

Surveillance hydroécologique dans le secteur du site nucléaire de Bugey : actualisation et évolution long-terme de la structure du peuplement piscicole

Hydroecological monitoring around Bugey nuclear power plant and long-term changes of fish community structure

Sylvie Méricoux ¹, Hervé Capra ², Franck Cattaneo ³,

1 : EDF-Division environnement CIDEN, 154 avenue Thiers CS 60018 69458 LYON - France

2 : Irstea - UR MALY, 5 rue de la Doua - CS 70077; 69626 Villeurbanne - France

3 : Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève
Hepia Institut Terre-Nature-Environnement Route de Presinge 150 1254 Jussy
– Suisse

RÉSUMÉ

Depuis 1978, le programme de surveillance des eaux de surface au droit de la centrale nucléaire de Bugey permet annuellement de 1) mesurer au niveau de plusieurs stations (à l'amont et à l'aval de l'installation) une vingtaine de paramètres physico-chimiques mensuellement ou trimestriellement et 2) décrire la structure des peuplements benthiques d'invertébrés, de diatomées et de poissons à chaque saison. L'analyse des résultats de la période 1979 - 2011 montre que le peuplement piscicole sur l'ensemble du secteur de Bugey a fortement évolué. L'abondance globale des jeunes de l'année (0+) et leur proportion au sein du peuplement ont significativement augmenté. La structure fonctionnelle du peuplement a également beaucoup changé, avec une augmentation d'espèces eurythermes et/ou méridionales, à ponte tardive et fractionnée et/ou plutôt de grande taille (gardon, spiralin, chevaine, barbeau) au détriment d'espèces plus septentrionales et sténothermes (vandoise, goujon, ablette). Cette évolution à long terme est corrélée à l'augmentation des températures printanières et estivales qui résulteraient du réchauffement climatique. La température moyenne sur le Haut-Rhône a augmenté de 2.3°C sur la période considérée, et permet d'expliquer les changements observés. Ces changements de structure du peuplement piscicole en lien avec le réchauffement climatique confirment la tendance générale aussi observée sur les peuplements d'invertébrés sur l'ensemble du bassin du Rhône.

ABSTRACT

Since 1978, the environmental monitoring of surface waters around the nuclear power plant of Bugey (France) allows each year 1) measurements of about 20 physico-chemical parameters every month or every 3 months in several locations (up- and downstream of the plant) and 2) the description of benthic invertebrates, diatoms and fish community structures. Results of data collected between 1979 and 2011 showed that the fish community around Bugey has deeply changed. The global abundance of youngs of the year (0+) and their proportion in the community has significantly increased. The functional structure of the community has also strongly changed with an increase of eurytherms species, and/or with delayed and multiple spawning, and/or rather large size (roach, stream bleak, chub, barbel) and a decrease of more northern and stenotherm species (dace, gudgeon, bleak). This long-term evolution is correlated with the increase of spring and summer temperatures which would result from the global warming. The average temperature on the Rhône River has increased of 2.3°C over the considered period, and allows explaining the observed changes. These changes in the fish community structure in connection with the global warming confirm the general trend also observed with invertebrates communities globally on the Rhône River.

MOTS CLES

Bio_monitoring, Centrale nucléaire, DCE, Fleuve Rhône, Suivi long terme

SURVEILLANCE HYDROÉCOLOGIQUE DANS LE SECTEUR DU SITE NUCLEAIRE DE BUGEY : ACTUALISATION ET EVOLUTION LONG-TERME DE LA STRUCTURE DU PEUPLEMENT PISCICOLE

Le programme de surveillance des eaux de surface au droit des centrales nucléaires françaises repose sur deux types de mesures complémentaires : des mesures en continue qui permettent de s'assurer du respect des limites autorisées vis-à-vis des rejets thermiques, chimiques et radioactifs liquides et des mesures saisonnières qui permettent d'évaluer l'évolution du milieu aquatique sur le long terme afin de détecter une évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement de la centrale.

La surveillance hydroécologique du CNPE de Bugey basée sur ce deuxième type de mesures saisonnières a débuté avant la mise en place des tranches 2, 3, 4 et 5 en 1975. Les données disponibles avant fonctionnement (1978) de ces tranches ont permis de définir un état de référence du fleuve Rhône au droit de la centrale. Depuis 1978, la surveillance réglementaire (intégrée dans la décision de l'Autorité de Sûreté Nucléaire relatives aux rejets et aux prélèvements d'eau) vise annuellement à 1) mesurer au niveau de plusieurs stations (à l'amont et à l'aval de l'installation) mensuellement ou trimestriellement une vingtaine de paramètres physico-chimiques et 2) décrire la structure des peuplements benthiques d'invertébrés, de diatomées et de poissons à chaque saison. La décision de l'ASN n°2013-DC-0360 du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des Installations Nucléaires de Base impose aux INB de suivre les protocoles de mesures et d'échantillonnage de la DCE mentionnés dans l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié. Ainsi, en 2014 la surveillance du CNPE a été actualisée pour mettre notamment en place le protocole de terrain IBGA-DCE pour les invertébrés (Usseglio-Polatera et al. 2009).

Concernant les études sur le peuplement piscicole, les données couvrant la période de 1979 à 2011 montre qu'un total de 37 espèces a été capturé sur ce site, mais que le cœur du peuplement est constitué d'un ensemble de 8 espèces incluant le spirilin, le barbeau, le goujon, la vandoise, l'ablette, le hotu, le chevaine et le gardon. L'analyse en composante principale (ACP, portant sur les 18 espèces présentes dans >15 % des échantillons) sur les abondances de 0+ (jeunes de l'année) de chaque espèce par unité d'effort (CPUE) montre que l'axe F1 est très largement structurant, exprimant 48% de l'inertie des données. Cet axe F1 représente un effet « abondance », i.e. plus l'espèce a une coordonnée sur le F1 grande, plus l'espèce est abondante, relativement aux autres espèces. On notera que seules les pêches effectuées entre octobre et décembre de l'année, intégrant une meilleure image du recrutement, sont considérées, soit 25 années du suivi total. Ainsi les résultats montrent qu'entre 1979 et 2011, la structure du peuplement piscicole de l'ensemble du secteur de Bugey (stations amont et aval) a fortement évolué (déjà observé par Daufresne *et al.* (2003) sur les 20 premières années du suivi). L'abondance globale de jeunes de l'année et leur proportion au sein du peuplement ont significativement augmenté. La composition du peuplement a également beaucoup changé au cours de cette période. L'axe F1 de l'ACP présente une tendance temporelle très marquée avec des années caractérisées par de très faibles abondances globales et concentrées au début du suivi (1979, 1980, 1981, 1982, 1984, 1985) opposées à des années à fort recrutement, observées surtout durant la seconde moitié du suivi (1998, 2005, 2009, 2010, 2011 ; Figure 1).

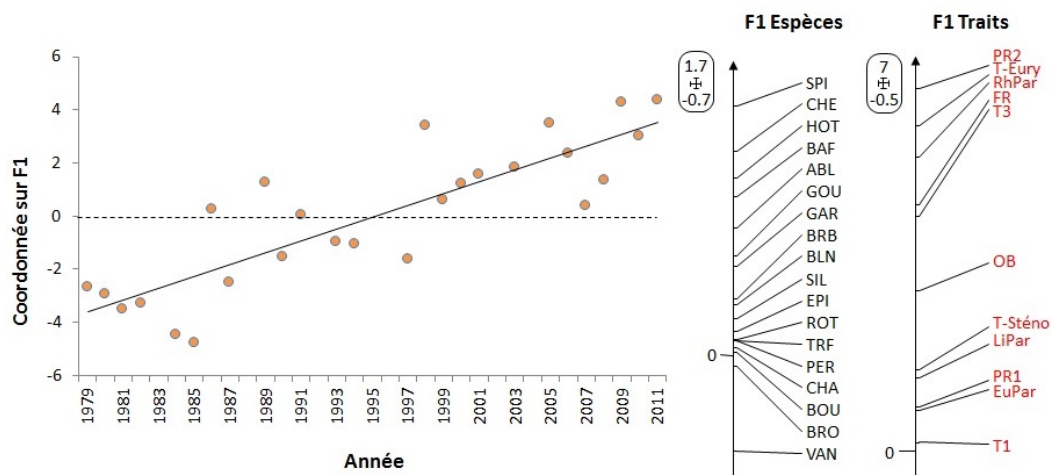


Figure 1, de gauche à droite : Relation entre la coordonnée factorielle sur l'axe F1 de l'ACP sur les abondances de 0+ et l'année d'échantillonnage (ρ de Spearman = 0.863, $p < 0.001$) ; Coordonnée factorielle de chaque espèce sur l'axe F1 (F1 Espèces); Coordonnées factorielles des modalités des traits biologiques sur l'axe F1 (F1 Traits ; ne sont indiqués que les traits dont les modalités sont les plus discriminées sur F1) : Période de Reproduction, PR (1 = précoce, avant fin mars ; 2 = tardive, après fin mars) ; amplitude thermique T (T-Eury = eurytherme ; T Sténo = Sténotherme) ; habitat de reproduction préférentiel PAR (RhPar = Rhéopare ; LiPar = Limnopare ; EuPar = Eurypare) ; type de ponte (FR = fractionnée ; OB = « one batch », en une seule fois) ; taille maximale (T1 = petite, < 10 cm ; T3 = grande, > 30 cm).

Le peuplement est caractérisé par une augmentation des abondances globales de 0+ au cours du temps et un changement dans sa structure spécifique et fonctionnelle. La vandoise et le brochet sont en régression, alors que toutes les autres espèces, mais surtout le spirilin, le chevaine, le hotu et le barbeau, sont en augmentation. Si tous les traits biologiques des espèces mettent en évidence un net gradient d'accroissement (tous ont des coordonnées positives sur F1), certains sont beaucoup mieux représentés que d'autres sur cet axe F1 (Figure 1). Les espèces présentant la plus forte augmentation de l'abondance des 0+ au cours du temps sont des espèces à ponte tardive (après avril) et fractionnée, rhéophiles pour la reproduction et lithophiles, eurythermes et/ou de grande taille. Cette évolution à long terme est corrélée à l'augmentation des températures printanières (test de Mann-Kendall modifié, $p = 0.002$), qui correspond à la période de reproduction de la plupart des espèces et estivales ($p = 0.021$) résultant du réchauffement climatique. La température moyenne annuelle de l'eau sur le Haut-Rhône, pour la période de reproduction, a augmenté de 2.3°C sur la période 1977-2010, et permet d'expliquer l'évolution de la structure du peuplement piscicole observée (Figure 2).

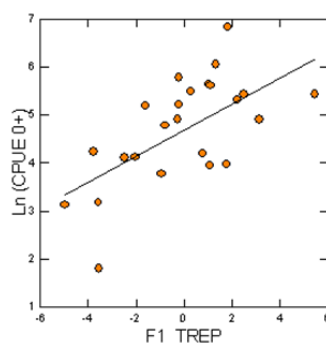


Figure 2 : Relation entre l'abondance du recrutement (Ln (CPUE 0+)) et l'indice de température en période de reproduction (également période printanière) de mars à juin. Une augmentation de F1 TREP indique un réchauffement. La relation est significative ($r_{\text{Pearson}} = 0.61$, $n = 25$, $p_{\text{corrigée}} < 0.05$; correction pour autocorrélations temporelles).

Ces résultats montrent l'importance de chroniques de données sur le long terme pour comprendre les changements de structure des peuplements de poissons. A Bugey, par exemple, les analyses permettent de situer l'état écologique du milieu aquatique au droit du CNPE par rapport à des changements plus globaux (changements climatiques, évolutions des pressions sur BV etc...). Ces changements de structure du peuplement piscicole en lien avec le réchauffement climatique confirment la tendance générale aussi observée sur les peuplements d'invertébrés sur l'ensemble du bassin du Rhône (Daufresne et al., 2007).

BIBLIOGRAPHIE

Daufresne, M., Roger, M.C., Capra, H. and Lamouroux, N. (2003). Long-term changes within the invertebrate and fish communities of the Upper Rhône River: effects of climatic factors. *Global Change Biology*, 10, 124-140.

Daufresne, M., Bady, P. and Fruget J.F. (2007). Impacts of global changes and extreme hydroclimatic events on macroinvertebrate community structures in the French Rhône River. *Oecologia*, 151, 544-559.

Usseglio-Polatera, P., Archaimbault, V. and Wasson, J.G. (2009). Protocole expérimental d'échantillonnage « invertébrés » en cours d'eau profond. Document technique Université de Metz et Cemagref Lyon.