

Tendances d'évolution long-terme des communautés de macroinvertébrés benthiques dans le contexte de changement global : exemple de la Loire moyenne sur une période de 30 ans

Long-term trends in macroinvertebrates communities in the context of global change: example of the Middle Loire River over a 30-year period

Mathieu Floury¹, Cécile Delattre¹, Martial Ferreol², Bertrand Villeneuve² & Yves Souchon²

¹Laboratoire National Hydraulique et Environnement, EDF R&D, 6 quai Watier, 78401 Chatou, France (corresponding author: mathieu.floury@edf.fr). ²UR MALY, Pôle Hydroécologie Onema Irstea, 3 bis quai Chauveau, 69336 Lyon, France.

RÉSUMÉ

Dans le contexte actuel de changement global, les communautés de macroinvertébrés des grandes rivières de plaine sont particulièrement soumises aux pressions climatiques et anthropiques. C'est pourquoi nous avons étudié l'évolution temporelle de la faune benthique de la Loire moyenne sur une période de 30 ans et cherché à identifier les forçages environnementaux impliqués. Les données long-terme collectées entre 1979 et 2008 ont ainsi permis de mettre en évidence une dérive progressive de la communauté vers un peuplement généraliste et tolérant. Cette tendance écologique est à relier à l'augmentation graduelle de la température de l'eau sous l'influence du réchauffement climatique. Par conséquent, les prévisions de température pour le siècle à venir laissent penser que les impacts sur la faune benthique vont s'accroître. Néanmoins, certaines actions de gestion semblent pouvoir masquer en partie les effets du changement global. L'amélioration de la qualité de l'eau de la Loire moyenne permet par exemple d'observer l'apparition de nouvelles familles d'insectes polluo-sensibles.

ABSTRACT

Macroinvertebrates communities in large floodplain rivers are notably subject to climatic and anthropic pressures in the context of global change. That is why we studied the temporal evolution of the benthic fauna in the Middle Loire River over a 30-year period and we tried to identify the environmental drivers implied. Thus, long-term data collected between 1979 and 2008 allowed to highlight a progressive modification of the community towards a generalist and tolerant assemblage. This ecological trend is linked to the gradual increase in the water temperature due to the climate warming influence. Consequently, the temperature predictions for the next century lead us to think that impacts on the benthic fauna are going to increase. However, some management actions could mask partially the effects of the global change. For example, improvement in the water quality of the Middle Loire River seems to lead to the appearance of new polluo-sensitive Insects families.

MOTS CLES

Changement Global, Loire moyenne, Macroinvertébrés, Tendances Long-Terme.

1. INTRODUCTION

Les grands cours d'eau de plaine, intégrateurs de nombreuses pressions climatiques et anthropiques, sont particulièrement impactés par le contexte actuel de changement global. C'est pourquoi des études récentes se sont intéressées aux conséquences des modifications environnementales sur les communautés d'eau douce. Dans le développement de ce thème de recherche, les longues séries temporelles de données sont encore rares mais particulièrement utiles pour détecter les tendances écologiques et identifier leurs forçages, notamment pour les macroinvertébrés benthiques (Jackson & Fureder, 2006). Plusieurs études mettent ainsi en évidence une dérive temporelle des communautés d'invertébrés liée aux changements climatiques, qui se traduit par la diminution progressive du nombre de taxa sensibles, rhéophiles et sténothermes au profit de taxa généralistes, limnophiles et eurythermes (Daufresne *et al.* 2004). Néanmoins, dans certains cas, la mise en place d'actions de gestion visant à améliorer la qualité de l'eau permet de limiter les effets des facteurs climatiques (Durance & Ormerod, 2009).

Sur la Loire moyenne, un jeu de données de 30 années consécutives, collectées entre 1979 et 2008, nous donne l'occasion d'étudier l'évolution des communautés de macroinvertébrés et les relations avec les tendances environnementales observées.

2. METHODE

L'échantillonnage des invertébrés est réalisé 4 fois par an (de mai à octobre) entre 1979 et 2008 et les individus sont identifiés à la famille. Les abondances moyennes annuelles font l'objet d'une analyse factorielle des correspondances (AFC) et 3 indices biologiques sont calculés : richesse taxonomique, densité et équitabilité.

Les données environnementales comprennent des mesures de température de l'eau, de débit et de concentration en chlorophylle a. Ces paramètres ont été choisis parmi un total de 10 variables physico-chimiques car ils sont susceptibles d'influencer fortement les communautés de macroinvertébrés. Des moyennes sont calculées pour chaque année biologique entre le 1^{er} octobre de l'année n au 30 septembre de l'année $n+1$.

Les 2 premiers axes de l'AFC, les 3 indices biologiques et les 3 variables environnementales sont soumis à un test de tendance. Les axes factoriels et les indices qui présentent une évolution long-terme significative subissent ensuite une régression linéaire multiple sur les variables physico-chimiques. Enfin, les conséquences de différents scénarii climatiques sur les variables biologiques sont testées à partir des relations de régression.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Le 1^{er} axe de l'AFC présente une nette augmentation au cours des 30 ans ($p < 0.001$) et oppose les taxa en fonction de leur profil temporel d'évolution. Les taxa qui présentent des scores faibles sont ceux dont les abondances diminuent entre 1979 et 2008. Il s'agit essentiellement de familles d'Insectes avec notamment 3 familles d'*Ephemeroptera* considérées comme spécialistes et rhéophiles (*Potamanthidae*, *Ephemerellidae* et *Heptageniidae*). A l'inverse, les taxa avec des scores élevés sont des familles apparues dans les années 2000 et dont les effectifs sont depuis en hausse. On retrouve principalement des *Gastropoda* (*Ancylidae*, *Hydrobiidae*, *Planorbidae* et *Valvatidae*), des *Diptera* (*Ceratopogonidae* et *Tabanidae*) et des Vers (*Hirudidae* et *Planariidae*). On note également l'apparition de la Corbicule (*Corbicula sp.*), espèce invasive thermophile. De manière générale, il s'agit donc de taxa généralistes, qui affectionnent les vitesses de courant faibles ou nulles. Cependant, on observe en parallèle l'apparition de deux familles de *Trichoptera* considérées comme polluo-sensibles : les *Brachycentridae* et les *Philopotamidae*.

En termes de richesse taxonomique, cette modification de la structure de la communauté se traduit par une augmentation significative ($p < 0.001$) du nombre de familles d'invertébrés au cours des 30 ans (en moyenne de 28 taxa les 5 premières années à 44 taxa les 5 dernières). Ce résultat s'explique par le caractère euryèce et tolérant des peuplements de cours d'eau aval comme la Loire moyenne. Peu de taxa ont disparu au cours de cette période et l'arrivée de nouvelles familles a contribué à enrichir la communauté. Le caractère globalement généraliste des peuplements conduit également à une occupation de l'ensemble des niches écologiques disponibles, ce qui explique la stabilité sur le long-terme de la densité totale d'individus et de l'équitabilité de l'assemblage (respectivement autour de 2800 individus et de 0.6 en moyenne).

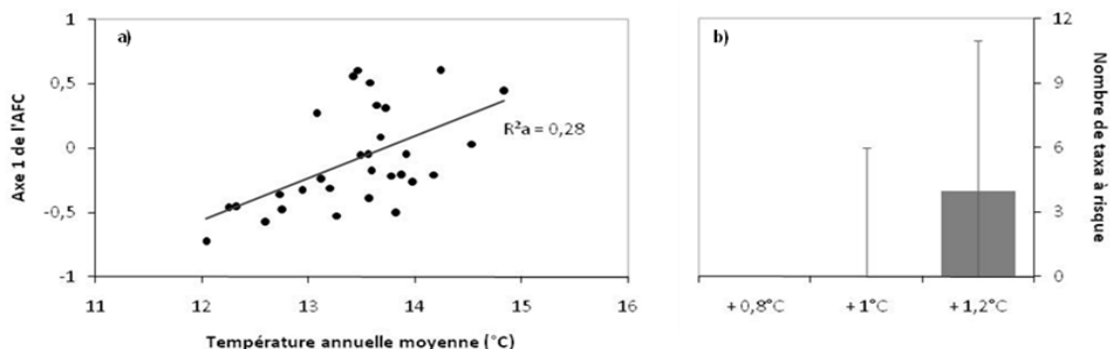


Figure 1 : a) relation de régression entre la structure taxonomique sur l'axe 1 de l'AFC et la température de l'eau et b) nombre de taxa menacés par les différents scénarii de réchauffement

Par ailleurs, une part importante de ces évolutions écologiques long-terme est liée aux facteurs environnementaux. En effet, les résultats des régressions montrent que les deux variables biologiques qui présentent une tendance significative (axe 1 de l'AFC et richesse taxonomique) sont corrélées à la température de l'eau (Fig. 1a) et à la concentration en chlorophylle. Le réchauffement progressif de la Loire moyenne (c. 1.2°C en 30 ans ; $p < 0.05$) couplé à la réduction de l'eutrophisation (c. 90% entre 1980 et 2008 ; $p < 0.001$) expliquent près de 50% de l'évolution de la structure taxonomique et un quart de l'augmentation de la richesse. A l'inverse, aucune relation n'est observée entre le débit et les tendances long-terme de la communauté. Par conséquent, il semble que l'augmentation de la température de l'eau, liée en grande majorité au réchauffement climatique (c. 80%), soit responsable de la disparition ou de la nette réduction des taxa les plus sensibles au profit de l'apparition de familles d'invertébrés plus tolérantes. Dans ce contexte, les prévisions montrent que certains taxa risquent d'être menacés par le réchauffement futur (Fig. 1b), même si l'arrivée potentielle de nouvelles espèces « eurytolérantes » conduit globalement à l'augmentation de la richesse taxonomique. En ce qui concerne la réduction de l'eutrophisation, qui s'explique principalement par l'amélioration du traitement des eaux usées (c. 80%), elle peut être considérée comme étant à l'origine de l'apparition de nouvelles familles d'insectes polluo-sensibles au cours des dix dernières années. En ce sens, l'amélioration de la qualité de l'eau peut constituer une alternative partielle aux effets du changement climatique sur les communautés de macroinvertébrés.

4. CONCLUSION

Nos résultats apportent une preuve supplémentaire de l'utilité des données long-terme pour la compréhension des effets combinés de facteurs environnementaux multiples sur les communautés biologiques. A l'instar d'autres cours d'eau, la communauté de macroinvertébrés benthiques de la Loire moyenne présente une modification graduelle de sa structure taxonomique, à mettre en relation avec le réchauffement de l'eau. Progressivement, les familles les plus sensibles sont remplacées par des taxa eurytolérants et généralistes, parmi lesquels des espèces invasives. Au vu des prévisions de changements climatiques, cette tendance risque de s'accroître au cours des prochaines décennies. Néanmoins, certaines alternatives locales semblent se dégager face à l'ampleur des phénomènes globaux. Par exemple, en limitant l'eutrophisation, les actions menées pour la réduction des apports de phosphore semblent permettre l'apparition de certains invertébrés sensibles et de conserver ainsi un certain degré de spécialisation au sein de la communauté. L'étude des traits bio-écologiques constitue alors une perspective intéressante pour confronter ces résultats à l'évolution fonctionnelle de la faune benthique. L'analyse pourra ensuite être étendue à d'autres grands cours d'eau afin de voir s'il existe un profil commun d'évolution des communautés de macroinvertébrés.

BIBLIOGRAPHIE

- Daufresne M., Roger M. C., Capra H., Lamouroux N. (2004). Long-term changes within the invertebrate and fish communities of the Upper Rhone River: effects of climatic factors. *Global Change Biology*, 10, 124-140.
- Durance I., Ormerod S. J. (2009). Trends in water quality and discharge confound long-term warming effects on river macroinvertebrates. *Freshwater Biology*, 54, 388-405.
- Jackson J. K., Fureder L. (2006). Long-term studies of freshwater macroinvertebrates: a review of the frequency, duration and ecological significance. *Freshwater Biology*, 51, 591-603.