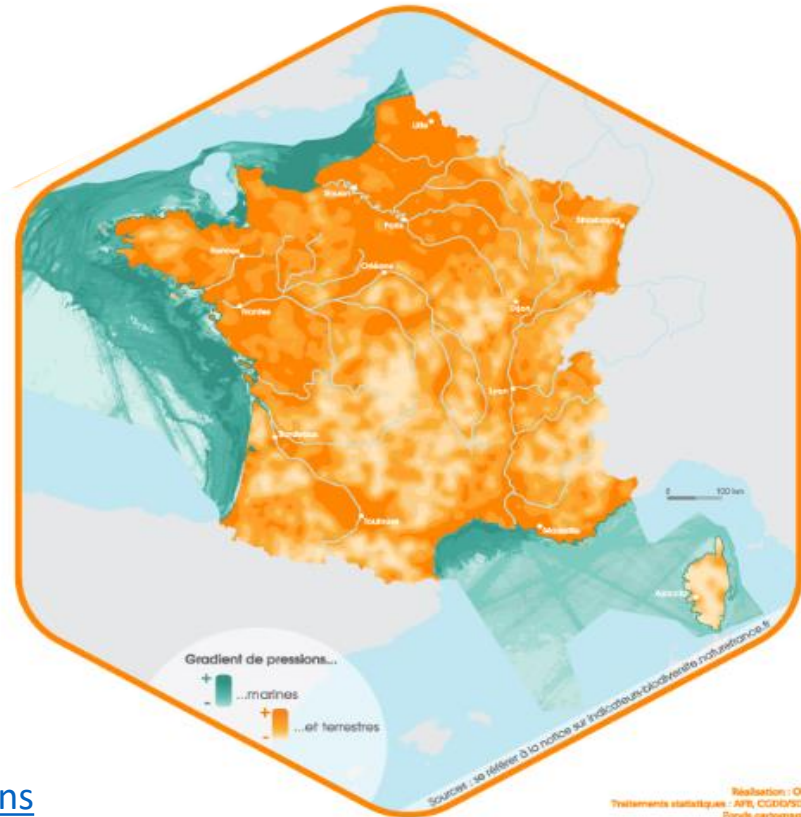
L'orientation des larves du poisson clown

Les coquilles des mollusques



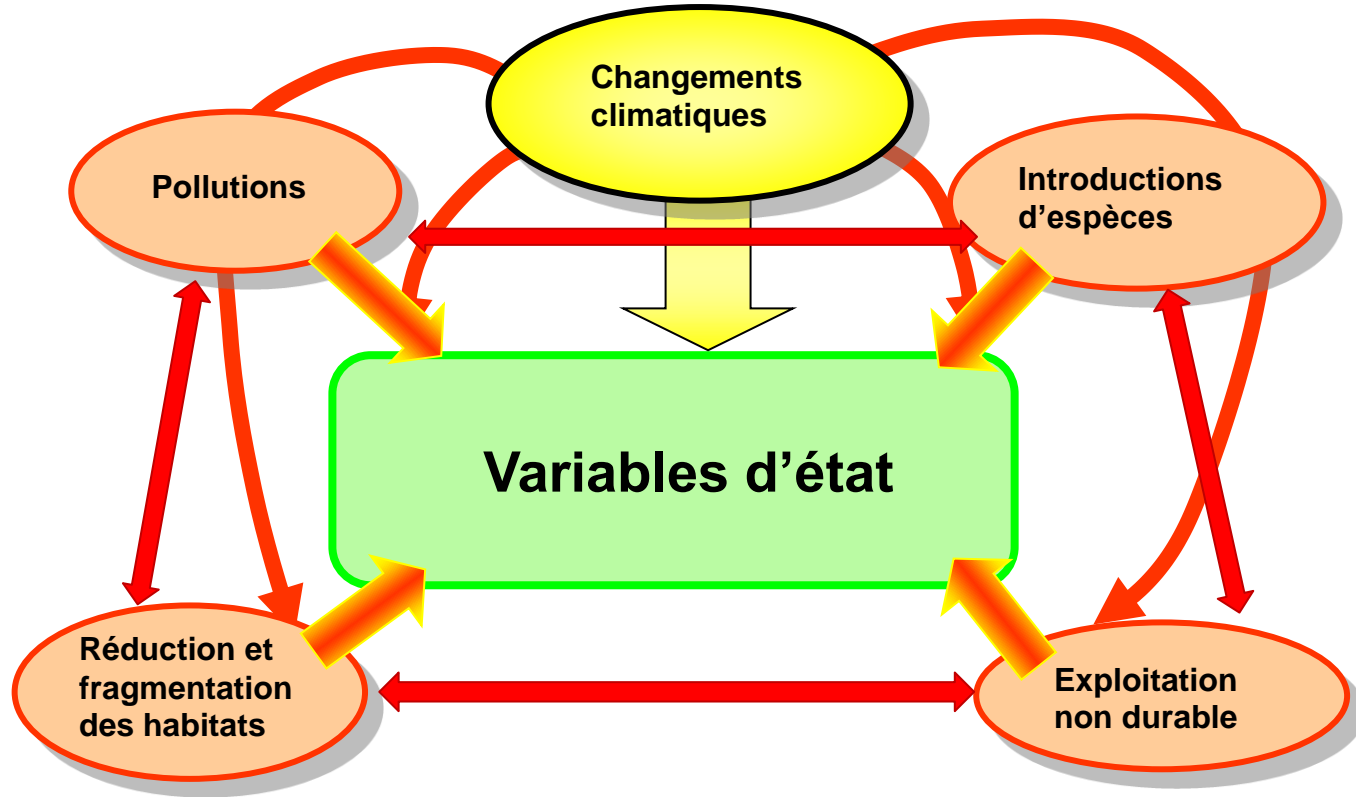
la nécessité d'une approche systémique : *Comment combiner les pressions ?*

Cumul
de pressions
sur la biodiversité
en France
métropolitaine



<https://naturefrance.fr/la-carte-des-pressions>

la nécessité d'une approche systémique : *Les effets de synergies*



la nécessité d'une approche systémique : *Les effets de synergies*

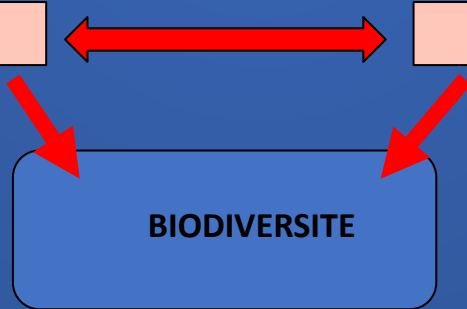
Le cas des pressions liées aux pollutions et aux bioagresseurs (huitres, abeilles...)

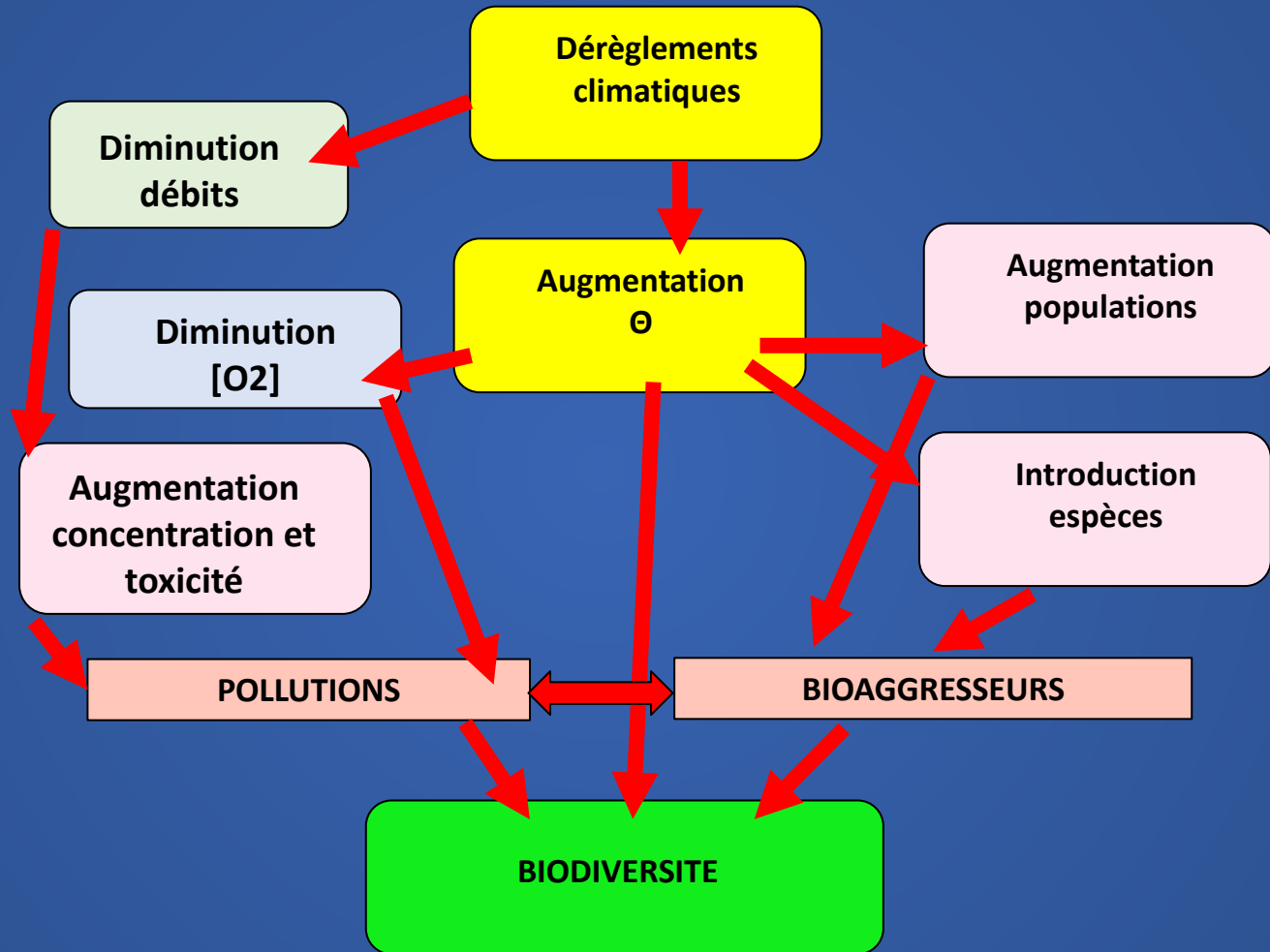


POLLUTIONS

BIOAGGRESSEURS

BIODIVERSITE



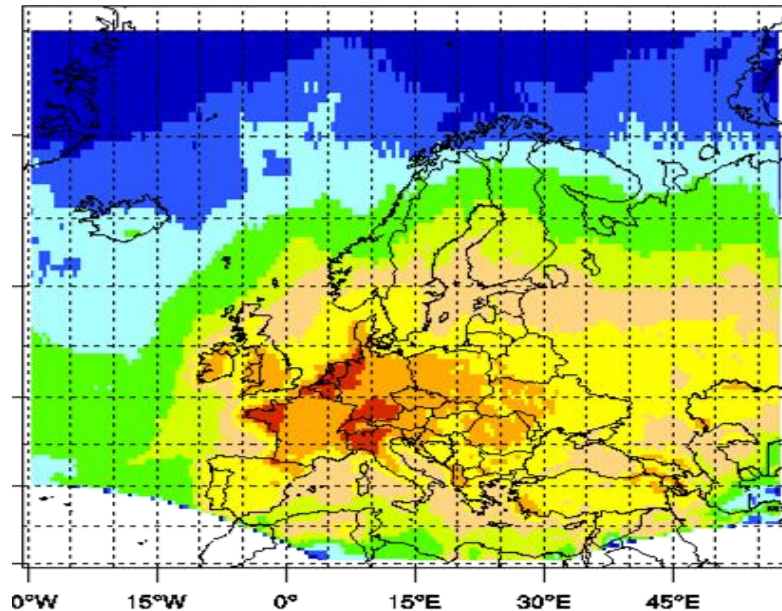


la nécessité d'une approche systémique : *Les limites du système de pression*

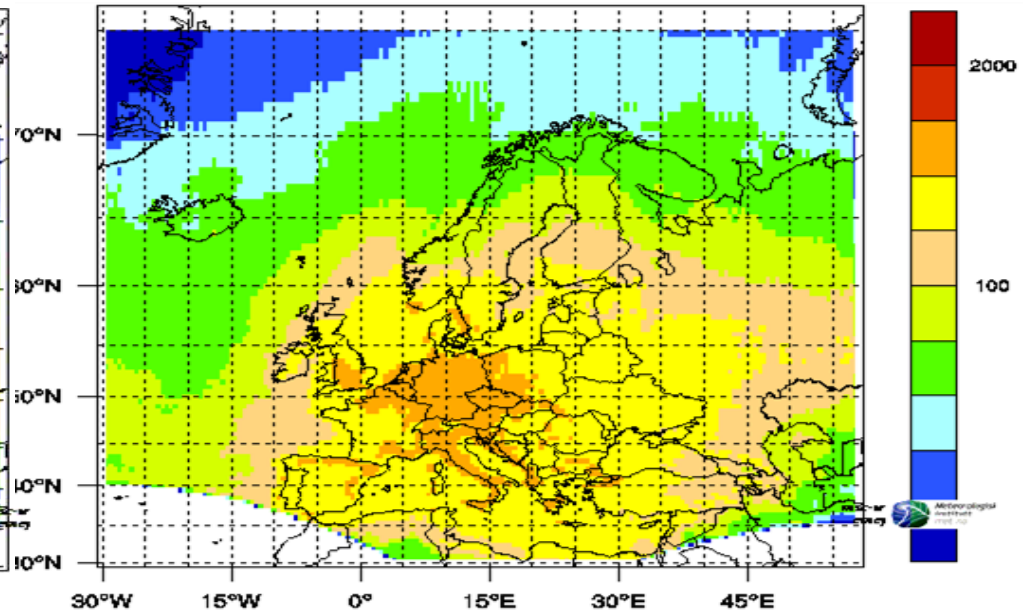
Apports atmosphériques d'azote par les pluies en 2000

Source : EMEP (www.emep.int)

Azote réduit (mg (N)/m²)



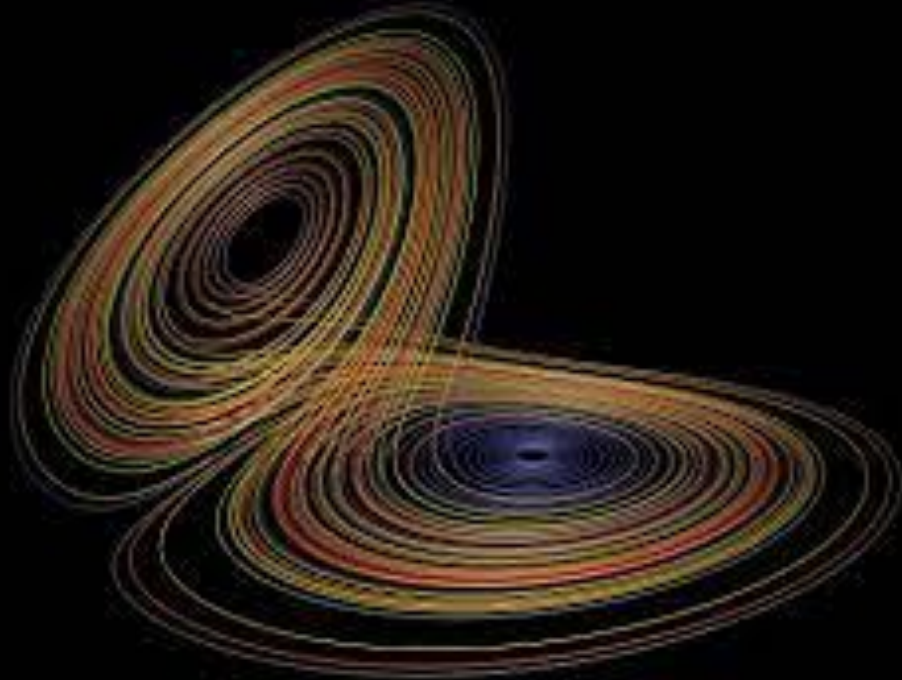
Azote oxydé (mg (N)/m²)



Le rôle des évènements extrêmes



Conclusion sur le système de pression :
un système dynamique non linéaire où des
événements rares, de faible intensité et de durée
brève peuvent avoir des influences déterminantes



A photograph of a forest stream with a text overlay. The stream flows through a lush green forest, with water splashing over rocks. The text is centered in a light blue box with a drop shadow.

**Le système de réponse :
le comportement de la
biodiversité**

LE DEFI DE L'ADAPTATION

**TEMPS
D'ADAPTATION**

- Une faible connaissance des limites d'adaptation de la plupart des espèces, même face à des pressions « majeures »

- les limites pratiques et statistiques des approches multifactorielles

physiologique

IMPORTANCE PERTURBATION

LE DEFI DE L'ADAPTATION :

Interêt et limite de l'expérimentation

Schindler's (1974) study gave most compelling evidence for phosphorus being the cause of man-made eutrophication

Legislation was later adopted limiting P in detergents and effluents

fertilized with P, N and C

Basin fertilized with only C and N

Oliotrophic Experimental Lake 226, NW Ontario (after 2 months)



LE DEFI DE L'ADAPTATION :

L'apport des mésocosmes



**Mésocosmes du métatron
aquatique de la Station d'écologie
théorique et expérimentale (SETE)**



**Mésocosmes de l'INERIS d'étude
des perturbateurs endocriniens**

LE DEFI DE L'ADAPTATION

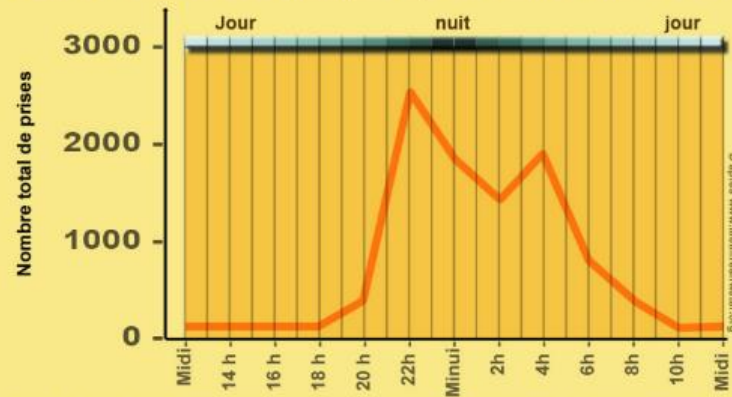
TEMPS
D'ADAPTATION

- changement des rythmes d'activité
nycthéméraux

**ADAPTATION
INDIVIDUELLE**

comportementale
physiologique

Nombre d'invertébrés aquatiques capturés dans un filet sur 24h



(Filet de 50 cm de large, posé fin avril dans un cours d'eau de 1m de large et 40 cm de profondeur)

IMPORTANCE PERTURBATION

LE DEFI DE L'ADAPTATION

TEMPS
D'ADAPTATION

Migration ?

Répartition de la lotte en 2020 et en 2100

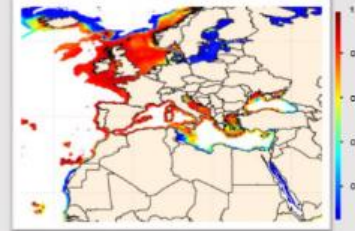
<https://univ-cotedazur.fr/projet-clim-eco2/resultats/delivrables>

**ADAPTATION
INDIVIDUELLE**

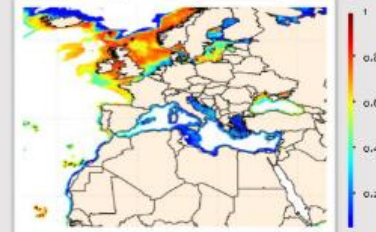
comportementale
physiologique

IMPORTANCE PERTURBATION

Modélisation de la probabilité de présence



Probabilité de présence pour 2100 (RCP8,5)

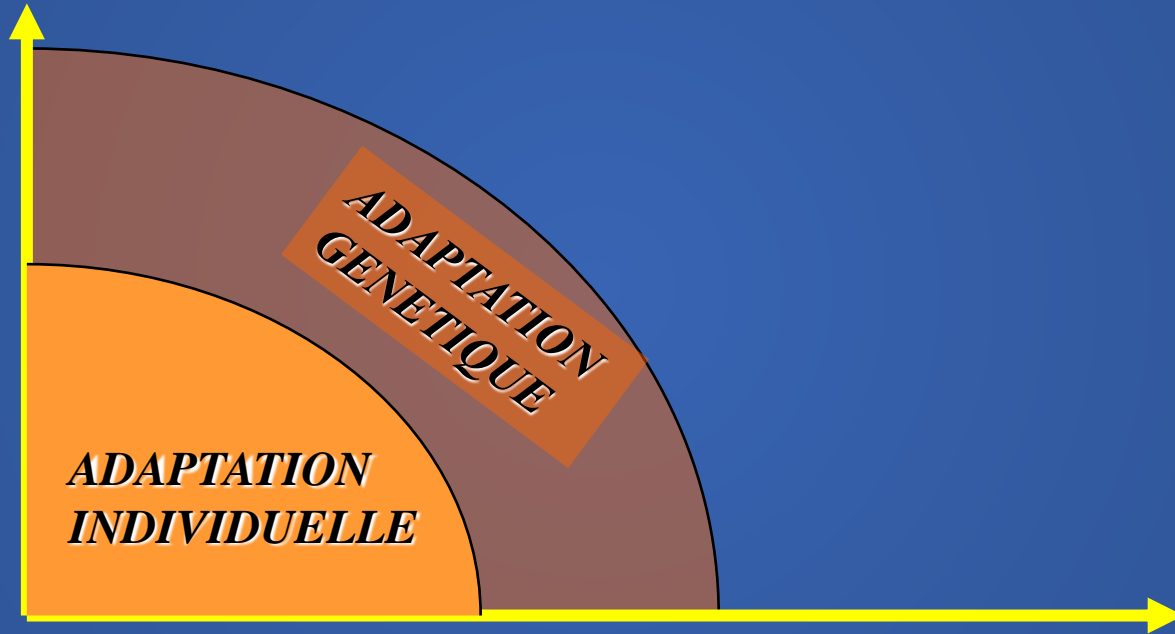


Migration ? Le cas des espèces « reliques glaciaires »



LE DEFI DE L'ADAPTATION

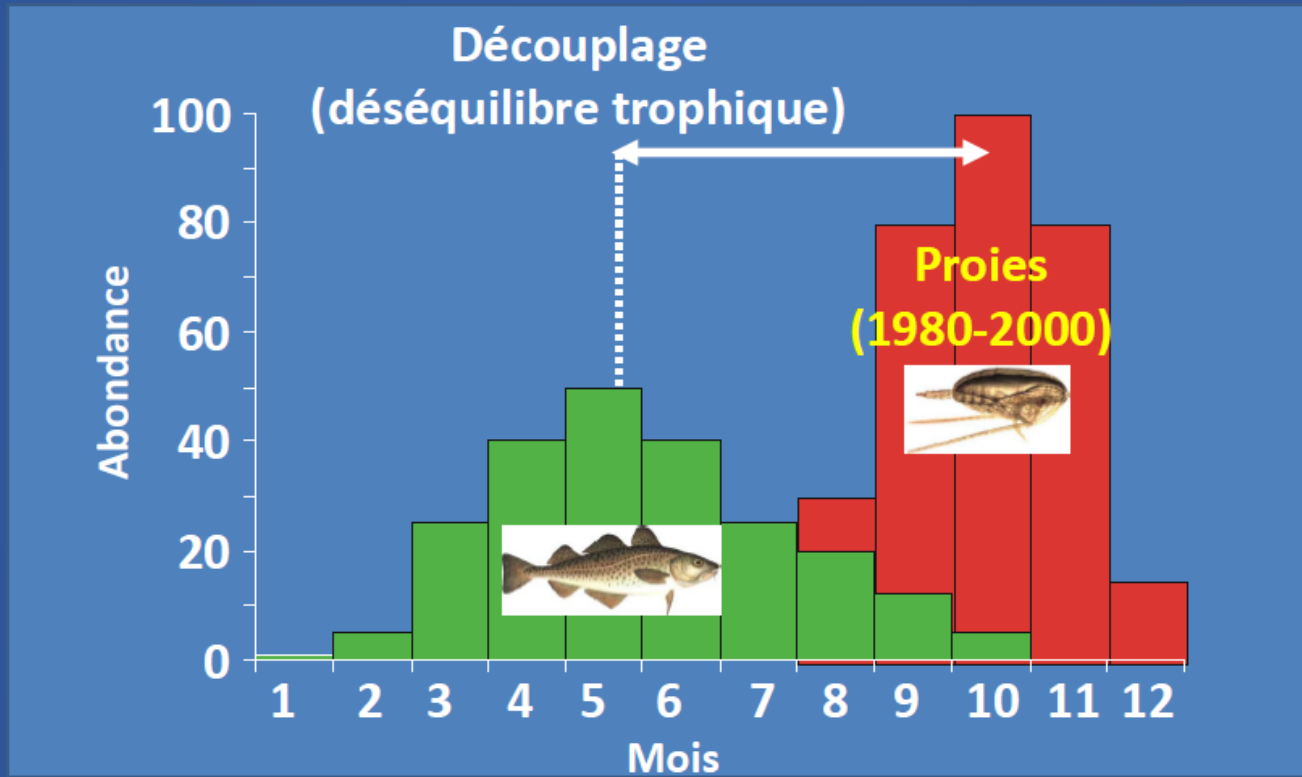
TEMPS
D'ADAPTATION



IMPORTANCE PERTURBATION

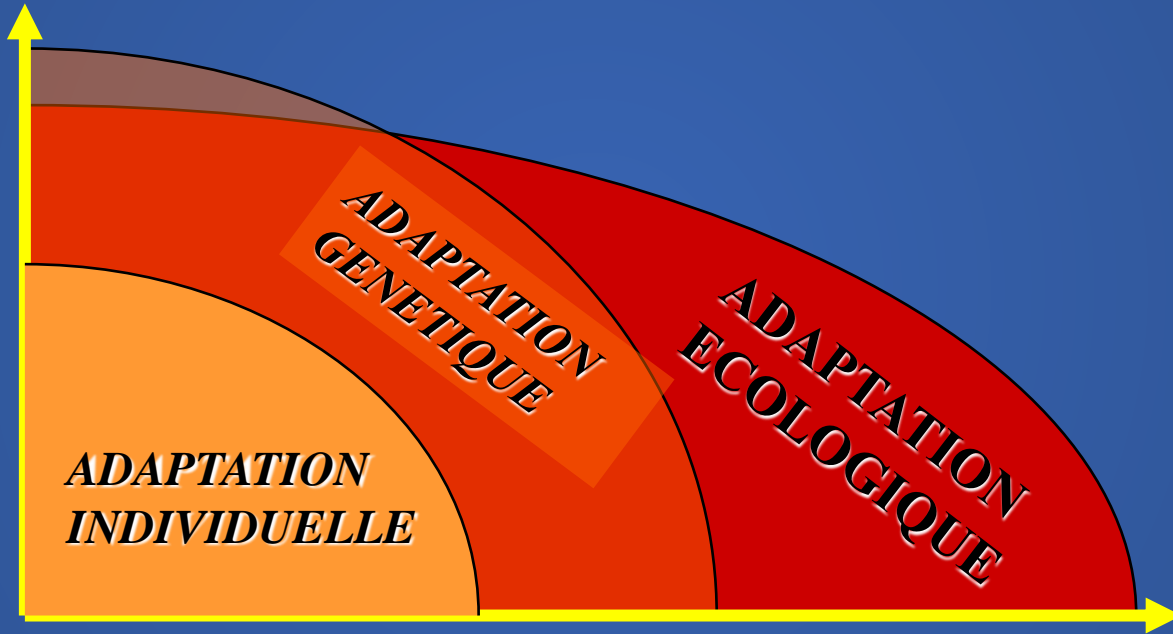
Le « découplage trophique » : l'exemple des morues

(Beaugrand et al, 2014*)



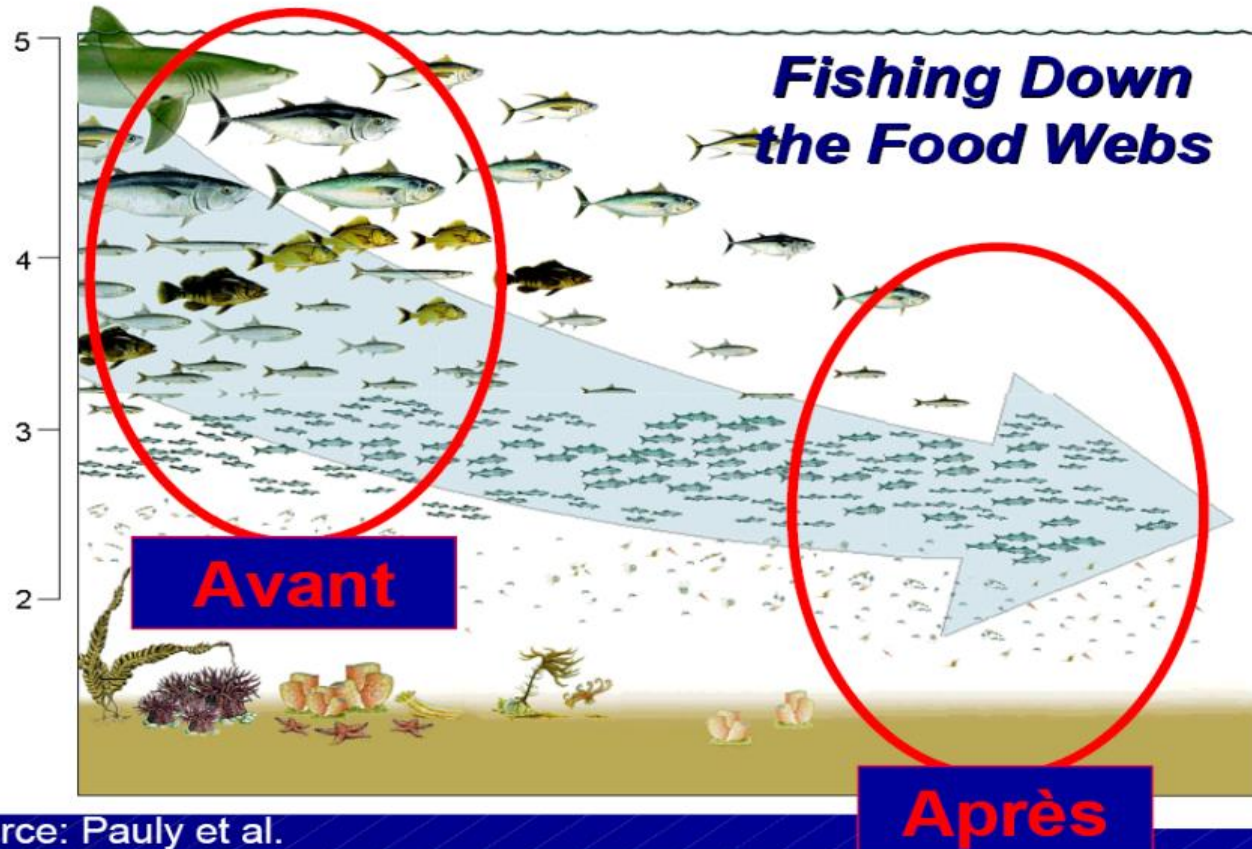
LE DEFI DE L'ADAPTATION

TEMPS
D'ADAPTATION



IMPORTANCE PERTURBATION

Le « basculement » des écosystèmes

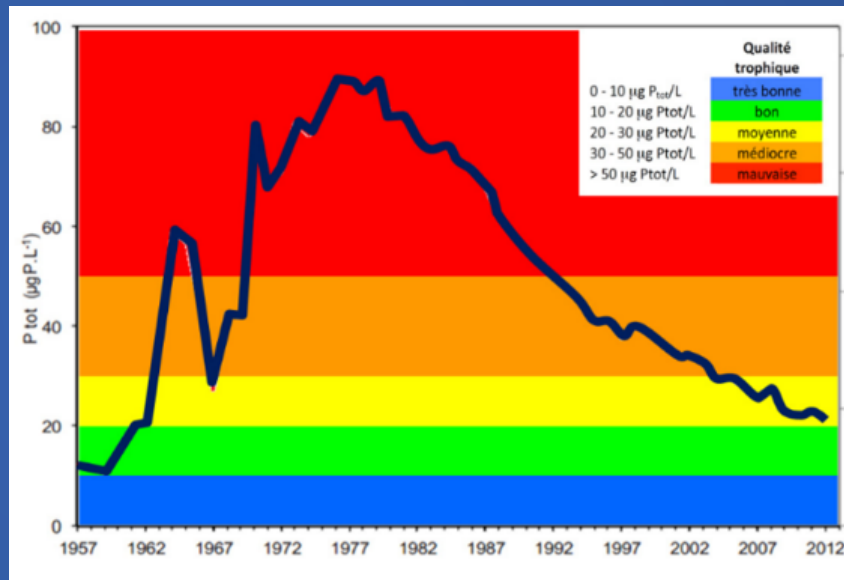
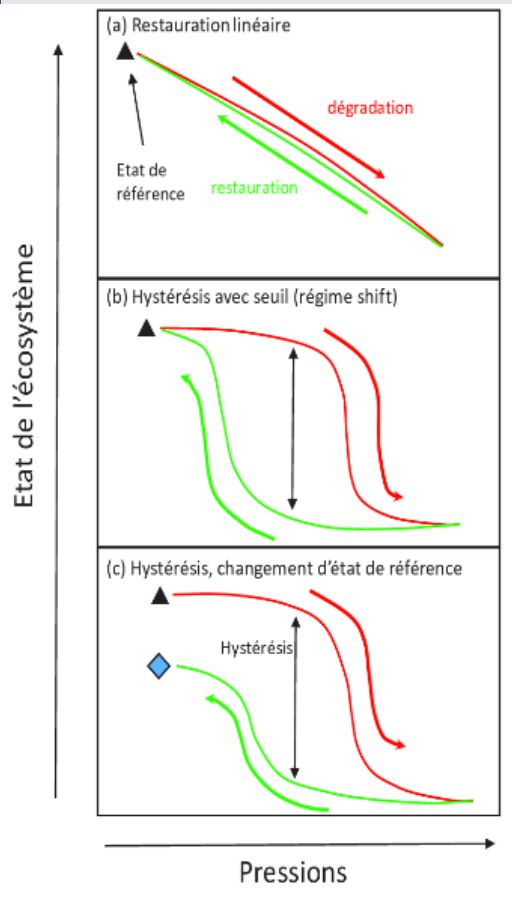


Source: Pauly et al.

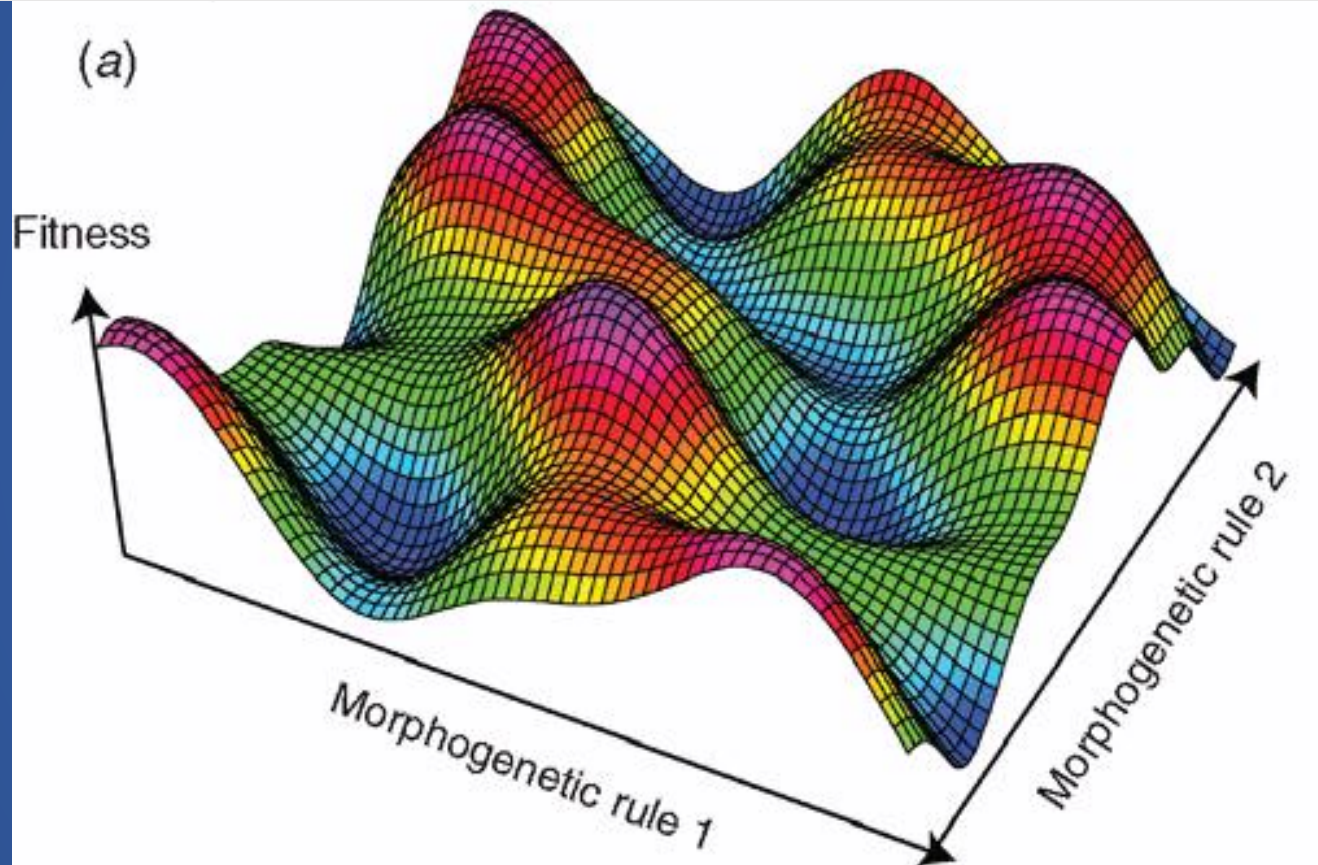
Le « basculement » des écosystèmes



Le « basculement » des écosystèmes : La notion d'hysteresis



Le « basculement » des écosystèmes : notion de paysage adaptatif



Conclusion sur le système biologique de réponse :
un système dynamique non linéaire avec des
capacités de réponse à différents niveaux
d'organisation et une réponse globale en grande
partie imprévisible



Le système social d'action



Le système social d'action

Une diversité d'acteurs



- *ayant des préoccupations, des représentations et des cadres d'analyse (rationalités) variés*
- *pouvant être proches ou très éloignés (directives, conventions)*
- *ayant des actions directes et volontaires ou indirectes et non intentionnelles (politique agricole et organisation des activités sur un bassin versant)*

Le système social d'action :

Focus sur les scientifiques

- *Cette diversité de représentations et de cadres d'analyse existent entre les disciplines et même en leur sein. Aucune ne peut prétendre « épuiser » la réalité.*
- *le (un) rôle des scientifiques est d'élaborer et de proposer des re-présentations permettant un dialogue entre les acteurs (modélisation d'accompagnement, fresques...)*



Le système social d'action :

Focus sur les scientifiques

L'ignorance est un processus dynamique



Le système social d'action :

Focus sur les scientifiques

**L'ignorance est un processus social dynamique...
... qu'il faut comprendre (agnotologie) et combattre**



Le système social d'action :
Focus sur les scientifiques

**Faut-il élaborer un indicateur
du bon état sociologique des masses d'eau ?**

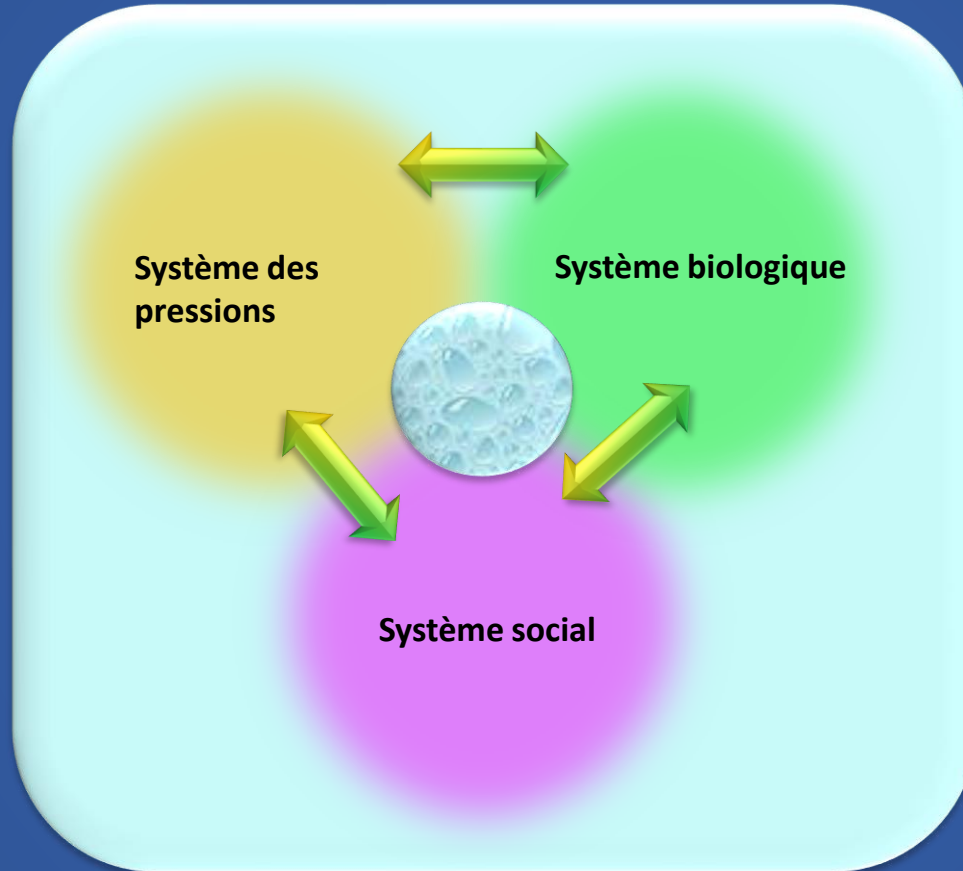
Conclusion sur le système social :
un système dynamique non linéaire avec des
capacités de réponse à différents niveaux
d'organisation et une réponse globale en grande partie
imprévisible



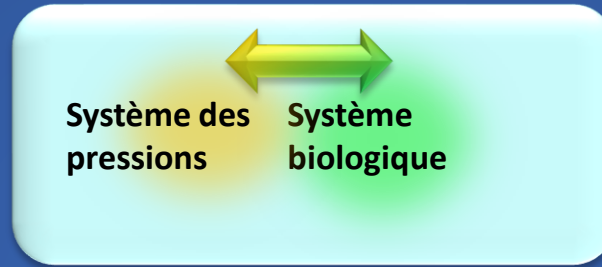
A landscape photograph showing a stream flowing through a grassy field. In the background, there is a fence and rolling hills under a clear sky. The foreground is filled with green grass and white flowers. A semi-transparent green box is overlaid on the center of the image, containing the title text.

Le métasystème et ses interactions

Le cadre d'analyse :
Les milieux humides au cœur d'un métasystème



**Le cadre d'analyse :
Les milieux humides au cœur d'un métasystème**

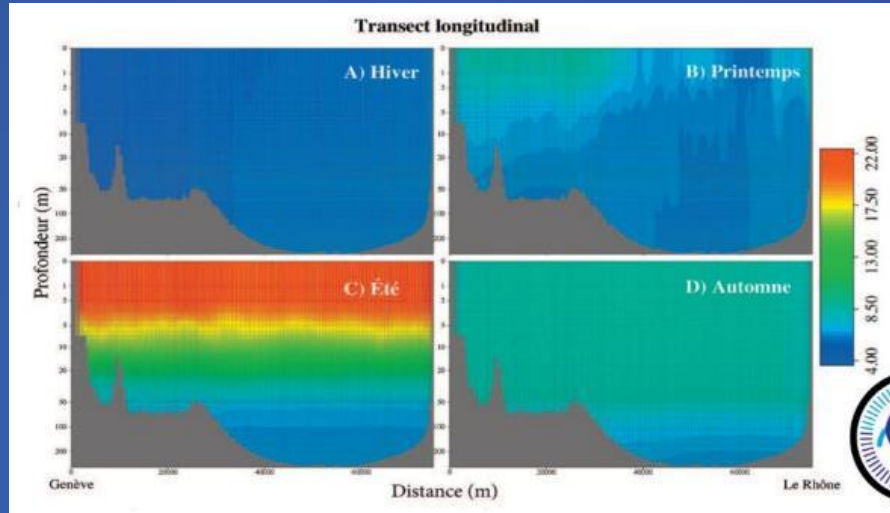


- stratification verticale et relargage des polluants (P, Hg)

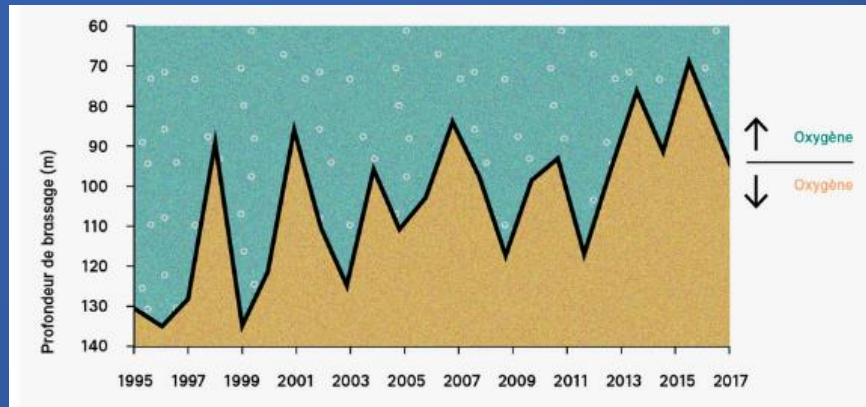
- Prolifération des épinoches et eutrophisation « secondaire »

Stratification thermique et désoxygénation des eaux profondes

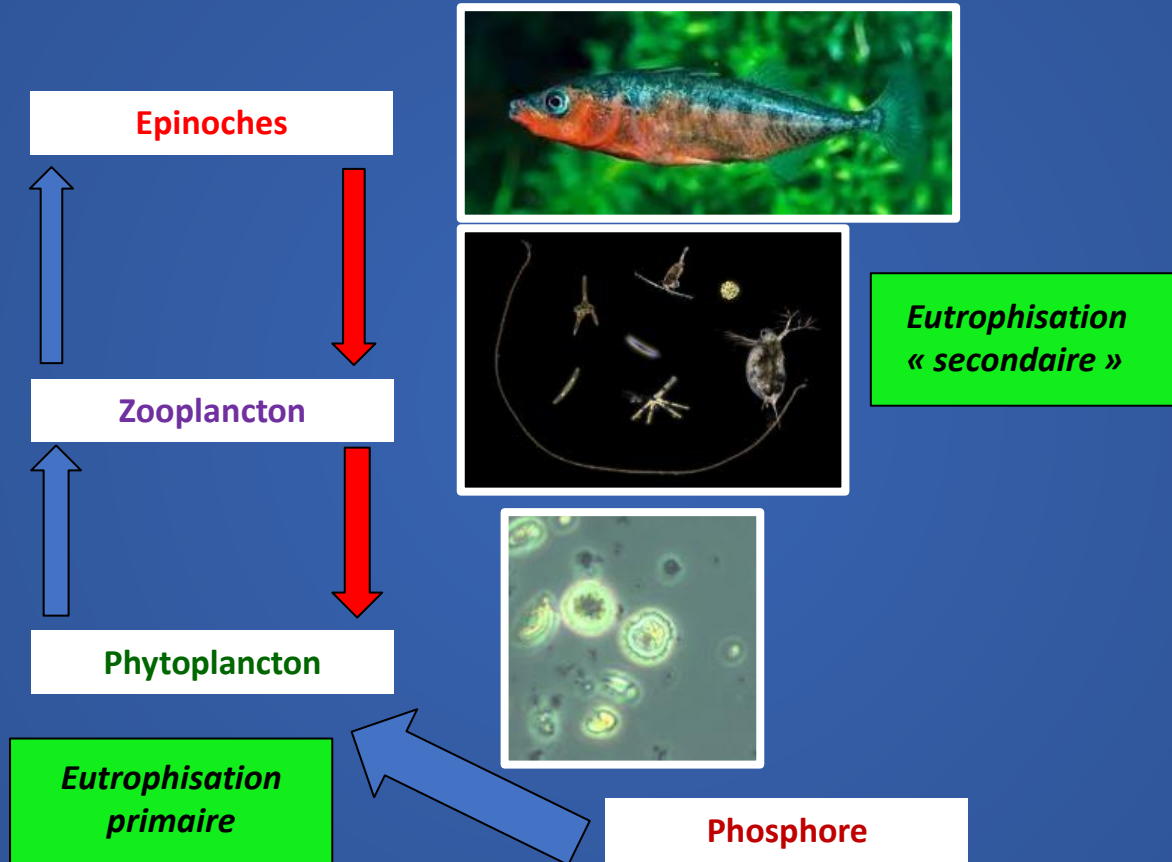
Profil vertical des températures du Lac Léman



Profil vertical de l'oxygène du lac de Zürich (1995-2017)

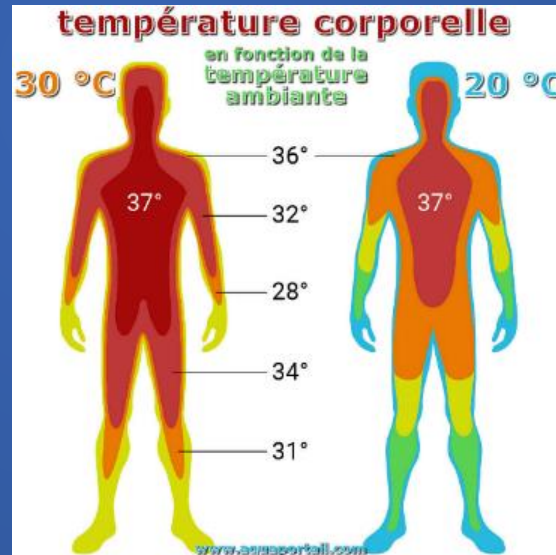
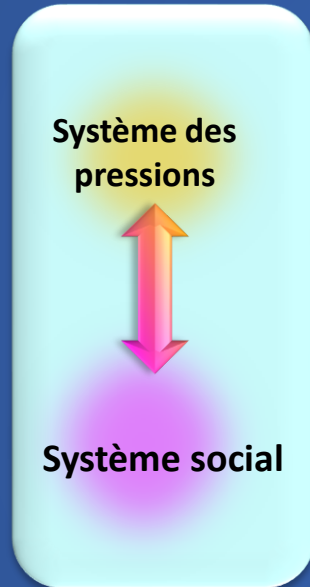


Prolifération des épinoches et eutrophisation « secondaire » : cas du Lac de Constance



Le cadre d'analyse : Les milieux humides au cœur d'un métasystème

Globalement, une faible sensibilité des humains aux paramètres environnementaux influençant les milieux aquatiques (O_2 , Θ)

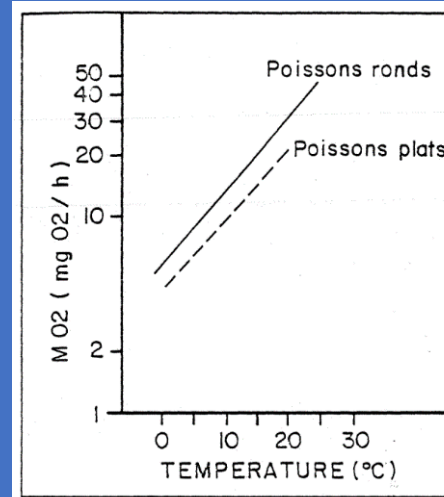


Le système des pressions : Le dilemme de l'oxygène

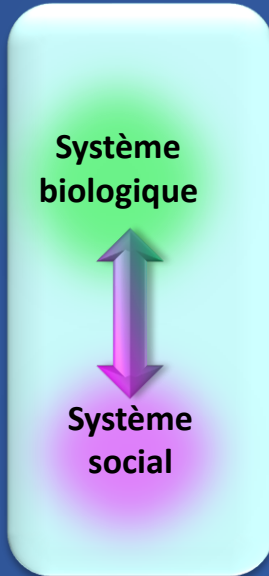
Quantité d'oxygène dans un litre (en mg)

Température	Air	Eau
10°C	250	11,3
30°C	230	7,4

Consommation d'oxygène en fonction de la température chez les poissons



Le cadre d'analyse : Les milieux humides au cœur d'un métasystème



Comment les humains réagissent-ils aux changements du système biologique ?

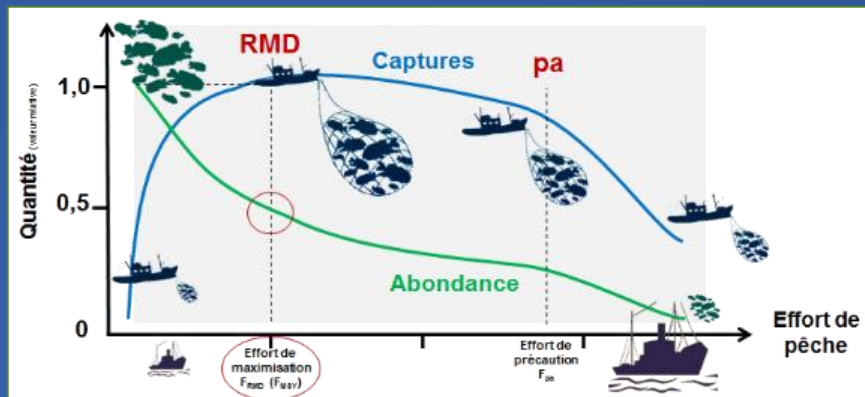
- la spécialisation : sauver le tourisme (ou l'agriculture, ou l'eau potable...)



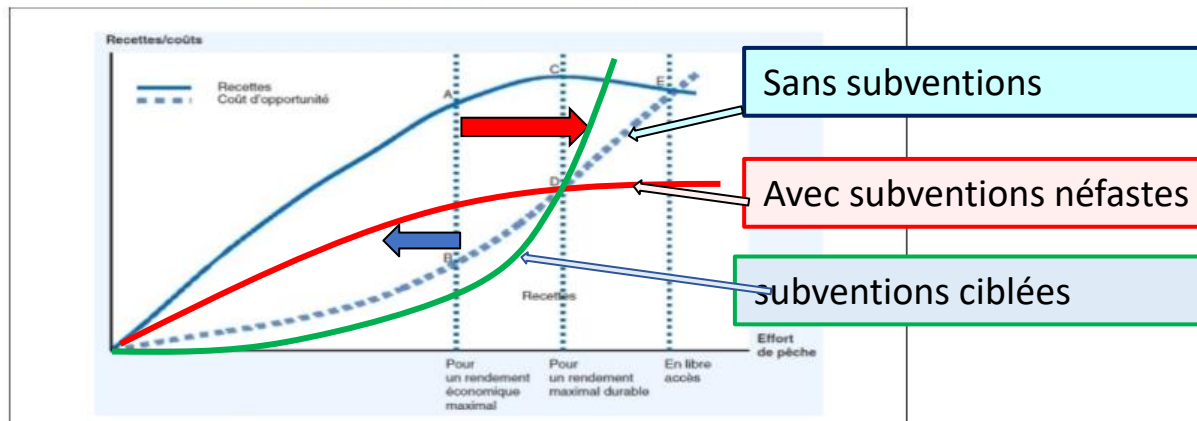
- l'adaptation non adaptative : l'exemple de la pêche

- la perte de mémoire : le problème des lacs « trop propres »

L'adaptation est-elle adaptative : le cas de la pêche

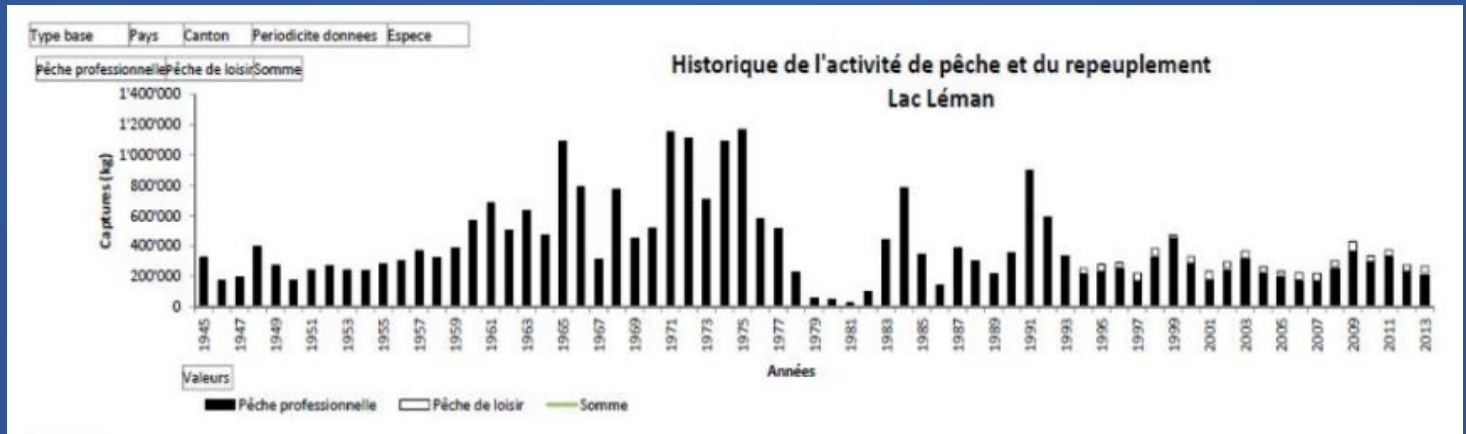
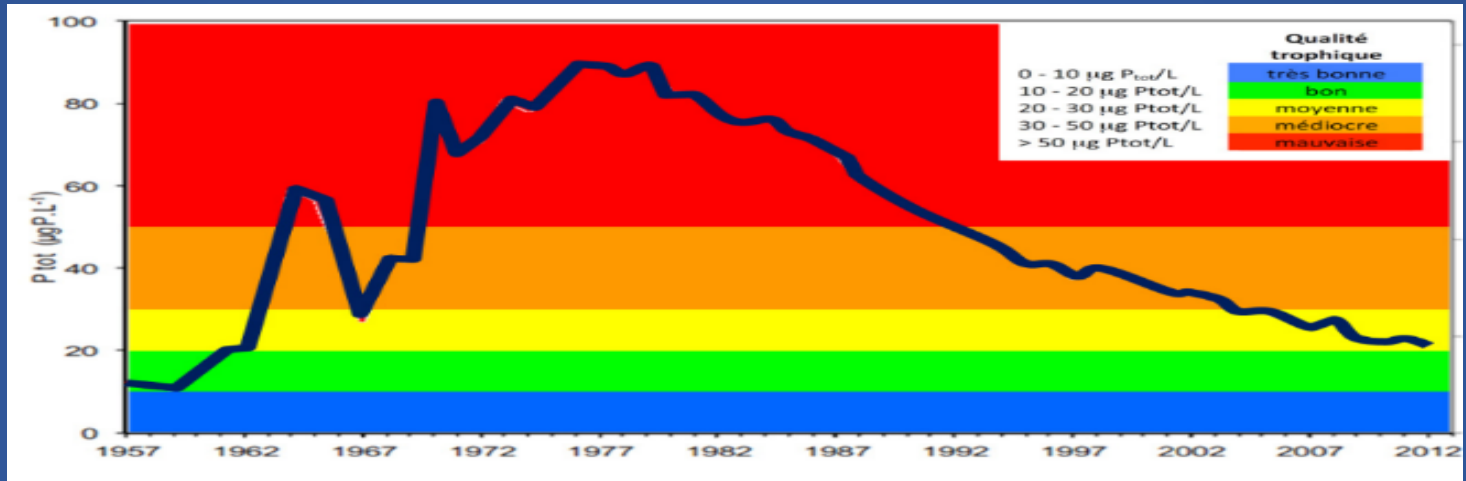


DÉTERMINATION DU RENDEMENT MAXIMAL DURABLE ET DU RENDEMENT ÉCONOMIQUE MAXIMAL EN FONCTION DE L'EFFORT DE PÊCHE



Source : Source : OCDE, 2011 (177)

Evolution des teneurs en phosphore et des captures de perche dans le lac Léman



Conclusion : Que faire ?

**1. Gérer les incertitudes durables :
Connaître ET agir**

**2. Privilégier et favoriser
l'adaptation sur place**

**3. Défendre et développer la
« multifonctionnalité »**

**4. Co-développer le capital
écologique et le capital social**



MERCI DE VOTRE ATTENTION

