

## Quelles nouvelles perspectives pour évaluer la qualité des milieux aquatiques ?

**Les articles présentés dans ce numéro proposent un panorama des connaissances et des développements en cours dans le domaine de l'évaluation du risque toxique (présence *versus* effets des contaminants, biomarqueurs, exposition contrôlée *in situ*, traits biologiques et sensibilité aux toxiques) et de la bio-indication (indicateurs biologiques répondant aux critères exigés par la directive cadre européenne sur l'eau). À partir de l'ensemble des éléments exposés, nous pouvons tenter d'apporter des éléments de réponses aux questions proposées dans l'avant-propos.**

### Présence de contaminants et action sur les organismes

La biodisponibilité\* d'une molécule chimique désigne sa capacité à entrer en contact et à exercer son effet sur les organismes cibles et non cibles voire, pour les substances sujettes à une bioamplification\*, à s'accumuler dans les organismes et dans l'édifice trophique\*. Cette biodisponibilité est pour partie dépendante du type de contaminant (forme ionique libre, molécules organiques, molécules hydrophiles\*). Une amélioration de la caractérisation de l'exposition à laquelle sont soumis les organismes peut être obtenue à l'aide d'outils d'échantillonnage passifs et intégratifs des polluants mieux adaptés à l'évaluation du risque toxique. À l'heure actuelle, ces méthodes ne sont pas intégrées dans les suivis « réglementaires », ce qui amène à considérer toutes les substances comme biodisponibles quelles que soient les conditions biogéochimiques\* dans le milieu naturel, et à une évaluation du risque réel encouru assortie de beaucoup d'incertitudes.

### Le recours aux biomarqueurs

La nécessité d'évaluer le risque toxique a amené récemment un regain d'intérêt pour les biomarqueurs\* en tant qu'outils d'aide au diagnostic de contamination. On cherche ici à mesurer la réponse d'un organisme à une exposition à des stressors au niveau intracellulaire, cellulaire ou tissulaire, et à l'utiliser en tant que signal d'alerte d'apparition ultérieure de perturbations du fonctionnement de l'organisme, voire de sa population. C'est dans le milieu marin que ces méthodes sont les plus développées et les plus usitées (poissons, mollusques...). Parmi les difficultés rencontrées, il faut citer la variabilité du stress en fonction de l'environnement et du stade de développement des espèces. L'interprétation des résultats nécessite donc toujours une bonne connaissance de la biochimie et de la physiologie de l'organisme utilisé. Il faut être à même de discriminer entre les réponses adaptatives « naturelles » et les réponses au stress chimique.

L'extrapolation des résultats est souvent limitée, de la cellule à l'organisme puis à la population. Le développement des techniques récentes de biologie moléculaire (les « omic's »\*) ouvre aujourd'hui des perspectives nouvelles (rapidité, exhaustivité) pour la recherche de nouveaux biomarqueurs sur de nombreuses espèces.

Dans la perspective d'une surveillance des écosystèmes d'eau douce et d'évaluation du risque toxique, il reste qu'à l'heure actuelle, nous ne disposons pas de méthodologies basées sur une stratégie raisonnée pour le choix des biomarqueurs. Un important travail d'investigation *in situ* est nécessaire afin de mieux calibrer les réponses obtenues et les exprimer en termes d'écart par rapport à une situation « sans stress ».

### Le recours à des expérimentations *in situ*

Les tests de toxicité en laboratoire, abondamment pratiqués, présentent l'intérêt d'établir une claire relation entre la concentration en toxique et une cible biologique. Ils n'intègrent cependant pas les fluctuations des caractéristiques physico-chimiques des milieux et des apports en contaminants. Ils ne mettent également pas à l'abri d'artefacts lors des prélèvements et de la manipulation des échantillons. La mise en place d'approches *in situ* permettent de s'affranchir pour partie de ces limites. Ces expérimentations sont basées sur la manipulation (encagement\*, colonisation de substrat\*, transfert) d'organismes dans leur milieu naturel, ce qui permet de maîtriser partiellement l'exposition des organismes et d'améliorer la compréhension du lien temporel entre cette exposition et l'apparition des effets. L'intérêt croissant que rencontrent ces démarches est lié notamment au caractère réaliste des expositions auxquelles sont soumis les organismes. Elles permettent également d'apporter des informations sur l'importance relative du stress causée par les toxiques en l'absence de modification de l'habitat. Mais il reste encore nécessaire de standardiser ces méthodologies afin de les rendre utilisables dans des réseaux de suivi.

## La variabilité de sensibilité des espèces aux toxiques

Ce point est un aspect primordial pour une meilleure compréhension des effets des toxiques sur les communautés biologiques et le choix des meilleurs indicateurs. Les différences de sensibilité écotoxicologique\* s'expriment par les caractéristiques biologiques et écologiques qui conditionnent les échanges entre l'espèce et son habitat, des caractéristiques tissulaires et/ou physiologiques influant sur la toxico-cinétique\* d'une molécule au sein de l'organisme, le voisinage phylogénétique\* des espèces qui rend compte de sensibilités comparables à des familles de toxiques, les traits d'histoire de vie (reproduction, croissance...). Il semble très prometteur de développer à l'avenir des outils de bio-indication\* de la contamination prenant en compte des traits bioécologiques qu'il reste à définir.

## Bio-indicateurs et toxiques

La mise en place de la directive cadre européenne sur l'eau (DCE\*) amène à un regain d'intérêt pour les bio-indicateurs\* basés sur des populations et/ou des communautés à même de rendre compte des impacts de multiples pressions anthropiques sur les milieux aquatiques (altérations de l'habitat physique, qualité chimique des eaux, connectivité). La plupart de ces outils doivent cependant être remaniés afin de prendre en compte les exigences de la DCE, au niveau des méthodes d'échantillonnage (amélioration de la représentativité), des caractéristiques des communautés prises en compte et dans la capacité de l'outil à évaluer l'état écologique en termes d'écart par rapport à l'état dit de référence.

Deux évolutions majeures sont à noter : la première est le recours de plus en plus fréquent à des caractéristiques fonctionnelles des espèces (ou traits biologiques/écologiques) à la place de l'identification taxonomique\*, la seconde est la distinction entre l'influence de la variabilité environnementale « naturelle » et l'impact réel des pressions. En ce sens, la problématique est très comparable à celle citée précédemment pour les biomarqueurs. Il s'agit de mieux standardiser les outils tant du point de vue de la réponse biologique considérée que des conditions environnementales.

Ces outils sont intégrés dans les réseaux de surveillance et la question de leur capacité à rendre compte d'un risque toxique est ouverte. De façon générale, les réponses sont bien perceptibles en cas d'exposition à des doses significatives, et le plus souvent sur des pas de temps longs. Des outils sont en cours de développement pour améliorer cette sensibilité. Ils s'appuient en particulier sur l'identification des taxons\* les plus sensibles ou à l'inverse les plus tolérants.

### Les auteurs

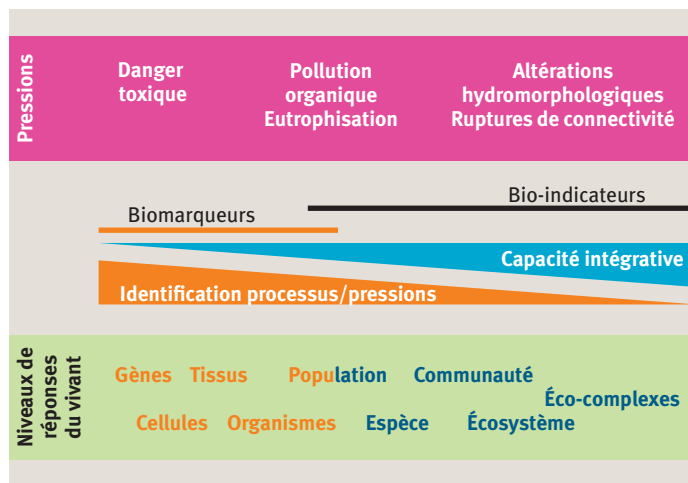
#### Didier Pont

Cemagref, Centre d'Antony, UR HBAN, Hydrologie et bioprocédés, Parc de Tourvoie, BP 44, 92163 Antony Cedex  
didier.pont@cemagref.fr

#### Jeanne Garric

Cemagref, Centre de Lyon, UR MALY, Milieux aquatiques, écologie et pollutions, 3 bis Quai Chauveau, CP 220, 69336 Lyon Cedex 09  
jeanne.garric@cemagref.fr

## 1 Biomarqueurs et bio-indicateurs. Spécificités des outils en termes de type de pressions, niveaux de réponses du vivant et capacité intégrative vs identification des processus.



## Conclusion

En conclusion, les démarches en cours actuellement dans les domaines des biomarqueurs et des bio-indicateurs s'avèrent complémentaires sur de nombreux points. En passant des outils sub-individuels (biomarqueurs) aux approches communautaires (bio-indicateurs), on privilégie l'intégration des réponses biologiques (et l'évaluation globale de l'état) au détriment de la compréhension des processus en jeu (et de l'identification des pressions les plus impactantes). Pour certaines pressions (pollution organique, eutrophisation\*, altération de l'habitat), les réponses supra-populationnelles apportent une information suffisante.

Pour les réponses aux toxiques, il sera nécessaire d'y adjoindre des approches au niveau de l'individu et sub-individuelles (biomarqueurs) pour améliorer la précocité de l'information (alarme), rechercher les modes d'actions et orienter le diagnostic (figure 1). Si l'on admet que, même dans le cas du risque toxique, on est le plus souvent dans un cadre multi-pression (mélange d'effets liés au toxique, à la trophie\* et à l'habitat), il faut privilégier la voie de combinaison d'indicateurs considérant à la fois les approches éco-toxicologiques et les bio-indicateurs de type DCE.

Ceci ne peut se faire que dans le cadre d'une expérimentation visant à comparer *in situ* les différentes approches (biodisponibilité, biomarqueurs, bio-indicateurs) à une échelle suffisante pour couvrir une large gamme de conditions environnementales et ainsi espérer standardiser les méthodes. ■