

## L'état de santé des poissons comme indicateur de la qualité des cours d'eau

### Fish health status as a freshwater quality indicator

Wilfried Sanchez<sup>1</sup> ; Christophe Minier<sup>2</sup> ; Stéphane Betoulle<sup>3</sup> ;  
Ronan Nedelec<sup>4</sup> ; Jo Ellen Hinck<sup>5</sup> ; Jean-Marc Porcher<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), Unité d'écotoxicologie in vitro et in vivo, BP2, 60550, Verneuil-en-Halatte, France ([wilfried.sanchez@ineris.fr](mailto:wilfried.sanchez@ineris.fr)). <sup>2</sup> Université du Havre, Laboratoire écotoxicologie et milieux aquatiques, BP540, 76058 Le Havre, France. <sup>3</sup> Université de Reims Champagne-Ardenne, Laboratoire Ecologie-Ecotoxicologie, BP 1039, 51687 Reims Cedex 2, France. <sup>4</sup> Syndicat Interdépartemental d'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP), 82, av Kléber, 92700 Colombes, France. <sup>5</sup> US Geological Survey, Columbia Environmental Research Center, New Haven Road, Columbia, Missouri, USA

## RÉSUMÉ

La surveillance de la qualité des cours d'eau représente un enjeu réglementaire et sociétal important. Essentiellement basée sur l'analyse chimique des polluants environnementaux, différentes méthodologies basées sur la mesure des effets induits par ces contaminants sont de plus en plus utilisées. Parmi celle-ci, la mesure de biomarqueurs chez le poisson est désormais bien documentée par les études de recherche. Au cours des dernières années, ce type d'approche a été mise en œuvre chez des chevaines et des gardons collectés sur la Marne et la Seine. Les profils de réponse des biomarqueurs permettent de mettre en évidence des perturbations de la santé des poissons en lien avec l'exposition à différents types de polluants. Des approches similaires sont mise en œuvre dans différents cours d'eau à travers le monde notamment dans le programme américain BEST. La confrontation des approches développées en France et aux Etats-Unis sera présentée mais ces différents travaux montrent l'intérêt de l'approche écotoxicologique dans un contexte de surveillance. De plus, cette approche peut également être appliquée dans des milieux de plus petite taille permettant alors une surveillance intégrée des bassins versants.

## ABSTRACT

The assessment of freshwater ecosystem quality is a major regular and societal stake. Based on chemical analysis of environmental pollutants, several effect-based monitoring methodologies are applied. Among them, the measurement of biomarkers in wild fish is a well-documented tool in research activities. During these last few years, this approach was used in wild chubs and roach from Marne and Seine rivers. Response profiles of measured biomarkers allow to highlight disturbances of fish health linked to exposure to environmental pollutants. Similar works were developed around the world. For example, the BEST program assesses environmental quality of large US rivers using a set of biomarkers. Comparison of French and US monitoring activities will be presented but these studies argue for the deployment of effect-based monitoring tools to assess ecotoxicological status of water bodies. Moreover, these tools can be used for fish from small rivers and allow an integrated monitoring of river basins.

## MOTS CLES

Biomarqueurs, biosurveillance, Ecotoxicologie, poissons.

## 1 INTRODUCTION

Les milieux aquatiques continentaux et à plus forte raison les fleuves et les grandes rivières constituent le réceptacle ultime de nombreux contaminants environnementaux introduits dans les écosystèmes par les activités anthropiques. Ces polluants sont alors susceptibles de perturber la santé des organismes mais également la structure et le fonctionnement des biocénoses. La surveillance de la qualité des cours d'eau apparaît alors comme un enjeu important tant du point de vue sociétal (*i.e.* usage de l'eau, biodiversité) que du point de vue réglementaire (*e.g.* Directive Cadre sur l'Eau). Historiquement, cette surveillance reposait essentiellement sur la quantification des polluants dans différentes matrices à l'aide d'analyses chimiques. Se sont ensuite développées des méthodologies basées sur l'utilisation de la biologie permettant d'évaluer l'état de santé des organismes et des populations. Parmi elles, la mesure de biomarqueurs est de plus en plus utilisée dans les programmes de recherche mais également dans des activités de surveillance opérationnelle (Sanchez et Porcher, 2009). Les biomarqueurs sont en effet des variables reflétant l'impact d'un stress environnemental chez un organisme qui permettent d'établir un diagnostic environnemental basé sur la santé des organismes aquatiques. L'objectif de cette présentation est de mettre en lumière les potentialités des biomarqueurs pour la surveillance et la gestion des fleuves et des grandes rivières.

## 2 UTILISATION DES BIOMARQUEURS POUR LA SURVEILLANCE DES COURS D'EAU

### 2.1 Effets de la contamination sur les Cyprinidés de la Marne et de la Seine

Afin de statuer sur les effets de la contamination sur les poissons peuplant la Marne et la Seine, un ensemble de biomarqueurs a été mesuré chez des chevaines (*Leuciscus cephalus*) et des gardons (*Rutilus rutilus*) adultes prélevés en différents points de ces cours d'eau caractérisés par des pressions urbaines, agricoles et industrielles variées. Les biomarqueurs sélectionnés permettent de statuer sur les capacités de défense des organismes mais également sur leur exposition à différents types de polluants (Tableau 1). Les résultats obtenus confirment que l'exposition des organismes affecte leur état de santé avec par exemple, l'induction de systèmes de biotransformation des xénobiotiques qui semble explicable par la présence de polluants organiques dans le cours d'eau. De même, ces travaux ont permis de mettre en évidence des perturbations de la fonction de reproduction chez les poissons avec l'induction chez les poissons mâles d'une protéine oestrogéno-réglée : la vitellogénine, et l'apparition d'ovocytes dans les testicules des poissons. Ces effets pourraient être expliqués par la présence de perturbateurs endocriniens oestrogéniques dans la rivière. En mettant en lumière les effets induits par la contamination sur les poissons autochtones de ces deux rivières, les résultats de cette étude justifient pleinement l'intérêt d'une approche basée sur l'étude des effets dans la stratégie de surveillance des fleuves et grandes rivières.

Liste des biomarqueurs utilisés dans le cadre du suivi de la Marne et de la Seine (Usage : Fr) ainsi que dans le réseau américain BEST (Usage : USA).

Biomarqueur	Fonction	Susceptibilité	Usage
EROD	Métabolisation	HAP, PCB, dioxine	Fr, USA
Vitellogénine	Reproduction	Oestrogènes	Fr, USA
Cholinestérase	Neurotransmission	Pesticides	Fr
Intersexe	Reproduction	Perturb. endocriniens	Fr, USA
Agrégats macrophages	Immunité	Général	USA
Lipoperoxydation	Stress oxydant	Général	Fr

### 2.2 Surveillance des grands cours d'eau américains : confrontation des approches

Des approches similaires ont été mises en œuvre dans différents programmes de recherche mais

également dans des programmes de surveillance plus opérationnels. Dans ce contexte, le programme américain BEST fait figure de précurseur en développant la surveillance des grands fleuves américains (Mississippi, Rio grande, Yukon,...) à l'aide de biomarqueurs relatifs à la perturbation endocrinienne, à l'immunité ou encore à la métabolisation des xénobiotiques (Hinck et al., 2007). Cette approche, bien que similaire en substance à celle déployée en France, sur la Marne et la Seine, se distingue sur certains points tels que les espèces sentinelles utilisées ou encore la répartition des stations et les indicateurs biologiques sélectionnés. Toutefois, en mettant en relation l'exposition des poissons et les effets biologiques observés, les résultats du programme BEST confirment l'intérêt de cette démarche pour la surveillance des masses d'eau.

### **2.3 Le besoin de surveillance des petites rivières en amont des grands fleuves**

Si les fleuves et les grandes rivières représentent un enjeu important en terme de surveillance environnementale, la compréhension des effets biologiques induits par la contamination environnementale nécessite la réalisation d'observation à une échelle spatiale plus importante, celle du bassin versant. Le déploiement des biomarqueurs doit alors se faire sur d'autres milieux aux caractéristiques hydromorphologiques et biocénologiques différentes. Afin d'appréhender au mieux les effets sur le bassin versant de la Seine, une étude a été menée sur la Vesle. Il s'agit d'un cours d'eau de petite taille situé en amont du bassin versant et caractérisé par une forte pression agricole. Du fait de la distribution longitudinale des espèces piscicole, cette étude a été réalisée chez le chabot (*Cottus gobio*) et non sur les mêmes cyprinidés que ceux rencontrés plus en aval sur la Marne et la Seine (gardon, chevaine). Les résultats de ces travaux se caractérisent par des profils de réponse des biomarqueurs différents de ceux observés en aval ; une différence explicable soit par la variabilité inter-espèce, soit par la nature de la contamination. Les résultats de ces travaux justifient toutefois pleinement le fait d'évaluer les impacts de la contamination sur les petits cours d'eau en amont des bassins versants.

## **3 CONCLUSIONS**

Les travaux présentés ici reposent sur l'application de biomarqueurs chez le poisson dans différentes zones géographiques et dans différents contextes environnementaux. Les résultats obtenus confirment l'intérêt des outils écotoxicologiques que sont les biomarqueurs pour évaluer l'état de santé des organismes aquatiques en lien avec leur exposition à des stress chimiques variés aussi bien dans un objectif d'acquisition de connaissances relatives au fonctionnement des écosystèmes anthropisés qu'à des fins de gestion des milieux aquatiques.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Hinck, J.E., Blazer, V.S., Denslow, N.D., Echols, K.R., Gross, T.S., May, T.W., Anderson, P.J., Coyle, J.J., Tillitt, D.E. (2007). Chemical contaminants, health indicators, and reproductive biomarker responses in fish from the Colorado River and its tributaries. *Sci. Total Environ.* 378, 376-402.
- Sanchez, W. and Porcher, J.-M. (2009). Fish biomarkers for environmental monitoring within the Water Framework Directive. *Trends Anal. Chem.*, 28 (2), 150-158.