

COMMUNICATION ORALE

Contamination des écosystèmes aquatiques par les PCBs : impact sur les processus de reproduction d'une espèce de poisson sensible, *Barbus barbus*¹

par

J. L. HUGLA^{2*}, J. P. THOME² et J. C. PHILIPPART³

SUMMARY : PCBs contamination of aquatic ecosystems related to reproductive success in a sensitive fish species, *Barbus barbus*.

During two seasons, the effect of a food contamination by organochlorine micropollutants (PCBs) was related to the fertility and reproductive success in aquarium-reared common barbel. In male fish, no alteration of milt quality was observed : number and mobility of spermatozoa remained constant. On the other hand, PCBs induced modifications of female reproductive parameters : total mortality of eggs and larvae increased significantly with PCB level in the eggs. Moreover, the most contaminated fish did not even spawn. Such phenomena are likely to result from perturbation of steroid metabolism pathways due to the induction of liver mixed-function oxidases.

RÉSUMÉ

Durant deux saisons, on a mesuré l'effet de micropolluants organochlorés (PCBs) administrés par voie trophique sur la fertilité et le succès de la reproduction chez les barbeaux fluviaux élevés en aquarium. Les poissons mâles ne présentent pas d'altération de la qualité de leur laitance : nombre et mobilité des spermatozoïdes restent constants. Par contre, chez les femelles, des modifications induites par les PCBs apparaissent. Les poissons les plus contaminés montrent un blocage de la ponte. Chez les autres poissons, la mortalité totale (oeufs et larves) augmente de manière significative avec le degré de contamination des ovules par les PCBs. Ces phénomènes sont vraisemblablement dus à des altérations du métabolisme des hormones stéroïdes, induites par les enzymes de détoxification hépatique.

¹ Manuscrit reçu le 2 juillet 1993 ; accepté le 8 juillet 1993.

² Université de Liège, Service de Morphologie, Systématique et Ecologie animales (Prof. Ch. JEUNIAUX), Laboratoire d'Ecotoxicologie, 22 quai Van Beneden, B-4020 LIEGE, Belgique.

³ Université de Liège, Service d'Ethologie, Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Aquaculture, 10 chemin de la Justice, B-4500 TIHANGE, Belgique.

Introduction

Les PCBs sont des composés aromatiques chlorés qui ont trouvé de multiples applications dans de nombreux domaines, et particulièrement dans l'industrie électrique, en raison de leur grande stabilité et de leurs qualités isolantes. Cependant, dès la fin des années 60, on a mis en évidence la dispersion générale de ces composés dans l'environnement, ainsi que leur toxicité pour les biocénoses.

Quoique très hydrophobes, les PCBs sont largement présents dans l'hydrosphère, soit directement en solution dans l'eau ou adsorbés sur les particules en suspension et le sédiment, soit dans les organismes. Par le biais du phénomène de bioaccumulation, les poissons, situés à l'extrémité de la chaîne trophique, présentent des concentrations en micropolluants nettement supérieures à celles mesurées dans l'environnement abiotique.

Chez les poissons, les PCBs sont susceptibles d'engendrer des troubles métaboliques qui risquent de réduire la capacité de reproduction des individus et/ou d'entraîner la mort. Leur effet inducteur des enzymes de détoxification hépatique à cytochrome P-450 est bien connu, et celles-ci pourraient être responsables d'une réduction du taux de fertilité, notamment en perturbant le métabolisme des stéroïdes (FREEMAN & IDLER, 1975).

Le choix du barbeau se justifie pleinement (THOMÉ *et al.*, 1993), d'autant plus qu'il s'agit d'une espèce qui connaît en Belgique et en Europe une forte régression démographique (PHILIPPART, 1987). De plus, une technique de reproduction en captivité a été mise au point (PHILIPPART *et al.*, 1984) et l'influence de divers facteurs (température, photopériode,...) sur le comportement et le succès reproducteurs est bien connu (PONCIN, 1989 ; ABSIL, 1989).

Nous avons donc tenté de déterminer l'effet des PCBs sur la reproduction de barbeaux fluviaux maintenus en captivité, tous autres paramètres environnementaux restant égaux.

Matériel et méthodes

Des barbeaux d'élevage âgés de 4 ans et pesant de 195 à 770 g sont placés dans des aquariums de 300 l spécialement aménagés. Ils sont nourris durant 50 jours avec des granulés pour truite (Trouvit) contaminés par un mélange de PCBs fréquemment utilisé en Europe, l'Aroclor 1260. Les concentrations utilisées sont de l'ordre de grandeur ou supérieures aux valeurs mesurées dans le zooplancton de la Meuse (MARNEFFE, 1989), soit 2 à 12.5 µg/g.

Durant deux saisons de reproduction successives, la maturité des femelles a été contrôlée tous les jours par pression abdominale. Les ovules des individus matures sont extraits et fécondés à sec avec le sperme d'au moins 3 mâles témoins ou contaminés. Les oeufs sont alors placés dans une éclosérie (bouteilles de Zug) à 20 °C. A cette température, l'éclosion a lieu après 4 jours, et le passage au mode de vie pélagique après 13 jours environ. L'effet éventuel des PCBs sur les paramètres reproducteurs est mesuré à 3 niveaux :

- a. concentration des spermatozoïdes dans le sperme, et détermination de leurs phases de mobilité selon HOCHMAN *et al.* (1974) ;
- b. nombre et poids moyen des ovules extraits ;
- c. dénombrement des oeufs morts et des larves avortées, écloses (normales et anormales) ou mortes, jusqu'au 30ème jour après la fécondation.

Ces paramètres liés à la reproduction sont mis en relation avec la concentration en PCBs dans le sperme et les ovules, mesurée par chromatographie en phase gazeuse.

Résultats

Les valeurs de contamination des barbeaux les plus contaminés après 7 semaines d'intoxication sont de l'ordre de grandeur du degré de contamination de barbeaux sauvages de même taille dans la Meuse, soit 1 à 2 µg PCBs/g poids frais dans le muscle.

Les mâles des divers lots sont devenus spermiantes à la même période. Le nombre de spermatozoïdes diminue très légèrement (mais de manière non significative) chez les individus les plus contaminés. La durée des 4 phases de mobilité des spermatozoïdes ne varie que très peu d'un individu et d'un groupe à l'autre.

Les femelles les plus contaminées (12,5 µg PCBs/g dans la nourriture pendant 30 jours) ne sont jamais arrivées à maturité la première année, contrairement aux poissons du groupe témoin et aux individus moins contaminés. Certaines femelles ont présenté des pontes répétées la seconde année, après une période de détoxification d'un an ; à ce moment, la concentration en PCBs des gonades avait diminué d'environ 70 % (de 6 à 1-2 µg/g P.F.) par élimination et redistribution dans l'organisme, dans la graisse en particulier.

Le nombre maximal de pontes par un même individu au cours d'une saison est de 3, tant pour les poissons témoins que pour les intoxiqués. Il n'y a donc pas de relation entre le nombre de pontes et le degré d'intoxication en deçà d'une concentration-seuil dans les gonades comprise entre 2 et 6 µg/g.

Le nombre d'ovules pondus par kg de poisson varie en fonction de l'âge et de la taille de la femelle, ainsi qu'au cours des pontes successives chez un même individu. Aucune relation significative n'a pu être mise en évidence entre la fécondité et la concentration en PCBs dans les ovules. De même, le poids moyen des ovules ne semble pas affecté par l'intoxication.

La mortalité totale des oeufs fécondés augmente significativement de manière logarithmique ($Y = 24 \ln X - 73,3$; $r = 0,94$; $p < 0,01$) en fonction de la concentration en PCBs dans les ovules, exprimée en poids sec (fig. 1).

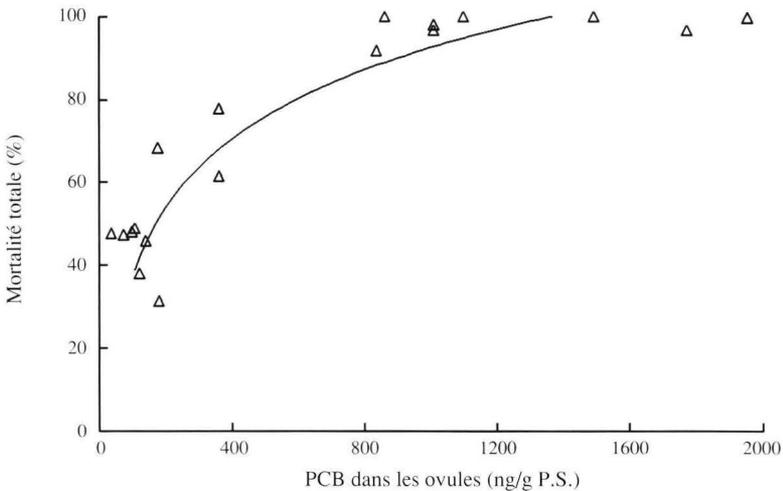


Fig. 1. Evolution de la mortalité totale des oeufs en fonction de la concentration en PCBs dans les ovules chez des barbeaux élevés en aquarium.

Fig. 1. Total mortality of eggs related to PCB concentration in ova of aquarium-reared barbels.

Une mortalité moyenne de $44,0 \pm 6,6$ % chez les barbeaux témoins est importante, mais correspond bien avec la valeur théorique calculée (48,6 %) par l'équation proposée par ABSIL (1989) dans son étude du contrôle thermique de l'incubation.

Par rapport au nombre d'oeufs éclos, le nombre de larves qui meurent augmente proportionnellement à la contamination par les PCBs. La fréquence de larves anormales augmente aussi, mais dans les mêmes proportions que le nombre de larves normales mortes. Les PCBs ne semblent donc pas induire d'altérations morphologiques (vertébrales et autres) chez le barbeau, aux doses utilisées.

Conclusion

Dans des conditions expérimentales très contrôlées, nous avons déterminé l'influence des PCBs sur la reproduction de barbeaux en captivité. Chez les mâles, on n'observe pas de modifications des capacités fécondantes, mais chez les femelles le succès de la reproduction diminue avec le degré de contamination.

Si les PCBs ne peuvent être considérés comme seuls responsables de la diminution de certaines populations de barbeaux dans les rivières belges à vocation industrielle, ils en constituent vraisemblablement un facteur de risque non négligeable, quand on sait que le degré de contamination des poissons d'expérience était de l'ordre de grandeur de celui d'individus sauvages en Meuse liégeoise.

REMERCIEMENTS

Ces recherches ont été menées grâce à un subside des Services de la Politique Scientifique (SPPS, contrat n° HH/46 au Service de Morphologie, Systématique et Ecologie animales). Une partie des résultats ont été obtenus lors de la réalisation du mémoire de licence de C. ADAM (1992).

BIBLIOGRAPHIE

- ABSIL P. (1989). — Biologie des stades précoces du barbeau fluviatile, *Barbus barbus* : effet de la température sur le développement et la mortalité. Mémoire de Licence en Sciences Zoologiques, Université de Liège. 46 pp.
- ADAM C. (1992). — Effets d'une contamination chronique par les PCBs sur le foie et les gonades du barbeau fluviatile (*Barbus barbus*) : altérations morphologiques et incidences sur le taux de reproduction. Mémoire de licence en Sciences Zoologiques, Université de Liège. 53 pp.
- FREEMAN H. C. & IDLER D. R. (1975). — The effect of polychlorinated biphenyl on steroidogenesis and reproduction in the brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Can. J. Biochem.*, **53** : 666-670.
- HOCHMAN L., PENAZ M. & PROKES M. (1974). — The volume of milt, quantity and quality of sperm in *Coregonus pollan* from pond culture. *Zool. Listy*, **19** : 367-380.
- MARNEFFE Y. (1989). — Modalités et transfert de micropolluants organochlorés (PCB) dans le plancton de l'écosystème mosan. Mémoire de licence en Sciences Zoologiques, Université de Liège. 57 pp.
- PHILIPPART J. C. (1987). — Démographie, conservation et restauration du Barbeau fluviatile, *Barbus barbus*, dans la Meuse et ses affluents. Quinze années de recherche. *Annls Soc. R. Zool. Belg.*, **117** (1) : 49-62.
- PHILIPPART J. C., MÉLARD Ch. & PONCIN P. (1984). — Réussite de la reproduction artificielle de barbeaux [*Barbus barbus* (L.)] élevés en captivité. *Cah. Ethol. appl.*, **4** (4) : 271-278.
- PONCIN P. (1989). — Effects of different photoperiods on the reproduction of the barbel, *Barbus barbus* (L.), reared at constant temperature. *J. Fish. Biol.*, **35** : 395-400.
- THOMÉ J. P., HUGLA J. L., ADAM C. & GOFFINET G. (1993). — Incidence d'une contamination chronique par les PCBs sur la morphologie et l'ultrastructure du foie chez le barbeau fluviatile (*Barbus barbus*). *Cah. Ethol.*, **13** (2) : 151-154.