

**État de santé des écosystèmes aquatiques :
l'intérêt des variables biologiques**

**State of health of aquatic ecosystems :
importance of biological variables**

Christian LÉVÊQUE

Directeur du GIP HydrOsystemes

Résumé

Compte tenu de la complexité des hydrosystèmes et de la multiplicité des perturbations d'origine anthropique, les paramètres physiques ou chimiques classiquement utilisés pour évaluer la qualité des eaux ne suffisent pas à fournir des indications précises sur le fonctionnement écologique d'un hydrosystème. La prise en compte des variables biologiques permet d'évaluer les effets à la fois individuels et cumulatifs de plusieurs sources de perturbations, qu'elles soient ponctuelles ou d'origine diffuse et de suivre ces effets sur le long terme à la fois sur le plan qualitatif et quantitatif. Ces variables jouent un rôle de système de surveillance et d'alerte. La nécessité de prise en compte du vivant et de maintien de la biodiversité des milieux naturels répond à des préoccupations d'ordre écologique, éthique et économique et a conduit au vote de lois telles que la loi du 29 juin 1984 ou "loi-pêche", la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 et au niveau européen, à l'adoption de la directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 ou "directive habitats". La biodiversité dépend de trois composantes essentielles des écosystèmes : la composition, la structure et le fonctionnement. En l'absence de structure de référence correspondant aux conditions supposées "naturelles", le travail des écologistes repose sur la fixation d'objectifs en terme de composition et de structure des peuplements.

Abstract

Taking into account the hydrosystem complexity and the large number of the man-induced disturbances, physical and chemical parameters ordinarily used to evaluate the quality of the water do not give precise information on the ecological state of a hydrosystem. The biological variables aim at assessing the individual and cumulative effects of many disturbance sources, whether they be pin-pointed or diffuse sources and the qualitative and quantitative monitoring of these long term effects. These variables play the role of a monitoring and warning system. The need to be heedful to the living organisms and to the conservation of the biodiversity of the natural environments answers the ecological, ethical and economical concerns. This led to the vote of laws such as the law on 29 June 1984, called the "fishing-law", the law on water on 3 January 1992, and at the European level, to the adoption of the 92/43/EEC directive on 21 May 1992, called the "habitat directive". Biodiversity depends on three major components found in an ecosystem : composition, structure

and functioning. In the absence of a reference structure that corresponds to hypothetical "natural" conditions, the ecologists' work is based on the definition of objectives in terms of composition and population structure.

La protection de la qualité des eaux telle qu'elle avait été comprise autrefois, n'impliquait pas nécessairement la protection de la biodiversité et de l'intégrité des écosystèmes. Il importait avant tout de pouvoir disposer d'une eau en quantité suffisante et dont les qualités soient acceptables pour les besoins domestiques ou industriels (ces objectifs sont d'ailleurs toujours d'actualité), sans que la préservation du fonctionnement écologique des milieux aquatiques ne soit une préoccupation affichée.

Pendant longtemps, les objectifs prioritaires des gestionnaires ont donc été de réduire le niveau de pollution entrant dans les écosystèmes aquatiques, en fixant des normes de concentration admissibles dans les eaux. Pendant longtemps on s'est donc appliqué à mesurer les paramètres physico-chimiques pouvant donner lieu pour la plupart à des normes de potabilité, afin d'évaluer la qualité des milieux. Il en reste un certain nombre de réseaux.

Si cette démarche a fait ses preuves, elle a également montré ses limites en raison de l'apparition de nouvelles et nombreuses sources de pollution. En effet, la nature des impacts a changé depuis le début de l'ère industrielle (fig. 1), avec une part plus importante de perturbations d'origine diffuse par rapport aux perturbations ponctuelles, un nombre croissant de sources de perturbations, et par conséquent des effets cumulés plus importants. Si la pollution d'origine organique a semble-t-il régressé, celle des polluants organiques est devenue par contre une des grandes préoccupations actuelles.

Voir figure 1 page 25 – Chronologie des problèmes de qualité des eaux dans les pays industrialisés (d'après Meybeck et Helmer, 1989)

Compte tenu du grand nombre de sources de perturbation, il est devenu difficile d'établir en milieu naturel une relation simple de cause à effet entre des modifications dans l'émission d'une substance toxique et des changements dans la nature des communautés biologiques, sachant qu'il peut y avoir interférence entre différentes sources de pollution. D'autre part, il devenait nécessaire de développer d'autres méthodologies pour apprécier les conséquences de sources de perturbation qui ne sont pas d'origine chimique.

I. Variables biologiques de qualité des hydrosystèmes

L'utilisation de variables biologiques s'est ainsi progressivement imposée comme moyen d'apprécier la qualité des eaux et des écosystèmes aquatiques car elle présente un certain nombre d'avantages sur les paramètres physico-chimiques :

A. De meilleurs intégrateurs des perturbations du milieu aquatique

Des émissions ponctuelles de substances toxiques peuvent être difficilement décelables dans les analyses physico-chimiques des eaux des rivières alors qu'elles ont des conséquences importantes sur le milieu biologique. Il faut en effet que le prélèvement soit effectué au moment de l'émission, sinon on risque d'ignorer qu'une substance a été répandue dans le système. Les organismes par contre sont exposés en permanence, et réagissent à toutes les perturbations auxquelles ils sont soumis.

De nombreuses substances sont apparues au cours des dernières décennies. L'amélioration des moyens de surveillance et d'analyse, ainsi il faut le dire qu'une meilleure connaissance des milieux, ont permis de prendre en compte des produits qui étaient ignorés jusque là : micropolluants organiques et minéraux, phytosanitaires, polychlorobiphényles, métaux, radioéléments.

Le dosage des pesticides nécessite pour chaque produit d'avoir recours à des méthodes spécifiques, c'est-à-dire qu'il faut rechercher les produits individuellement. On peut ainsi passer à côté de pollutions chimiques si l'on n'a pas recherché le produit. Cette démarche est grande consommatrice de temps et de crédits, compte tenu du nombre de substances chimiques susceptible d'être déversé dans le milieu aquatique.

Les variables biologiques permettent une évaluation beaucoup plus précise du devenir du compartiment biologique que les variables physico-chimiques. En effet, les organismes vivants sont sensibles à une large gamme d'impacts physiques, chimiques et biologiques, et peuvent théoriquement apporter des **réponses précises et graduées** aux conséquences de ces perturbations sur le milieu aquatique. En particulier, les variables biologiques permettent de caractériser des perturbations du milieu physique liées à l'artificialisation des cours d'eau. L'aménageur peut ainsi avoir une vision plus précise de l'évolution globale de son système.

Les variables biologiques intègrent également les effets à la fois individuels et cumulatifs de plusieurs sources de perturbations, que ces dernières soient ponctuelles ou d'origine diffuse. Elles constituent donc, à ce titre, de meilleurs indicateurs de la qualité des écosystèmes et de son évolution que les seuls indicateurs chimiques, notamment pour des produits pas toujours facilement mesurables lorsqu'ils sont présents à faible dose, ou qui ne sont pas recherchés dans la mesure où leur présence n'est pas signalée. Ce sont également de bons intégrateurs des phénomènes intervenant à plusieurs échelles de temps et d'espaces, et ils permettent d'évaluer les changements éventuels des écosystèmes sur le long terme, à la fois sur le plan qualitatif et quantitatif. Les variables biologiques jouent dans ce cas un rôle de **système de surveillance et d'alerte**.

Dans un autre domaine, l'introduction d'espèces étrangères au système peut être à l'origine de la destruction de nombreuses espèces animales ou végétales indigènes, ou de modifications importantes dans les chaînes trophiques, sans que la qualité physico chimique des eaux n'en soit véritablement modifiée.

B. Bioamplification

Une autre raison de prendre en compte le vivant est la découverte des phénomènes de bioaccumulation et de bioamplification.

La **bioaccumulation** est le phénomène qui conduit à l'accumulation d'une substance toxique ou non dans un organisme, à des concentrations parfois bien supérieures à celles observées dans le milieu naturel. Ce phénomène concerne divers contaminants qu'il s'agisse de métaux lourds ou de pesticides.

Les organismes ayant concentré des polluants peuvent entrer à leur tour dans la chaîne trophique, et si le produit n'est pas dégradé ou éliminé, il va se concentrer de plus en plus à chaque maillon de la chaîne trophique, allant par exemple des algues aux oiseaux ichthyophages. Ce phénomène qui est appelé **bioamplification**, montre que la pollution d'un milieu par des substances qui ne sont mesurées qu'en quantité très faible dans l'eau, peut avoir des conséquences inattendues au niveau des consommateurs supérieurs.

C. Des aspects éthiques et esthétiques

Une autre raison pour une meilleure prise en compte du vivant est l'intérêt porté par le public et certains groupes de professionnels vis-à-vis de la flore et de la faune sauvage.

Les hydrosystèmes abritent en effet des ressources vivantes exploitables pour la consommation et le loisir (poissons, crustacés, etc.). L'évolution de la disponibilité de ces ressources dépend pour une grande part de l'évolution de la qualité des milieux, avec les conséquences économiques que cela comporte. L'utilisation de variables biologiques permet une évaluation directe de l'état de ces ressources, ces dernières pouvant d'ailleurs être utilisées comme indicateurs.

Les systèmes aquatiques sont des lieux de vie qui attirent le tourisme mais aussi les amoureux de la nature qui recherchent une émotion esthétique, paysagère. Il ne faut pas négliger l'aspect symbolique de certaines groupes d'animaux auprès du grand public. Ainsi, une pollution est souvent illustrée au niveau des médias par des prises de vue de poissons morts. L'objectif affiché pour certains programmes de restauration des cours d'eau français, est le retour de poissons mythiques comme le saumon ou l'esturgeon. Si les fleurs d'eau dans les milieux lacustres, et l'eutrophisation en général, peuvent avoir des effets négatifs sur le tourisme, l'aspect esthétique de certains milieux aquatiques comme les zones humides, lié en grande partie à la végétation aquatique visible, peut au contraire avoir un effet attractif. Dans un cas comme dans l'autre ce sont des critères biologiques qui sont plus ou moins consciemment pris en compte.

Il ne faut pas ignorer l'intérêt porté pour les oiseaux inféodés aux milieux aquatiques, que ce soit les chasseurs ou les protecteurs de la nature. Avec l'intérêt croissant pour la conservation de la biodiversité, la protection de la faune charismatique est également un moyen de sensibilisation du public et des gestionnaires. Les zones humides soumises à la Convention de Ramsar, Les ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique), les ZICO (Zones d'importance communautaire pour les oiseaux), les ZSC (Zones Spéciales de

Conservation) dans le cadre du réseau Natura 2000, constituent des outils d'aide à la décision pour les projets d'aménagement et de gestion du territoire.

II. Le concept de biodiversité

La biodiversité peut être définie comme la diversité du monde vivant, ou selon une formule admise internationalement, comme la variété et la variabilité des organismes vivants et des complexes écologiques dont ils font partie. En termes clairs, la biodiversité c'est la prise en compte simultanée des différents niveaux de l'organisation biologique (les niveaux du gène, de l'espèce, des peuplements, des écosystèmes), avec l'idée qu'il s'agit d'un ensemble interactif.

La biodiversité dans une zone donnée, dépend de trois attributs essentiels des écosystèmes :

- la composition qui inclut les listes d'espèces et les mesures de la diversité spécifique et génétique;
- la structure qui est l'organisation physique du système, depuis la complexité de l'habitat mesuré au niveau d'une communauté, jusqu'à la structure du paysage
- le fonctionnement qui implique les processus écologiques tels les perturbations, et ceux liés à l'évolution des espèces, tels les échanges de gènes, et les mutations.

On a accordé beaucoup d'intérêt à la composition, mais beaucoup moins aux aspects structurels et fonctionnels de la biodiversité, de telle sorte qu'il est difficile d'évaluer l'impact de la simplification de la structure des écosystèmes ou de l'interruption de certains processus écologiques fondamentaux.

Composition, structure et fonction de la biodiversité, présentées sous forme de sphères emboîtées, correspondant chacune à un niveau d'organisation. Ce schéma conceptuel (*figure 2, page 25*) a pour but de faciliter la sélection d'indicateurs qui représentent les divers aspects de la biodiversité et qui doivent retenir l'attention dans des programmes de surveillance de l'environnement (Noss, 1990).

Le concept de biodiversité a trois composantes principales qui ne sont pas indépendantes et poursuivent un même objectif : la conservation et la protection des lieux naturels et des espèces qu'ils abritent (Lévêque, 1994).

Les trois composantes principales (*figure 3, page 26*) du concept de biodiversité (d'après Lévêque, 1994).

A. La dimension écologique : pour le scientifique, la biodiversité actuellement observée, est l'héritage d'une longue histoire évolutive des espèces, dans un contexte climatique et géomorphologique qui a lui aussi évolué. Elle est le produit de l'évolution qui a façonné cette immense diversité de formes vivantes au cours du temps. Chaque type d'écosystème a son propre complexe d'espèces et la composition actuelle des faunes locales et régionales peut s'interpréter à la lumière des études sur les paléo-environnements qui permettent de reconstituer la dynamique de la colonisation. C'est également un concept fonctionnel qui prend en

compte les interactions entre les composantes biotiques et abiotiques, et qui pose la question du rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des systèmes.

Facteurs qui expliquent la composition actuelle de la biodiversité dans les hydrosystèmes (*figure 4, page 26*).

B. La dimension éthique et philosophique : cet héritage a une valeur culturelle et patrimoniale, et nous avons le devoir de le transmettre aux générations futures.

C. La dimension économique : on tente de quantifier en termes financiers les usages actuels et potentiels de la diversité biologique.

Sans manichéisme excessif, on peut penser que ces trois dimensions sont également des points d'entrée différents selon les interlocuteurs : pour les scientifiques la dimension écologique est prioritaire, alors que les politiques et gestionnaires sont plutôt concernés par la dimension économique et les ONG et le public par la dimension éthique.

Les activités humaines en détruisant ou en polluant les écosystèmes sont responsables de l'érosion de la biodiversité. A contrario, pour préserver la biodiversité il faut préserver les écosystèmes dans leurs composantes physiques, chimiques et biologiques.

En se posant la question de l'impact de facteurs d'origine naturelle ou/et anthropique sur la biodiversité, et en recherchant les moyens à mettre en œuvre afin de la préserver, on aborde directement les problèmes du développement durable qui furent au cœur des débats de la Conférence de Rio. On se demande si l'on peut évaluer le coût de tous ces impacts et qui va payer la protection et la conservation des milieux concernés.

Pour cela, il faudra remettre en cause les mentalités, les choix sociaux en terme de mode de développement et de systèmes économiques. Le concept de développement durable, n'est pas à l'usage exclusif des pays pauvres.

Le concept de biodiversité est à la fois le champ d'application de nouveaux rapports qui s'établissent entre l'homme et la nature, et le lieu d'émergence de nouvelles questions et de nouvelles préoccupations concernant le monde vivant. La vision jusqu'ici essentiellement utilitariste de la nature fait place à une éthique basée sur le respect de la vie. Pour les sciences de la vie, il s'agit de réconcilier la génétique et l'écologie afin de mieux comprendre les mécanismes de l'évolution. Mais de nouveaux champs de recherches sont également ouverts par l'étude du rôle fonctionnel de la biodiversité. On redécouvre que la biodiversité fait partie de notre vie quotidienne, et qu'elle peut être un enjeu économique. De nouvelles approches économiques sont nécessaires pour prendre en compte la protection de la biodiversité, et les juristes sont sollicités pour mettre au point un véritable droit de la protection de la nature. Pour protéger les écosystèmes, on remet également en cause la gestion centralisée, au profit d'une gestion locale impliquant les populations concernées. La biodiversité est donc devenue un véritable fait de société, qui fait

appel à de nouvelles valeurs morales, et qui remet en cause le choix des modèles de développement.

On voit donc que le concept de biodiversité tel que nous l'avons rapidement exposé ici, suppose de revoir nos méthodes de gestion des eaux et des hydrosystèmes, en prenant en compte les interrelations entre leurs différentes composantes, du gène à l'écosystème dans toutes ses dimensions biotiques et abiotiques.

III. Aspects législatifs

Une bonne raison pour prendre en compte le vivant est, bien entendu, de répondre aux directives du législateur.

La loi du 29 juin 1984 plus connue sous le nom de "loi-pêche", indique que "la préservation des milieux aquatiques et la préservation du patrimoine piscicole sont d'intérêt général. La protection du patrimoine piscicole implique une gestion équilibrée des ressources piscicoles dont la pêche, activité à caractère social et économique, constitue le principal élément." L'application s'est heurtée à de nombreuses difficultés, et à l'existence d'autres textes extérieurs au Code Rural, qui interfèrent sur la protection des eaux et des milieux.

Il faut noter qu'on parle avant tout de gestion des ressources piscicoles sans faire implicitement référence au fait que c'est la qualité du milieu et des habitats qui conditionne pour une grande part le renouvellement de ces ressources.

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992, remplace celle du 16 décembre 1964. Le législateur, reste avant tout préoccupé par la gestion équilibrée de la ressource en eau (art. 2) car il a toujours comme premier souci de préserver cette ressource en quantité suffisante pour l'utilisation domestique, agricole et industrielle. Il affiche également des objectifs de qualité avec la volonté de la restaurer. Mais il affirme aussi en préambule que les usages de l'eau doivent prendre en compte la protection des milieux aquatiques, des sites, et des zones humides, qu'il faut renforcer la protection contre la pollution. La loi commence donc à considérer la gestion écologique intégrée (Coulet, 1990) qui donne la parole aux gestionnaires, aux utilisateurs, et à la rivière.

Au niveau européen, il faut mentionner la directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 (encore appelée directive Habitats) qui a pour objet, tel que défini dans son article 2, de "contribuer à assurer la biodiversité par la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et la flore sauvages sur le territoire européen des États membres où le trafic s'applique". Elle ajoute : "les mesures prises en vertu de la présente directive visent à assurer le maintien ou le rétablissement, dans un état de conservation favorable, des habitats naturels et des espèces de faune et de flore sauvages d'intérêt communautaire" en tenant compte "des exigences économiques, sociales et culturelles, ainsi que des particularités régionales et locales".

Pour y parvenir la Directive définit :

- Une liste de types d'habitats naturels d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (annexe I). On y trouve en particulier de nombreux habitats d'eaux douces, dormants ou courants, ainsi que tourbières et marais d'eau douce ou côtiers.
- Une liste d'espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (annexe II). Soixante et une espèces de poissons sont répertoriées, ainsi que plusieurs espèces d'invertébrés et de plantes aquatiques.
- Une liste d'espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite une protection stricte (annexe IV) ou des mesures de gestion pour l'exploitation et le prélèvement (annexe V).

Un réseau d'experts européens, mandaté par la CCE, a été chargé de réfléchir à une définition de la qualité écologique des eaux dans la perspective de mettre en œuvre une législation communautaire : "la qualité écologique est l'expression globale de la structure et de la fonction de la communauté biologique, en tenant compte des facteurs naturels physiographiques, géographiques et climatiques et également des conditions physiques et chimiques, y incluses celles qui résultent des activités humaines. L'esthétique de la région devra également être prise en considération" (Piavaux, 1992)

Au niveau international enfin, la Convention Biodiversité a été ratifiée par de nombreux pays. Cette convention n'est pas contraignante en termes juridiques. Un point important est l'affirmation qu'il faut anticiper et prévenir à la source les causes de la réduction de la diversité biologique, et que l'absence de certitudes scientifiques ne doit pas être invoquée pour différer les mesures de protection qui seraient nécessaires pour y parvenir. A lui seul ce sentiment que la diversité biologique est nécessaire à la survie de l'humanité, justifie ce principe de précaution, qui sera sans doute l'objet de beaucoup d'exégèses, et qu'il faudrait probablement qualifier de devoir de prudence dans la mesure où l'on ne sait pas si c'est réellement le cas.

IV. Intégrité biotique et santé des écosystèmes

Compte tenu de la complexité des hydrosystèmes et de la multiplicité des perturbations d'origine anthropique, il est évident qu'aucun paramètre physique ou chimique ne peut, à lui seul, fournir des indications précises sur l'état d'un hydrosystème sur le plan de son fonctionnement écologique. Plus un système est complexe, et plus il sera nécessaire d'encourager une grande diversité d'approches. Le besoin d'un outil prenant en compte plusieurs paramètres, dont la composante biologique, est depuis longtemps ressenti et la notion d'intégrité biotique doit être vue comme une tentative de réponse à cette attente.

On comprend plus ou moins intuitivement ce qu'évoque la notion d'intégrité des écosystèmes. Le terme intégrité fait généralement référence à quelque chose qui est en bon état, qui est intact et inaltéré. Certains ont pu parler également de

santé des hydrosystèmes, la différence entre les deux concepts étant surtout épistémologique.

Karr & Dudley (1981) ont donné une définition de l'intégrité biotique des écosystèmes qui est la capacité d'un milieu à abriter et à maintenir une communauté équilibrée, intégrée et adaptée d'organismes, ayant une composition spécifique, une diversité, et une organisation fonctionnelle comparables à celle d'habitats naturels de la région (ou du moins des habitats les moins perturbés).

Pour Regier (1993), un système vivant fait preuve d'intégrité si, lorsqu'il est soumis à une perturbation, il conserve la capacité de réagir lui-même et d'évoluer vers un stade final qui soit normal ou "bon" pour ce système.

On constate qu'il y a une certaine part de subjectivité dans ces définitions, et qu'il est difficile dans ces conditions de donner des indications précises aux gestionnaires. La surveillance, la gestion, ou la législation nécessitent en effet une définition plus précise et plus objective du concept d'intégrité biotique auquel il convient de donner un aspect plus opérationnel.

Définir des critères, et choisir des indicateurs serait une tâche relativement facile si l'écologie pouvait nous fournir des modèles simples mais rigoureux pour décrire et prévoir l'état des écosystèmes. Le concept de biodiversité nous propose un excellent cadre pour une interprétation historique mais également déterministe de la composition des peuplements en relation avec les facteurs de l'habitat (variabilité, hétérogénéité, etc.). Cependant si des progrès considérables ont été réalisés ces dernières années, notamment en ce qui concerne la notion d'habitat aquatique et l'approche déterministe de la composition des peuplements (programme habitat-poissons), nous avons encore du chemin à faire pour modéliser le fonctionnement dynamique de hydrosystèmes.

En attendant, des outils ont été proposés afin d'évaluer l'état des écosystèmes par la prise en compte simultanée de critères physiques, chimiques et biologiques. Le plus connu est l'indice d'intégrité biotique développé en 1981 (Karr, 1981) et que nous sommes sur la voie d'appliquer aux systèmes européens en ce qui concerne les communautés piscicoles (Oberdorff, 1994).

Dans son application, le concept d'intégrité biotique est confronté à un problème de taille, mais pas forcément insurmontable : quelle structure de référence constitue un repère d'intégrité ou de normalité, ou de bonne santé ? L'idée étant bien entendu que cette référence constitue un objectif à atteindre pour la restauration des milieux dégradés. Dans des régions encore peu perturbées, on peut avancer que la référence est celle des structures biologiques observées dans les secteurs les mieux préservés des activités humaines. Mais dans des régions comme les nôtres, dont les systèmes aquatiques sont depuis des siècles soumis aux impacts anthropiques, l'identification de structures de référence est délicate. La voie est probablement dans une meilleure connaissance des relations entre caractéristiques de l'habitat et composition des peuplements, en utilisant la modélisation déterministe comme support à la réflexion. Il s'agit alors de définir les objectifs de qualité que l'on veut atteindre en terme de composition spécifique et de structure des peuplements, compte tenu des conditions biogéographiques locales ou régionales.

V. Et l'éthique ?

Nous ne pouvons terminer ce tour d'horizon sans rappeler ici l'existence d'un paramètre qui n'est pas souvent officiellement pris en compte dans la gestion des hydrosystèmes, bien qu'il le soit parfois implicitement : le paramètre éthique. En effet, la gestion des écosystèmes ne peut s'effectuer selon les seuls principes écologiques définis et mis en œuvre par les experts. Les divers enjeux liés aux usages de l'eau, et l'instauration de procédures démocratiques dans les processus de décision, font qu'une composante importante de la gestion réside dans la perception du public et la valeur sentimentale qu'il accorde aux écosystèmes. C'est ce que veut dire Régier (1993) : "La notion d'intégrité des écosystèmes prend ses racines dans certains concepts écologiques combinés à un ensemble de valeurs humaines. Les objectifs normatifs dans le contexte des rapports de l'homme à son environnement, sont de maintenir l'intégrité d'un écosystème qui est une entité à la fois naturelle et culturelle, et qui est l'expression d'une connaissance écologique d'une part, et d'une éthique d'autre part qui nous guide dans la recherche des relations à privilégier.

Autrement dit, la question de l'intégrité des hydrosystèmes ne conduit pas nécessairement à une réponse unique. Il y a la place pour un certain choix, qui sera influencé par l'attente ou le désir des sociétés. La question, pour des écosystèmes fortement influencés par l'homme pourrait se formuler ainsi : Quel genre de jardin voulons-nous? Quel genre de jardin pouvons nous obtenir ? On retrouve ici l'idée développée plus haut selon laquelle en l'absence de structure de référence correspondant aux conditions supposées "naturelles", il faut se fixer des objectifs en terme de composition et de structure des peuplements. Bien que très caricaturale, l'idée de réintroduire le saumon dans le Rhin participe de cette démarche.

VI. Conclusions

La prise en compte du vivant dans la gestion de l'eau et des hydrosystèmes n'est pas un phénomène nouveau mais elle s'est imposée progressivement comme un élément important de décision, avec l'évolution simultanée des connaissances, des techniques et de la sensibilité du public par rapport aux questions d'environnement.

Une raison d'espérer réside dans la nouvelle relation amicale avec la nature qui paraît se développer en Occident, et qui pose en termes différents les relations que la société entretenait jusqu'ici avec les spécialistes des sciences de la nature (Lévêque, 1994). La demande vis-à-vis des scientifiques n'est plus tant d'assurer la chronique nécrologique des espèces et d'assister impuissants aux grandes catastrophes écologiques, que de réhabiliter les milieux dégradés, dans leur intégrité biologique. La réinstallation du saumon, par exemple, est devenu le symbole et l'objectif de qualité de l'écosystème fluvial européen. L'écologiste peut trouver dans la biologie de la conservation un débouché finalisé aux spéculations théoriques qu'il avait conduites jusque là.

Ces écologistes ont développé, nous l'avons vu, un certain nombre d'outils conceptuels qui constituent des cadres de réflexion pour la programmation de la recherche. Ils ont également déjà apporté un certain nombre de réponses concrètes aux questions que se posent les gestionnaires, même s'il reste du chemin à faire. Grâce au développement des théories écologiques et des outils de traitement de

l'information, nous avons de bonnes raisons de penser que les questions qui leur sont posées actuellement pourront trouver des réponses à moyen terme.

Cependant, pour que le rôle du scientifique ne se limite pas à l'administration de soins palliatifs à des systèmes voués à la dégradation, il faut que la société fasse des choix en terme de modes de développement. En dernier recours c'est bien dans les mains des politiques que se situe la solution voire les remèdes à des situations parfois déplorables du point de vue de l'écologie, et que nous dénonçons tous. Ici également les mesures législatives donnent quelques raisons d'espérer, à condition qu'elles puissent non seulement être appliquées, mais comprises et intégrées dans la vie quotidienne par l'ensemble de la population.

Sans rentrer dans un débat stérile, les recherches sur la santé des hydrosystèmes nécessitent une nouvelle organisation, une restructuration du paysage scientifique et de la gestion de la recherche autour de programmes, d'équipes multidisciplinaires, de zones ateliers et d'observatoires, de moyens lourds et plus généralement d'outils à la hauteur des enjeux. En effet, on ne peut reprocher aux écologistes qui travaillent sur des systèmes complexes, de ne pas répondre immédiatement aux sollicitations des utilisateurs. Les moyens dont ils disposent pour comprendre le fonctionnement de leur systèmes et prévoir leur évolution temporelle en situation d'incertitude, sont disons le, bien faibles par rapport à ceux qui sont mis en œuvre pour suivre les paramètres physico-chimiques des hydrosystèmes. Ils sont tout simplement ridicules par rapport à ceux dont disposent les météorologistes dont les prévisions sont encore loin d'être très fiables, ou les économistes malgré le fait que l'on soit en droit de s'interroger sur la pertinence réelle des modèles qu'ils proposent.

Références

1. COULET, 1990 - Ecologie et aménagements fluviaux, nécessité d'une gestion écologique intégrée. Communication présentée aux Quatrièmes Entretiens Jacques Cartier, Arles, décembre 1990, 9 p.
2. J.-R. KARR & D.-R DUDLEY, 1981 - Ecological perspective on water quality goals. *Environmental Managements*, 5 : 55-68.
3. J.-R. KARR, 1981 - Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries (Bethesda)*, 6 : 21-27.
4. J.-R. KARR, 1993 - Measuring Biological Integrity : lessons from streams. pp 83-104, in Woodley S., Kay J. & Francis G. (eds) : *Ecological Integrity and the management of ecosystems*. St Lucie Press.
5. C. LEVEQUE, 1994 - Le concept de biodiversité : de nouveaux regards sur la nature. *Natures, Sciences, Sociétés*, 2(3) : 243-257.
6. M. MEYBECK & R. HELMER, 1989 - The quality of rivers : from pristine stage to global pollution. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, 75 : 283-309.
7. R.-F. NOSS, 1990 - Indicators for monitoring biodiversity : a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4 : 355-364.
8. T. OBERDORFF, 1984 - Structure des peuplements piscicoles des cours d'eau français : application à la gestion des eaux continentales. Thèse de Doctorat, Muséum National d'Histoire naturelle.

9. PIAVAUX, 1992 - La protection de la qualité écologique des eaux. Tribune de l'eau, N° 555/1 : 5-7.

10. H.-A. REGIER, 1993 - The notion of natural and cultural integrity. pp 3-18, in Woodley S., Kay J. & Francis G. (eds) : Ecological Integrity and the management of ecosystems. St Lucie Press.

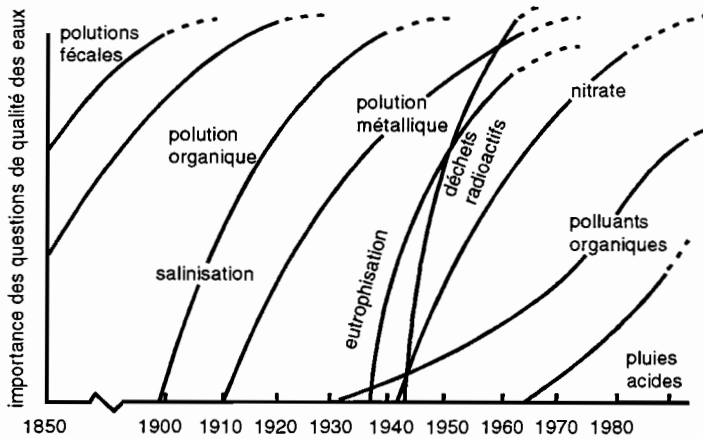


Figure 1 - Chronologie des problèmes de qualité des eaux dans les pays industrialisés (d'après 6)

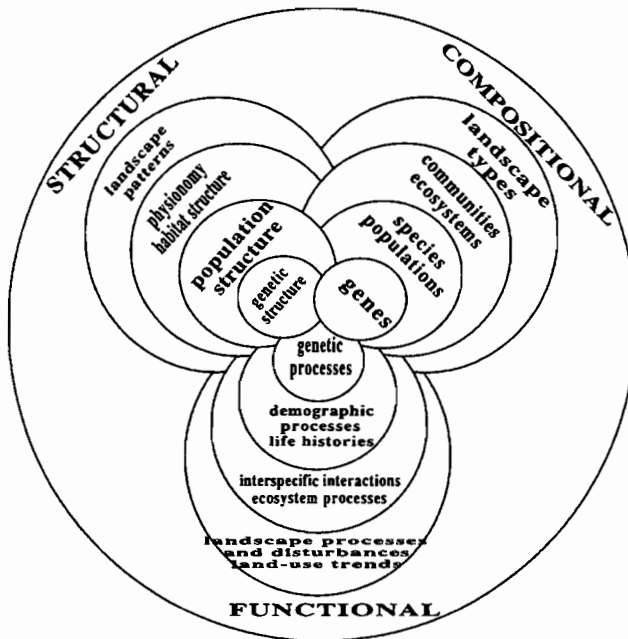


Figure 2 - Composition, structure et fonction de la biodiversité, présentées sous forme de sphères emboîtées, correspondant chacune à un niveau d'organisation. Ce schéma conceptuel a pour but de faciliter la sélection d'indicateurs qui présentent les divers aspects de la biodiversité et qui doivent retenir l'attention dans des programmes de surveillance de l'environnement (d'après 7)

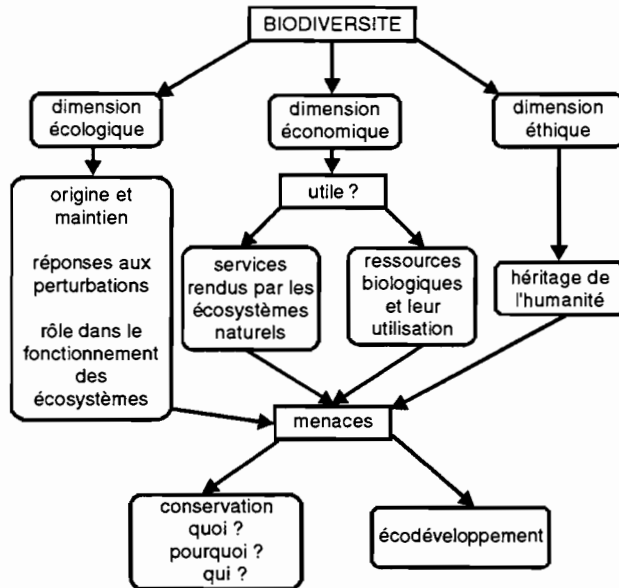


Figure 3 - Les trois composantes principales du concept de biodiversité (d'après 5)

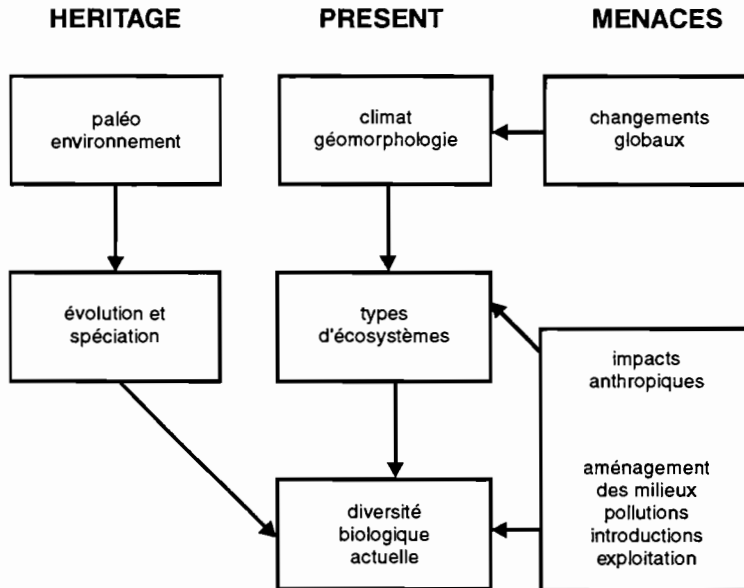


Figure 4 - Facteurs qui expliquent la composition actuelle de la biodiversité dans les hydrosystèmes (d'après 5)

État de santé des écosystèmes aquatiques
Les variables biologiques comme indicateurs



Actes du séminaire national
Paris, 2 - 3 novembre 1994

*HydrO*systemes

Cemagref
EDITIONS

Séminaire national

HydrOsystemes

Etat de santé des écosystèmes aquatiques Les variables biologiques comme indicateurs

Coordination scientifique :

Nathalie Chartier-Touzé (1)
Yannick Galvin (2)

Christian Lévêque (3)
Yves Souchon (3)

(1) Ministère de l'Environnement / Direction Générale de l'Administration et du Développement / Service de la Recherche et des Affaires Economiques

(2) Ministère de l'Environnement / Direction de l'Eau

(3) Groupement d'Intérêt Public sur les Hydrosystèmes



Avec la participation logistique de l'AGHTM,
Association générale des hygiénistes et techniciens municipaux

ISBN 2-85362-456-0



Cemagref Éditions 1997

9 782853 624565

Prix : 185 F TTC