

**Erik NIEMANN**

**SG/DRAST/MGC, MEDAD**

# RAPPORT

## VOLUME II

**IMPACT DES INFRASTRUCTURES LINÉAIRES  
DE GÉNIE CIVIL**

**(CAS DE LA POLLUTION ROUTIÈRE ET DES CHANTIERS ROUTIERS)**

**SUR LES ÉCOSYSTÈMES ET LA BIODIVERSITÉ**

**DE LA FAUNE ET DE LA FLORE AQUATIQUES**

Date de début de rédaction:

Début Avril 2008

Date prévue de remise du rapport :

Début Juin 2008

## Table des matières

- 1- ECOSYSTÈMES AQUATIQUES : NOTIONS GÉNÉRALES D'HYDROÉCOLOGIE.....	5
- 1.1- Définitions réglementaires.....	5
- 1.1.1- Définition d'un écosystème aquatique .....	5
- 1.1.2- Biotope ou hydrosystème.....	6
- 1.1.3- Zonations de l'hydrosystème.....	6
- 1.1.4- Biocénose.....	8
- 1.1.5- Faune inféodée aux milieux aquatiques.....	9
- 1.1.6- Flore inféodée aux milieux aquatiques.....	10
- 2- VISION PLUS ACADÉMIQUE DES SYSTÈMES DULÇAQUICOLES.....	12
- 2.1- Milieux aquatiques et pollutions : quelques généralités, à titre d'introduction.....	14
- 2.2- Polluants et systèmes aquatiques : une version simplifiée .....	15
- 2.2.1- « Définition »: Qu'est-ce, au juste, qu'un polluant?.....	16
- 2.2.2- Cheminement des polluants dans les milieux aquatiques.....	16
- 2.3- Gestion et politique de l'eau au 20 <sup>e</sup> siècle :.....	17
- 2.3.1- L'eau potable pour tous ? .....	18
- 2.3.2- Les indicateurs biologiques.....	19
- 2.3.3- La pollution de l'eau.....	21
- 2.3.4- Perspectives.....	22
- 3- POLITIQUE ET PRATIQUE GÉNÉRALES MENÉES DANS L'HEXAGONE EN MATIÈRE DE POLLUTION D'ORIGINE ROUTIÈRE.....	23
- 3.1- Pollution d'origine routière – retombées sur le milieu aquatique en phase d'exploitation d'un ouvrage routier - .....	23
- 3.2- Cadre législatif et réglementaire.....	24
- 3.2.1- Code de l'environnement et Directive Cadre Eau ( DCE ).....	24
- 3.2.2- Code de la Santé.....	25
- 3.3- Milieux concernés.....	25
- 3.3.1- Eaux de surface.....	25
- 3.3.2- Eaux souterraines.....	25
- 3.3.3- Zones humides.....	25
- 3.4- Impacts liés à l'infrastructure routière.....	26
- 3.4.1- Méthode d'évaluation de la vulnérabilité de la ressource en eau .....	29
- 3.4.2- Objectifs de la méthode d'évaluation.....	29
- 3.5- Caractéristiques des pollutions chronique et saisonnière.....	31
- 3.5.1- Pollution chronique.....	31
- 3.5.2- Pollution saisonnière.....	32
- 3.6- Description des ouvrages de protection, et domaines d'emploi.....	35
- 3.6.1- Fossé enherbé.....	36
- 3.6.2- Bief de confinement.....	37
- 4- CHANTIERS ROUTIERS ET PRÉSERVATION DU MILIEU AQUATIQUE.....	38
- 4.1- Interventions en zone de protection.....	39
- 4.2- Interventions en zone inondable, lit majeur.....	39

- 4.3- Intervention dans des cours d'eau régulés par un (ou des) barrages.....	39
- 4.4- Construction d'ouvrages d'art et entretien des ouvrages existants.....	40
- 4.5- Installations de chantier.....	40
- 4.6- Rabattement de nappes.....	40
- 4.7- Rejets provisoires.....	41
- 4.8- Déchets.....	41
- 4.9- Alimentation en eau du chantier.....	42
- 4.10- Pollutions accidentelles (pour mémoire).....	42
- 5- GLOSSAIRE POUR LES MILIEUX DULÇAQUICOLES.....	42
- 6- ÉMERGENCE D'UNE FORMATION PLURIDISCIPLINAIRE D'ÉTUDES DES MILIEUX AQUATIQUES.....	59
- 6.1- De la gestion hydraulique à la gestion des milieux aquatiques.....	59
- 6.1.1- L'aménagement hydraulique.....	59
- 6.1.2- La gestion piscicole.....	60
- 6.1.3- La gestion des milieux .....	61
- 6.2- La fonctionnement des écosystèmes aquatiques.....	62
- 6.2.1- Les habitats.....	62
- 6.2.2- Relations fonctionnelles entre compartiments biologiques.....	63
- 6.3- Diversité biologique.....	64
- 6.4- conclusions.....	64

## **Préambule**

---

Ce rapport fait suite à un précédent travail, dont on peut considérer qu'il constitue le « volume I » de réflexions sur l'impact d'interventions relevant de notre institution, sur les impacts éventuels de celles-ci sur l'ensemble de la biodiversité et sur la santé des écosystèmes que ces interventions peuvent toucher, voire mettre en péril, ou détruire.

Le volume I concernait plus particulièrement les impacts des infrastructures linéaires, in fine les infrastructures routières, sur la grande et petite faune.

Le présent volume, soit le II, s'applique plus particulièrement à décrire les dégradations que peut connaître un milieu aquatique – ouvert ou fermé – du fait de la route, que ce soit en phase « chantier » ou en phase d'exploitation, cette dernière étant quotidienne.

Un rappel est fait sur le fonctionnement écologique des milieux aquatiques, dont on verra qu'il est particulièrement fragile, et peut connaître des aléas irréversibles.

Il va de soi que dans la soixantaine de pages que nous nous sommes alloués, afin que la lecture de ce rapport ne devienne pas fastidieuse, il reste des omissions, et un certain nombre de « parti-pris ». Je souhaite que le lecteur veuille bien excuser ces derniers...

---

---

# GÉNÉRALITÉS SUR LES MILIEUX AQUATIQUES ET LEUR ÉQUILIBRE DE FONCTIONNEMENT

## - 1- Ecosystèmes aquatiques : Notions générales d'hydroécologie

### - 1.1- Définitions réglementaires

Les zones humides : (article L.2111.1 du Code de l'Environnement) sont constitués de « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée, ou saumâtre de façon permanente ou temporaire : la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles, pendant au moins une partie de l'année ».

Les cours d'eau : (circulaire DE/SDAGF du 2 mars 2005, publiée au B.O du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Direction de l'Eau.). La qualification de cours d'eau est donnée par la jurisprudence, et repose essentiellement sur les deux critères suivants :

- présence et permanence d'un lit naturel à l'origine ( même s'il a été rendu artificiel par la main de l'homme) ;
- permanence d'un débit suffisant une majeure partie de l'année permettant une vie aquatique pérenne (appréciée au cas par cas en fonction des conditions climatiques et hydrologiques locales) ou inscrite dans des documents de référence tels que carte IGN ou cadastre, etc.

### - 1.1.1- Définition d'un écosystème aquatique

Rappelons ce qui ressort des termes du volume I , rapport concernant l'impact des infrastructures routières sur la biodiversité et les écosystèmes – cas de la petite et grande faune - :

Un écosystème est constitué par l'association dynamique de deux composants en perpétuelle interaction :

- un environnement abiotique (non vivant) caractérisé par les paramètres physico-chimiques, hydrologiques, géologiques et climatiques en faisant une entité appelée le *biotope* ou *hydrosystème*, dans notre cas.
- Un ensemble d'organismes vivants caractérisant la *biocénose*, qui forme une entité fonctionnelle douée d'une certaine stabilité. Cette notion intègre également les interactions des espèces entre elles et avec leur milieu de vie, i.e le biotope.

### - 1.1.2- Biotope ou hydrosystème

#### Description

C'est ce que l'on nomme couramment le « milieu aquatique ». Il peut être décrit selon les paramètres suivants :

- caractéristiques du bassin versant : superficie, pente moyenne, climat, urbanisation, occupation des sols, géologie ;
- régime hydrologique : mode l'alternance des crues et des étiages, débits correspondants caractéristiques, vitesses d'écoulement, hauteurs d'eau ;
- morphologie du milieu : nature du lit, des berges, faciès d'écoulements (plats, radiers, mouilles<sup>1</sup>, etc.) et la typologie du lit (tresse, méandres, etc.) pour les cours d'eau ; typographie et nature des sols pour les zones humides ;
- physico-chimie de l'eau : décrite selon différents paramètres accessibles à la mesure (pH, conductivité, oxygène dissous, température, matières en suspension, etc.), et influencés par la nature géologique du bassin versant, ainsi que par les activités humaines qui y sont pratiquées.

Les différentes combinaisons de ces paramètres créent localement des *habitats*. La diversité des habitats dans les hydrosystèmes est à l'origine de la richesse biologique et de la biodiversité. Chaque espèce animale et végétale se répartit suivant son *preferendum* (ou *optimum*) écologique. Plus les habitats sont diversifiés, plus le nombre d'espèces qui peuvent y trouver des conditions de vie optimales sont nombreuses.

---

<sup>1</sup> Mouille : partie la plus profonde d'un cours d'eau

### - 1.1.3- Zonations de l'hydrosystème.

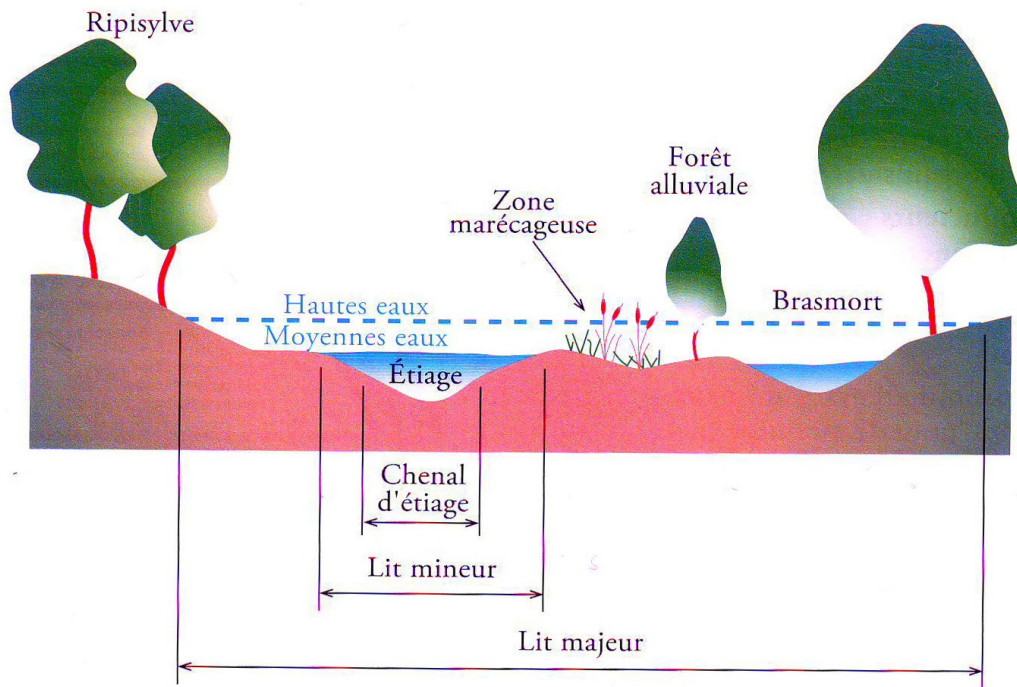
Dans l'espace, on peut distinguer trois zonations de l'hydrosystème :

- la zonation longitudinale

Régies par les lois de la gravité, les eaux superficielles s'écoulent du haut vers le bas : les cours d'eau prennent ainsi naissance au niveau d'une source en altitude, puis dévalent la pente souvent sous forme de torrent, et abordent une zone de transition (piémont) avant de s'étaler dans des plaines où leur cours se fait beaucoup plus lent, pour finir dans les mers et océans au niveau d'un estuaire ou d'un delta. Au fur et à mesure que la pente de leur lit diminue, les écoulements deviennent plus lents, et les températures de l'eau augmentent. Les caractéristiques du biotope et de la biocénose évoluent donc naturellement d'amont en aval. Cette évolution a d'ailleurs été à l'origine de nombreuses classifications de cours d'eau (typologie).

- La zonation transversale

Au point le plus bas de la vallée se trouve généralement l'axe d'écoulement des eaux superficielles (le « thalweg »), au sens commun, le « cours d'eau ». L'espace situé entre les crêtes des deux berges est appelé lit mineur et contient les écoulements habituels jusqu'à la crue bisannuelle en moyenne. L'espace que les eaux peuvent occuper lors des plus grandes crues connues est nommé lit majeur. Au sein de ce lit majeur, on peut rencontrer ce que l'on appelle des « annexes hydrauliques » qui sont des milieux en eau tout ou partie de l'année, en fonction de l'hydrologie. Ces annexes peuvent être des bras morts, des prairies inondables, ou des zones humides. (voir fig. suivante).



Partie 4 - Figure 2 : la zonation transversale des cours d'eau – Source : <http://www.syndic.rivieres.org/ecoloriv4.htm>

**Fig :** Zonation transversale des cours d'eau. Source : Guide Technique « cours d'eau et ponts », SETRA, Juillet 2007

Ces annexes hydrauliques sont des milieux subissant des écoulements d'eau plus lents que le lit mineur, et donc, leur morphologie et les habitats qu'elles génèrent sont substantiellement différents de ceux des eaux courantes. Enfin, insistons sur le fait que cette description n'est pas « figée », en ce sens que lit mineur, lit majeur, et annexes hydrauliques sont en évolution et en communication physique et biologique constante.

- La zonation verticale

On ne peut pas parler des eaux de surface sans parler des échanges constants que l'on a entre les eaux de surface et les eaux souterraines, et en particulier de l'interdépendance entre les cours d'eau et leur nappe d'accompagnement. La partie visible par l'homme d'un écosystème aquatique est, bien sûr, les eaux superficielles, sans que doivent être ignorées des masses d'eau souterraines qui leur sont le plus souvent associées. Ainsi, les nappes d'accompagnement des cours d'eau, présentes jusque sous les lits majeurs des cours d'eau, entretiennent des relations étroites avec les eaux superficielles, que ce soit en termes d'échanges d'eau qu'en termes de communication biologique. De même, la présence d'une zone humide est liée à un engorgement des sols provoqué par l'affleurement d'une nappe. Les eaux souterraines conditionnent donc, en partie, la présence des eaux superficielles et façonnent ainsi l'habitat aquatique.



#### - 1.1.4- Biocénose

Comme on l'a vu, il s'agit de groupement d'êtres vivants ( bactéries, champignons, plantes, animaux) se développant dans des conditions de vie déterminées (le biotope) et unis par des liens d'interdépendance. Il y existe une cascade d'échanges trophiques (alimentaires) dans ce milieu peuplé de végétaux et d'animaux. Chaque organisme est prédateur du maillon précédent et proie du maillon suivant. La boucle du cycle se referme par la décomposition de la matière organique (cadavres) en matières minérales, ce qui est assuré par les détritivores et les bactéries.

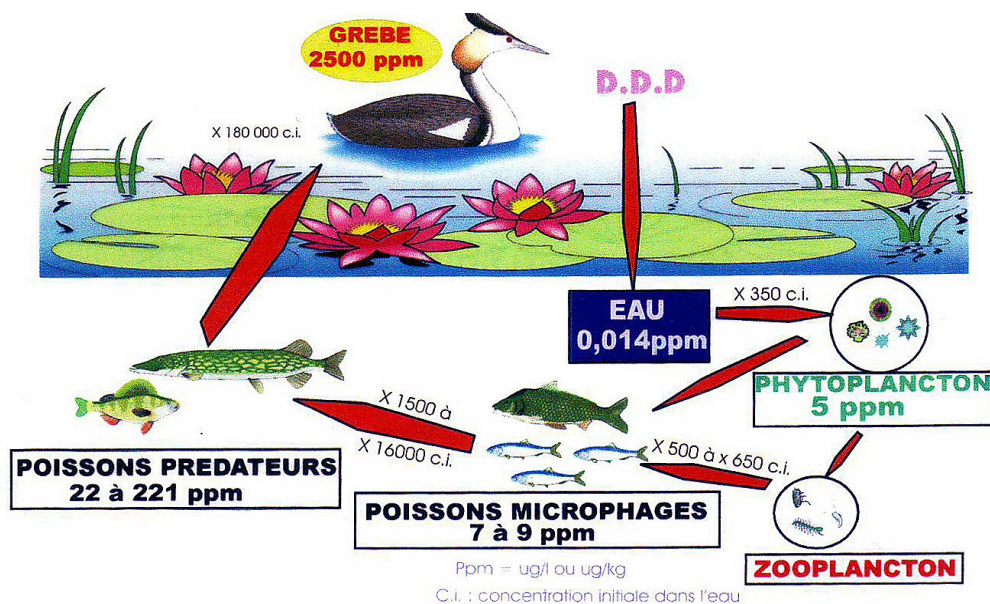
Cette chaîne d'échanges entre les différents « niveaux biologiques » de l'eau, significative de la qualité que doit avoir l'eau pour maintenir la pérennité d'une telle organisation biologique, est à l'origine de phénomènes de bio-concentrations de toxiques qui montrent la prise en compte des milieux aquatiques dans la conception, la réalisation, et la conception d'ouvrage. Un exemple en est donné par les effets du rejet du DDD (Dichloro-Diphényl-Dichlorométhane), qui est un produit de dégradation du DDT, insecticide développé dans les années 1940. Il est transporté par l'air et les eaux de ruissellement pour aboutir dans les eaux de surface.

Ainsi, le Clear Lake, zone de loisirs en Californie, a connu les effets d'une pulvérisation du DDD pour lutter contre la prolifération d'un moucheron. Il a contaminé toute la chaîne alimentaire du lac en s'accumulant dans les organismes vivants. Plus on monte dans la chaîne alimentaire, plus les concentrations rencontrées sont élevées. Ainsi, la population de grèbes<sup>2</sup> est passée de 3 000 individus à 60, la plupart des oiseaux étant stériles.

Voir Figure page suivante, extraite du Guide Technique du SETRA, op.cit.

---

2 Grèbe : oiseau palmipède vivant dans les étangs



Partie 4 - Figure 4 : exemple de bio-concentration d'un insecticide dans le « Clear Lake » aux Etats Unis – Source : Hunt et Bischoff, 1960

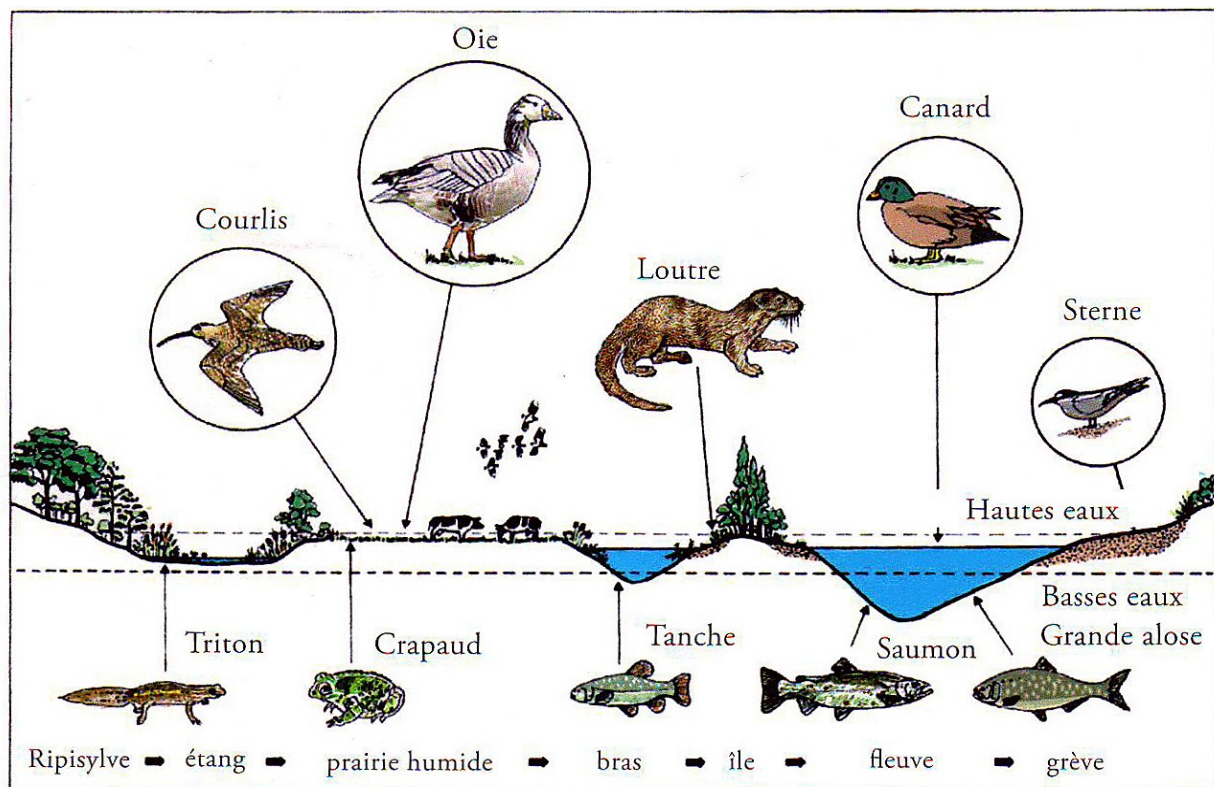
Les parties peu lisibles de l'illustration signifient :  
 -ppm : ug/l (unité-gramme par litre) ou ug/kg  
 -Ci : concentration initiale

### - 1.1.5- Faune inféodée aux milieux aquatiques

Nous serons assez brefs sur ce point, ne tenant pas à faire de ce rapport une encyclopédie de la faune et flore aquatiques. Il s'agit simplement de donner quelques exemples, plus ou moins familiers.

- zooplancton : animaux ou larves d'animaux aquatiques de très petite taille ( qq microns à qq mm), flottant dans la masse d'eau et se déplaçant au gré des courants. Exemple : protozoaires ;
- Invertébrés : le plus souvent, insectes réalisant le premier stade de leur vie sous forme de larve dans le milieu aquatique : éphémères, odonates, diptères. D'autres vivent en permanence dans ces milieux : moules d'eau douce, dytiques, nêpes, gyrins, etc. ;
- batraciens : leur reproduction dépend de la présence de milieux aquatiques. Ils sont particulièrement dépendants des annexes hydrauliques : crapauds, grenouilles, tritons, salamandres, etc. ;
- oiseaux : les milieux aquatiques sont souvent pour eux des lieux de vie ou des terrains de chasse : cingle plongeur, martin pêcheur, canards, hérons, etc. ;
- poissons : par définition, totalement dépendants du milieu aquatique : truite, saumon, brochet, perche, carpe, gardon, etc. ;
- mammifères : utilisant le milieu comme lieu de vie et terrain de chasse :

musaraigne aquatique, castor, loutre, etc.



Partie 4 - Figure 5 : la faune inféodée au milieu aquatiques – Source : Agir pour les zones humides, ministère de l'Environnement

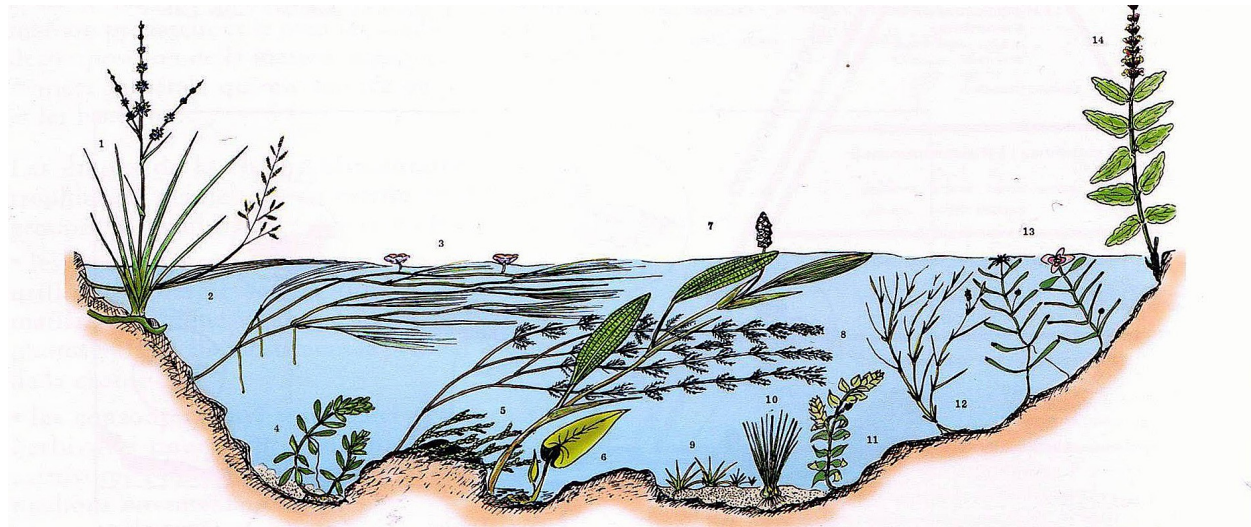
Fig : Faune typique des milieux aquatiques. Source : Guide Technique du SETRA, op.cit.

#### - 1.1.6- Flore inféodée aux milieux aquatiques

Les principaux embranchements et classes du règne végétal représentatifs des milieux aquatiques sont les suivants :

- phytoplancton : algues microscopiques qui flottent dans la masse d'eau et se déplace au gré des courants. Exemples : diatomées, chlorophycées, cyanophycées, etc. ;
- hélophytes : végétaux possédant un système racinaire poussant dans la vase, sur les berges des cours d'eau et dans les annexes hydrauliques : carex, joncs, roseaux, etc. ;
- hydrophytes : végétaux développant leur appareil végétatif dans la masse d'eau ou à la surface de celui-ci : nénuphars, callitriches, potamots, etc. ;
- herbacées : sur les berges des cours d'eau et dans le lit majeur: ray-grass, chiendent, etc. ;

- ligneux : arbustes et arbres que l'on trouve sur les berges des cours d'eau et qui constituent la partie dominante de la ripisylve (voir infra) : fusain d'Europe, cornouiller sanguin, nerprun purgatif, saules, aulne glutineux, frênes, etc.



1:rubanier	5:fontinelle	8:myriophille à fleurs alternées	11:potamot à feuilles denses
2:glycérie flottante	6:nénuphar jaune	9:litorelle des marais	12:potamot chevelu
3:renoncule flottante	7:potamot des rivières	10:isoète lacustre	13:callitriches
4:élodée			14:salicaire

Fig :Schéma de la répartition de la végétation dans une rivière à cours rapide.  
Source : F. Ramade, Ecologie appliquée, Ediscience international, 1989.

Sur les bords des cours d'eau, les strates herbacée, arbustive et arborescente forment ce que l'on appelle la *ripisylve*, qui joue un rôle très important, aussi bien au niveau physique (stabilisation des berges) que physico-chimique (épuration des eaux) ou écologique (corridor et habitat très important, notamment pour l'avifaune). Dans le cas où la ripisylve s'étend jusque dans le lit majeur et devient plus étendue, elle se nomme forêt alluviale, et possède de plus une utilité dans le ralentissement et le laminage des crues.

## - 2- Vision plus académique des systèmes dulçaquicoles

### Écosystèmes dulçaquicoles

Les écosystèmes dulçaquicoles comprennent les milieux limniques, stagnants, et les cours d'eau. Les écosystèmes limniques continentaux - lacs et étangs - ont été parmi les premiers étudiés, car leur relative pauvreté en espèces facilite l'établissement des liens trophiques ; par ailleurs, les eaux stagnantes constituent des entités bien délimitées.

Dans les écosystèmes limniques, la production primaire, d'origine planctonique, apparaît en général plutôt faible, inférieure à celle des écosystèmes terrestres environnants. C'est plus spécialement le cas, bien entendu, des lacs oligotrophes de montagne.

Une seconde caractéristique des écosystèmes aquatiques à dominante planctonique est le fort rendement écologique de croissance des organismes qui constituent le niveau des consommateurs herbivores. La cause en est double : d'une part, un taux d'assimilation élevé en rapport avec la faible proportion de cellulose dans le phytoplancton - et inversement sa forte teneur en protéines ; d'autre part, le fait que les consommateurs sont tous des hétérothermes, qu'ils soient crustacés, rotifères ou même poissons, et jamais des vertébrés homéothermes.

Le phytoplancton étant presque complètement consommable par les herbivores planctoniques, cela diminue l'importance des chaînes partant des détritivores - dont le rendement est toujours faible - ainsi que la quantité de matière végétale « non utilisée », c'est-à-dire en fait décomposée par les micro-organismes : la proportion de matière végétale ainsi consommée à l'état vivant atteint 90% dans le cas du phytoplancton d'un lac oligotrophe contre bien moins de 10% dans une forêt.

La faible part de la végétation « non utilisée » jointe au fort rendement écologique de croissance des herbivores conduisent dans les milieux aquatiques à des rendements de transfert élevés du niveau des producteurs à celui de leurs consommateurs : ces rendements atteignent ainsi des valeurs de l'ordre de 0,05 à 0,15 et parfois même davantage (fig. 2). En revanche, entre le niveau des herbivores et celui des carnivores, les transferts d'énergie ne sont pas très différents de ce qu'ils sont dans les écosystèmes terrestres : les exemples étudiés les révèlent compris entre 0,05 et 0,22. Mais, l'originalité des milieux limniques réapparaît si on considère le taux de renouvellement de la biomasse, qui fait intervenir le facteur temps dans les transferts d'énergie. Dans le milieu aquatique dominant, en effet, des espèces de petite taille - copépodes, rotifères, cladocères par exemple - et aussi des organismes unicellulaires, notamment le phytoplancton, dont la vie moyenne est particulièrement courte.

Il en découle que le renouvellement de la biomasse est nettement plus rapide dans les écosystèmes aquatiques que dans les écosystèmes terrestres. Le fait est particulièrement net pour le niveau des producteurs. Là, comme nous l'avons signalé, un rôle souvent dominant revient aux organismes microscopiques du phytoplancton, dont la durée de vie ne dépasse pas quelques heures en période chaude et, même en période froide, n'excède que rarement une ou quelques semaines. Les taux de renouvellement annuels P/B atteignent alors et dépassent même des valeurs de plusieurs dizaines.

On est loin évidemment des valeurs observées pour les plantes des milieux terrestres, qui sont de l'ordre de 1 pour les herbes, et descendent souvent à bien moins de 0,1 pour les arbres, correspondant ainsi à des durées de vie moyenne de l'ordre de 1 an à plus de 30 ans, respectivement.

Le taux de renouvellement élevé de la biomasse des producteurs se traduit par une pyramide des biomasses à base relativement étroite par rapport à celle des écosystèmes herbacés et plus encore forestiers. Il ne faut toutefois jamais perdre de vue que les considérations qui précèdent ne concernent que les éléments visibles et facilement dénombrables des biocénoses. Les micro-organismes, qu'il s'agisse des bactéries ou des protozoaires, ne sont le plus souvent pas pris en compte, ce qui, évidemment, fausse grandement la conception de niveau trophique. Dans la réalité, ces micro-organismes jouent pourtant un rôle essentiel dès le niveau des consommateurs primaires : les protozoaires, en se nourrissant de phytoplancton, et surtout les bactéries, en utilisant la matière organique et la cellulose des végétaux. Le rôle de ces dernières sera donc d'autant plus important que les végétaux comporteront une part plus grande non ou difficilement assimilable par les herbivores, ce qui est le cas essentiellement des végétaux terrestres et, en milieu aquatique, des macrophytes.

De fait, toutes les remarques faites jusqu'ici se rapportent essentiellement aux milieux limniques où la production primaire est due au phytoplancton. Tel n'est plus le cas lorsque la profondeur est très faible et que des macrophytes, tels que nénuphars, massettes, roseaux, prennent une part importante dans la production primaire. La situation se rapproche alors de celle des milieux terrestres herbacés, car ces végétaux ne sont que très partiellement consommés par les herbivores. La production primaire de tels écosystèmes est plus élevée que celle des écosystèmes à dominante planctonique, mais les chaînes de détritivores deviennent prépondérantes, avec un mauvais rendement écologique de croissance et un taux de renouvellement faible si l'on ne considère pas les bactéries.

On peut remarquer que les écosystèmes d'eaux courantes tant soit peu rapides, qui ne permettent pas le développement du plancton et qui, par ailleurs, peuvent recevoir, en provenance des écosystèmes terrestres environnants, des apports importants de débris végétaux riches en cellulose et en lignine, se comportent un peu comme des chaînes de détritivores.

## **- 2.1- Milieux aquatiques et pollutions : quelques généralités, à titre d'introduction**

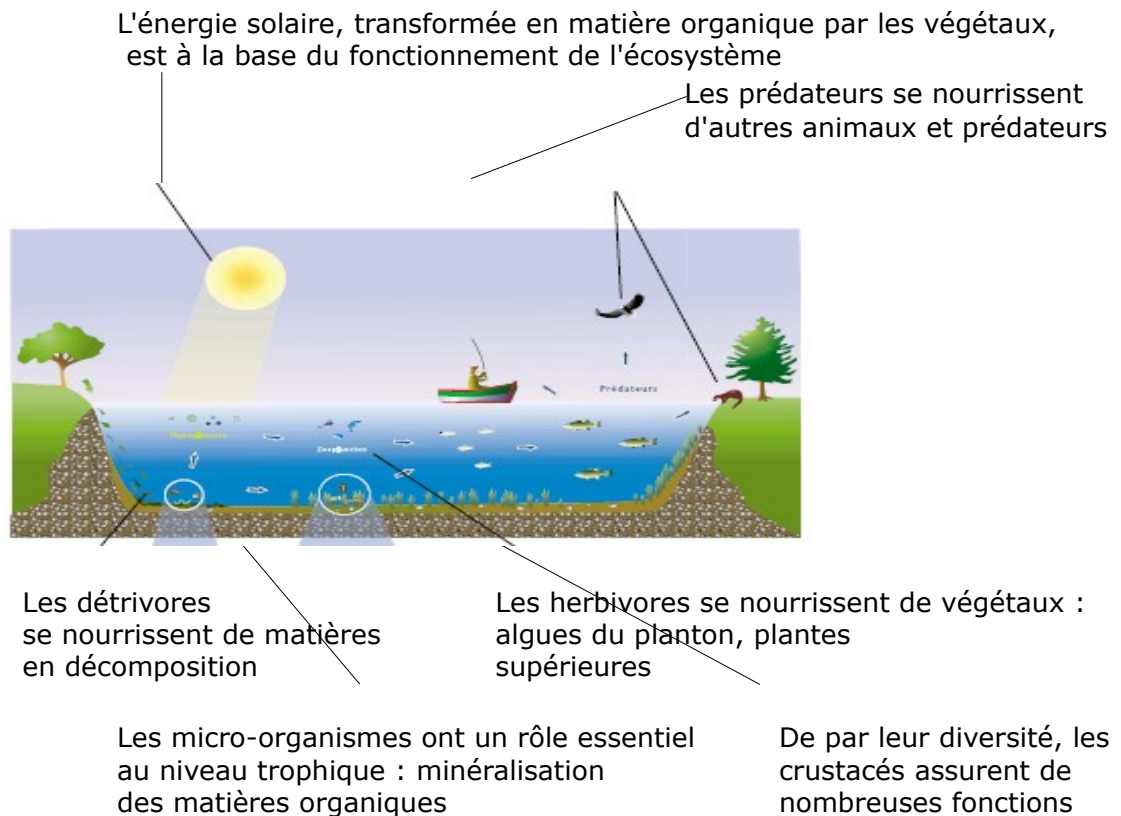
### L'eau douce est une ressource précieuse

L'hydrosphère (ensemble des eaux continentales et marines présentes sur Terre) représente environ 70 % de la surface du globe. L'eau douce ne représente cependant que 2,8 % de l'hydrosphère, et l'essentiel (2,15 %) se trouve sous forme de glace, au niveau des calottes polaires. Seule l'eau des nappes phréatiques et des eaux de surface (soit seulement 0,6 % de l'hydrosphère, peut être utilisée pour les besoins de l'homme. Cette très faible proportion d'eau douce exploitable, vitale, est également la plus vulnérable aux perturbations de l'environnement.

### Quelques chiffres, à titre indicatif.

- Un habitant d'une grande ville française utilise en moyenne 150 l/j ;
- Il faut environ 1000 kg de végétaux pour « fabriquer » 1 kg de poisson carnivore (brochet, saumon, etc.) ;
- Au niveau mondial, la pêche et l'aquaculture fournissent plus de 15 % de l'apport total en protéines dans l'alimentation de l'homme.

Fig : Fonctionnement schématisé de la chaîne alimentaire



## - 2.2- Polluants et systèmes aquatiques : une version simplifiée

Les polluants de l'environnement sont tous de nature et d'origine très diverses et n'ont pas tous le même impact sur les systèmes aquatiques

Sources des principaux polluants des milieux aquatiques, les activités humaines sont à l'origine d'une grande variété de polluants dont la plupart se retrouvent finalement dans les eaux continentales ou maritimes.





En dehors de points de rejets clairement identifiés (pollution ponctuelle), il existe une pollution issue d'une multitude de petites sources ou de la dispersion à grande échelle de certaines substances (pollution diffuse). Selon leur nature et leur origine, les polluants peuvent concerner des zones géographiques réduites (pollution locale) ou être transportés par l'eau et contaminer l'ensemble de la planète (pollution globale). La grande majorité des polluants est entraînée par ruissellement et drainage dans les cours d'eau, et par infiltration dans les nappes souterraines. Lorsqu'ils sont disséminés par le vent, les polluants retombent inévitablement avec les eaux de pluie, parfois à de grandes distances de leur point d'émission.

### **- 2.2.1- « Définition »: Qu'est-ce, au juste, qu'un polluant?**

Un polluant est une substance naturelle ou issue des activités humaines, qui, quand sa présence est en quantité trop importante dans l'environnement, peut avoir des effets nocifs sur les êtres vivants. Selon le médecin alchimiste Paracelse, (XVe siècle), « c'est la dose qui fait le poison ». Cette observation s'applique aux polluants, certains étant actifs à des doses extrêmement faibles : de l'ordre du milliardième de gramme par litre d'eau.

Une grande variété de polluants:

Les activités humaines sont à l'origine de nature :

- physique : matières en suspension (MES), eau chaude, éléments radioactifs ;
- organique : organismes et déchets en décomposition ;
- biologique : bactéries, virus, champignons, etc. ;
- chimique : engrais et fertilisants, hydrocarbures, pesticides, métaux, détergents, solvants, médicaments, produits vétérinaires, etc.

### **- 2.2.2- Cheminement des polluants dans les milieux aquatiques.**

Dans ceux-ci, les polluants peuvent suivre différents trajets. Certains sont dégradés très rapidement par des réactions chimiques, parfois sous l'effet de la lumière, ou encore grâce à l'intervention de micro organismes (biodégradation). D'autres polluants, dits persistants, contaminent durablement les milieux aquatiques, soit en restant dans l'eau et surtout dans les sédiments, soit en passant dans les organismes vivants et, dans certains cas, en s'accumulant dans les chaînes alimentaires (bioaccumulation).

La capacité d'auto-épuration d'un écosystème aquatique dépend de sa structure physique, de sa composition biologique (nombre d'espèces présentes), et de la qualité de son fonctionnement.



*Exemple de transfert et d'accumulation de la dioxine dans une chaîne alimentaire. La concentration de polluant augmente à chaque maillon de la chaîne*

Quelques éléments d'ordre anecdotique:

- il existe plusieurs centaines de milliers de substances chimiques créées par l'homme. L'avenir nous dira lesquelles méritent le label de « polluantes »... ;
- dès l'antiquité, les glaces du pôle Nord étaient polluées par le plomb issu des ateliers romains ;
- actuellement, près de 36 % des revenus du prix de l'eau potable sont utilisés pour financer le coût de la dépollution des eaux après usage.

Cette entrée en matière, quelque peu « ludique », étant faite, voici à présent une synthèse d'une intervention d'un membre du Muséum National d'Histoire Naturelle, spécialisé dans l'évolution des systèmes naturels et modifiés, et dans la gestion de la biodiversité.

**- 2.3- Gestion et politique de l'eau au 20<sup>è</sup> siècle (Point de vue de JC.Lefevre, MNHN) :**

« Tributaire de l'eau comme tous les organismes vivants, l'homme a

fondé ses civilisations le long des fleuves , a utilisé l'eau comme moyen de transport, l'a asservie pour fournir l'énergie hydraulique nécessaire au développement de son industrie... ou pour évacuer ses déchets.

Ce faisant, il a payé et continue de payer un lourd tribut à l'eau. Les insectes vecteurs de maladies humaines tels le paludisme, la fièvre jaune, l'onchocercose (responsable de l'affection connue sous le nom de cécité des rivières) ont un stade larvaire aquatique. Il est impossible en raison de leur très grand nombre d'énumérer toutes les maladies d'origine hydrique. Il suffit d'évoquer les noms de poliomyélite, de fièvre typhoïde, de choléra pour comprendre que l'eau peut être vecteur de maladies graves à caractère épidémique.

Ces constats ont rapidement conduit les pays industrialisés à aménager les zones humides et à contrôler les insectes vecteurs de maladies (démoustication). De fait, l'amélioration de la qualité des eaux distribuées tant sur le plan bactériologique que virologique font qu'en France nous sommes loin des grandes épidémies imputables à l'eau et qui défrayèrent la chronique telles les graves épidémies de typhoïde de Lyon en 1898 et en 1928 qui touchèrent respectivement 1000 et 3000 personnes.

### **- 2.3.1- L'eau potable pour tous ?**

Apporter de l'eau à chaque foyer, mettre en place un système de distribution capable de couvrir tous les besoins en eau liés aux activités humaines, est un pari, tenu en moins d'un siècle sur pratiquement l'ensemble du territoire des pays industrialisés. Pari audacieux, car il s'agissait d'aboutir à la distribution d'un produit standardisé, répondant à des normes précises, en particulier au critère de potabilité (le qualificatif de "potable" étant réservé à des eaux dont la composition et les qualités sont telles qu'elles ne portent pas atteinte à la santé des consommateurs.

Une telle ambition se heurte à une série de difficultés dont la plus importante est liée à la distribution variable de la ressource. En effet si, sur notre planète, l'eau est omniprésente, elle est distribuée d'une manière hétérogène sur le plan quantitatif tant dans l'espace (du Sahel à l'Amazonie) que dans le temps, à l'échelon de l'année (saison sèche, saison des pluies) comme à l'échelon interannuel (année dite de sécheresse comme 1976 ou 1989 en France).

L'accroissement démographique de certaines populations du globe et la demande grandissante d'eau en fonction du développement économique rendent les disparités régionales encore plus significatives. Qu'il y ait manque ou excès, il est rare que la ressource s'ajuste aux besoins. De là toute une série de conflits qui peuvent s'exercer localement entre usagers dans un espace donné, voire à l'échelle des nations en cas de litige (emplacement d'un fleuve ou d'une ressource en eau, etc.)

L'autre problème auquel se heurte maintenant la distribution d'eau potable est

la dégradation de nos milieux aquatiques et une pollution des eaux de moins en moins maîtrisable. En fait, la pollution des eaux constitue un facteur primordial de la diminution de disponibilité de cette ressource naturelle. *Elle constitue un des aspects les plus inquiétants de la crise globale de l'environnement* dont est responsable notre « civilisation ».

### **- 2.3.2- Les indicateurs biologiques**

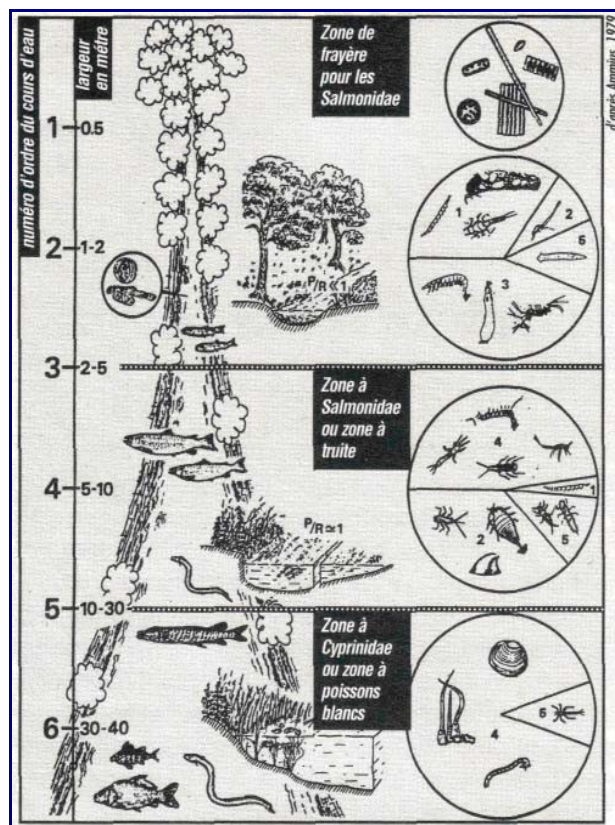
Il est donc très important de connaître le fonctionnement "normal" d'un écosystème aquatique si l'on veut évaluer l'importance de ses dysfonctionnements dus à des pollutions provenant par définition des activités humaines.

Les ruisseaux et les rivières sont le plus souvent bordés d'arbres et d'arbustes. Cette végétation, en occultant la lumière, limite la croissance des végétaux aquatiques (microalgues ou macrophytes tels les roseaux). Inversement en automne, dans nos pays tempérés, les feuilles des arbres de la rive tombent dans les rivières auxquelles elles fournissent d'énormes quantités de matière organique. Cette matière organique plus ou moins transformée par les bactéries et les champignons forme la base de l'alimentation des invertébrés, eux-mêmes consommés par d'autres invertébrés et par certaines espèces de poisson. La composition de la faune varie tout au long du cours d'eau en fonction notamment de l'importance de la matière organique. Les communautés d'espèces qui caractérisent une portion de cours d'eau vont être fortement modifiés si des apports supplémentaires ou des polluants sont amenés par les ruisseaux.

Ce constat est à la base de l'utilisation "d'indices biotiques" pour apprécier de façon synthétique le degré de pollution des cours d'eau. Globalement ces indices biotiques sont déterminés sur la base de données sur la faune recueillies dans des conditions précises et normalisées (largeur du cours d'eau, zone écologique, altitude, nature géologique, granulométrie, couverture végétale, vitesse du courant, turbidité, couleur de l'eau...).

Pour chaque faciès "eau courante" ou "eau calme" d'une même station, on détermine le nombre d'unités systématiques d'invertébrés. Les indices biotiques des deux faciès sont déterminés séparément à l'aide de critères standard et permettent de déterminer par exemple l'ampleur de la pollution causée par l'arrivée d'un effluent dans une rivière.

L'intérêt de cette méthode est de pouvoir déceler par des analyses biologiques appropriées les altérations provoquées par des perturbations temporaires, donc rarement décelables par analyse chimique. De plus, la synthèse incessante de substances nouvelles, souvent actives à des doses très faibles (éléments-traces ou micropolluants, rend difficile la mise au point rapide de méthodes de détection spécifiques, ce qui justifie la recherche de procédures d'appréciation synthétique du degré de pollution .



Représentation schématisque d'un cours d'eau montrant la variation continue de l'amont vers l'aval au sein de l'écosystème.

### - 2.3.3- La pollution de l'eau

Le Ministère de l'environnement en 1978 estimait que la pollution de l'eau était due à deux causes essentielles : les rejets industriels responsables de 55% de cette pollution, 45% provenant de l'émission d'eaux usées par les agglomérations.

Les efforts tentés pour résorber ces deux types de pollutions ponctuelles clairement identifiées se sont traduits par la mise en place d'un parc de stations d'épuration (1500 en 1969, 8000 en 1978 et 10157 en 1988 qui desservent 69 % des logements). Celles-ci ont certes aidé à résorber une partie de la pollution industrielle mais, dans les effluents des villes, le traitement de la matière organique fermentescible par la voie biologique aboutit à la minéralisation plus ou moins complète de la matière organique et à des teneurs en nutriments (composés azotés et phosphores notamment) importantes, déversés dans nos lacs et nos cours d'eau. Les composés

minéraux et organiques de l'azote et du phosphore sont considérés comme les facteurs principaux de l'eutrophisation des eaux qui, d'abord identifiée dans les lacs, a gagné toutes les eaux de surface et ce d'autant plus aisément que la politique de barrage pratiquée sur nos cours d'eau a amplifié ce phénomène.

L'eutrophisation ou plutôt la « dystrophisation »<sup>3</sup> des eaux, se traduit par une prolifération des microalgues formant le phytoplancton ("bloom" algaux) et des plantes aquatiques. La mort de ces masses végétales proliférantes et leur accumulation sur le fond se traduit par une demande biologique en oxygène accrue (DBO) qui ne peut plus être couverte en cas d'excès de matière organique. Cette désoxygénation conduit à la production de gaz et de composés caractéristiques des conditions anaérobiques et des phénomènes de réduction qui caractérisent alors le fond du lac. C'est dans ces conditions que sont produits des gaz comme le méthane (CH<sub>4</sub>, gaz des marais), l'hydrogène sulfureux (H<sub>2</sub>S), l'ammoniac (NH<sub>4</sub>), etc.

Ce bouleversement écologique se traduit par la disparition des poissons "nobles" comme les Salmonidae, exigeants en oxygène, et leur remplacement par des espèces telles les brèmes. Par ailleurs, la qualité des eaux s'en ressent en termes de matériaux flottants, de matières en suspension, d'odeur, de couleur, de toxines, de transformation des sels de fer, de manganèse rendant difficile l'utilisation d'une telle eau à des fins alimentaires.

S'il faut insister sur ce fait, c'est parce qu'à partir des années 1970, en fonction de la véritable révolution agricole qu'a connu notre pays, le renforcement des teneurs en substances nutritives dans nos rivières s'est effectué sournoisement sous forme d'une pollution diffuse provenant des bassins versants transformés en termes de paysage et d'usage du sol pour répondre aux exigences d'intensification des productions végétales et animales souhaitées par les politiques agricoles nationales et communautaires (PAC).

### **- 2.3.4- Perspectives**

Les situations les plus sombres sont parfois pleines d'enseignement. Nous comprenons maintenant que la pollution des milieux aquatiques peut être en partie contrôlée par un réaménagement des bassins versants (construction de fossés-talus boisés perpendiculaires à la pente), par une protection et une réhabilitation des zones humides de fond de vallée qui, dans certaines conditions, fonctionnent gratuitement comme dans des usines de dénitrification. Nous sommes obligés également de réfléchir à la capacité d'accueil de notre territoire vis-à-vis de certaines activités (6 millions de porcs produisent la pollution qui serait rejetée par 18 millions d'habitants. (On parle dans ce cas d'"équivalent habitant"). La pollution des eaux n'est pas un mal nécessaire. Elle est au contraire le révélateur d'approches trop sectorielles et de visions à court terme qui vont à rencontre d'un développement économique durable.

---

<sup>3</sup> Jeu de mots : eutrophisation correspond à « bien nourri », dystrophisation, à « mal nourri » (racines grecques)

Elle constitue aussi une révolution sur le plan politique en montrant l'obligation d'agir à une échelle régionale : on ne saurait, sans risques pour l'avenir, subventionner le remembrement ou le développement d'élevages hors-sol sans prendre en compte leurs répercussions sur la gestion des ressources en eau. »

*Ainsi se présente la situation de la politique de l'eau et de sa gestion (en Europe tout du moins). L'urgence de mesures environnementales n'est plus à démontrer, comme il en ressort de cette synthèse d'article.*

### **- 3- politique et pratique générales menées dans l'hexagone en matière de pollution d'origine routière**

Le plan apporté dans cette rubrique est le suivant :

- Dans un premier temps, nous nous cantonnerons dans la politique routière liée à la circulation, et aux aléas liés à des phénomènes exogènes affectant les plans d'eau, en passant en revue les aspects réglementaires, les méthodes d'évaluation de la ressource « eau », les caractéristiques des pollutions chronique, saisonnière, et accidentelle. Nous donnerons pour mémoire une brève description des ouvrages de protection, et leur domaine d'emploi.
- En deuxième lieu, nous parlerons (ce qui peut sembler paradoxal, compte-tenu de l'ordre chronologique des deux volets), le problème que posent les chantiers routiers, dans leurs impacts sur les milieux aquatiques.

Ces deux volets sont détaillés dans les guides du SETRA : « pollution d'origine routière » et « chantiers routiers et préservation du milieu aquatique ». L'ordre dans lequel ces deux volets ont été traités tient surtout au fait que le premier ouvrage a l'avantage de situer la problématique dans un contexte plus général qu'elle ne l'est dans le second, où l'accent est surtout mis sur l'aspect juridico-légal.

#### **- 3.1- Pollution d'origine routière – retombées sur le milieu aquatique en phase d'exploitation d'un ouvrage routier - .**

## **- 3.2- Cadre législatif et réglementaire**

Les infrastructures routières sont assujetties, depuis le 1er Mars 2007, aux réglementations dont la teneur suit :

### **- 3.2.1- Code de l'environnement et Directive Cadre Eau ( DCE )**

Pour l'essentiel, mentionnons que des outils de planification, dotés d'une valeur juridique, ont été créés : au niveau de chaque bassin, les orientations fondamentales sont définies dans les SDAGE (Schémas Directeurs d'Aménagement des Eaux) ; par ailleurs, au niveau des sous-bassins, les objectifs particuliers sont énoncés dans les SAGE (Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux). Il a été fait mention, de façon générale, d'une réforme des SDAGE en 2008-2009, ce qui permettra d'entériner l'utilisation de nouvelles grilles d'évaluation, telles qu'elles sont définies dans la circulaire DCE-2006-20012.

Par ailleurs, une police de l'eau avec un renforcement des sanctions, prévues par le Code de l'Environnement, réprimant l'atteinte à la ressource « eau », a été mise en place. Son objectif essentiel est de préserver le bon état des milieux aquatiques.

Actuellement, le contexte législatif et réglementaire est défini par la directive 2000/60/DCE du 23 Octobre 2000, transposée par la loi 2004-338 du 24 Avril 2004. Celle-ci a pour objectif d'établir un cadre général pour la protection des eaux continentales, souterraines et côtières.

Afin de permettre que soit retrouvé un bon état des eaux, d'un point de vue écologique d'ici 2015, la DCE fixe quatre grands principes :

- Le principe de gestion par bassin versant : des réseaux de surveillance de la qualité des eaux de surface et souterraines, et des contrôles de rejets dans les eaux de surface, doivent être mis en œuvre dans chaque bassin versant ;
- le principe de planification et de programmation des actions : des plans de gestion et des programmes de mesure doivent être établis pour permettre la réalisation des objectifs gouvernementaux ;
- le principe de récupération des coûts : le coût global doit tenir compte des coûts environnementaux qu'impose la bonne gestion de la ressource « eau » ;
- le principe de participation du public : toutes les parties concernées doivent pouvoir participer activement : les plans de gestion devront être publiés et soumis au public.



### **- 3.2.2- Code de la Santé.**

Dans son livre III, titre 2 (« protection de la santé et environnement »), le Code de la Santé publique fixe les règles concernant les eaux destinées à la consommation humaine. Il définit la qualité de ces eaux et leur contrôle, les modalités de gestion des zones de captage, les règles de forage.

### **- 3.3- Milieux concernés**

#### **- 3.3.1- Eaux de surface**

Sont considérées comme eaux de surface les eaux superficielles courantes, les eaux superficielles stagnantes, et les eaux littorales. Ces dernières ne sont pas traitées dans le présent rapport.

Ces eaux ne doivent pas être considérées uniquement en termes de ressource en eau, mais comme des écosystèmes. Ainsi, les paramètres à prendre en compte ne sont pas simplement les paramètres physico-chimiques (pH, polluants, oxygène dissous, etc.) et physiques (morphologie des cours d'eau, régime hydraulique, etc.) mais également des paramètres biologiques (faune piscicole, plantes aquatiques, invertébrés aquatiques)

#### **- 3.3.2- Eaux souterraines**

Celles-ci sont alimentées par infiltration des précipitation, par échange avec un cours d'eau, ou drainage d'un autre aquifère. Elles sont à considérer prioritairement sur la bases de leurs caractéristiques physico-chimiques (minéralisation, teneur en polluants, etc.).

#### **- 3.3.3- Zones humides**

Au sens juridique, la loi sur l'eau définit les zones humides comme « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire » ; la végétation est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année.

Les zones humides participent à la biodiversité, à l'auto-épuration de l'eau, et

contribuent à l'atténuation de l'effet des crues, et au soutien des périodes d'étiage.

### **- 3.4- Impacts liés à l'infrastructure routière**

Les perturbations engendrées par la réalisation, puis l'exploitation du réseau routier, concernent les eaux de surface, les eaux souterraines, et les zones humides.

D'une manière générale, les impacts potentiels concernant les milieux traversés peuvent être engendrés par la modification d'un bassin versant et la concentration des débits, la modification du lit mineur d'un cours d'eau, les rabattements de nappes et la pollution d'origine routière.

Cette dernière se manifeste sous les quatre aspects suivants :

- la pollution chronique : elle est véhiculée par les eaux de ruissellement lessivant la chaussée. Les sources de pollution sont classiquement les carburants, les huiles, l'usure des freins, les pneus, la corrosion des véhicules mais aussi l'usure de la chaussée ;
- la pollution saisonnière : pour l'essentiel, il s'agit de la pollution générée par l'utilisation de fondants routiers en hiver, ou de produits phytosanitaires d'entretien ;
- la pollution accidentelle : elle est consécutive à un accident de circulation avec déversement de matières polluantes, voire dangereuses, avec des conséquences de gravité dépendant de la nature et quantité du produit déversé, mais aussi du milieu susceptible d'être contaminé ;
- la pollution en phase de travaux : celle-ci sera traitée dans une rubrique particulière. On se contentera ici de mentionner le fait que les chantiers peuvent perturber, parfois très fortement, les milieux, sous l'effet du décapage des sols, et de leur érosion par les eaux de pluie, de la chenalisation temporaire ou définitive des cours d'eau, des dérivations temporaires de ceux-ci, de l'usage de liants hydrauliques, de l'entretien des engins de travaux, de la présence de centrales de fabrication de matériaux, ou de la réalisation de déblais ou de trémies.

Les perturbations qui surviennent sont essentiellement des dépôts de fines et des transformations des qualités physico-chimiques des cours d'eau, des altérations des propriétés de la couche géologique, des modifications des conditions d'écoulement et des régimes hydrauliques, etc. (sans oublier la migration de substances dangereuses telles que certains hydrocarbures).

## **Réalisation d'une cartographie**

La représentation cartographique de la vulnérabilité est faite sous la forme d'un habillage, pour la vue de dessus de l'infrastructure, sous forme d'un ruban de couleurs. Il est nécessaire de reporter sur les bords de la carte un synoptique de la vulnérabilité des eaux souterraines, et de la vulnérabilité des eaux de surface, pour que puisse être défini les niveaux d'étanchéité des ouvrages.

La carte figurant page suivante illustre l'application de la méthode d'évaluation de la ressource « eau », sur un projet d'aménagement autoroutier. Les informations locales disponibles, prises en compte pour la hiérarchisation de la vulnérabilité des eaux souterraines telles que périmètres de protection de captage, nature géologique des sols, etc.

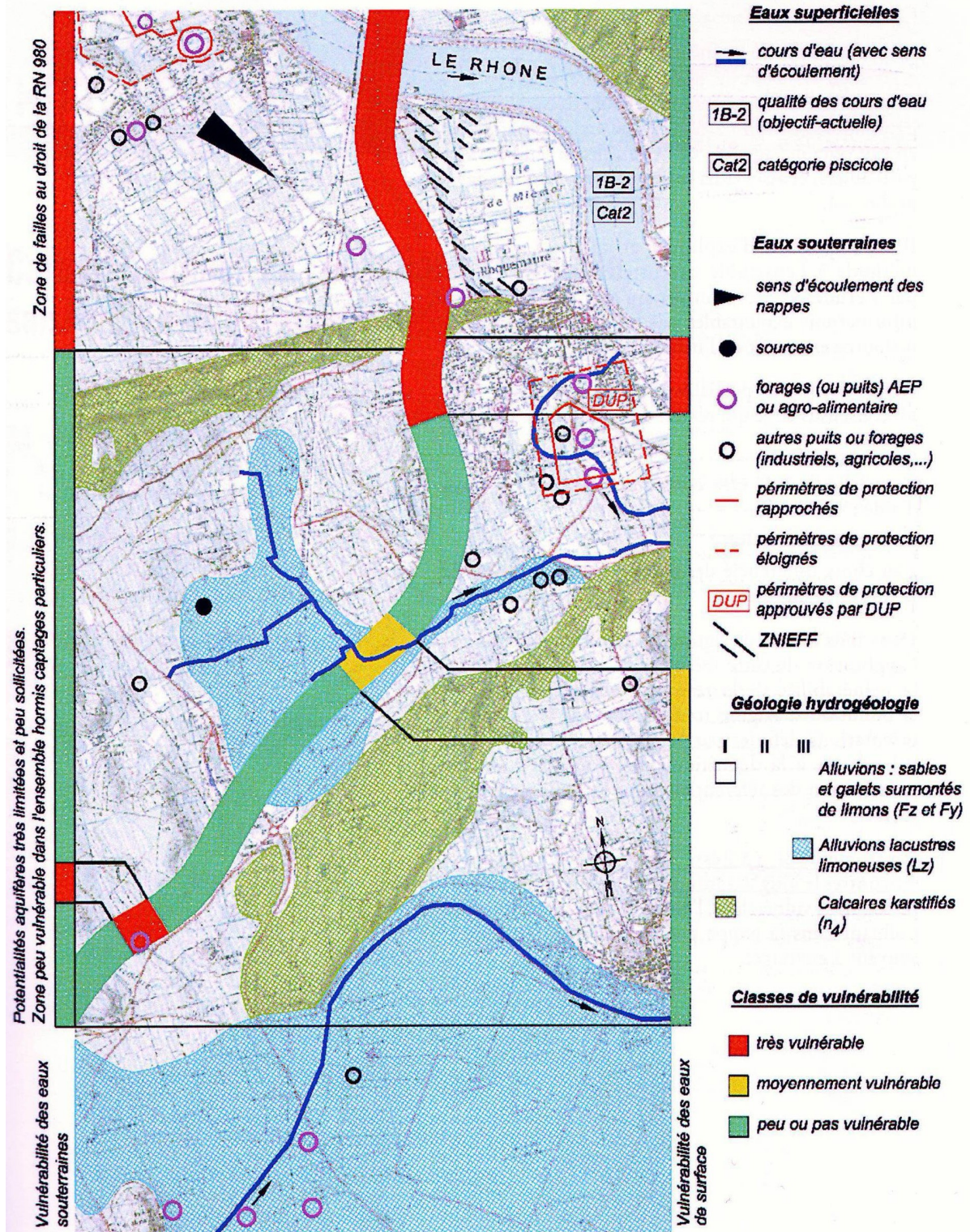
Synthèse partielle, sous forme de commentaires généraux sur ce qui précède

La problématique de la pollution des milieux aquatiques implique le maître d'ouvrage vis-à-vis de nombreux intervenants, à la fois publics (administrations, collectivité locales), parapublics (gestionnaires des réseaux d'AEP, agences de l'eau), privés (industriels, particuliers), et associatifs (défense de l'environnement, pêche, etc.).

La méthode d'étude « d'impact écologique » doit être considérée comme un outil d'aide :

- à la communication ;
- au choix différencié des ouvrages de protection de la ressource en eau.

Cette méthode s'adresse aux « enjeux courants » rencontrés aux abords des infrastructures. Pour les nappes phréatiques vulnérables, l'étude simulée de la



Carte n°1 : cartographie de la vulnérabilité de l'aire de Roquemaure à la RD4

propagation d'un agent polluant dans la nappe est le plus souvent utilisée

### **- 3.4.1- Méthode d'évaluation de la vulnérabilité de la ressource en eau**

Définition : la vulnérabilité de la ressource en eau se définit par *le temps mis par un polluant pour atteindre cette ressource* ; plus ce temps est faible, plus grande est la vulnérabilité.

Une ressource en eau est sensible lorsque l'usage de cette ressource est affectée par la pollution.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées afin de déterminer la vulnérabilité de la ressource en eau : citons la méthode développée par le Bureau de la Recherche Géologique et Minière (BRGM), qui s'appuie sur une analyse multicritère des différents paramètres des aquifères ; citons également, mais surtout, la méthode développée par les Laboratoires Régionaux des Ponts et Chaussées, depuis 1991, sur les bases de laquelle nous nous sommes fondés. Elle s'applique à plus de 1 500 km infrastructures autoroutières et routières.

### **- 3.4.2- Objectifs de la méthode d'évaluation**

celle ci a pour objectifs :

- la définition de la typologie et de la nature des ouvrages à prévoir pour une protection adaptée de la ressource ;
- une hiérarchisation des priorités des objectifs de réhabilitation ;
- une conception et un dimensionnement adaptés des ouvrages de protection de la ressource « eau », tenant compte localement des caractéristiques générales de cette dernière
- le partage, avec les gestionnaires et services de secours, d'une connaissance sur la hiérarchisation et la localisation géographique des différentes zones de vulnérabilité de la ressource « eau », traversées par l'infrastructure.

### **Présentation de la méthode**

Pour apprécier la vulnérabilité de la ressource, plusieurs critères sont à prendre en compte :

- la présence (ou non) d'une Alimentation en Eau Potable (AEP) ;

- la distance de l'infrastructure à l'usage de la ressource « eau » ;
- le nombre d'usages de la ressource ;
- l'objectif de qualité de la ressource ;
- le temps de propagation de la ressource ;
- les enjeux liés à la présence de milieux naturels remarquables : arrêtés de biotopes, zones Natura 2000, etc. ;
- les milieux humides

L'utilisation de ces critères, et les seuils qui leurs sont affectés, permettent d'aboutir à une classification en quatre types de zones pour les eaux de surface et les eaux souterraines :

- zones peu ou pas vulnérables : couleur traditionnellement verte ;
- zones moyennement vulnérables : couleur jaune ;
- zones fortement vulnérables : couleur rouge ;
- zones très fortement vulnérables : couleur noire.

Objectifs de qualité des eaux de surface <sup>4</sup>	-----	-----	USAGES	-----	-----
-----	Sans AEP	Sans AEP	Sans AEP	AEP	AEP
-----	Nombre d'usages à moins de 5 km <sup>5</sup>	-----	-----	1-10 km :	>10 km :
	<2	2-3	>3	<b>ROUGE</b>	<b>JAUNE</b>
1A-1B	<b>JAUNE</b>	<b>ROUGE</b>	<b>ROUGE</b>		
2-3	<b>VERT</b>	<b>JAUNE</b>	<b>ROUGE</b>		

**Tableau donnant les classes de vulnérabilité des eaux de surface.**

Dans un souci de concision, nous ne traiterons pas ici le cas de la vulnérabilité des eaux souterraines : ce volet est traité dans le Guide Technique du SETRA, « pollution d'origine routière », op.cit.

<sup>4</sup> Classes de qualité : voir tableau donné plus loin

<sup>5</sup> Les distances retenues sont fonction du temps nécessaire à la protection et d'intervention. Elles sous-entendent une vitesse d'écoulement du milieu naturel inférieure à 1 m/s. Si la vitesse est supérieure, ces chiffres sont à moduler.

## - 3.5- Caractéristiques des pollutions chronique et saisonnière<sup>6</sup>

### - 3.5.1- Pollution chronique

La pollution chronique, essentiellement liée au trafic (gaz d'échappement, fuites de fluides, usure de divers éléments), est également due à l'infrastructure routière elle-même : usure de la chaussée, corrosion de certains équipements, de sécurité ou de signalisation.

De ce fait, la composition chimique des eaux de ruissellement devient très variable. Elle contient, en effet, aussi bien des traces métalliques (zinc, cuivre, cadmium) que des carburants ou résidus de combustion ou d'altération de carburants (hydrocarbures divers, Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques – désignés par l'abréviation HAP -), des huiles, des caoutchoucs, des phénols, etc.

*Aujourd'hui, il semblerait que le plomb ait pratiquement disparu des rejets de polluants, et n'est plus pris en compte parmi les paramètres utilisés pour la caractérisation de la pollution chronique routière.*

Dans les eaux de ruissellement routières, la majorité des matières polluantes émises se fixent sur les matières en suspension (MES), qui proviennent essentiellement de l'usure des pneumatiques, de la corrosion des véhicules, et de l'usure des chaussées.

Les métaux lourds qui s'accumulent ainsi dans les milieux aquatiques, au niveau du strate sédimentaire, sont progressivement intégrés aux chaînes trophiques (alimentaires), par une bioaccumulation pouvant entraîner une toxicité à plus ou moins long terme.

En ce qui concerne les gaz d'échappement, il est intéressant de se référer ou de consulter le contenu du site Alterre Bourgogne

Il y est fait état, sur la base des conclusions du Citepa (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes et de la Pollution Atmosphérique, des résultats suivants :

#### Les pollutions photochimiques<sup>7</sup>:

Les pollutions photochimiques proviennent en grande partie du trafic routier.

Les oxydes d'azote proviennent principalement de la combustion des combustibles fossiles, et de certains procédés industriels. Les principaux émetteurs en Bourgogne, comme en France, sont , à 60 %, les véhicules

---

6

7 Pollution photochimique : ensemble de réactions complexes menant à la formation d'ozone et d'autres agents oxydants, à partir de polluants « précurseurs », tels que les oxydes d'azote, les Composés Organiques Volatils, sous l'effet du rayonnement solaire Ultra-Violet.

automobiles.

Les émissions régionales d'oxydes d'azote (qualifiés de Nox, - NO ou NO<sub>2</sub> -), ont augmenté de 9% entre 1990 et 1995, mais avaient une tendance à la baisse entre 1995 et 2000.

*Le site ne propose malheureusement pas de données pour la période 2000-2008.*

Pour en revenir à la pollution chronique d'origine routière des milieux aquatiques, cette teneur non négligeable en oxydes d'azotes est à l'origine d'une pollution grave de la ressource « eau », ne serait ce que pour les eaux superficielles. Il y a, entre autres, risque d'eutrophisation, les oxydes d'azote se transformant d'une manière ou d'une autre en nitrates, qui enrichissent de façon exagérée la proximité de la flore, et mènent le milieu considéré à un risque d'asphyxie non négligeable.

### **Charges polluantes**

Il a été montré qu'il existait une relation entre les charges polluantes et divers paramètres tels que trafic, pluviométrie, et caractéristiques des sites. Deux types de sites sont à distinguer : le site ouvert, et le site restreint.

Le site ouvert correspond à une infrastructure dont les abords ne s'opposent pas à la dispersion de la charge polluante par voie aérienne

Le site restreint correspond à une infrastructure dont les abords limitent la dispersion de la charge polluante par voie aérienne. Les obstacles, d'après les études réalisées à ce jour, qui limitent cette dispersion ont une longueur minimale de 100 m, une hauteur supérieure à 1,50 m et sont situés de chaque côté de l'infrastructure, se faisant face. Il s'agit, pour la plupart des cas, de déblais, d'écrans phoniques, de merlons<sup>8</sup>, murs de soutènement, dispositifs de sécurités associés à l'infrastructure,. Les plantations – haies, arbres – ne sont pas considérées comme des écrans.

### **Mesures de protection**

La lutte contre cette pollution consiste à retenir les matières en suspension soit par décantation seule, soit par décantation et filtration. Différents ouvrages sont décrits dans le Guide Technique sus-mentionné.

#### **- 3.5.2- Pollution saisonnière**

Elle se caractérise principalement par des rejets liés à la viabilité hivernale (fondants routiers), ou à l'utilisation de produits phytosanitaires d'entretien.

---

<sup>8</sup> Merlon : partie d'un parapet située entre deux crénaux.



Les fondants routiers les plus utilisés sont le chlorure de sodium et le chlorure de calcium. Ces sels apportent un apport en ions sodium et chlore dépassant rarement les seuils de potabilité des eaux de nappes (sauf dans le cas de dépôts de sels non protégés). Ils ont cependant un impact significatif sur les cours d'eau peu minéralisés, ou d'une sensibilité spécifique, ainsi que sur les eaux closes.

Pour terminer cette partie consacrée à la qualité et la vulnérabilité de la ressource « eau », nous donnons ci-après deux tableaux, donnant les indices de qualité dont il a été fait mention plus haut, en fonction de la teneur en substances éventuellement polluantes, et les usages possible de l'eau en fonction de sa minéralisation et de sa classe de qualité.

Les classes de qualité sont déterminées par des valeurs de référence attribuées à certains paramètres physico-chimiques, biologiques et bactériologiques. Ces classes déterminent la compatibilité des usages avec la qualité mesurée.

	1A	1B	2	3
Conductivité $\mu S/cm$ à 20° C	$\leq 400$	400 à 750	750 à 1 500	1 500 à 3 000
Température	$\leq 20$	20 à 22	22 à 25	25 à 30
pH	6,5 à 8,5	6,5 à 8,5	6 à 9	5,5 à 9,5
MES (mg/l)	$\leq 30$	$\leq 30$	$\leq 30$	30 à 70
O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	$> 7$	5 à 7	3 à 5	milieu aérobie à maintenir en permanence
O <sub>2</sub> dissous en % de saturation	$> 90 \%$	70 à 90	50 à 70	
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	$\leq 3$	3 à 5	5 à 10	10 à 25
Oxydabilité (mg/l)	$\leq 3$	3 à 5	5 à 8	
DCO (mg/l)	$\leq 20$	20 à 25	25 à 40	40 à 80
NH <sub>4</sub> (mg/l)	$\leq 0,1$	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8
NO <sub>3</sub> (mg/l)			$> 44$	44 à 100
N total (Kjeldahl)	$\leq 1$	1 à 2	2 à 3	
Fe (mg/l)	$\leq 0,5$	0,5 à 1	1 à 1,5	$> 1,7$
Mn (mg/l)	$\leq 0,1$	0,1 à 0,25	0,25 à 0,50	$> 1$
F (mg/l)	$\leq 0,7$	0,7 à 1,7	0,7 à 1,7	$> 5$
Cu (mg/l)	$\leq 0,02$	0,02 à 0,05	0,05 à 1	$> 0,05$
Zn (mg/l)	$\leq 0,5$	0,5 à 1	1 à 5	$> 0,001$
As (mg/l)	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	0,01 à 0,05	$> 0,05$
Cd (mg/l)	$\leq 0,001$	$\leq 0,001$	$\leq 0,001$	$> 0,05$
Cr (mg/l)	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$> 0,05$
CN (mg/l)	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$> 0,01$
Pb (mg/l)	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$> 0,0005$
Se (mg/l)	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	0,05 à 0,5
Hg (mg/l)	$\leq 0,0005$	$\leq 0,0005$	$\leq 0,0005$	$> 0,5$
Phénos (mg/l)		$\leq 0,001$	0,001 à 0,05	$> 1$
Détergents (mg/l)	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	0,2 à 0,5	
SEC (mg/l)	$< 0,2$	0,2 à 0,5	0,5 à 1	
Coliformes (Num. 100 ml)	$\leq 50$	50 à 5 000	5 000 à 50 000	
Esch.Con (Num. 100 ml)	$\leq 20$	20 à 2 000	2 000 à 20 000	
Strop.féc. (Num. 100 ml)	$< 20$	20 à 1 000	1 000 à 10 000	
Écart de l'indice biotique par rapport à l'indice normal	1	2 ou 3	4 ou 5	6 ou 7

Tableau n° 17 : grille sur les critères d'appréciation de la qualité des eaux (cf. volume 4 [21])

Tableau : grille de critères d'appréciation de la qualité des eaux.

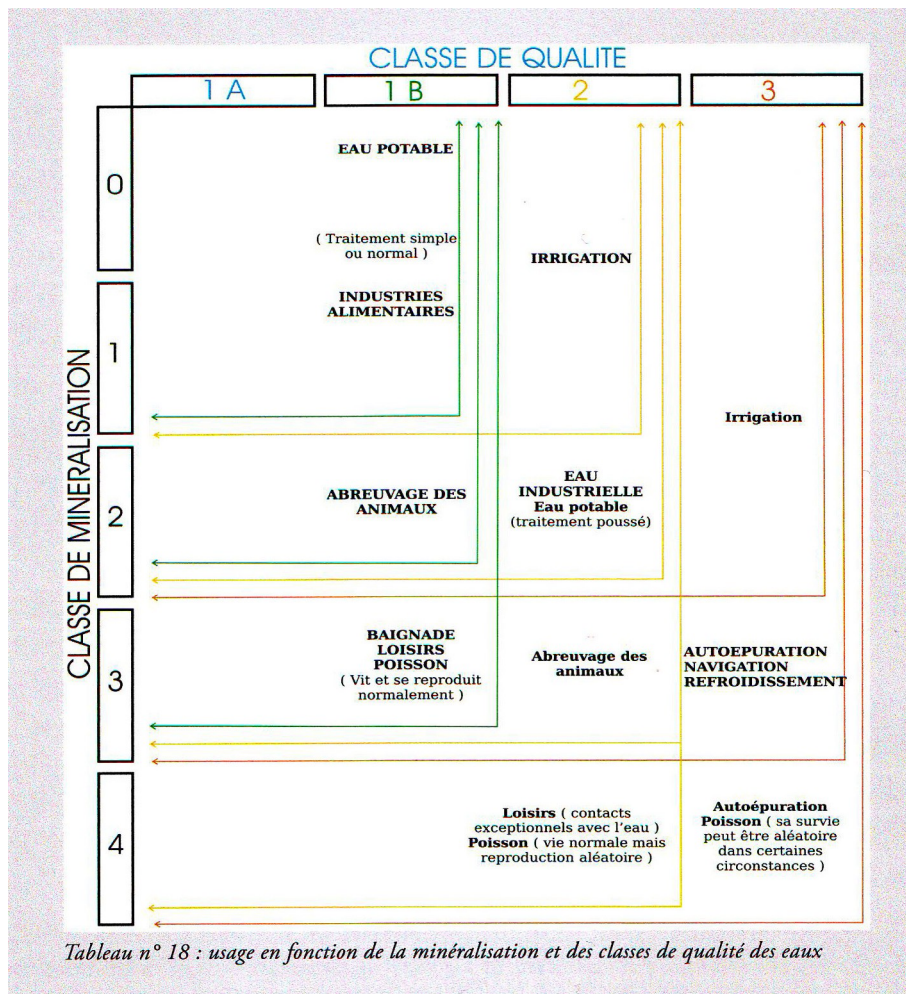


Tableau : usages de l'eau en fonction de sa minéralisation et sa classe de qualité

### - 3.6- Description des ouvrages de protection, et domaines d'emploi

On peut distinguer trois types d'ouvrage de protection contre la pollution routière des milieux aquatiques:

- les fossés, qui offrent une fonction hydraulique et une fonction de traitement ;
- les bassins routiers, avec volume mort, et les bassins hydrauliques de type sanitaire, présentant des caractéristiques communes, et qui doivent être robustes et contenant ;
- les filtres à sables, considérés comme ouvrages complémentaires de traitement de la pollution chronique.

Nous ne décrivons, par souci de concision, que deux ouvrages :

- un fossé enherbé, dont la fonction est la collecte et l'évacuation des rejets des plates-formes ;
- un bief de confinement, appelé à retarder, voire à contenir, une pollution accidentelle de 50 m<sup>3</sup> par temps sec.

### - 3.6.1- Fossé enherbé

Il améliore le piégeage de la pollution chronique, et ralentit la propagation des polluants. La capacité hydraulique de cet ouvrage doit être vérifiée en fonction du niveau de l'écoulement de l'exutoire.

Description (voir schéma ci-après)

- pente au fond nulle ;
- ouverture en gueule inférieure ou égale à 3 m ;
- profondeur (avec un maximum de 1,25 m) définie en fonction du débit à transiter et des règles de sécurité routière ;
- pour le piégeage des particules de taille supérieure ou égale à 100 µm : section hydraulique (section mouillée en m<sup>2</sup>) supérieure ou égale à 5 fois le débit à traiter (exprimé en m<sup>3</sup>/s), surface au miroir<sup>9</sup> (exprimée en m<sup>2</sup>)

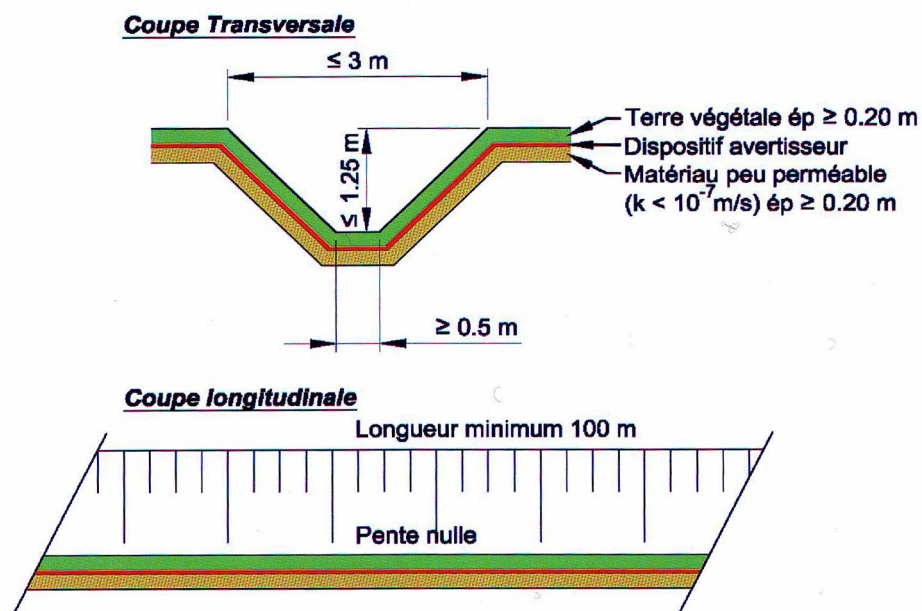


Schéma de principe n° 1: fossé enherbé

<sup>9</sup> Surface au miroir : surface de l'eau à l'air libre

supérieure ou égale à 250 fois le débit à traiter (exprimé en m<sup>3</sup>/s), et longueur de 100 m au minimum

- épaisseur du revêtement peu perméable : d'au moins 0,20 m

Il s'avère :

- peu performant en cas de pollution accidentelle par temps sec ;
- moyennement performant pour pallier la pollution chronique.

### - 3.6.2- Bief<sup>10</sup> de confinement

Rappelons qu'il s'agit d'un fossé retardant ou retenant une pollution accidentelle de 50 m<sup>3</sup> par temps sec.

Description (voir schéma ci-après):

- pente du fond nulle ;
- ouverture en gueule inférieure ou égale à 3 m ;
- longueur comprise entre 80 et 100 m ;
- largeur au fond de l'ordre de 1,20 m ;
- hauteur du volume mort de 0,50 m en-dessous du fil d'eau du déversoir;
- ouvrage d'entrée : permet d'isoler le bief de confinement par temps de pluie, par un dispositif de fermeture et un bipasse, après piégeage de la pollution accidentelle .
- Ouvrage de sortie : déversoir muni d'une cloison siphonide. Il est approfondi par rapport au fond du bief de confinement. Le débit décennal doit s'évacuer par surverse au dessus du seuil de déversement ;
- épaisseur du revêtement peu perméable d'au moins 0,30 m.

Les performances d'un tel ouvrage peuvent être résumées comme suit :

- peu performant en cas de pollution saisonnière ;
- peu performant en matière de régulation du débit ;
- moyennement performant en cas de pollution chronique ;
- hautement performant en cas de pollution accidentelle par temps sec.

---

<sup>10</sup> Bief : en fait, l'usage de ce mot est réservé au canal amenant l'eau entre deux écluses. Il s'agit là d'un emploi spécifique au langage des Travaux Publics, mais auquel on trouve un sens au vu du schéma de vue en plan..

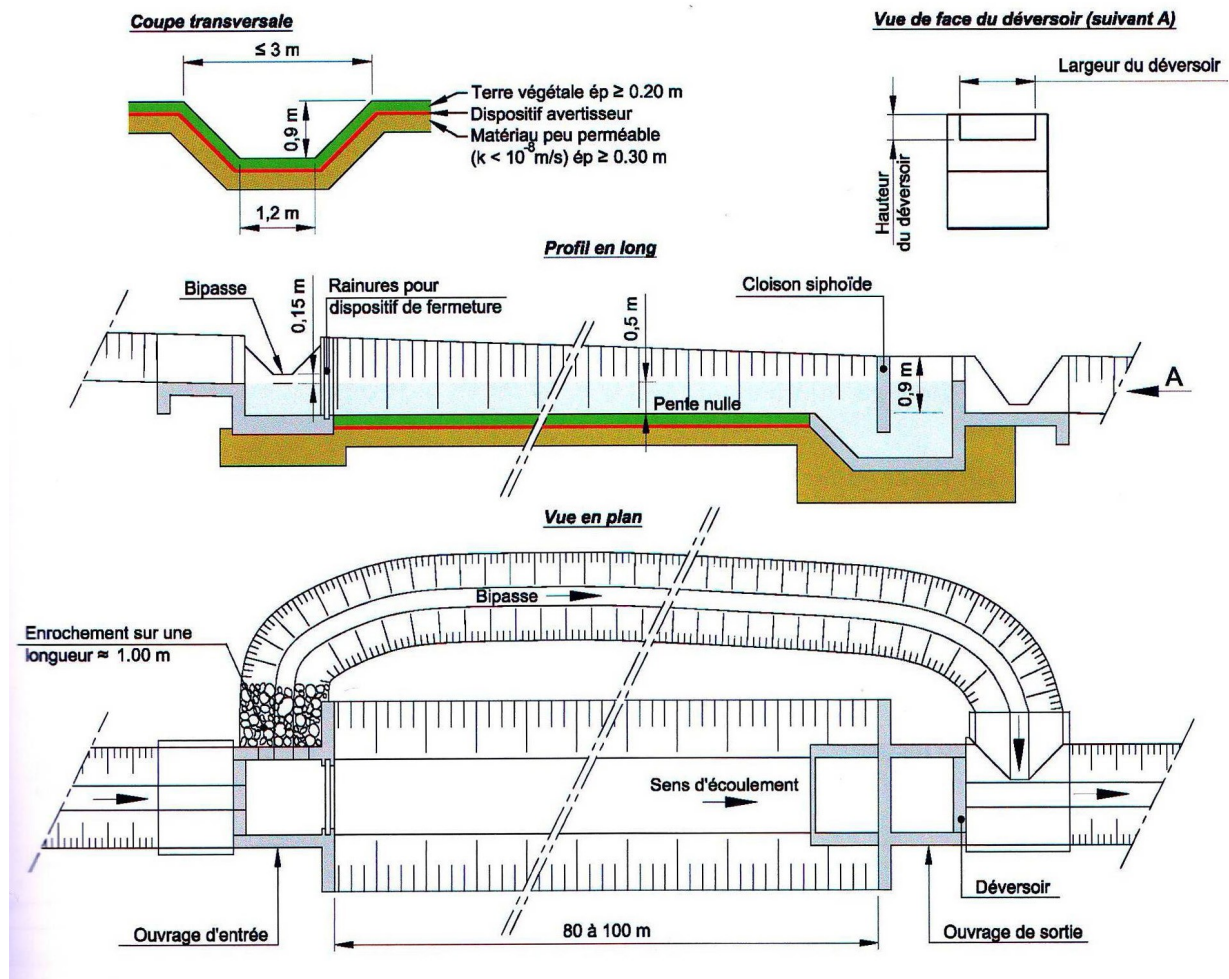


Schéma de principe d'un bief de confinement

Outre les bassins routiers et les filtres à sable, le volet « gestion des boues » n'est pas traité dans ce rapport. Le lecteur se référera utilement au Guide Technique sus-mentionné.

#### **- 4- Chantiers routiers et préservation du milieu aquatique**

Ce chapitre est, là encore, largement inspiré d'un autre Guide Technique du SETRA (Juillet 1977), dont l'intitulé est celui du présent chapitre .

Nous ne traiterons, de ce Guide, dans le cas du présent rapport, que le

Chapitre I, les autres rubriques abordées dans l'ouvrage concernant plus particulièrement les aspects réglementaires, juridiques, les conduites à tenir en cas d'incident ou de non respect des (nombreuses) clauses de bonne exécution des travaux. Il se veut, du reste, *prioritairement destiné aux prescripteurs, puis aux constructeurs et aux services instructeurs.*

#### **- 4.1- Interventions en zone de protection**

Les Installations, Ouvrages, Travaux et Aménagements (IOTA) peuvent nécessiter une traversée et ne occupation en milieux sensibles:

- zone humide ;
- périmètre de protection rapproché ou éloigné de captage d'AEP ;
- zone protégée (arrêtés de protection de biotopes, réserves naturelles, sites Natura 2000, etc.) ;

#### **- 4.2- Interventions en zone inondable, lit majeur**

La réalisation d'un projet peut nécessiter des interventions en lit majeur et zone inondables de cours d'eau par exemple :

- le remblayage partiel du lit majeur;
- la réalisation de piste provisoire d'accès au chantier;
- la réalisation d'ouvrages ou de plates-formes provisoires.

#### **- 4.3- Intervention dans des cours d'eau régulés par un (ou des) barrages**

Il s'agit d'interventions en lit mineur de cours d'eau comme celles énumérées précédemment .

Les préoccupations sont :

- d'une part les risque d'affouillement et de submersion lors des lâchés d'eau des barrages;
- d'autre part le maintient d'un débit minimal (par non prélèvement excédentaire, dérivation en terrain perméable, ...).

#### **- 4.4- Construction d'ouvrages d'art et entretien des ouvrages existants**

L'implantation des ouvrages d'art concerne un lit mineur, un lit majeur, un plan d'eau ou la mer. A ce titre, on s'intéresse également aux informations d'ordre hydraulique et hydro-écologiques.

Les ouvrages courants sont un allotissement particulier du marché de terrassement, alors que les ouvrages d'art non courants font l'objet d'un marché spécifique. Pour des raisons de phasage, on peut être amené à présenter un dossier de police de l'eau « ouvrages exceptionnels » dissocié de l'infrastructure globale.

#### **- 4.5- Installations de chantier**

Les installations de chantier comprennent :

- les aires d'installations de chantier;
- les ateliers mécaniques;
- les emplacements de stationnement des engins et de stockages des matériaux.
- Les zones de nettoyage des engins;
- Les centrales d'enrobages, de concassage, à béton, de traitement à la chaux et autres matériaux;
- les locaux sanitaires; les plate formes de collecte sélective des déchets.

Elles peuvent engendrer une modification de l'environnement et une production de produits polluants telle qu' hydrocarbures, rejets organiques, matière en suspension, etc.

#### **- 4.6- Rabattement de nappes**

Les nappes peuvent subir des variations de niveau dans la mesure où le projet interfère avec les écoulements souterrain. En phase de chantier, des rabattements de nappe peuvent être nécessaire pour permettre la réalisation de travaux dans de bonnes conditions.



- déblais (nécessitant la mise en place d'un réseau de drainage en phase terrassement);
- ouvrages d'art (pompage de fouilles pour exécuter les travaux);
- purge;
- drainage de nappe (pour assurer la pérennité des chaussées);
- forage pour l'alimentation en eau du chantier.

Un relevé préalable du niveau des nappes et un contrôle de l'influence des travaux sur les puits avoisinants est nécessaire.

***Commentaire*** : un rabattement de nappe peut être involontaire lors de fondation d'ouvrages. Dans ce cas il y a lieu de réduire, autant que faire se peut, la zone d'influence plutôt que d'augmenter la puissance de pompage.

#### **- 4.7- Rejets provisoires**

Il y a plusieurs types de rejets :

- rejet brut de matières en suspension (M.E.S.), érosion liée au déboisement, dépôt, plate forme (remblais-déblais), installation de chantier;
- rejet d'exhaure (fouilles...);
- rejet issu des tunnels;
- rejets sanitaire (eau usée).

Il y a plusieurs types d'eaux de lavage:

- laitance de béton ou de chaux sur les aires de fabrication, de traitement ou d'approvisionnement;
- eaux de lavage des matériaux criblés;
- eau de lavage des engins.
- Adjuvants divers et huile de décoffrage.

#### **- 4.8- Déchets**

Les déchets peuvent avoir deux origines :

- les déchets inhérents aux projets (déblais de terrassement, matériaux de démolition, sols pollués, etc.);
- les déchets de chantier (emballages, chutes, excédents de produits, etc.).

Les catégories de déchets devront être définies en fonction de leur agressivité

par rapport au milieu (inertes ou dangereux). Les préoccupations sont d'une part l'entreposage et d'autre part l'itinéraire d'évacuation.

#### **- 4.9- Alimentation en eau du chantier**

Le besoin en eau est essentiellement lié à l'arrosage pour limiter l'émission de poussières (piste et section courante terrassée) et assurer un meilleur compactage, mais aussi pour alimenter les centrales de fabrication et les aires de nettoyage, etc.

Il existe différentes manières de s'approvisionner en eau :

- pompage dans un plan d'eau, cours d'eau;
- forage dans une nappe souterraine;
- récupération de l'eau dans des bassins ou retenues collinaires;
- achat d'eau à un syndicat ou à un particulier.

#### **- 4.10- Pollutions accidentelles (pour mémoire)**

Sur les chantiers, les pollutions accidentelles peuvent provenir de déversements d'hydrocarbures, de produits chimiques, de chaux, de bitume, d'huiles de décoffrage, de laitance de béton, de peintures, de résidus de granillage, sablage, etc. Elles peuvent survenir lors de mises en œuvre, de chargement, de transport, de stockage, d'entretiens de véhicules, de nettoyage, de négligences, etc.

### **- 5- GLOSSAIRE POUR LES MILIEUX DULÇAQUICOLES**

**Source** : *Dictionnaire [encyclopédique de l'écologie et des sciences de](#)*

**A**

**Abiotique** : Désigne un facteur écologique ou un phénomène de nature physico-chimique, donc indépendant des êtres vivants ou qui est entièrement contrôlé par des paramètres non biologiques.

---

**Acclimatation**: Phénomène par lequel un organisme s'adapte à une variation significative des valeurs écologiques abiotiques propres à son biotope. Les poissons par exemple, ne supportent pas de variations de température de l'eau supérieures à quelques degrés en quelques heures (températures létale supérieure et létale inférieure). Un Delta (T) de 5°C en quelques heures provoque la mort de nombreux poissons. Cependant si cette variation est lente, ils peuvent s'adapter à des valeurs supérieures à leur seuil de tolérance initiale. La température finale du biotope à laquelle ils ont été ainsi adaptés se dénomme température d'acclimatation.

---

**Acidité**: Paramètre qui mesure la capacité de neutralisation des bases (CNB) d'une solution définie par rapport à un point d'équivalence fixé, lequel est établi par rapport à un état de référence. L'état de référence est défini par la somme protonique totale. La CNB mesure la différence entre la concentration de toutes les espèces possédant un excès de protons par rapport à un état de référence et la concentration des espèces ayant un déficit en protons par rapport à l'état de référence. Dans l'eau il s'agit donc de la somme équivalente de tous les acides présents en solutions (que l'on tire jusqu'au point d'équivalence).

---

**Aérobiose**: Etat caractérisant les processus écopysiologiques exigeant la présence d'oxygène. La respiration constitue le mécanisme principal: il consiste en l'oxydation d'un substrat énergétique à partir du dioxygène prélevé dans l'air ou dissous dans l'eau.

---

**Albedo**: Rapport du rayonnement réfléchi par une surface au rayonnement incident. Il est généralement exprimé en %.

---

**Algues:** Végétaux aquatiques chlorophylliens constitués soit par des organismes unicellulaires soit par des organismes pluricellulaires. Elles comprennent des entités taxonomiques distinctes: des procaryotes constituant le phylum des Cyanophytes, des Eucaryotes unicellulaires qui représentent les constituants majeurs du phytoplancton et du périphyton (Chromophytes, Chlorophytes..), des algues macrophytiques principalement inféodées aux zones benthiques (Chlorophytes, Phéophytes et Rhodophytes). Les algues sont souvent classées en fonction de leur forme ou couleur (algues bleues, brunes, jaunes, vertes ou filamenteuses...) qui recouvrent des entités taxonomiques différentes.

---

**Amendement:** Terme agronomique désignant l'apport de substances diverses aux sols cultivés, destiné à modifier leur structure ou leur composition chimique. Ainsi le chaulage ou l'apport de calcaire est destiné à diminuer l'acidité de certains sols sur les roches mères cristallines.

---

**Ammoniac:** Composé gazeux ( $\text{NH}_3$ ) qui donne par dissolution dans l'eau l'ammoniac ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ). Le  $\text{NH}_3$  se forme dans les sols et les eaux par les processus naturels d'ammonification et de dénitrification. Le rejet de matières organiques fermentescibles (par exemple le lisier dans les zones d'élevage) peuvent être la cause d'une élévation des teneurs dans l'eau.

---

**Anaérobie:** Organismes ou processus qui se développent seulement en l'absence d'oxygène dissous ou gazeux.

---

**Anoxie:** Désigne l'absence d'oxygène dans un milieu.

---

**Anthropisation:** Phénomène de transformation des écosystèmes ou des conditions environnementales par l'action de l'homme.

---

**Aphotique:** Zone des écosystèmes aquatiques dans laquelle la lumière ne pénètre pas.

---

---

**Autoépuration:** Ensemble des processus biogéochimiques endogènes par lesquels un biotope pollué retrouve sa pureté initiale après l'arrêt des rejets et dans un laps de temps variable. Dans le cas d'une pollution organique, l'action des microorganismes et autres agents biologiques (saprophytiques, macrophytiques) est particulièrement efficace.

---

**Autotrophe:** Organisme capable de subvenir à la totalité de leurs besoins métaboliques par photosynthèse ou chimiosynthèse.

---

## B

**Bactérie:** Micro-organismes procaryotiques appartenant au règne des Monera scindés en deux règnes: les Archaeobacteria et Eubacteria. Elles sont généralement hétérotrophes et constituent le composant majeur des décomposeurs.

---

**Bacterioplancton:** Peuplement bactérien du picoplancton, lequel est constitué des organismes de taille inférieure au micromètre (bactéries + virus).

---

**Bassin versant:** Ensemble de la zone géographique continentale constituant le bassin hydrogéographique d'un cours d'eau et correspondant à la totalité de l'aire de capture et de drainage des précipitations.

---

**Bathymétrie:** Mesure de la profondeur d'un biotope aquatique: distance séparant le substrat sédimentaire de la surface.

---

**Benthique:** Désigne les organismes, le milieu ou la zone situés à l'interface eau-sédiment d'un écosystème aquatique ceci quelque soit sa profondeur.

---

**Biocénose:** Totalité des êtres vivants qui peuplent un écosystème donné. Souvent pris comme synonyme de communauté qui désigne les trois groupes écologiques principaux: producteurs (autotrophes), consommateurs

et décomposeurs (hétérotrophes).

**Biodiversité:** Prise dans son sens le plus simple il s'agit de la richesse totale des espèces vivantes peuplant un habitat, un écosystème, une région ou ou la biosphère toute entière. La définition peut être plus complexe intégrant la structure génétique des populations ou les structures interspécifiques.

**Bioindicateur:** Espèce animale ou végétale qui par leur particularités écologiques, sont l'indice précoce de modifications abiotiques ou biotiques de l'environnement dues à tel ou tel type d'action humaine. En milieu aquatique les macro-invertébrés sont couramment utilisées pour évaluer le degré de pollution organique. Les bioindicateurs peuvent être positifs lorsque leur abondance augmente avec le facteur étudié, ou négatifs lorsque l'espèce se raréfie.

**Bloom:** En écologie aquatique, ce terme caractérise un phénomène de prolifération du plancton en milieu lacustre ou marin.

C

**Chaîne trophique:** Relations trophiques entre les organismes de niveau trophique différents d'une même communauté. Il peut s'agir de chaînes de consommateurs, parasites ou saprophytique.

**Chimioclime:** Zone de discontinuité observée dans un biotope aquatique au niveau de laquelle on observe une brusque variation de la concentration d'un élément...La chimiocline correspond dans les lacs eutrophisés à une couche de quelques mètres ou dizaine de centimètres, où l'on passe d'une sursaturation en oxygène à une zone désoxygénée.

**Chimiosynthèse:** Propriété qu'ont certains organismes (principalement bactériens) à produire leur matière organique à partir de composés minéraux mais sans utiliser l'énergie lumineuse.

**Cohorte:** Ensemble d'individus qui ont la même origine même si leurs caractéristiques morphologiques d'ensemble peuvent être variables.

**Copepodes:** Crustacés primitifs zooplanctoniques souvent phytophages mais dont plusieurs familles sont prédatrices ou parasites. Principales familles: Calanidae, Cyclopidae, Centropagidae et Harpacticidae.

**Cyanobactéries:** (Cyanophyta) Vulgairement nommées algues bleues, ce groupe est constitué d'organismes procaryotes. Souvent filamenteuses et présentant des vacuoles gazeuses, elles s'accumulent en surface des eaux où elle forment la fleur d'eau. Deux classes: Chlorococcales et Nostocales. Elles peuvent pulluler en milieu eutrophisé.

D

**DBO:** Demande biochimique d'oxygène: quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques fermentescibles par voie biologique (par l'action des bactéries aérobies). Elle est donc inversement proportionnelle à la charge en matière organique de l'eau. Elle s'exprime en grammes d'oxygène par jour et par habitant.

**DCO:** Demande chimique d'oxygène: quantité d'oxygène exprimée en mg par litre nécessaire pour oxyder les substances **organiques** à la fois **biodégradables** et **non biodégradables**. Elle se mesure par oxydation au bichromate de potassium porté à 140°C à 150°C pendant 2 heures.

**Décomposeurs:** Etres vivants (champignons et micro-organismes) des sols ou des milieux aquatiques qui décomposent et minéralisent progressivement les fragments de végétaux morts, les excréments et les cadavres animaux en matière minérale.

**Dénitification:** Processus biogéochimique par lequel certaines bactéries transforment l'azote nitrique en N<sub>2</sub>O ou en azote gazeux.

**Déversoir:** Le déversoir d'un lac correspond au cours d'eau évacuant les eaux lacustres vers l'aval du bassin versant.

**DTO:** Demande totale d'oxygène: totalité de la demande en oxygène engendrée par l'**ensemble** des **substances réductrices** présentes dans une eau polluée ou non. Elle se mesure par oxydation des matières organiques dans un four porté à 800°C en présence d'oxygène.

**Dysphotique:** Zone dans laquelle l'intensité lumineuse est inférieure au point de compensation (même pour les algues sciaphiles). Elle peut être située entre quelques mètres et quelques centaines de mètres selon la transparence de l'eau.

**Dystrophisation:** La dystrophisation se traduit dans un 1er temps par une augmentation de la teneur en nutriments des eaux, conséquence directe de leur pollution mais aussi de la biodégradation des matières organiques fermentescibles rejetées dans le lac. L'apport de ces matières organiques provoque une DBO primaire (liée à l'action des bactéries aérobies du lac, stade1). L'apport des nutriments entraîne quant-à elle une prolifération du phytoplancton et de la végétation aquatique (stade2). La biomasse de ces algues va s'accumuler sur le fond du lac consommant de fortes quantités de dioxygène (stade3). Au 4ème stade les phosphates contenus dans les limons sont libérés ce qui entraîne à nouveau l'augmentation de la croissance phytoplanctonique puis de celle de la DBO secondaire.

E

**Ecophase:** (ecophase) Stades du développement d'un organisme animal. Pour les insectes il peut s'agir des oeufs, larves, nymphes et adultes.

**Etiage:** Désigne le niveau des basses eaux d'un écosystème lotique (eaux courantes) ou lentique (eaux stagnantes).

**Eutrophisation:** (eutrophication) Enrichissement des eaux en sels minéraux nutritifs (phosphates, nitrates..). La différence avec la dystrophisation est que le degré d'enrichissement des eaux en nutriments est plus faible et



s'effectue à un rythme plus lent.

---

F

---

**Ferrobactéries**, . Bactéries autotrophes qui obtiennent leur énergie en utilisant les divers sels de fer ayant un degré d'oxydation élevé.

---

**Flagellés**, . Embranchement de Protistes primitifs dans lequel on rencontre des familles autotrophes, pourvues de chloroplastes (Phytoflagellés) et des hétérotrophes stricts (Zooflagellés) libres ou parasites ainsi que des espèces ambivalentes capables à la fois d'autotrophie et d'hétérotrophie.

---

**Fleur d'eau**, . Phénomène caractérisé par une prolifération de phytoplancton qui confère aux eaux une coloration particulière. Dans certains cas, elle se produit en profondeur et ne peut être perçue que par des prélèvements effectués dans la colonne d'eau. Cette multiplication anarchique du phytoplancton résulte elle-même d'un apport excessif d'éléments minéraux nutritifs provenant de rejets d'égout urbain, de lessivage des engrais chimiques épandus en excès dans les terres de culture du bassin versant.

---

**Frai:**

1. Désigne le rapprochement des sexes chez les poissons, caractérisé par le rassemblement en grand nombre des individus adultes au cours duquel se produit l'émission de laitance par les mâles et de la ponte par les femelles, ces Vertébrés étant à fécondation externe.
2. Œufs de poissons ou d'Amphibiens fécondés.
3. Période de ponte des poissons.

---

**Frustule**, (frustule). Capsule de silice qui enveloppe les parois cellulaires des Diatomées.

---

G

**Gammare**, Genre de Crustacés Amphipodes très communs dans les eaux douces et littorales d'Europe occidentale. Cette espèce est bioindicatrice d'eaux peu polluées ou marquées par une très faible pollution organique.

**Gerridae**. Famille d'Hétéroptères Cryptocérates faisant partie du neuston des eaux douces continentales ; ces espèces pourvues de longues pattes munies de soies " marchent " à la surface des eaux grâce à un phénomène de tensio-activité qui leur permet de flotter.

H

**Heterotrophie**. Etat fonctionnel caractérisant les organismes hétérotrophes, c'est-à-dire ceux chez lesquels prévaut au plan métabolique l'utilisation, le réarrangement et la décomposition de substances chimiques complexes donc une alimentation impliquant l'ingestion de substances biochimiques.

**Hydrochorie**. Phénomène de dissémination des graines, des turions et autres structures de multiplication des végétaux, par voie aquatique.

**Hypolimnion**. Désigne dans un lac la couche profonde, située au-dessous de la thermocline, constituée d'eaux plus froides, ne circulant pas verticalement.

I

**I.B.G.N**, voir indice biotique.

**Indice biotique**. Indice permettant de déterminer la qualité des eaux à partir de critères de présence-absence de diverses espèces d'Invertébrés d'eaux douces bio-indicatrices de qualité (Ephémères Ecdyonurides, Plécoptères) ou au contraire de pollution des eaux. En France, l'indice le plus utilisé est celui de Verneaux et Tuffery (1967) ultérieurement normalisé par

Verneaux selon les normes de l'AFNOR (1992) sous le terme d'IBGN (Indice Biotique Global Normalisé). Cet indice a pour objet d'évaluer la tendance d'évolution de la qualité des eaux des écosystèmes lotiques à partir d'un indice fondé sur l'étude des indicateurs biologiques négatifs (eaux pures) ou positifs (eaux polluées) existant dans la macrofaune benthique. Le principe consiste à échantillonner la macrofaune d'Invertébrés benthiques avec des appareils de surbers -eux mêmes normalisés- dans des stations, prises sur certains secteurs d'un cours d'eau. L'étude des échantillons permet d'établir un liste de taxons en éliminant les espèces et les groupes occasionnels. Le répertoire de ces derniers, pour les écosystèmes lotiques tempérés, comporte 138 taxa dont 38 sont retenus comme bio-indicateurs de qualité des eaux. Les 38 taxa sont regroupés en 9 groupes indicateurs classés par ordre de tolérance croissante à la pollution. L'amplitude de la gamme des valeurs de l'IBGN varie de 20 pour les eaux très pures à 1 pour les eaux très polluées par des matières organiques fermentescibles.

**Isopodes**, (Isopoda). Ordre des Crustacés Péracarides dont certains parasites, certains étant terrestres comme les Oniscoides.

L

**Lacs**, (principaux types de). Il existe plusieurs classifications des lacs selon le type de critère auquel on se réfère. Les deux classifications les plus utilisées sont relatives l'une à l'origine géologique des lacs et l'autre à leur statut trophique directement conditionné par la teneur de leurs eaux en sels minéraux nutritifs.

**Lagunage**. Méthode d'épuration des eaux usées consistant à les épandre dans des cuvettes de faible profondeur dans lesquelles croît une végétation aquatique et (ou) amphibie. Ce procédé permet d'éliminer la matière organique par décomposition bactérienne, la faible profondeur favorisant la réoxygénation des eaux tandis que la végétation absorbe l'excès de phosphates et de nitrates contenus dans les eaux en voies d'épuration.

**Lentique**. Désigne les biotopes et les êtres vivants propres aux écosystèmes d'eaux calmes à renouvellement lent (lacs, marécages, étangs, etc.) par opposition aux milieux d'eaux courantes qui correspondent aux écosystèmes lotiques.

**Limnétique.** Désigne ce qui se rapporte à la zone d'eaux libres propres à un lac ou à tout autre biotope limnique

**Limnologie.** Terme venant du grec limnos qui signifie lac, marais, et désignait initialement la science dont l'objet est l'étude de l'écologie des eaux lenticques, plus particulièrement lacustres. Le domaine couvert par la limnologie a été rapidement étendu à l'ensemble des eaux continentales, tant stagnantes que courantes.

**Limnoplancton.** Plancton inféodé aux lacs et autres écosystèmes lenticques.

**Lotique.** Désigne l'écosystème que constitue un cours d'eau pris dans son ensemble depuis les sources jusqu'à son embouchure.

M

**Macrobenthos.** Organismes de taille supérieure à 2 mm qui constituent le benthos dans les écosystèmes aquatiques.

**Macroplancton.** Désigne le plancton de grande taille , de dimension millimétrique ou centimétrique, par opposition au microplancton de taille inférieure à une centaine de .

**Méromictique.** Désigne des lacs caractérisés par une stratification permanente de leurs eaux profondes. De façon générale, cet état s'observe dans les biotopes limniques de grande profondeur, ce qui entrave la circulation annuelle verticale. Il se crée alors une couche d'eaux stagnantes et anoxiques dénommée monimolimnion par opposition aux couches qui les surmontent soumises à l'homogénéisation printanière et automnale.

**Métalimnion.** Zone d'un lac comprise entre l'épilimnion et l'hypolimnion au

niveau de laquelle la température décroît rapidement en fonction de la profondeur (thermocline).

**Mixolimnion.** Couche d'eau située au-dessus du monimolimnion dans un lac méromictique. Cette couche présente les changements de stratification dus aux périodes d'homogénéisation automnales et printanières.

**Monomictique.** Qualifie un lac ne présentant qu'un stade annuel de circulation des eaux et de mélange avec les couches profondes. Il s'agit de lacs subpolaires ou situés en très haute montagne, dans lesquels la température des eaux est toujours inférieure à 4°C.

N

**Nécromasse.** Masse totale de matière organique morte présente dans un écosystème.

**Neuston.** Ensemble des organismes pélagiques flottants à la surface des milieux aquatiques ou immédiatement au-dessous de cette dernière.

**Nitrates.** Sels minéraux de l'acide nitrique, les nitrates sont des éléments minéraux nutritifs tant pour les organismes autotrophes terrestres qu'aquatiques.

**Nitrification.** Phénomène par lequel les micro-organismes des sols et des eaux transforment l'azote atmosphérique et l'ammoniac contenu dans les biotopes en nitrates.

**Nitrites.** Sels de l'acide nitreux (ion  $\text{NO}_2^-$ ), les nitrites se forment lorsque les conditions sont réductrices. Ils présentent une certaine toxicité pour les êtres vivants, y compris certaines bactéries anaérobies.

O

**Odonates.** Ordre d'Insectes (Paléoptères), constitué d'espèces de grande taille, dont les larves de régime prédateur - de même que les adultes - vivent généralement au fond des biotopes ou sur les végétaux. On distingue deux sous-ordres, les Anisoptères et les Zygoptères.

**Oligomictique.** Désigne un milieu lacustre dont les eaux sont toujours chaudes, supérieures à 4°C à toutes les profondeurs, ce qui rend peu probable les épisodes de stratification. Celle-ci est toujours occasionnelle, voire rare et peu marquée.

**Oligotrophe.** Désigne des milieux dulçaquicoles, un lac par exemple, pauvre en éléments minéraux.

**Oganochlorés.** Famille de composés organiques de synthèse obtenus par chloration de divers hydrocarbures insaturés. Insecticides, DDT, PCB, Dieldrine, Lindane...

**Organophosphorés.** Substances organiques de synthèse douées de propriétés insecticides et généralement dérivées de l'acide orthophosphorique. Parathion, malathion... Les insecticides organophosphorés sont tous des composés neurotoxiques doués de propriétés anticholinestérasiques.

**Oxycline.** Zone de transition brusque dans un biotope limnique séparant les eaux superficielles bien oxygénées et les eaux profondes ayant un déficit en cet élément, voire même réductrices.

P

**Périphyton.** Organisme aquatique tant autotrophe (Diatomées par exemple) qu'hétérotrophes (Protistes, petits Invertébrés) vivant fixés à la surface des substrats immergés qu'ils soient minéraux ou aquatiques.

**Phosphates.** Sels de l'acide orthophosphorique qui représentent des éléments minéraux nutritifs essentiels pour les végétaux autotrophes. La teneur en phosphates des eaux et des sols constitue de ce fait le facteur déterminant de leur fertilité.

**Photique.** Zone superficielle d'un écosystème aquatique dans laquelle pénètre la lumière par opposition à la zone profonde dite aphotique où règne une obscurité permanente.

**Phytobenthos.** Ensemble des végétaux vivants au fond des biotopes aquatiques.

**Phytoplancton.** Terme désignant l'ensemble des organismes unicellulaires autotrophes du plancton marin et limnique. En fonction de la taille des organismes, on distingue le macroplancton (cellules mesurant jusqu'à 300  $\mu$ m), le microplancton (entre 50 et 20  $\mu$ m), le nanoplancton (entre 20 et 1  $\mu$ m) et l'ultraplancton (de taille inférieure à 5  $\mu$ m).

**Plancton.** Terme général désignant l'ensemble des organismes aquatiques autotrophes ou hétérotrophes peu mobiles, voire incapables de mouvements propres, qui vivent dans les masses d'eau libres lacustres ou marines et dépendent des mouvements des courants verticaux et horizontaux pour leurs déplacements et donc pour leur distribution.

**Pleuston.** Organisme aquatique vivant à l'interface eau-atmosphère, exemple les insectes tels les Gerris ou encore les Coléoptères Gyrinides.

Q

**Rapport N/P.** Dans la biomasse animale, il est estimé à une valeur moyenne de 16 en nombre d'atomes et à 7 en masse. Ce rapport est de grande importance en milieu aquatique en ce qui concerne l'azote et le

phosphore minéral car il conditionne la productivité des eaux.

**Réseau trophique.** Ce terme désigne l'ensemble des relations trophiques existant à l'intérieur d'une biocénose entre les diverses catégories écologiques d'êtres vivants constituant cette dernière : les producteurs, les consommateurs animaux et les décomposeurs ; Un réseau peut aussi se définir comme la résultante de la totalité des chaînes alimentaires unissant les diverses populations des espèces que comporte une biocénose.

**Rotifères.** Embranchement d'Invertébrés qui renferme les plus petits Métazoaires existants. Ce sont des animaux strictement aquatiques propres aux écosystèmes limniques ou marins. Ce sont des organismes microphages.

R

S

**Saprobie.** Association d'organismes aquatiques vivant dans des eaux riches en matières organiques fermentescibles.

**Saprophytes.** Végétal qui se développe dans des sols riches en matières organiques en décomposition.

**Stratège.** Désigne toute entité écologique présentant un type de stratégie adaptative donnée aux conditions écologiques dans lesquelles s'est développée une biocénose. Au niveau des populations, on distingue deux types majeurs de stratégies démographiques : les stratégies de type r, qui sont des espèces de faible taille à haut potentiel biotique, qui peuplent des écosystèmes juvéniles, et les stratégies de type k, espèces de grande taille et à faible potentiel biotique, qui se rencontrent dans les écosystèmes à



maturité.

**Stratification**, (des eaux). Généralement de nature thermique, mais elle concerne aussi divers facteurs chimiques. Les eaux situées à des profondeurs différentes constituent des lames se superposant sans se mélanger, les échanges verticaux s'effectuant avec une lenteur extrême et nécessitant pour le renouvellement des eaux profondes des durées parfois considérables.

Suspensivore. Qualifie des organismes qui se nourrissent de particules en suspension dans l'eau.

T

**Thermocline**. La thermocline délimite deux couches constituées par des eaux de températures très différentes et qui se mélangent très difficilement . En limnologie, la couche superficielle des eaux lacustres, située au-dessus de la thermocline est dénommée épilimnion, la profonde, hypolimnion.

**Thermohalin**, (circulation). Type de circulation verticale océanique liée aux variations de température et de salinité des masses d'eau.

**Turbidité**, (des eaux). Diminution de la transparence des eaux causées par la présence de sédiments et autres matières en suspension ainsi que la plus ou moins grande abondance de plancton.

U

**Upwelling**. Courants verticaux océaniques qui produisent au niveau du plateau continental une remontée des eaux profondes chargées de sels

minéraux nutritifs. Les zones d'upwelling possèdent en conséquences une forte productivité primaire et représentent les régions océaniques où se concentrent les plus importantes pêcheries commerciales.

W

**WWF**, (World Wide Fund for Nature). Créée en 1961 afin de récolter des fonds, par recours au mécénat pour la conservation de la nature, le WWF est actuellement un organisme international de droit privé qui anime des actions de conservation des espèces et des habitats menacés dans la plupart des régions du monde.

**Zooplancton**. Organismes animaux du plancton. On peut toujours le subdiviser en deux groupes fonctionnels : le zooplancton herbivore et le zooplancton prédateur.

## **- 6- Plaidoyer en faveur de la création d'une formation pluridisciplinaire d'études des milieux aquatiques**

*Depuis le milieu du XXe siècle, rivières et plans d'eau ont connu des perturbations considérables, du fait de l'urbanisation, de l'industrialisation, de l'intensification de l'agriculture et de l'élevage. Les modifications du milieu physique (érosion des sols, barrages, extraction de graviers, colmatage), chimique (rejets organiques, apports de fertilisants et de xénobiotiques) ont gravement affecté l'équilibre des écosystèmes aquatiques. Ces perturbations se traduisent concrètement par un développement excessif (algues, végétaux) ou un appauvrissement excessif (invertébrés, poissons, etc.) et compromettent l'existence de certaines populations. L'analyse et la résolution de ces déséquilibres a pu se faire grâce à une évolution conjointe des recherches sur les hydrosystèmes et les populations et des pratiques de gestion de ces écosystèmes.*

L'amélioration partielle de la qualité des eaux pour différents bénéficiaires tel que l'écosystème lui-même passe par une meilleure compréhension des hydrosystèmes. L'hydrobiologie a été conduite à un degré d'investigation, du tronçon de rivière aux bassins versants – des changements d'échelles et de nouvelles voies d'approche plurifonctionnelles - .

La nouvelle gestion des écosystèmes aquatiques s'appuie sur des évolutions récentes des recherches visant à mettre en relation des événements hydroclimatiques, les facteurs de pollution et les interactions entre les compartiments de l'écosystème.

### **- 6.1- De la gestion hydraulique à la gestion des milieux aquatiques.**

La prise en compte globale des écosystèmes aquatiques se fait progressivement et relativement, depuis quelques temps en partant de la simple gestion hydraulique des cours d'eau jusqu'à la gestion des milieux. Les différentes phases de cette émergence doivent être décrites en précisant pour chacune l'apport de la recherche et des perspectives actuelles.

#### **- 6.1.1- L'aménagement hydraulique.**

Le premier niveau de gestion hydraulique correspond à la gestion de l'eau pour l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation et la production d'énergie.

Ce premier niveau interfère de plus en plus avec les écosystèmes aquatiques, en amont lorsque l'approvisionnement en eau met en péril les écosystèmes ou

en aval lorsque la qualité des rejets n'est pas maîtrisée.

La gestion hydraulique a été orientée vers l'aménagement des hydrosystèmes avec une ingénierie hydraulique visant :

- le développement des salines dans les zones côtières
- la canalisation des cours d'eau pour le transport fluvial
- plus récemment la production d'électricité

On a que très récemment considéré l'impact potentiel de cette gestion sur les composantes biologiques des écosystèmes aquatiques. Récemment seulement ont été mises en place des stratégies d'aménagement pour les cours d'eau et les fleuves. Celle-ci visait à rétablir la population des poissons migrateurs afin de restaurer les populations. Cette stratégie, pour ce dernier point, a utilisé des innovations technologiques pour le guidage et les déplacements des poissons. (méthodes mécaniques, électriques, acoustiques et visuelles).

L'ingénierie hydraulique a été appliquée dans certains cas, à l'aménagement de zones humides en France: marais ou étangs, dans une perspective d'assainissement mais aussi de production agricole et piscicole.

La mise en valeur de zones humides «non productives» comme les marais ou les zones non aménagées d'étangs ont fait l'objet de recherches d'évaluation de pratiques en matière de gestion agricole dans les zones humides, respectueuses de l'environnement.

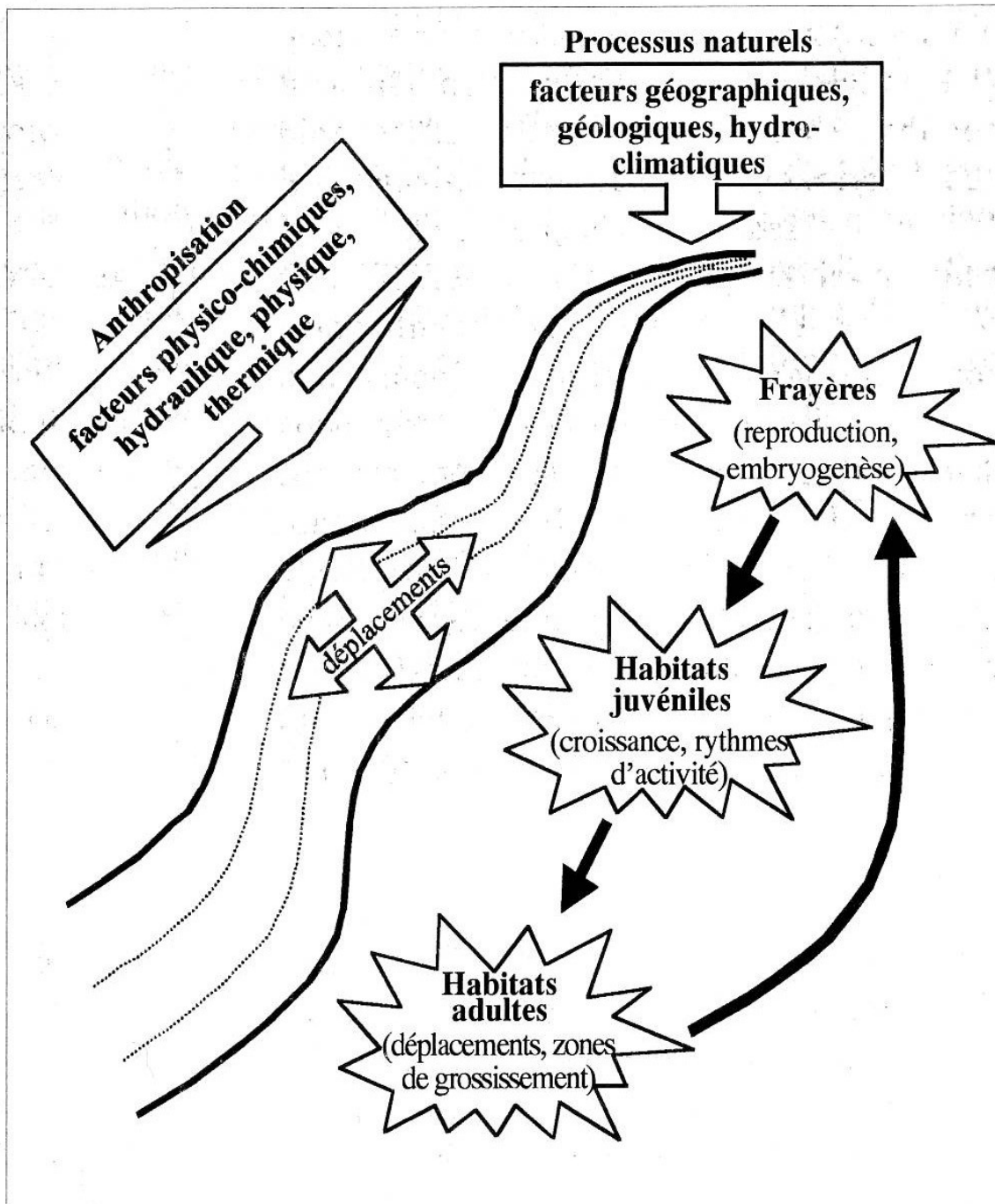
### **- 6.1.2- La gestion piscicole**

L'exploitation des poissons, compartiment productif le plus apparent de l'écosystème, ayant mis en évidence la forte diminution des stocks – à la limite de l'extinction pour certains, la nécessité de gérer les populations de poissons exploités par la pêche artisanale ou sportive. Au XIX<sup>e</sup> siècle, suite à la démonstration d'une fécondation externe chez les poissons, la maîtrise des populations a pu être envisagée, par le soutien des populations naturelles par le peuplement artificiel. Les expérimentations ont eu pour principales cibles les salmonidés et dans une moindre mesure, les poissons d'étang.

La notion de gestion piscicole a progressivement évolué à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, en intégrant les conditions d'exploitation par la pêche des populations, leur capacité à supporter des prélèvements et leur soutien, par le repeuplement. Cette évolution, encore en cours, s'appuie en particulier – du point de vue de la recherche – sur une meilleure connaissance de la dynamique des populations sauvages de poissons.

### **- 6.1.3- La gestion des milieux**

## Caractéristiques physiques et chimiques des "habitats" des populations de poissons



Dans les cours d'eau, les développements industriels, agricoles et urbains, font apparaître une altération progressive des populations de poissons et ce, malgré la mise en œuvre des stratégies de soutien par le repeuplement. Cette évolution a fait prendre conscience d'une nécessité de la restauration physique des milieux. Les stratégies de préservation de certaines zones importantes pour le cycle de reproduction de poissons ( zone de frayères, voir figure ci dessous) mais aussi de rénovation des cours d'eau et des berges, ont pu être mises en œuvre.

Dans les grands lacs, l'importance des apports en phosphore, liés aux activités humaines, a conduit au phénomène d'eutrophisation – décrit plus haut dans le présent rapport - A titre d'exemple, la gestion de grands plans d'eau (Léman, Annecy, Bourget) et de certains grands fleuves régulés, a nécessité la maîtrise chimique des rejets urbains et industriels ,qui devrait permettre d'améliorer la « santé » de ces écosystèmes.

## **- 6.2- La fonctionnement des écosystèmes aquatiques.**

Il n'a été fait mention ci dessus, que d'une seule composante de l'écosystème hydraulique (le compartiment poisson ou le milieu) et l'écosystème aquatique n'a pas été considéré dans sa globalité. La dégradation de la ressource « eau » concerne les populations de poissons avec des conséquences sur l'aspect de ces écosystèmes (prolifération végétales), la qualité de l'eau potable et de l'eau de baignade. Les disciplines d'études mises en œuvre sont différentes (écologie, écophysiologie, éthologie, génétique) et permettront de proposer des pistes alternatives de gestion des écosystèmes aquatiques par des modèles intégrant des *changements d'échelles temporelles et spatiales*.

### **- 6.2.1- Les habitats.**

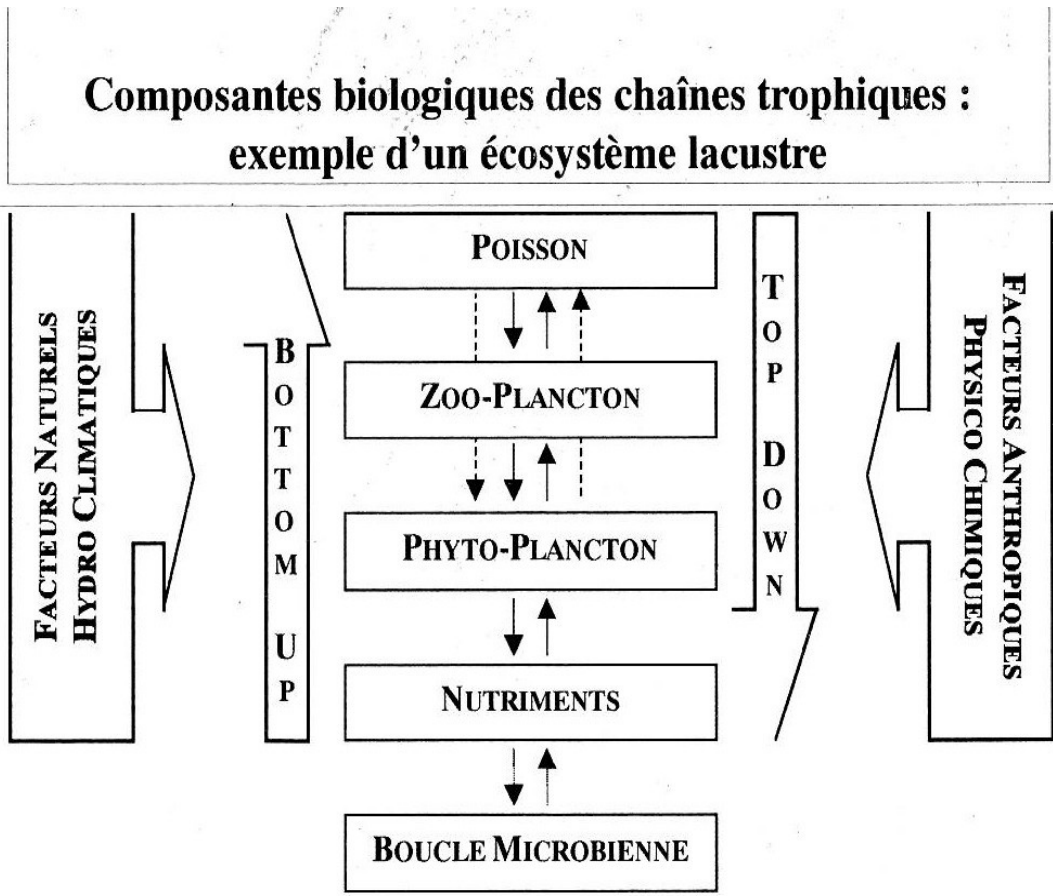
Une première approche du fonctionnement des écosystèmes est centrée sur la notion globale d'habitat d'une espèce. On y intègre, pour chaque stade de son cycle biologique, les composantes les plus importantes du milieu. Dans le cas des cours d'eau et des poissons, la fonctionnalité des habitats se déduit des facteurs de l'environnement physique, chimique et biologique qui déterminent l'expression des besoins vitaux du poisson (développement, alimentation, repos, interaction sociale, migration, reproduction etc.)

La fonctionnalité de l'habitat peu être modifiée par un ensemble de facteurs anthropiques. Ainsi, l'effet important des matières en suspension (M.E.S.) issues de l'érosion des sols du bassin versant, sur le développement embryonnaire des salmonidés dans les zones de frayères, a pu être constaté dans les cours d'eau des Pyrénées, de Bretagne et de Normandie. De même, l'impact du développement de macrophytes, liés à l'excès de nutriments résultant des activités agricoles, mais aussi le taux d'éclaircissement des habitats (boisement des rives) a été caractérisé en Bretagne.

Ces caractéristiques d'habitat, décrites à une échelle locale pour des individus ou des groupes d'individus, peuvent être extrapoler ou évaluer à l'échelle de l'ensemble du cours d'eau ou du bassin versant. Ceci permet de déterminer « sa capacité d'accueil » vis à vis d'une espèce et de ses stades biologiques.

### - 6.2.2- Relations fonctionnelles entre compartiments biologiques.

Une autre approche du fonctionnement des écosystèmes se fonde sur les interactions entre compartiments biologiques.



Dans le cas de systèmes lenticques (lacs ou étangs), ces interactions fonctionnent de manière ascendante (« *bottom-up* ») du nutriment au poisson, chaque compartiment étant une ressource trophique dont le bon état conditionne le développement du compartiment supérieur. Ces transferts d'énergie trophique peuvent se dérouler correctement tout au long du réseau ou au contraire mener à des engorgements à certains niveaux c-à-d à l'apparition d'impasse trophique, réversible ou non. Ces interactions fonctionnent également de manière descendante (« *top-down* »), le développement d'un compartiment étant conditionné par le bon état du compartiment supérieur qui l'exploite ( voir figure ci dessus).

Ces relations fonctionnelles entre compartiments biologiques sont conditionnées par des facteurs hydroclimatiques ,comme par exemple la zonation thermique des couches d'eau dans les grands plans d'eau),et des apports externes comme l'apport de nutriments ou de polluants ou l'introduction d'espèces nouvelles. Sur l'ensemble de tous ces facteurs, des recherches ont été réalisées sur certains sites atelier en grands lacs.

Dans les grands lacs, dont l'eutrophisation est en partie résorbée – grâce au traitement des rejets urbains et industriels et la réduction des polyphosphates provenant des lessives, des phénomènes équivalents à ceux décrits dans les



zones d'estuaire sont observés. Des *blooms* (prolifération passagère) d'algues, dont certaines sont toxiques, apparaissent à certaines périodes de l'année, (facteurs hydroclimatiques) et dans certaines zones (apport local de nutriments et effets de composés polluants), dans les lacs alpins. Des recherches en cours ont tenté de comprendre et de modéliser ces comportements de type *bottom-up* sur la base des données concernant les écosystèmes lenticques. Par contre, dans les grands lacs, des variations d'abondance pluriannuelles des populations de poissons, notamment à leur stade juvénile, affectent directement l'importance du compartiment phytoplancton - « *bio-grazing* » - et indirectement celui du zooplancton. Par ailleurs, la compréhension des différents modes d'action des polluants sur un écosystème, nécessite que soit mis en œuvre des dispositifs expérimentaux spécifiques comme les mésocosmes – ou dans le cas des algues, les microcosmes – Il s'agit de systèmes lenticques réconstitués à petite échelle et permettant d'évaluer l'impact d'un xénobiotique sur la biodiversité de tous les compartiments biologiques.

### **- 6.3- Diversité biologique**

L'ensemble des compartiments caractérisés par des peuplements microbiens périphyton en cours d'eau, phytoplancton et zooplancton en lac, macrophytes, invertébrés, poissons, constituent la biodiversité d'un écosystème aquatique qui détermine son fonctionnement. Par exemple, la composition spécifique des niveaux d'un réseau trophique influe sur l'efficacité des transferts énergétiques et sur la productivité globale.

### **- 6.4- CONCLUSIONS**

Les mêmes approches que celles qui précèdent, pourraient être reprises dans d'autres hydrosystèmes, avec la perspective de développer une approche plus globale. Ainsi en va-t-il de l'approche habitat, en particulier du rôle des écotones (berges et rives) des grands fleuves et des grands plans d'eau sur le fonctionnement des populations de poissons et d'invertébrés. La caractérisation des relations entre compartiments des systèmes lenticques pourraient être également transférée aux cours d'eau, malgré la difficulté de la mesure d'apport en nutriments d'origine externe (allochtone), de l'importance de l'hydraulique et du gradient longitudinal dans la structuration du réseau trophique et des interactions entre compartiments ainsi que la fragmentation des milieux.

Dans une perspective d'ingénierie écologique, il sera possible d'évaluer la sensibilité des écosystèmes aux modifications de leur environnement et de leur capacité de résilience qui déterminent par exemple, leur capacité d'auto épuration. Dans le cas de milieu sensible, la connaissance du rôle de la *diversité biologique* permettra de poser les bases d'une véritable gestion de la

conservation.

Plus précisément, une des recommandations données par le groupe 2 des discussions du « Grenelle de l'environnement » était la mise en oeuvre et la création de structures de formation (de niveau « écoles d'ingénieurs », ou autres,

tout aussi souhaitables) particulièrement axées sur les pratiques écologiques.

Ce (long) chapitre constitue, sans qu'il se veuille exhaustif, un argumentaire en faveur de la création d'établissement de formations de ce type.

---

***FIN***

---