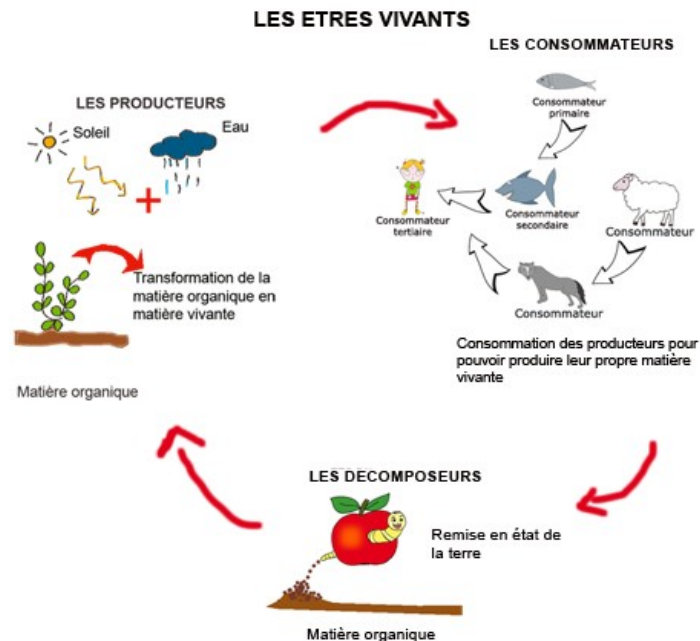


Les pressions et usages au sein des écosystèmes aquatiques

C'est quoi un écosystème ?

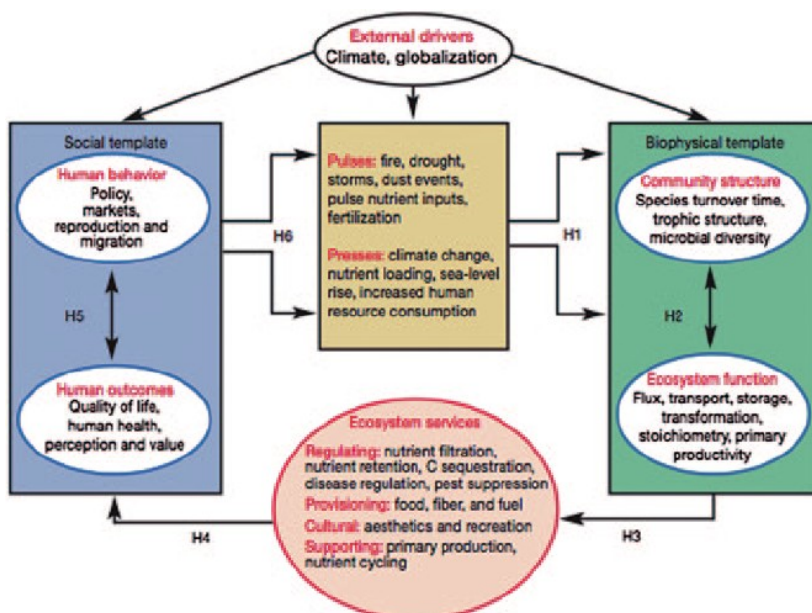
- Un écosystème évolutif en interaction \Rightarrow dynamique, non figé, présentant de fortes interactions



Dans un écosystème, la matière est recyclée en permanence et on a un apport d'énergie qui sera perdue par la suite.

La différence entre l'écosystème et le système industriel est que dans ce dernier, il y a des déchets.

Un écosystème naturel est un système qui n'a pas été modifié par l'homme. Actuellement, nous n'en connaissons pas puisque l'homme a un impact sur tout (influence des flux de carbones).



Cadre général : les socio-écosystèmes (Collins et col., 2011) :

Mots clés :

- biophysique = écosystème
- pulse = événement rapide/fort (ex : incendie, sécheresse)
- pressions = événement progressif sur le long terme (ex : changement climatique, modification du niveau de la mer)

Les services écosystémiques (= services rendus par l'écosystème à l'être humain) permettent de réguler un certains nombres de facteurs entre l'écosystème et la société anthropique.

Il en existe 4 :

- service de régulation : filtration des nutriment, etc...
- service de production : nourriture, énergies fossiles...
- service de culture : esthétique, loisirs
- service de support : productions primaires, cycle de nutriments

Il faut faire attention à ce que l'écosystème ne soit pas monétarisé (un éléphant coûte tant, une forêt coûte tant etc...).

I-Comment ça marche ? À quoi ça sert ?

A-Les lacs

Structure d'un lac :

→ un lac est un bassin artificiel ou naturel avec (dans la grande majorité des cas) présence de phytoplancton, de zooplancton ainsi que d'une faune et d'une flore particulière.

Un lac est caractérisé par des apports de nutriments et des rejets de nutriments, il existe un flux de matière organique et minérale.

Plancton : organismes non capables de se déplacer à l'encontre du courant, se déplaçant au grès des courants

Dans un lac, il y a existence de phénomènes physiques tels que la sédimentation, les mélanges...

Le phytoplancton : producteur primaire (organismes autotrophes, majoritairement photo-autotrophes) majoritairement photosynthétique, utilisant des sels minéraux et la lumière pour synthétiser de la matière organique.

Disponibilité de la lumière : existe t-il une relation lumière-production ?

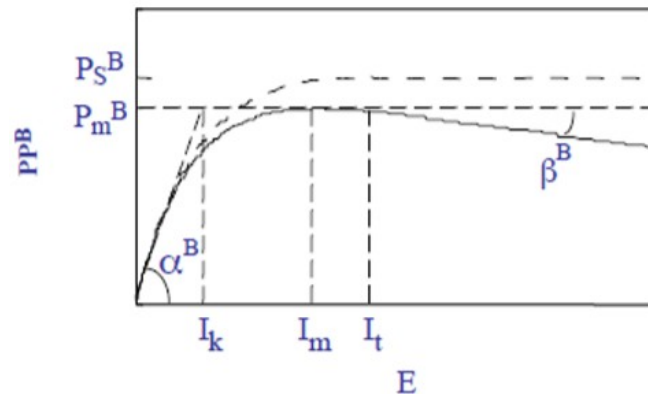
Caractéristiques du phytoplancton :

- un grand nombre d'espèces de phytoplancton coule car il ne peuvent pas nager.

- Cependant, certaines espèces possèdent des **vacuoles avec des lipides ou des ligases**, leur permettant ainsi de **flotter** et donc d'avoir **accès à la lumière**.
- quelques cas particuliers :
 - les **coccolithophoridés** utilisent leur **squelette calcique** (appelé coccolithe) pour maintenir leur **flottabilité** (et pour un certain nombre de fonctions diverses)
 - certaines espèces possèdent des **flagelles** et peuvent ainsi se **maintenir à la surface** (exemple : les dinoflagellées, dont quelques espèces possédant des toxines)
 - les **diatomées**, possèdent un **squelette siliceux** appelé **frustule** qui les fait **couler**, elles sont **benthiques**

Production primaire :

→ courbe production-énergie



⇒ il existe une **production maximale**, au-delà d'une certaine luminosité/intensité lumineuse on observe un phénomène de **photo-inhibition**

Profondeur critique :

→ respiration vs production

La **profondeur de compensation** correspond à une **limite** :

- si une espèce donnée de phytoplancton se trouve **au dessus** de cette profondeur de compensation, alors sa **production** (matière organique) est **supérieure à sa respiration**
- **au niveau** de cette profondeur de compensation, une espèce de phytoplancton produit autant qu'elle consomme (respiration)
- **au dessous** de cette profondeur de compensation, une espèce de phytoplancton donnée **consomme** (respiration) **plus qu'elle ne produit** autrement dit, à long terme elle **risque la mort** mais de manière générale cela reste relativement rare car le transport grâce aux courants et turbulences permet de remonter vers la surface et donc de produire plus

La profondeur critique correspond à la profondeur à laquelle l'algue aura un **bilan négatif**.

Disponibilité des sels nutritifs :

relation consommation et disponibilité des sels nutritifs

→ il y a **plus de sels nutritifs en profondeur qu'en surface** (car à la surface, ceux-ci sont consommés/utilisés dès lors qu'il y a de la lumière)

On constate une **prise en charge limitée des sels nutritifs par les organismes** (activité enzymatique limitée) → existence d'une **constante de demi-saturation**

Toutes les espèces n'ont pas les mêmes caractéristiques physiologiques (traits fonctionnels), (taux de croissance différents) → la **présence de certaines espèces** nous donne des **indications sur les caractéristiques du milieu** (et inversement, les caractéristiques du milieu peuvent nous renseigner sur les espèces présentes dans celui-ci)

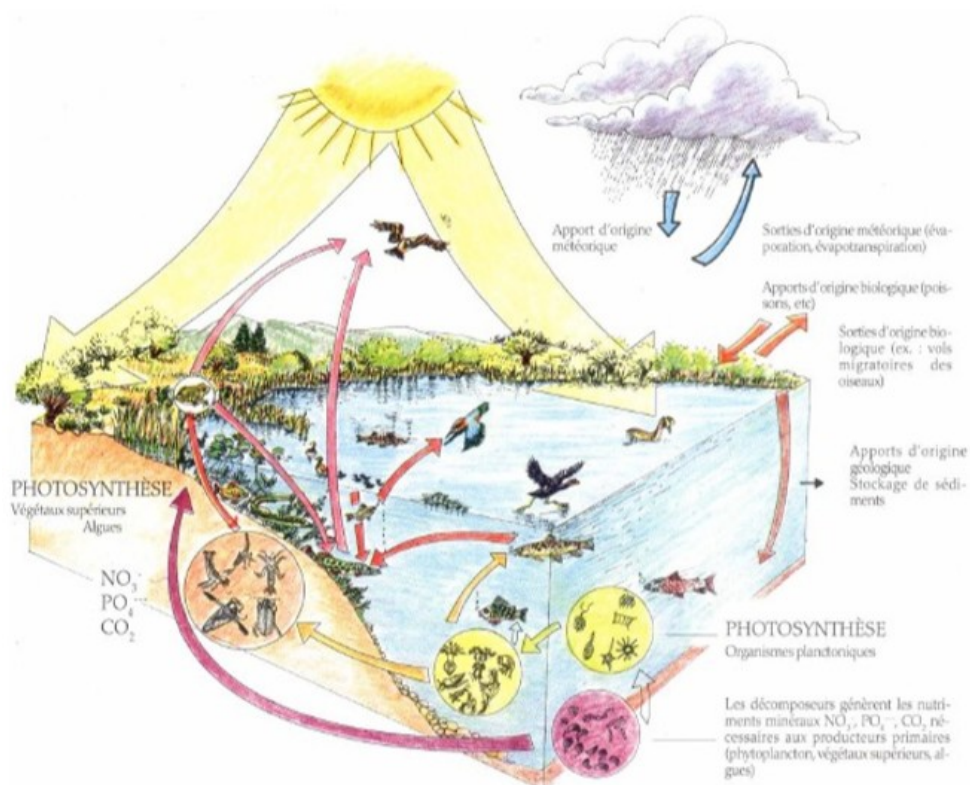
⇒ il existe donc des **préférences d'habitat**

Devenir de la production primaire :

- **réseau trophique**
→ caractérisé avec les espèces (qui mange qui) ou en prenant une molécule (d'azote par exemple) et en mesurant les flux qu'elle emprunte
- **cycles biogéochimiques**

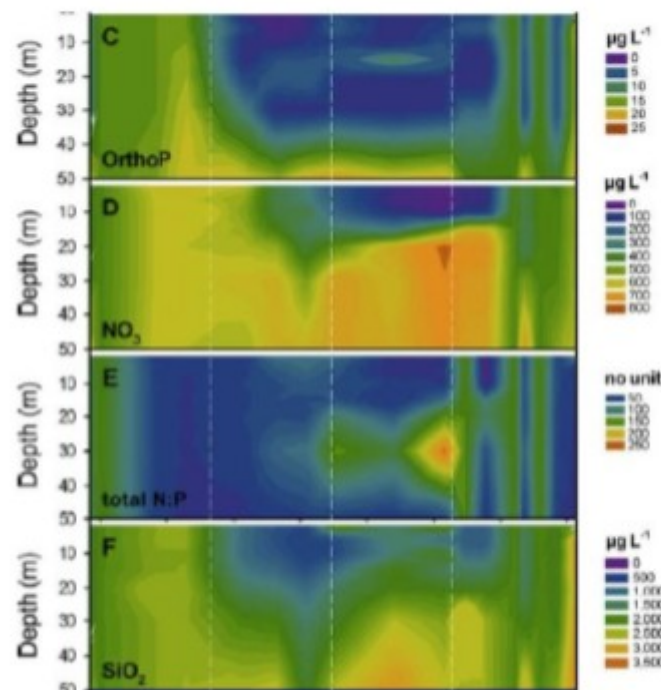
La biodiversité implique des espèces différentes mais également des fonctions différentes (spécialisations) au sein de l'écosystème.

Notion de cascade trophique : il existe des relations proies-prédateur au sein du réseau trophique, la matière organique passe d'un compartiment à un autre.



Il existe des variations annuelles des sels nutritifs.

Variations annuelles des sels nutritifs



Ici on peut voir qu'en hiver, les concentrations sont les plus élevées puisqu'il n'y a pas beaucoup de lumière donc très peu de photosynthèse (de consommation) mais il y a de l'activité.

Au printemps, il y a consommation de silice par les bactéries pour former leur enveloppe.

En été, il y a sédimentation des sels nutritifs.

En automne, on voit des augmentations dues aux tempêtes et aux vents forts et des diminutions dues à la présence de la lumière et donc à la consommation.

Ainsi, plus il y a de lumière et plus la consommation est élevée.

B-Les rivières

Grande différences avec un lac :

- structure physique (pas un « bocal »)
- les apports de matière organique (autochtones /allochtones)

Structure d'une rivière :

→ la classification/caractérisation des rivières se fait sous forme d'ordres (1,2,3,4 etc ...)

- ordres 1, 2, 3, 4 :
 - beaucoup d'organismes lithotrophes (invertébrés qui broient les feuilles)
 - pas ou peu de phytoplanctons
 - courants relativement forts

- ratio production/respiration <1 (production faible)
- plus de libération de CO_2
- ordre 6 à 12 :
 - présence de phytoplanctons, de zooplanctons et d'invertébrés de type « filtreur »
 - courants lents
 - ratio Production/Respiration >1 (production importante)

C-Les services écosystémiques des milieux aquatiques

Les services écosystémiques désignent les bénéfices que les êtres humains tirent (du fonctionnement) des écosystèmes.

On distingue 4 types de services:

- support (ex : support de la production primaire)
- approvisionnement (nourriture, eau douce potable...)
- régulation (climat, maladie, inondations, purification de l'eau...)
- Culturel (esthétique, spirituel, éducation, récréationnel...)

Ces services affectent :

- la sécurité
- la santé (eau potable de bonne qualité par exemple)
- les bonnes relations sociales
- la qualité de vie
- la liberté de choix et d'action

⇒ cependant tous ces éléments ne sont pas affectés de la même façon/intensité



Ces services ont un coût/bénéfice (en supprimant certains services, il y a un coût).

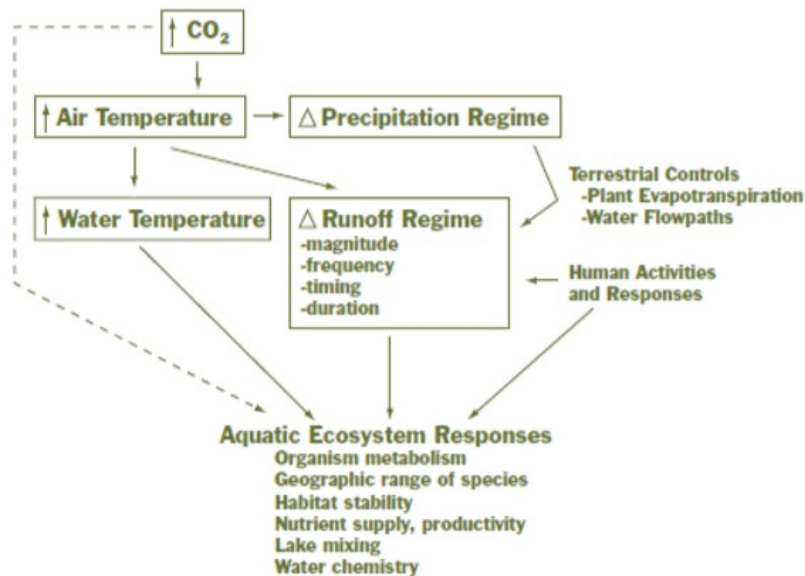
II-Effets des changements climatiques

- augmentation de la température moyenne
- modifications des régimes de précipitations et de tempêtes (vent)

Une augmentation de CO_2 va induire une augmentation de la température de l'air qui va elle-même induire :

- une augmentation de la température de l'eau
- une modification des régimes d'écoulement
- une modification du régime de précipitation

L'addition de ces paramètres et des activités humaines exerce un impact fort sur les réponses des écosystèmes aquatiques.



A-Modification des communautés

- Effets sur la distribution des espèces

1-Disparition / modification des espaces vitaux

Distribution spatiale :

- effet de la température / effet des modifications des régimes hydrauliques
 - ⇒ la température des milieux aquatiques a augmentée entre 1979 et 1999 (d'environ $1,5^{\circ}C$)
 - ⇒ la modification de la distribution spatiale des espèces est principalement liée à la modification de la température
 - ⇒ on observe 3 catégories de réponses à la modification des températures :
 - augmentation du nombre d'individus
 - aucun changement
 - diminution du nombre d'individus et potentielle disparition d'espèces

Modification de l'espace vital :

→ travaux de LeRoy Poff et al. sur la truite des montagnes rocheuses :

→ s'il y a une augmentation de 3°C, on constate une baisse de l'ordre de -50 % d'occupation de l'aire géographique de l'espèce

⇒ on peut donc envisager des disparitions si les températures continuent d'augmenter

2-Installation de nouvelles espèces

Invasion :

Acclimatation de l'espèce invasive ou effet du réchauffement ?

→ Exemple : Cyanobactérie : *Cylindrospermopsis raciborskii*

→ tests de croissance sur différentes souches (par Briand et al)

⇒ diapo (calcul du taux de croissances des bactéries en fonction de la température)

⇒ On ne constate pas d'acclimatation, donc l'invasion est liée au réchauffement/changement climatique

3-Changement de la composition des communautés

Il existe des fluctuations/changements des conditions de vent.

→ exemple en Bretagne : l'apparition des vents à 5m/s, 6m/s et 7m/s (les vents « fréquents ») diminue

⇒ le vent mélange, brasse l'eau des lacs (pour certains lacs, si les vents sont plus forts que 5/6 m/s, l'eau est brassée, mais si les vents sont moins forts, il n'y a pas de brassage).

Autrement dit, si il y a moins de vent, il y a moins de mélanges et donc il peut y avoir un impact au niveau de la compétition inter-espèces dans la mesure où certaines espèces sont dépendantes du mélange pour atteindre la surface.

→ effet du mélange sur la communauté phytoplanctonique : si le mélange est important on observe beaucoup de diatomées (elles coulent et nécessitent donc un brassage pour pouvoir remonter à la surface et se développer), si le mélange est faible on observe beaucoup de cyanobactéries

⇒ les coups de vents ont pour effet de modifier la structure de la communauté

⇒ le vent provoque une augmentation des flux de sédimentation, il y a donc un effet sur le fonctionnement → les flux de matière ne sont pas les mêmes

→ s'il y a moins de sédimentation, il peut y avoir un comblement progressif des lacs mais aussi un appauvrissement nutritif pour les espèces vivant en fond

B-Modification du fonctionnement

1-Modification du réseau trophique

⇒ effet sur la production et réseau trophique :

→ étude expérimentale avec des Microcosmes et Mesocosmes :

On calcule la production primaire en fonction de la température : sans limitation de sels nutritifs et en utilisant différents assemblages d'espèces (communautés)

Microcosmes → plus de contrôle / très peu d'espèces

Mésocosmes → plus grande quantité / travail sur des communautés

⇒ Si on réchauffe le milieu, la production primaire est plus importante

→ Si pas de limitation des sels nutritifs → différents assemblages d'espèces

⇒ on observe la modification de l'organisation des réseaux trophiques en fonction de la température.

⇒ si la température augmente, peu importe l'assemblage, le nombre de disparition d'espèces augmente

⇒ Les prédateurs et les herbivores sont sensibles à l'augmentation de la température (il y a plus d'extinction), mais pas les producteurs primaires et les bactériophages (peu d'extinction)

⇒ si la température augmente, le nombre de prédateurs et d'herbivores diminue, donc la production primaire augmente car il y a moins de pressions et plus d'espace

⇒ autrement dit, l'augmentation du métabolisme des producteurs primaires (liée à la présence de nombreux sels nutritifs) et l'absence de contrôle par les consommateurs provoque une augmentation des producteurs primaires

2-Modification de la phénologie

→ effet de la modification de la structure physique : Stratification estivale

⇒ il existe une stratification thermique et des sels nutritifs en fonction de la saison (et donc en fonction de la température, de la photopériode etc.).

⇒ la turbidité de l'eau peut se calculer grâce à la profondeur de secchi (liée au disque de secchi).

⇒ lorsque la température augmente, le nombre de particules dans l'eau augmente et la stabilité également (il y a peu d'échanges). Ainsi, la masse d'eau est stratifiée (la température est différente le long de la colonne d'eau).

⇒ les algues se développent au début de la stabilisation (car le nombre de particules augmente)

⇒ l'eau devient ensuite claire car le nombre d'algues (causant le « trouble ») est régulé par les herbivores.

⇒ Lorsque la stratification augmente, la température augmente

L'augmentation de la température a-t-elle un effet sur la durée de la stratification ?

→ oui, une augmentation de la température entraîne un allongement de la période de stratification. De plus, elle commence plus tôt et finit plus tard.

L'augmentation de la période de stratification a-t-elle une influence sur le bloom (apparition de phytoplancton) ?

→ oui, le phytoplancton apparaît également plus tôt.

La période d'eau claire (consommation du phytoplancton par zooplancton) est-elle modifiée ?

→ oui, la période d'eau claire apparaît également de façon précoce mais pas autant que la période d'eau trouble (apparition de phytoplancton)

Certaines espèces de consommateur ne s'adaptent pas ou peu aux modifications de la période d'apparition du phytoplancton pour la reproduction.

Par exemple, certaines espèces ont un cycle de reproduction basé sur la lumière et sont donc perturbées par le décalage dans la période de stratification.

⇒ De manière générale, il y a augmentation de la période de production et diminution du contrôle par les consommateurs

Conclusion : pas si simple

On peut avoir une augmentation de la production primaire due à l'augmentation de la température. Mais on peut également avoir une diminution de cette production du fait de la limitation de l'apport en nutriment due à la sécheresse (suppression de la communication entre les lacs et les rivières).

III-L'eutrophisation

A-Définition

Eutrophisation : enrichissement naturel ou artificiel d'une eau en matières nutritives (Larousse)

Facteurs limitants

→ les ressources nutritives dont les producteurs primaires ont besoin sont en quantité limitée

→ décalage entre les besoins des producteurs primaires et la disponibilité des nutriments (certains) dans leur milieu aquatique

⇒ plus une molécule est rare dans un milieu, plus elle va limiter la croissance des producteurs primaires, c'est la loi de Liebig

	% dans le PP	% disponible	Ratio
Oxygène	80,5	89	9,0E-01
Hydrogène	9,7	11	8,8E-01
C	6,5	0,0012	5,4E+03
Si	1,3	0,00065	2,0E+03
N	0,7	0,000023	3,0E+04
Ca	0,4	0,0015	2,7E+02
K	0,3	0,00023	1,3E+03
P	0,08	0,000001	8,0E+04

Statut trophique des lacs

	Total P ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Total N ($\mu\text{g.L}^{-1}$)
Ultra-oligotrophe	<5	<200
Oligo-mésotrophe	5-10	200-400
Mésotrophe-eutrophe	10-30	300-650
Eu-hypereutrophe	30-100	500-1500
Hypereutrophe	>100	>1500

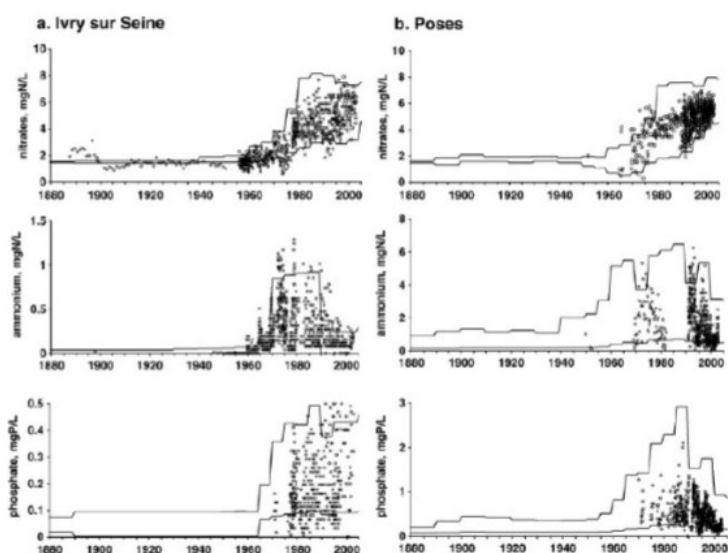
Chl ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	P ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	SD	Trophic class
0-2,6	0-12	>8-4	Oligotrophic
2,6-20	12-24	4-2	Mesotrophic
20-56	24-96	2-0,5	Eutrophic
56-155+	96-384+	0,5-<0,25	Hypereutrophic

→ classification concernant l'eutrophisation des milieux aquatiques :

Ultra-oligotrophe > oligo-mésotrophe > mésotrophe-eutrophe > Eu-hypereutrophe > hyper-eutrophe

B-Les sources

Variations temporelles et origines :
exemple de la seine :



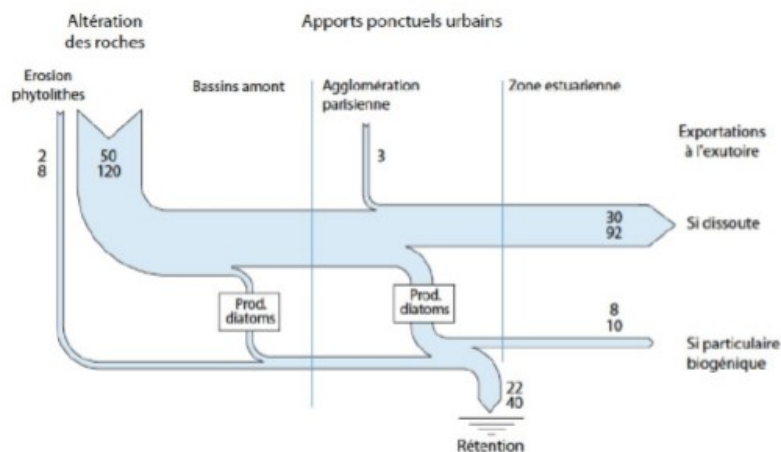
L'eutrophisation est temporellement bien marquée.

On observe l'augmentation de tous les paramètres (nitrate, ammonium, phosphate) vers les années 1960, avec une augmentation de la productivité dans les systèmes agricoles. Sur les phosphates, les concentrations sont assez faibles en amont de Paris, on observe une augmentation puis une diminution.

On est sur un phénomène d'eutrophisation anthropique principalement lié à l'utilisation massive d'engrais azotés.

⇒ L'eutrophisation anthropique est un phénomène récent (agriculture intensive etc....)

Bilan silice :



On a 3 zones :

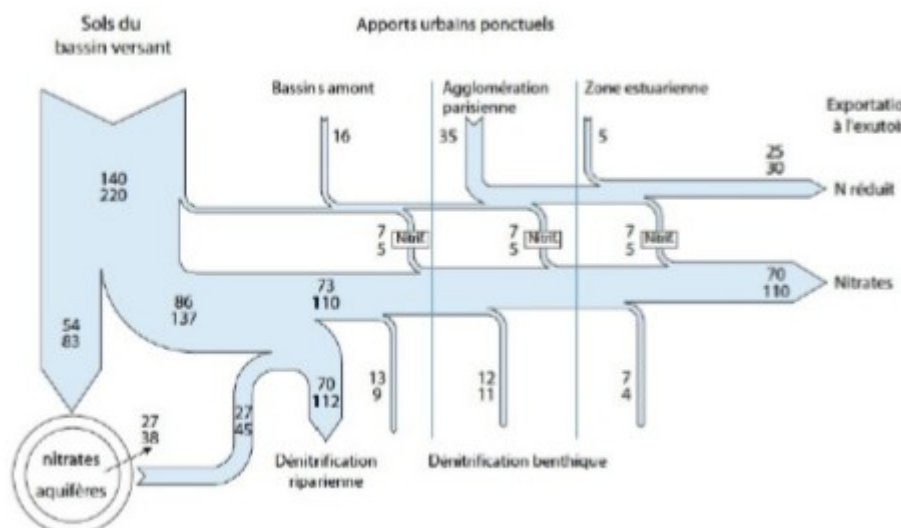
- les bassins amonts
- l'agglomération parisienne
- la zone estuarienne (en aval)

⇒ La largeur des flèches représente la concentration en silice. On peut remarquer que la silice provient essentiellement de l'altération des roches. L'érosion du sol dans les bassins en amont de la ville de Paris va faire de la rétention d'eau. La silice va être utilisée pour la production des diatomées.

Bilan azote :

Bilan d'azote de la Seine 10³ tonnes N par an

1996 - 2001

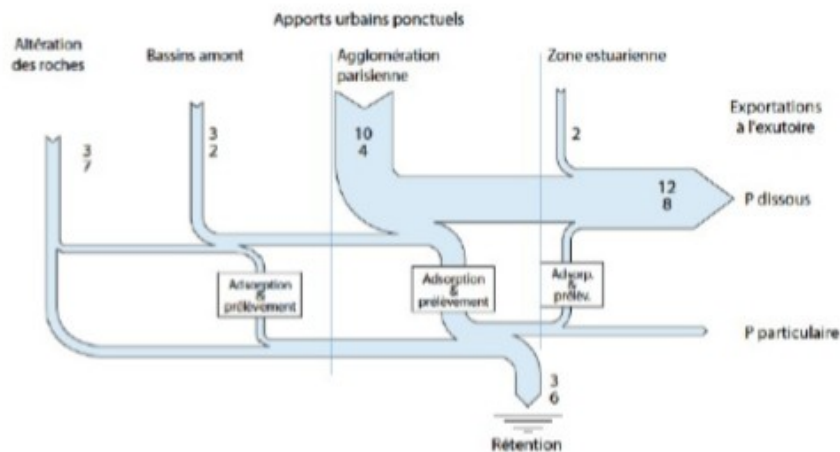


⇒ La source majeure d'azote sont les sols du bassin versant (servant à l'agriculture). Le devenir de l'azote sont les aquifères (milieux souterrains), la dénitrification benthique (passage de l'azote atmosphérique). Ce ne sont pas les apports urbains qui donnent la plus grande partie d'azote.

Bilan Phosphore :

Bilan de phosphore de la Seine 10³ tonnes P par an

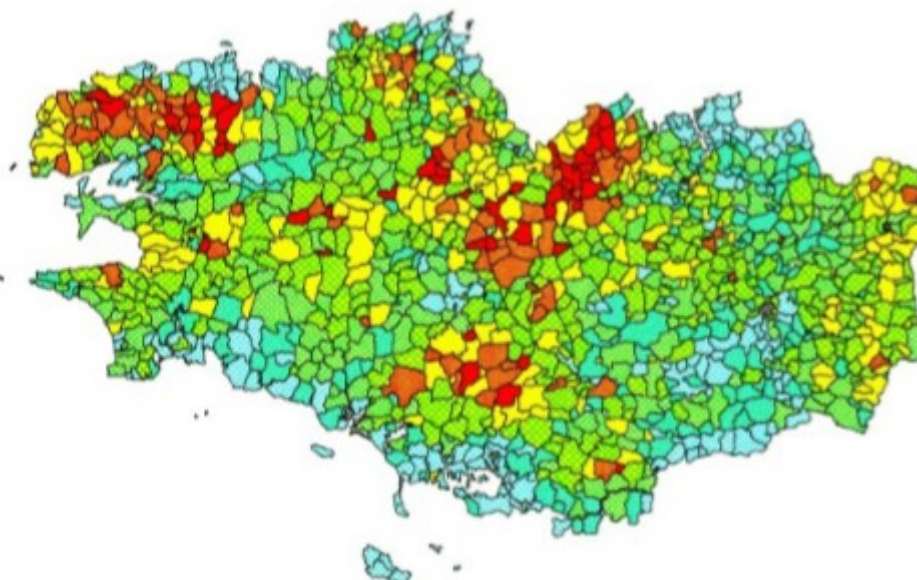
1996 - 2001



⇒ le facteur majeur de d'apport de Phosphore est l'agglomération parisienne

En Bretagne (données agence de l'eau, 2004-2006) :

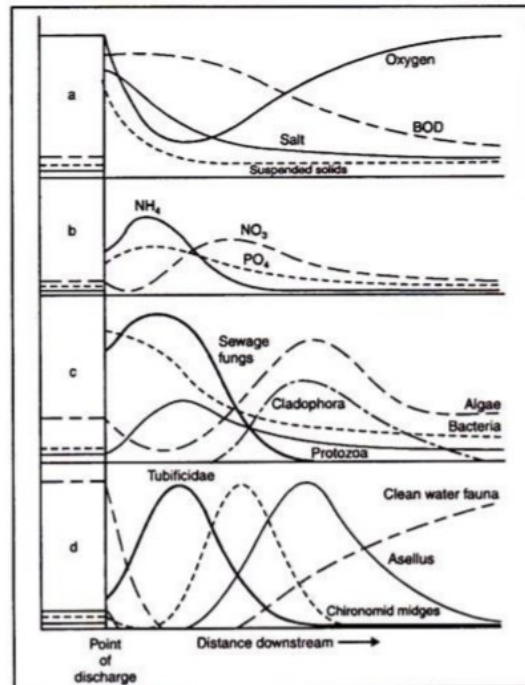
- déjections animales : 215 000 Tonnes
- engrais : 198 000 Tonnes
- rejets industriels : 5000 Tonnes
- Rejets Urbain : 3000 Tonnes
- 7 % territoire national, 3,2 million d'habitants
- 14 millions de porcs par an (60 % de la production nationale)
- production laitière (20% de la production nationale)
- 30 % des volailles de la production nationale (42 % de la production nationale d'œufs)



C-Les conséquences

Changements le long du continuum :

- des concentrations en SN (sels nutritifs)
- des communautés



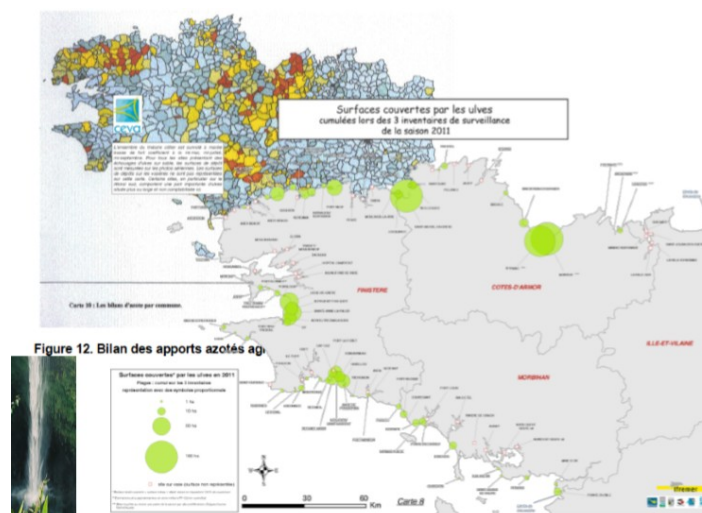
La quantité d'oxygène va diminuer du fait de sa consommation par les bactéries ou les champignons, puis au fur et à mesure réaugmenter.

Si il n'y a pas de sources de pollution ou d'eutrophisation, on observe un retour à un état normal de la rivière. Mais il faut un certain temps avant de revenir à la situation initiale.

⇒ il y a modification complète de la structure de la communauté.

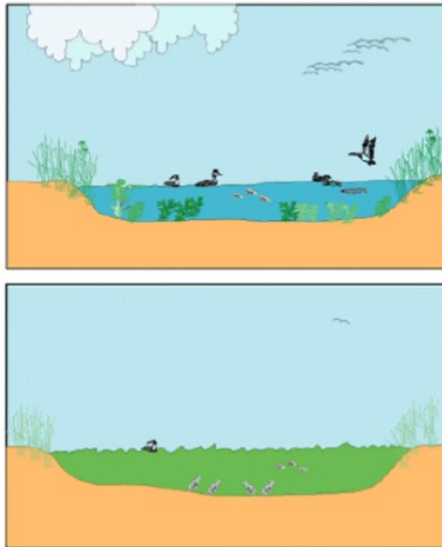
Conséquences sur la zone côtière : marée verte

- l'existence d'une masse d'eau côtière de faible profondeur et peu turbide sur une large étendue (par exemple, une plage à faible pente)
- un confinement hydrodynamique de cette masse d'eau côtière
- l'arrivée d'un flux significatif d'azote terrigène



⇒ nécessite les 2 premières caractéristiques pour que l'apport terrigène provoque une marée verte

Eutrophisation d'une marre : une gestion difficile

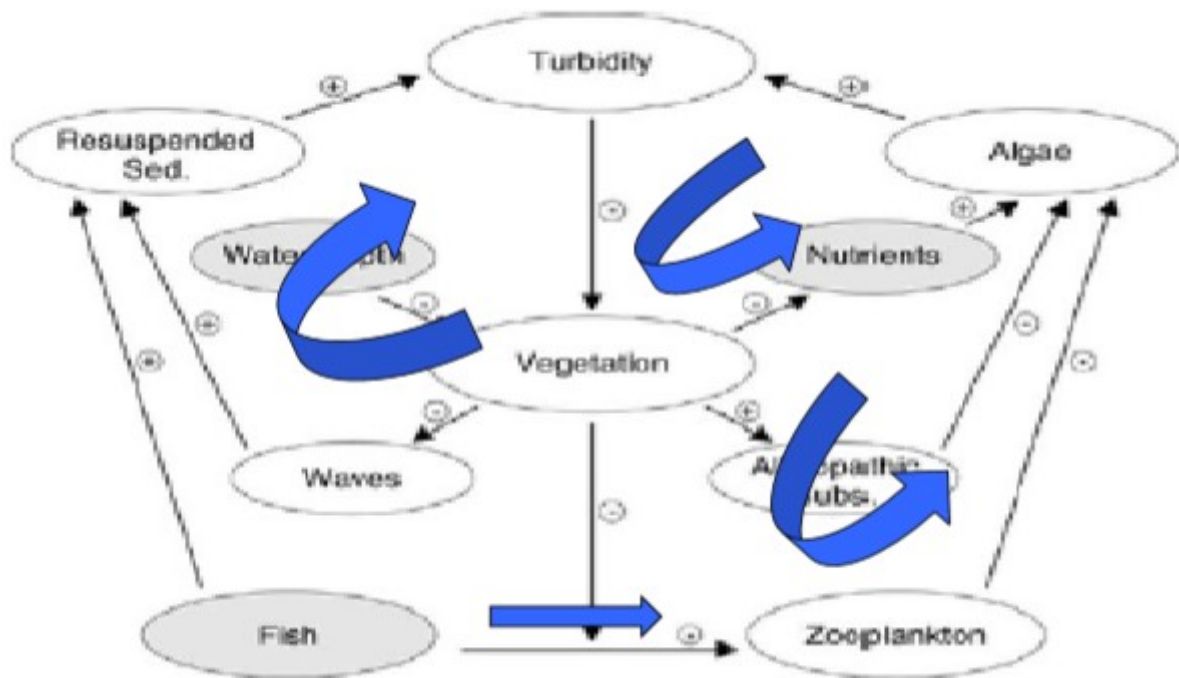


⇒ réponse complexe :

Étude d'un lac :

Lorsque que l'on apporte des nutriments (l'azote par exemple), la quantité de micro-algues augmente

→ cela va entraîner une diminution de la clarté de l'eau provoquant une augmentation de la turbidité



→ il y a ainsi moins d'ensoleillement pour les végétaux qui disparaissent peu à peu

→ il y a donc moins d'abris pour le zooplancton qui se fait donc plus prédaté par les poissons

→ diminution du zooplancton

→ et donc il y a plus de nutriments disponibles pour les micro-algues

→ ce qui provoque une augmentation de la quantité de micro-algues

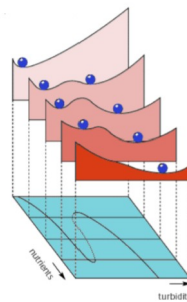
Cependant, le zooplancton se cache dans les macrophyte pour éviter d'être prédaté, or il y a moins de macrophyte et donc plus de prédation du zooplancton par les poissons et donc moins de zooplancton.

De plus, si il y a moins de macrophytes alors il y a plus de mélange car le vent pénètre plus profondément et donc plus de vagues, plus de suspension des sédiments, plus de turbidité ce qui entraîne finalement une diminution encore plus importante des macrophytes etc...

Une gestion difficile :

- Si on a peu de sels nutritifs, même si on augmente la turbidité, on peut revenir à la situation initiale
- Si on augmente la turbidité à des valeurs extrêmes, on a un système très turbide
- Lorsqu'on augmente progressivement les sels nutritifs, on va revenir à un milieu très turbide
- Il faut des conditions très fortes, très drastiques pour revenir au système initial
- Si on part dans une direction pour un écosystème, faire le chemin inverse juste en diminuant l'azote n'est pas possible.

⇒ autrement dit, pour remettre en état oligotrophe un milieu devenu eutrophe il faut plus d'effort que pour l'eutrophisation



IV-Effets des Xénobiotiques

A-Définitions

Xénobiotique : substance présente dans un organisme vivant mais qui lui est étrangère : il n'est ni produit par l'organisme lui-même, ni par son alimentation naturelle

Écotoxicologie : science qui traite des effets toxiques des substances sur les organismes vivants, sur les populations et les communautés au sein d'écosystèmes définis. Cela comprend les voies de transfert et leurs interactions avec l'environnement.

Qu'est-ce que l'écotoxicologie ?

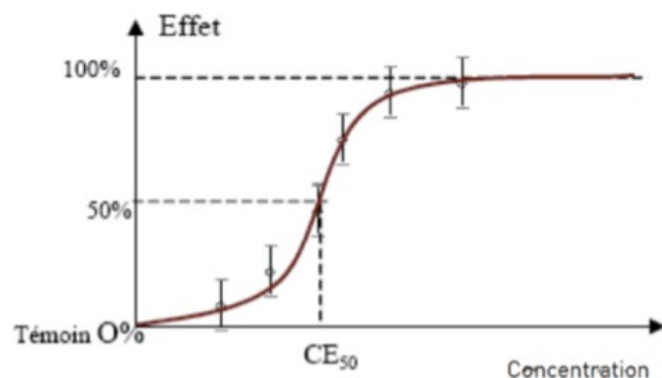
C'est René Truhaut, toxicologue français, qui introduit pour la première fois en 1977 cette notion : « l'écotoxicologie traite des effets toxiques des substances [...] sur les organismes vivants, sur les populations et les communautés au sein d'écosystèmes définis. Cela comprend les voies de transfert de ces agents et leurs interactions avec l'environnement ».

L'écotoxicologie est un domaine très large, qui englobe à la fois le devenir des contaminants dans l'environnement (chimie), leurs effets toxiques sur les organismes vivants pris individuellement (toxicologie* animale et végétale), mais aussi sur les populations ou sur les communautés (domaine de l'écologie).

À la différence de la toxicologie dont l'objet est l'impact des contaminants sur l'homme, l'écotoxicologie ne privilégie pas une espèce, mais cherche *in fine* à évaluer les impacts délétères au niveau écologique le plus intégrateur.

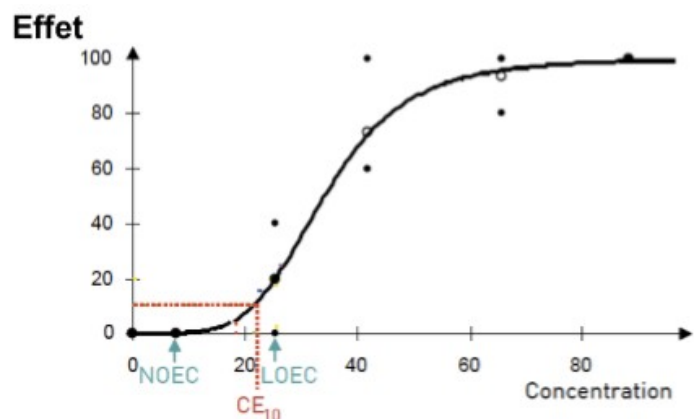
Toxicité aiguës :

- CL (DL) = concentration létale
- CE = concentration effectrice



Toxicité chronique :

- NOEC : no-observed effet concentration
- LOEC : Lowest-observed concentration
- CE : concentration effectrice



Les grandes catégories de toxicités :

- Les **neurotoxiques** : ils provoquent des perturbations du fonctionnement ou développement des cellules nerveuses.
- Les **reprotoxiques** : ils impactent les capacités de reproduction ou ont des effets délétères sur la descendance.
- Les **génotoxiques** : ils provoquent des dommages du patrimoine génétique (ADN), s'il y a dommage à l'ADN héréditaire on constate des effets mutagènes.
- Les **cancérogènes** : ils provoquent un développement des cancers ou une augmentation de leur fréquence d'apparition.
- Les **perturbateurs endocriniens** : ils interagissent avec l'activité hormonale.
- Les **immunotoxiques** : ils provoquent une baisse de la protection immunitaire ou la stimule.

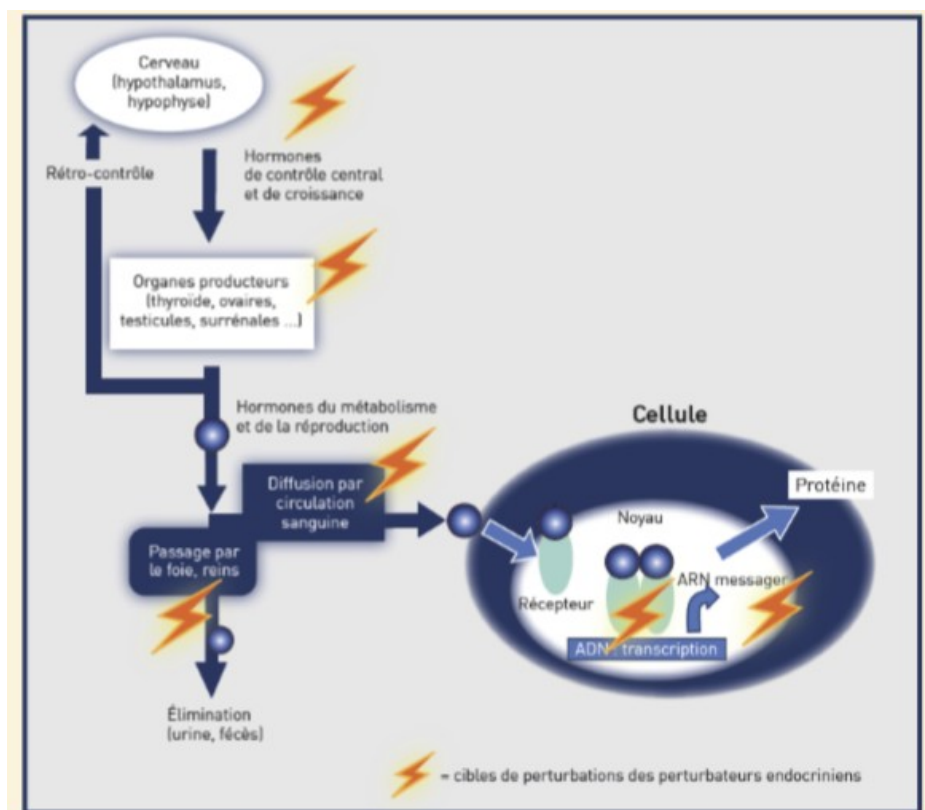


Figure 3 : Schéma du système endocrinien et sites d'action possibles des molécules à effets perturbateurs endocriniens (schéma Y. Levi).

B-Les sources

→ multiples



Les sources des xénobiotiques sont multiples : industries, agricultures (pesticides, herbicides, rejet liés à élevage), déchets (agricole, radioactif, industriel), voitures, combustion, bateau (transport + marée noires)

Bilan :

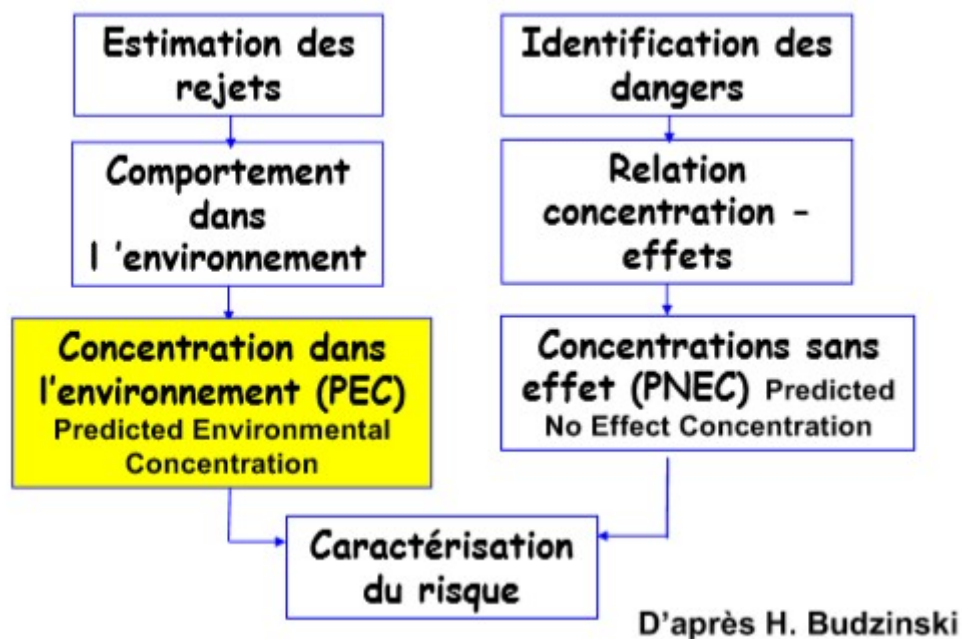
- environ 18 millions de molécules enregistrées (créées par l'Homme)
- 96 % contiennent au moins 1 atome de carbone
- plus de 100 000 substances sont communément utilisées (30 000 > 1T)

⇒ combien d'entre elles présentent un danger existant ou potentiel pour l'Homme et son environnement ?

- une étude met en évidence le fait que sur les 3000 substances majeures :
- 43 % n'ont pas de données toxicologiques
 - 7 % sont complètement renseignées

⇒ Une bonne évaluation des risques chimiques ?

- directive Reach (registration, evaluation, autorisation and restriction of chemicals)



Les métaux et les polluants organiques :

- Les **métaux** :
exemple du bassin de la Seine
(Piren Seine)

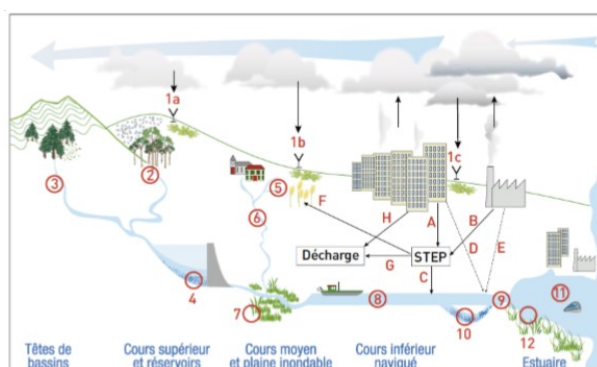
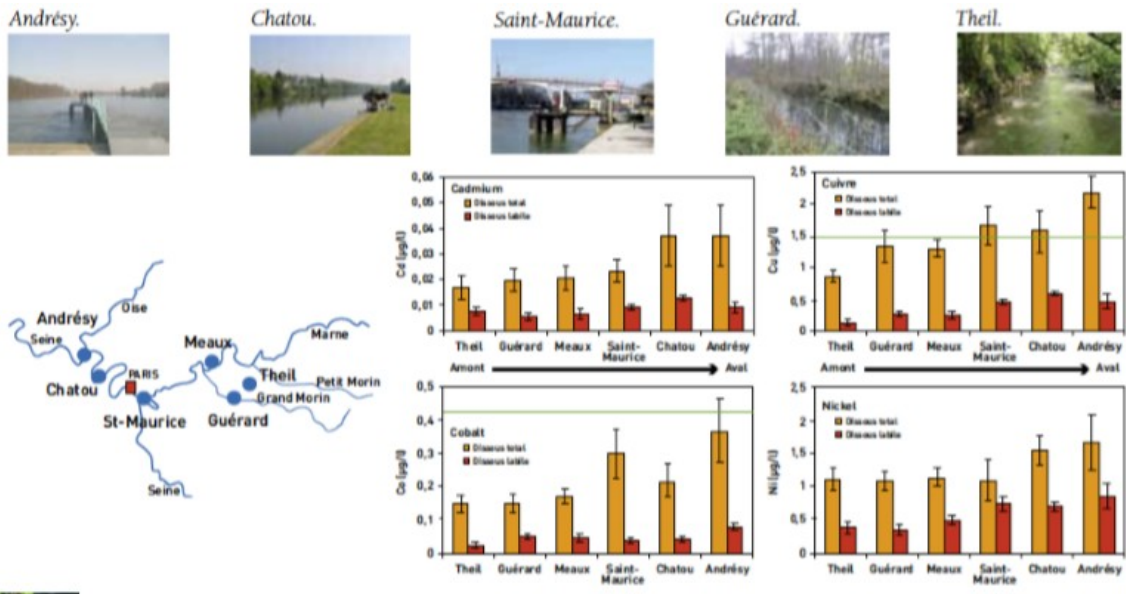
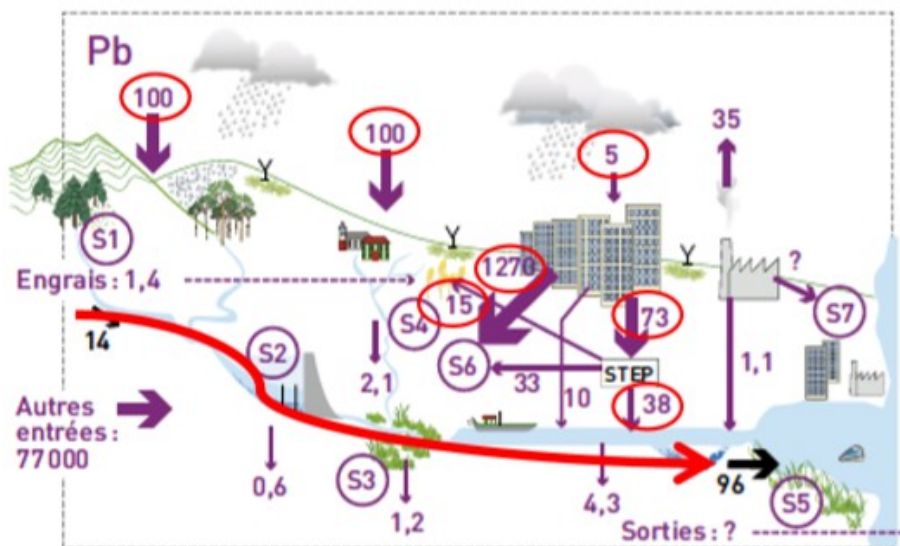


Figure 3 : Surveillance de la contamination métallique dans le bassin versant de la Seine.

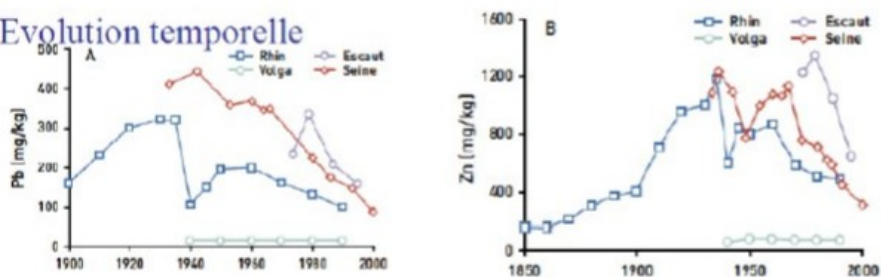
Plus on va vers l'aval et plus on observe un enrichissement de l'eau en métaux.



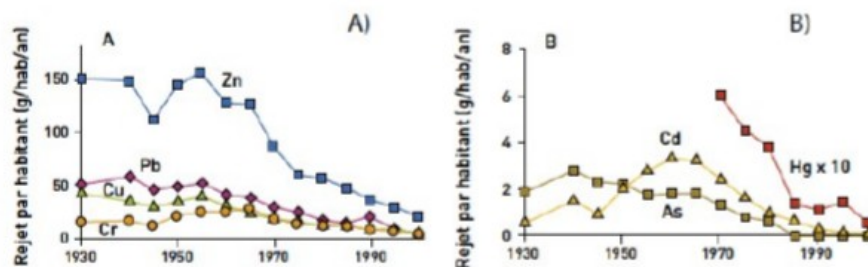
cas particulier : le plomb avant l'essence sans plomb



Evolution temporelle



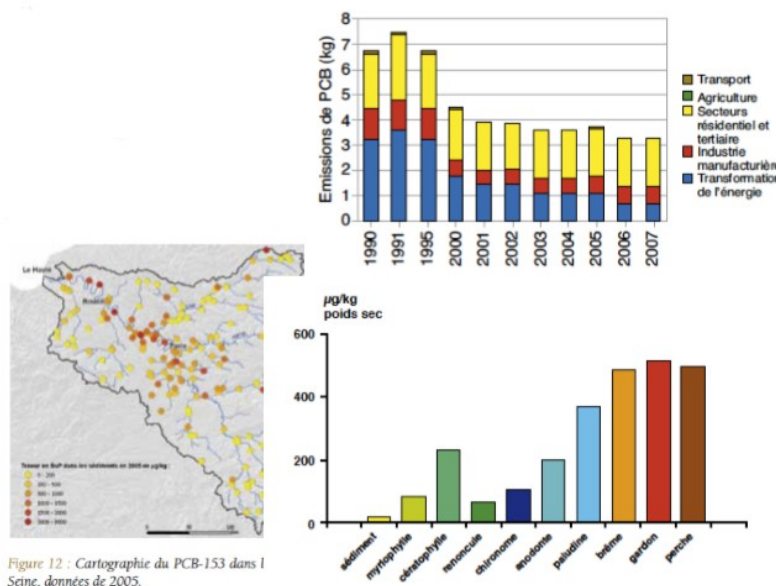
La quantité de plomb ou de zinc que l'on trouve dans les eaux diminue.



⇒ les sources principales de plomb sont les voitures en ville ainsi que les stations d'épuration (lié à la présence de produits ménagers contenant du plomb comme la lessive par exemple)

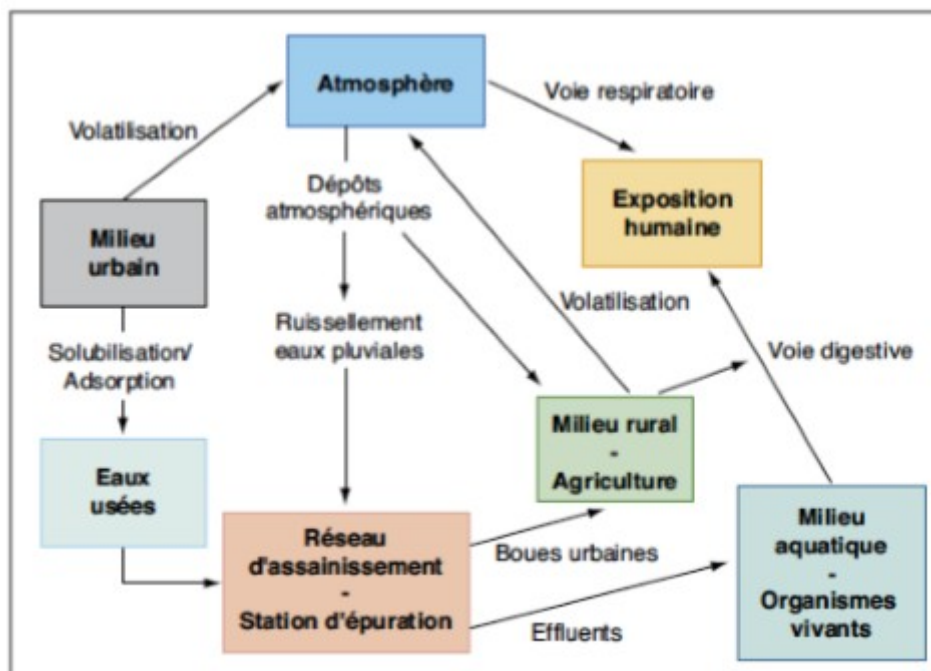
- Les polluants organiques :
 - Les polluant organiques persistants (POP) : polychlorobiphényles
 - Ceux produits actuellement : phtalate (plastifiant dans les matières plastiques et résines)
 - Ceux produits involontairement : hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) combustion

Ce n'est pas l'activité agricole qui a produit ces PCB mais les activités économiques et industrielles.



Plus on monte dans la chaîne trophique, plus la proportion de POP est importante ⇒ c'est la bio-accumulation des POP

Cas des phatlates :



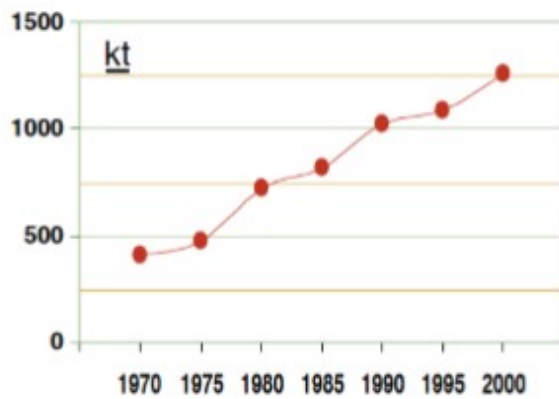
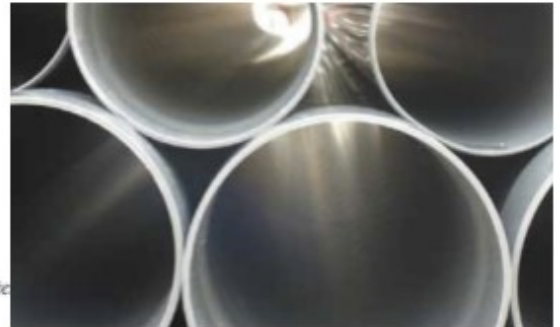
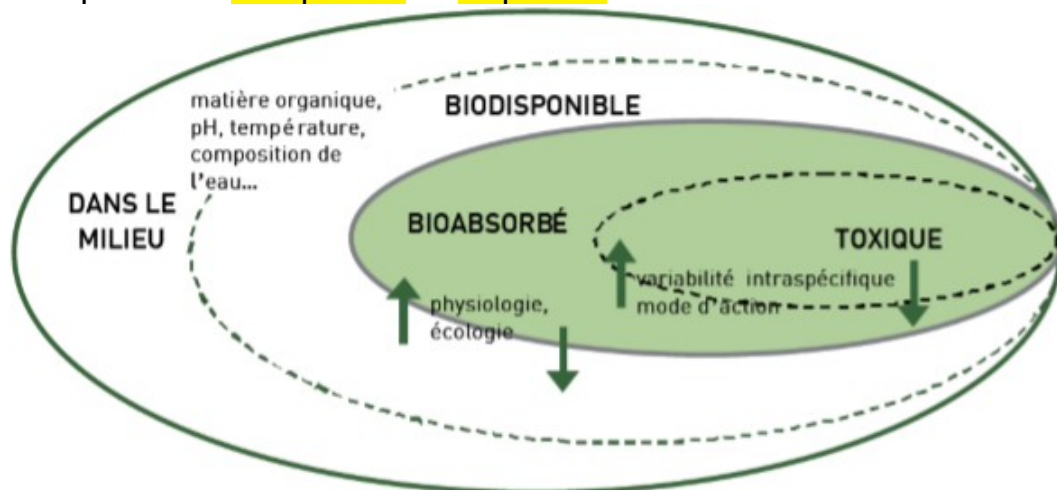


Figure 17 : Evolution de la production de PVC en France au cours des 30 dernières années



C-Les conséquences

Un organisme va avoir des molécules toxiques ou bio-absorbées. Une molécule donnée peut avoir deux aspects : biodisponible ou dans le milieu. Quand une molécule est dans le milieu elle peut être indisponible ou disponible.

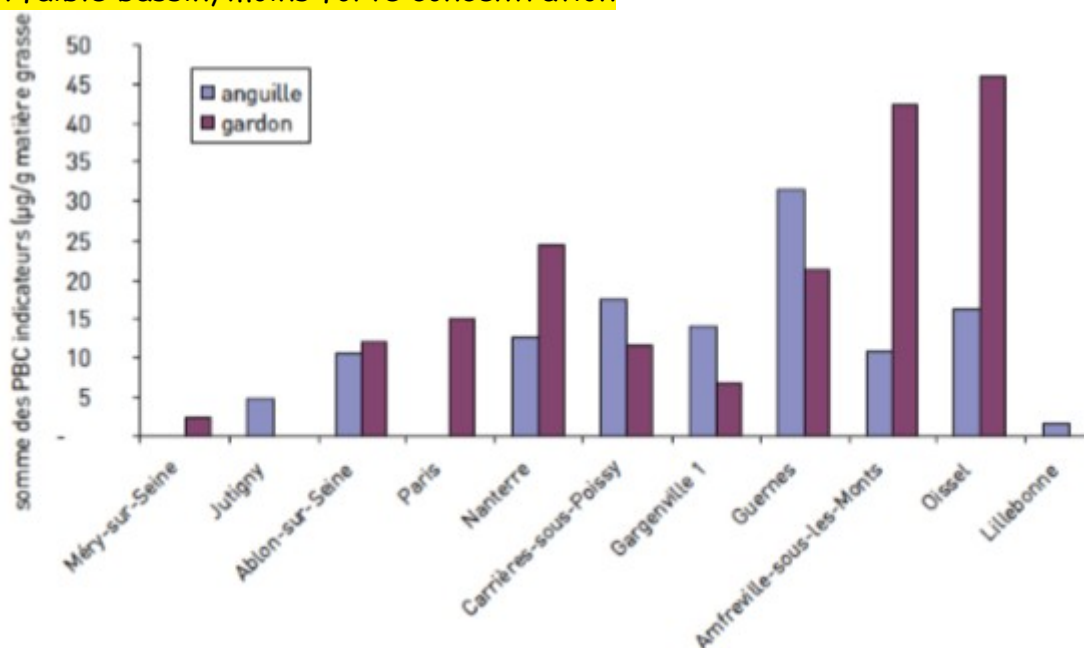


⇒ biomarqueurs : Marqueurs de l'activité biologique qui traduit la présence des xénobiotiques et leurs effets sur les organismes (marqueurs de l'activité biologique, de l'effet de xénobiotiques).

Type de perturbation \ Échelle	Moléculaire/cellulaire	Tissus	Organisme entier
	Réalisme écologique + + vitesse de réponse, précocité du signal -		
Altération du développement			Déformation malformation des larves
Altération du métabolisme général	Allocation énergétique, stress oxydatif		Indice de condition, taux de nutrition
Métabolisme de défense	Protéines multi, métallothionéines, GST, Cytochrome P450, EROD		
Neurotoxicité	Acétylcholinestérase (AChE)		Mouvement
Reprotoxicité	Vitellogénine	Anomalies des gonades	Imposex*, intersex
Génotoxicité / cancérogénicité	Mesure des adduits ADN, test des Comètes et test des micronoyaux	Tumeurs du foie, leucémies	

Accumulation de polluants :

En faible bassin, moins forte concentration



Perturbation hormonale :

	Pathologies observées sur les gonades des poissons (en % d'individus touchés)				Caractéristiques sexuelles			
	Nécroses	Mélano-macrophage	Foyers inflammatoires	Parasitisme	IGS (%) ♀	IGS (%) ♂	Sex-ratio	Inter-sexués (%)
Viry-Châtillon sur l'Orge	25	25	21	0	3,7 [0,7]	1,8 [0,2]	53,3	6,3
Villecresnes sur le Réveillon	43	29	4	0	6,9 [2,0]	3,4 [3,0]	25,9	14,3

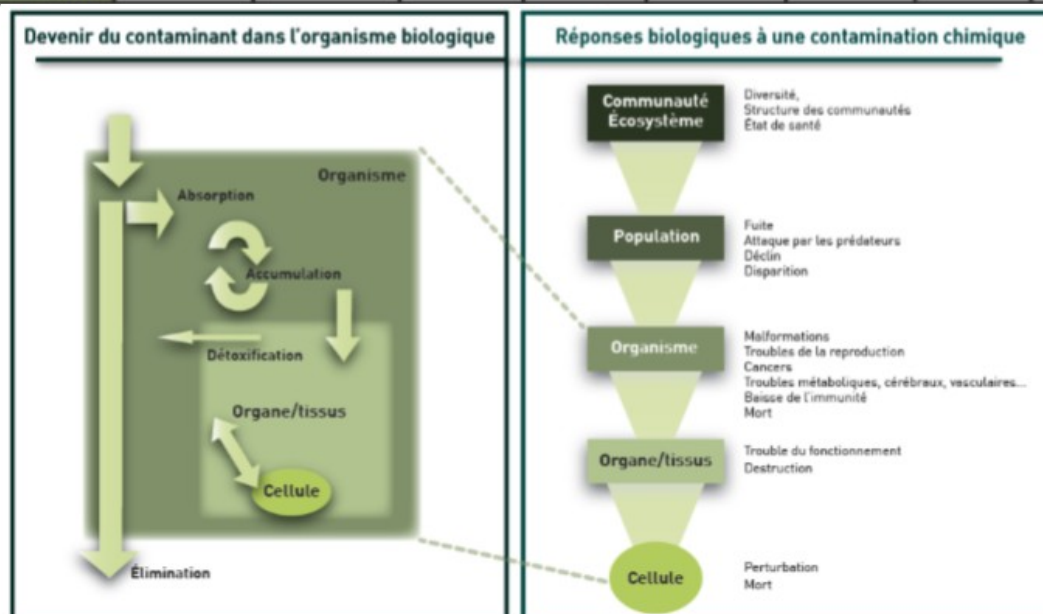
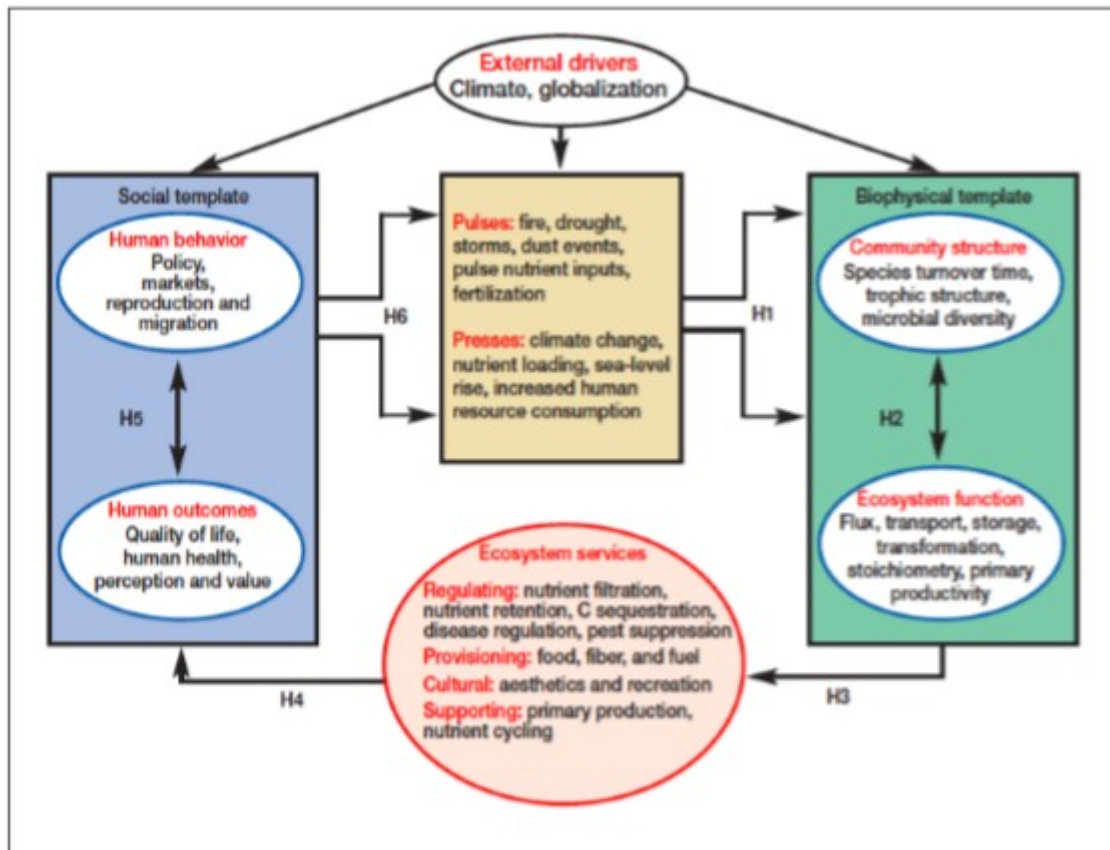


Figure 21 : Schéma simplifié de la complexité des phénomènes toxiques induits par des polluants sur les organismes puis descriptif de la chaîne d'effets jusqu'aux impacts sur les populations et l'écosystème (Fig. Y. Levi et C. Gourlav-France).

V-Conclusion : les réponses de la société (DCE)



À l'échelle de l'Europe :

⇒ Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (23/10/2002)

Considérant ce qui suit :

- (1) L'eau n'est pas un bien marchand comme les autres mais un patrimoine qu'il faut protéger, défendre et traiter comme tel.
- (9) Il est nécessaire d'élaborer une politique communautaire intégrée dans le domaine de l'eau.
- (14) Le succès de la présente directive nécessite une collaboration étroite et une cation cohérente de la Communauté, des États membres et des autorités locales, et requiert également l'information, la consultation et la participation du public, y compris des utilisateurs.
- (15) L'approvisionnement en eau constitue un service d'intérêt général tel que défini dans la communication de la Commission intitulée « Les services d'intérêt général en Europe » (²)
- (22) Il convient que la présente directive contribue à la réduction progressive des rejets de substances dangereuses pour l'eau.

Article 2

- 21) « état écologique » ; l'expression de la qualité de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface, classé conformément à l'annexe V
- 22) « bon état écologique » : l'état d'une masse d'eau de surface, classé conformément à l'annexe V
- 24) « bon état chimique d'une eau de surface » : l'état chimique requis pour atteindre les objectifs environnementaux fixés à l'article 4, paragraphe 1, point a), pour les eaux de surface, c'est à dire l'état chimique atteint par une masse d'eau de surface dans laquelle les concentrations de polluants ne dépassent pas les normes de qualité environnementale fixées à l'annexe IX et en application de l'article 16, paragraphe 7, ainsi que dans le cadre d'autres textes législatifs communautaires pertinents fixant des normes de qualité environnementale au niveau de la Communauté.>>

...