

Qu'entend-on par bio-indicateurs de la qualité des eaux continentales ?

Le terme bio-indication désigne l'ensemble des méthodes fondées sur des paramètres biologiques pouvant servir à établir des diagnostics écologiques. Un indicateur biologique (ou bio-indicateur) est un organisme ou un ensemble d'organismes qui, par ses propriétés biochimiques ou ses caractéristiques physiologiques, éthologiques (de comportement) ou écologiques, permet de caractériser de façon pratique l'état d'un écosystème et de mettre en évidence aussi précocement que possible les modifications naturelles ou provoquées. Il permet de quantifier l'amplitude d'une perturbation.

En bref...

Pourquoi des bio-indicateurs ?

Les milieux aquatiques continentaux sont parmi les écosystèmes les plus influencés par les activités humaines. Dans les pays fortement industrialisés comme la France, la plupart d'entre eux subissent des altérations multiples telles que par exemple les modifications de l'habitat, les pollutions industrielles (chimiques notamment), les pollutions organiques et les pollutions diffuses liées aux pratiques agricoles intensives. Toutes ces pressions ont généré une dégradation écologique des hydrosystèmes, les mettant actuellement dans l'incapacité d'assurer certains biens et services attendus (déclin de la qualité et de la disponibilité en eau, disparition d'espèces, changement de la structure des communautés animales ou végétales). Cette situation a amené l'Europe à reformuler sa politique sur l'eau, comme le confirment les objectifs de la récente Directive cadre sur l'eau, qui sont la préservation et la restauration de l'état écologique des écosystèmes aquatiques au travers de leurs composantes chimiques et surtout biologiques. Satisfaire cette demande nécessite de disposer d'indicateurs capables d'apporter une information pertinente sur l'état de santé des écosystèmes.

Les organismes aquatiques présentent des exigences différentes vis-à-vis de l'environnement. Ainsi, leur état de santé, leur comportement, leur présence/absence, leur association ou leur abondance peuvent refléter l'état des milieux aquatiques. Ces organismes deviennent alors des bio-indicateurs de la qualité de l'eau, du sédiment, de la diversité des habitats, du fonctionnement de l'écosystème... Ils sont souvent utilisés en complément de mesures physico-chimiques et hydro-morphologiques.

Des bio-indicateurs qui répondent à divers objectifs

On distingue plusieurs grands types de bio-indicateurs en fonction des objectifs poursuivis :

- **Les bio-indicateurs d'exposition (ou d'alerte).** Il s'agit essentiellement d'indicateurs toxicologiques basés sur l'utilisation de mesures biochimiques. Ces bio-marqueurs vont servir à révéler l'existence de processus d'intoxication de l'environnement, avant que des effets plus graves ne se manifestent au niveau de l'écosystème. Ils doivent en théorie mettre en évidence l'existence de contaminations difficilement décelables par d'autres méthodes (perturbation de brève durée, ou produits difficiles à détecter par l'analyse chimique). La mesure de l'activité enzymatique EROD (éthoxyrésorufine O-déséthylase) dans les foies de poisson est actuellement la mesure biochimique la plus aboutie en vue d'une utilisation en routine comme biomarqueur de pollution. Ce biomarqueur renseigne sur l'exposition des poissons à des polluants de l'environnement tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les molécules organochlorées comme les polychlorobiphényles et les dioxines. L'activité EROD est étudiée dans le même objectif chez d'autres espèces comme la moule (AFNOR, en cours de normalisation).
- **Les bio-indicateurs de diagnostic** permettent de mesurer des modifications liées aux activités humaines, et de les comparer à des situations de référence dans des écosystèmes peu perturbés (voir plus bas la description de l'Indice poisson rivière comme exemple de bio-indicateur de diagnostic).
- **Les bio-indicateurs d'objectifs** doivent permettre de juger si les objectifs fixés ont été atteints. Ils intègrent si possible plusieurs caractéristiques du milieu et doivent être « socialement » pertinents de manière à être compris facilement par le public, les politiques et les gestionnaires. C'est le cas, par exemple, lorsque l'on utilise des espèces importantes sur le plan économique et dans l'imaginaire collectif, comme le saumon et l'esturgeon. Est faite, dans ce cas, l'hypothèse qu'une information facile à comprendre aura plus d'impact.

Quelles variables sont utilisées en bio-indication ?

Sans en faire un inventaire exhaustif, diverses variables biologiques sont actuellement utilisées comme indicateurs :

- au niveau de l'individu, on distingue des indicateurs biochimiques (modifications enzymatiques), des indicateurs de carcinogénèse (révélateurs de cancers), des indicateurs physiologiques (taux de croissance, taux de fécondité, maladies), des indicateurs de comportement. On utilise également les capacités de bioaccumulation des organismes comme indicateurs d'exposition. Ces organismes sont parfois appelés espèces sentinelles, en ce sens qu'elles peuvent réagir

- à de faibles taux de contamination de polluant, par exemple en se raréfiant ou en pullulant, ou qu'elles ont des aptitudes particulières à la bioaccumulation de contaminants dans leurs tissus ;
- au niveau de la population (ensemble d'individus d'une même espèce), on reconnaît des espèces indicatrices qui ont des exigences strictes par rapport à un ensemble de caractéristiques physiques et chimiques de l'habitat. La présence ou l'absence de l'espèce, son abondance, permettent d'apprécier dans quelle mesure elle se trouve en limite de ses besoins optimaux. On utilise également les indicateurs démographiques (structures en âge et structures en taille, taux de natalité et de mortalité, sex-ratio), qui sont supposés varier en fonction des perturbations ;
- au niveau des communautés (ensemble d'individus de plusieurs espèces), on utilise des indicateurs écologiques : composition de la communauté (richesse spécifique, abondance, biomasse, ...), fonctionnement (production primaire, production secondaire, cycles des éléments nutritifs), structure (les différents niveaux de la chaîne alimentaire), distribution des individus dans le milieu (hétérogénéité, fragmentation).

Sur quels organismes ?

Tous les groupes végétaux et animaux ont été ou sont utilisés en bio-indication. Dans les systèmes d'eau courante, ce sont les peuplements d'invertébrés qui sont les plus fréquemment utilisés car ils couvrent une grande diversité physiologique et comportementale et sont donc à même de répondre à de nombreuses perturbations. En France, ils rentrent notamment dans le développement de l'Indice biologique global normalisé (AFNOR 1992) et de l'Indice oligochètes (AFNOR 2005). Moins souvent en eaux douces qu'en mer, les propriétés physiologiques des invertébrés aquatiques (mollusques bivalves en particulier) sont aussi utilisées pour révéler des contaminations chimiques. Dans les plans d'eau, l'emploi des propriétés algales (phytoplancton) est la plus répandue. Cela se justifie probablement par la connaissance relativement ancienne de l'influence des nutriments et des métaux lourds et toxiques sur les communautés phytoplanctoniques des milieux stagnants. De nombreux indices utilisent les propriétés algales pour mesurer l'eutrophisation d'origine humaine des milieux aquatiques, comme par exemple l'Indice trophique planctonique en France. L'intérêt des poissons en bio-indication a été décrit par divers auteurs. On peut noter leur large distribution, leur classification et leur biologie bien décrites, leur écologie bien identifiée et leur longue durée de vie. Les poissons répondent aussi à un grand nombre de perturbations (pollutions chimiques, thermiques, dégradation des habitats, etc.). L'utilisation en bio-indication de plantes poussant en milieu aquatique est

plus récente, bien que leur présence soit aussi fortement liée à la qualité des habitats. Les recherches actuelles sont motivées par la nouvelle réglementation européenne mais également par l'importance de la colonisation des milieux par des espèces exotiques invasives.



Les activités humaines imposent des pollutions aux milieux naturels

Comment les bio-indicateurs sont-ils construits ?

Les écologues des milieux aquatiques ont développé depuis le début du xx^e siècle diverses méthodes biologiques afin d'évaluer la qualité des milieux. Depuis ces premiers travaux, les bases conceptuelles de l'évaluation de la qualité biologique des milieux ont été affinées, s'écartant progressivement du concept d'espèces indicatrices vers des approches plus intégrées fondées sur l'analyse de la structure des communautés. Ces dernières approches évaluent le niveau d'altération des communautés (poissons, invertébrés aquatiques, plantes aquatiques, ...) à partir de différentes caractéristiques appelées métriques, sensibles aux perturbations anthropiques.

Un exemple d'indicateur de diagnostic : l'Indice poisson rivière (IPR, AFNOR, 2004).

Cet indice mis au point pour l'ensemble du réseau hydrographique français consiste à mesurer l'écart entre la composition de la communauté de poissons observée à partir d'un échantillonnage par pêche électrique sur une station donnée et la composition attendue en situation de référence (dans des conditions pas ou très peu modifiées par l'homme).

L'indice intègre sept métriques [cf. tableau ci-dessous]. La note associée à chaque métrique est fonction de l'importance de l'écart entre le résultat de l'échantillonnage et la valeur de la métrique attendue en situation de référence. Cet écart, appelé déviation, est traduit sous la forme d'une probabilité obtenue en utilisant des modèles statistiques prenant en compte les principaux facteurs environnementaux responsables des variations des métriques en conditions naturelles. Cet indice peut être calculé en tout point du réseau hydrographique français et est capable de séparer la variabilité naturelle des communautés biologiques de la variabilité liée aux perturbations d'origine humaine. Il répond efficacement à un large spectre de perturbations (perturbations de la qualité de l'eau et de la qualité de l'habitat). Il est donc susceptible de fournir une évaluation pertinente de la qualité écologique des hydrosystèmes fluviaux dans l'espace et dans le temps.

Liste des métriques composant l'Indice poisson rivière (IPR)

Catégories	Métriques
Richesse taxinomique	1. Nombre total d'espèces
Guildes d'habitat	2. Nombre d'espèces rhéophiles*
	3. Nombre d'espèces lithophiles*
Guildes de sensibilité	4. Densité d'individus tolérants
Guildes trophiques	5. Densité d'individus invertivores*
	6. Densité d'individus omnivores
Abondance	7. Densité totale du peuplement

Espèce rhéophile : espèce adaptée au courant.
Espèce lithophile : espèce adaptée au substrat sableux ou graveleux.
Espèce invertivore : espèce consommant des invertébrés aquatiques.

Par ailleurs, il permet d'apporter des informations sur le type de dysfonctionnement de la communauté, car il est théoriquement possible d'extraire de l'indice global les métriques réagissant à chaque type de perturbation.

La méthodologie employée pour mettre au point l'IPR a été récemment adoptée dans le cadre d'un programme de recherche européen (programme FAME, EVK1-CT-2001-00094) impliquant douze pays et visant au développement d'un indice poissons applicable à l'ensemble des cours d'eau européens, en relation directe avec les préconisations de la Directive cadre sur l'eau.



Lac où l'indice poisson rivière est satisfaisant (Capcir, Pyrénées-Orientales)

Pour en savoir plus

- AFNOR, Indice biologique global normalisé (IBGN), NFT 90-350, 1992.
- AFNOR, Détermination de l'Indice poissons rivière (IPR), NFT 90-344, 2004.
- AFNOR, Détermination de l'Indice oligochètes de bio-indication lacustre (IOBL), NFT 90-391, 2005.
- Jean BELLARD, Nicolas ROSET, *L'indice poissons rivières (IPR) – Notice de présentation et d'utilisation*, Conseil supérieur de la pêche, 2006.
- Jacques BARBE, Michel LAFONT, Jacques MICUTHON, Michel PHILIPPE, *Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau*, Lyon, éditions Cemagref, 2003.
- IDE ENVIRONNEMENT, *Étude bibliographique des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des eaux de surface continentales*, éditions ministère de l'Environnement, 1993.

Questions
Ouvertes



L'eau, une ressource durable ?

Ouvrage collectif coordonné par

Marie-Claude LECLERC (CNRS) et Pascale SCHEROMM (INRA)

Responsable de collection : Claude LLENA
Suivi de production : Séverine CHEVÉ
PAO : Christophe HERRERA
Maquette et photo de couverture : Dominique POUPEAU

Directeur du CRDP académie de Montpellier : Jean-Marie PUSLECKI

© 2008 CRDP académie de Montpellier
Centre régional de documentation pédagogique
Allée de la Citadelle – 34064 MONTPELLIER CEDEX 2

<http://www.crdp-montpellier.fr>

Tous droits de reproduction et d'adaptation réservés pour tous pays.

Le code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de son article L. 122-5, d'une part que « *les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective* » et, d'autre part, que « *les analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées* », « *toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite* » (article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie, constituerait donc une contrefaçon, c'est-à-dire un délit. « *La contrefaçon en France d'ouvrages publiés en France ou à l'étranger est punie de trois ans d'emprisonnement et de 300 000 euros d'amende* » (articles L. 335-2 et L. 335-3 du code de la propriété intellectuelle).



L'eau, une ressource durable ?

Ouvrage collectif coordonné par
Marie-Claude LECLERC, CNRS
Pascale SCHEROMM, INRA

Argillier C., Levêque Christian, Oberdorff Thierry

Qu'entend-on par bio-indicateurs de la qualité des eaux continentales ?

In : Leclerc M.C. (ed.), Scheromm P. (ed.), Desbordes M. (préf.) L'eau, une ressource durable ?. Montpellier : CRDP, 2008, (2), p. 170-175. (Questions Ouvertes ; 2). ISBN 978-2-86626-333-1