

# ÉTUDE *IN SITU* DE LA RÉPONSE D'UNE BATTERIE DE BIOMARQUEURS CHEZ L'ÉPINOCHÉ A TROIS ÉPINES (*Gasterosteus aculeatus* L.) DANS UN CONTEXTE DE BIOSURVEILLANCE

Wilfried Sanchez<sup>1</sup>, Sélim Aït-Aïssa<sup>1</sup>, Jean-Maxence Ditché<sup>2</sup>, Ioanna Katsiadaki<sup>3</sup>, Olivier Palluel<sup>1</sup>, Benjamin Piccini<sup>1</sup> et Jean-Marc Porcher<sup>1</sup>

1 – Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), Unité d'évaluation des risques écotoxicologiques, BP 2, 60550 Verneuil en Halatte, France.

wilfried.sanchez@ineris.fr

2 – Conseil Supérieur de la Pêche (CSP), Délégation régionale n°1, 60200 Compiègne, France.

3 – Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS), Barrack Road, The Nothe, Weymouth, Dorset, DT4 8UB, United Kingdom.

## Introduction & Objectifs

L'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus* L.) est un poisson téléostéen qui peuple de nombreux cours d'eau plus ou moins pollués dans les zones tempérées et sub-polaires de l'hémisphère nord. L'épinoche à trois épines est un modèle biologique utilisé dans de nombreuses disciplines et de ce fait sa biologie, son évolution, son comportement et sa génétique sont largement documentés [1]. En toxicologie de l'environnement, plusieurs indicateurs d'exposition et marqueurs d'effets ont été utilisés au laboratoire pour caractériser l'impact de différents contaminants environnementaux chez l'épinoche [2,3]. L'objectif de ce travail est de déterminer la réponse d'un ensemble de paramètres biochimiques chez des épinoches échantillonnées *in situ* dans des contextes de contamination différents afin d'évaluer le potentiel de cette espèce comme modèle utilisable en biosurveillance.

## Matériel et méthodes

Des épinoches à trois épines adultes ont été échantillonnées en automne 2004 et 2005, par pêche électrique. Après leur capture, les poissons sont sacrifiés, mesurés, pesés et disséqués. Des échantillons de sang, de foie, de rein et de muscle sont prélevés et stockés dans l'azote liquide avant les analyses (Figure 1). Les différences entre les sites sont évaluées avec une ANOVA à 1 facteur suivie d'un test de Sidak ( $\alpha = 95\%$ ; des lettres identiques indiquent l'absence de différence).

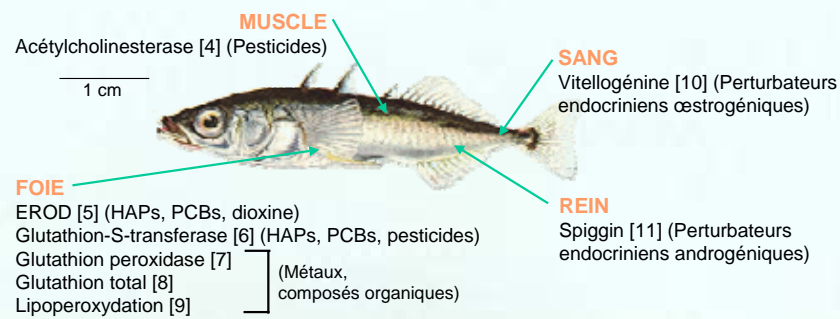
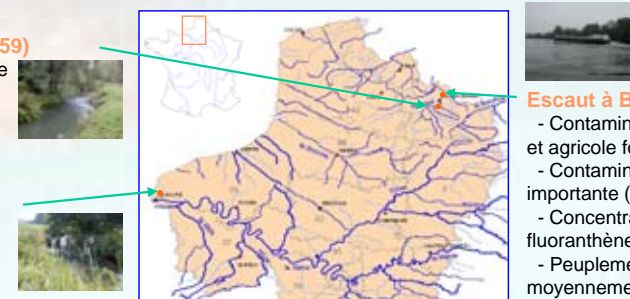


Figure 1 : Batterie de biomarqueurs utilisée chez l'épinoche à trois épines et principaux polluants susceptibles de moduler leurs réponses.

## Sites d'étude

Trois sites sont étudiés dans le cadre de ce travail : la Lézarde, la Rhonelle et l'Escaut (Figure 2). Il s'agit de stations du Réseau Hydrobiologique et Piscicole qui présentent des contaminations différentes dont les impacts sur les communautés piscicoles sont caractérisés.

- Rhonelle à Artres (59)**
  - Contamination d'origine agricole forte
  - Contamination métallique (Fe et Cd)
  - Peuplement piscicole moyennement perturbé
- Lézarde à Epouville (76)**
  - Contamination d'origine agricole moyenne
  - Peuplement piscicole faiblement perturbé



- Escaut à Bruay s/ E. (59)**
  - Contamination d'origine industrielle et agricole forte
  - Contamination métallique importante (Al, Cu, Fe et Zn)
  - Concentrations en HAP (BaP et fluoranthène) et en simazine élevées
  - Peuplement piscicole moyennement perturbé

Figure 2 : Localisation des sites d'étude et principales caractéristiques

## Résultats & Discussion

### Biotransformation

#### - EROD

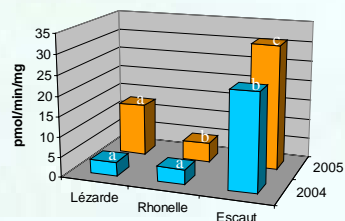


Figure 3 : Induction significative de l'EROD chez les poissons prélevés sur l'Escaut. Une induction plus faible est également mesurée en 2005 sur la Lézarde.

#### - Glutathion-S-transférase

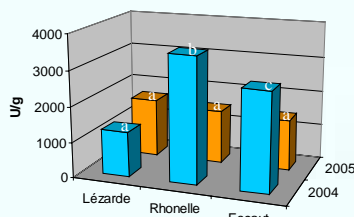


Figure 4 : Induction de l'activité GST sur l'Escaut et sur la Rhonelle en 2004. Aucune différence significative n'est observée en 2005.

### Perturbation endocrinienne

#### - Vitellogénine

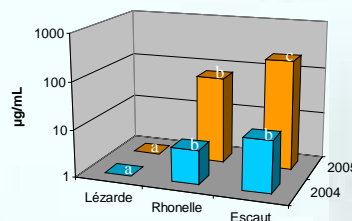


Figure 5 : Induction de la vitellogénine chez les poissons mâles échantillonnés sur la Rhonelle et l'Escaut. Cette induction est significativement plus importante en 2005 qu'en 2004.

#### - Spiggin

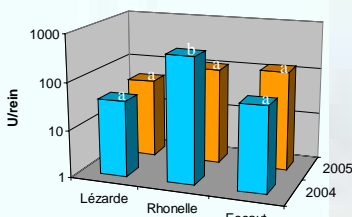


Figure 6 : Induction significative de la spiggin chez les poissons femelles provenant de la Rhonelle en 2004. Une tendance similaire est observée en 2005 sur la Rhonelle et sur l'Escaut.

### Stress oxydant

#### - Glutathion peroxydase

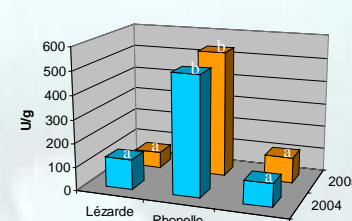


Figure 7 : Induction significative de la GPx chez les poissons provenant de la Rhonelle. Aucune variation n'est observée sur les autres sites.

#### - Glutathion total

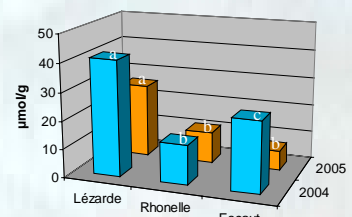


Figure 8 : Déplétion de la teneur en glutathion total chez les poissons échantillonnés sur la Rhonelle et l'Escaut au cours des deux années.

#### - Lipoperoxydation (TBARS)

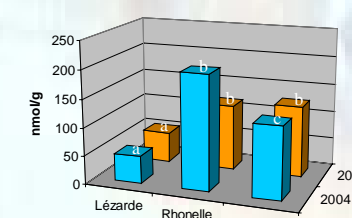


Figure 9 : Augmentation de la teneur en TBARS dans le foie des poissons de la Rhonelle et de l'Escaut. Le niveau de lipoperoxydation est plus faible, sur la Rhonelle, en 2005 qu'en 2004.

### Neurotoxicité

#### - Acétylcholinestérase

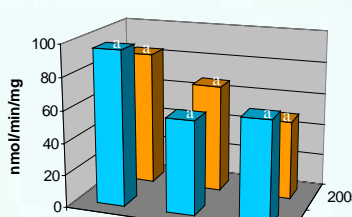


Figure 10 : Augmentation de l'activité AChE sur la Lézarde par rapport aux deux autres sites. Aucune différence significative n'est observée après normalisation par la taille des poissons (données non présentées).

## Analyse multivariée des résultats

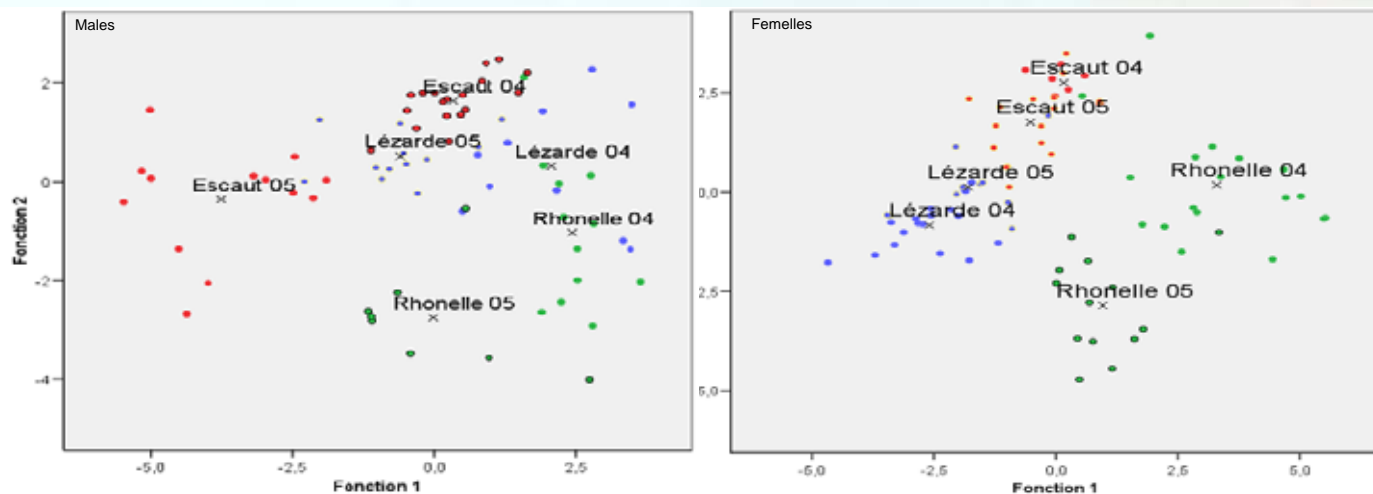


Figure 11 : Discrimination des sites échantillonnés en 2004 et 2005 sur la base de la réponse des 8 biomarqueurs chez les mâles et les femelles. Les résultats montrent une bonne discrimination des sites (taux de bon classement > 60 %) et une mauvaise discrimination des années d'échantillonnage qui traduit la faible variation des réponses entre les deux années.

## Conclusions & Perspectives

L'épinoche à trois épines apparaît comme un modèle biologique pertinent pour étudier l'impact de la contamination des écosystèmes aquatiques à l'aide d'une batterie de biomarqueurs.

Les épinoches prélevées sur la Rhonelle et l'Escaut mettent en évidence une exposition à des perturbateurs endocriniens et à des inducteurs de stress oxydant. Les poissons de l'Escaut sont également exposés à des composés de type dioxine. La réponse des biomarqueurs confirme le caractère faiblement contaminé de la Lézarde.

L'utilisation d'un ensemble cohérent de paramètres biochimiques chez l'épinoche à trois épines permet de discriminer des sites présentant des contaminations qualitativement et quantitativement différentes.

Ce travail doit se poursuivre par la caractérisation de la réponse des biomarqueurs puis par le développement et la validation d'un outil de synthèse des résultats utilisable par les gestionnaires de l'environnement.

## Remerciements

Nous remercions les agents du Conseil Supérieur de la Pêche pour leur assistance technique lors des campagnes d'échantillonnage. Nous remercions également Karine Tack et Laurent Meunier, de l'Unité de Chimie Environnementale de l'INERIS pour la réalisation des dosages de métaux dans l'eau. Ce travail a été financé par le Budget Civil pour la Recherche et le Développement (BCRD-AP 04) du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

## Références

- [1] Wootton, R.J., 1976. The biology of the sticklebacks. Academic Press, London New York San Francisco, 376 pp.
- [2] Sanchez, W., Palluel, O., Meunier, L., Coquery, M., Porcher, J.-M., Ait-Aïssa, S., 2005. Environ. Toxicol. Pharmacol. **19**, 177-183.
- [3] Sanchez, W., Palluel, O., Lagadic, L., Ait-Aïssa, S., Porcher, J.M., in press. Mar. Environ. Res.
- [4] Sturm, A., Wogram, J., Hansen, P.D., Liess, M., 1999. Environ. Toxicol. Chem. **18**, 194-200.
- [5] Flammarion, P., Migeon, B. and Garric, J., 1998. Ecotoxicol. Environ. Safety. **40**, 144-153.
- [6] Habig, W.H., Pabst, M.J. and Jakoby, W.B., 1974. Journal of Biol. Chem. **249**, 7130-7139.
- [7] Paglia, D.E., and Valentine W.N., 1967. Journal Lab. Clin. Med. **70**, 158-169.
- [8] Vandeputte, C., Guizon, I., Genestie-Denis, I., Vannier, B. and Jorenzo, G., 1994. Cell Biol Toxicol. **10**, 415-421.
- [9] Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yagi K., 1979. Anal. Biochem. **95**, 351-358.
- [10] Sanchez, W., Brion, F., Nilsen, B.M., Porcher, J.M., 2005. 15th annual meeting of SETAC, Lille, France.
- [11] Katsiadaki, I., Scott, A.P., Hurst, M.R., Matthiessen, P., Mayer, I., 2002. Environ. Toxicol. Chem. **21**, 1946-1954.

