

LA BIOEVALUATION, OU L'ANALYSE DU RISQUE ECOTOXIQUE ET DE LA SANTE DES ECOSYSTEMES A L'AIDE DE SONDES BIOLOGIQUES

Frank LE FOLL

UMR-I 02 INERIS-URCA-ULH SEBIO, FR CNRS 3730 Scale, Université Le Havre
Normandie, F-76063 Le Havre Cedex, France

frank.lefoll@univ-lehavre.fr

La présence ubiquitaire de contaminants chimiques est un des marqueurs retenus pour définir *l'anthropocène*, période géologique actuelle caractérisée par l'avènement des êtres humains comme principale force de changement sur Terre.

Les milieux aquatiques, qui figurent parmi les écosystèmes les plus productifs, sont particulièrement vulnérables à la pression anthropique car ils constituent les réceptacles ultimes des effluents d'origine industrielle, agricole et urbaine. Pour ne donner qu'un exemple, une étude à l'échelle du continent européen a montré que les molécules artificiellement introduites dans le milieu, ou *xénobiotiques*, étaient à l'origine d'effets létaux aigus et d'effets chroniques à long terme sur les espèces sensibles de poissons, d'invertébrés et d'algues dans 14 % et 42 % respectivement des 4000 sites investigués. Parmi les 223 substances toxiques suivies, les contributeurs majeurs sont des pesticides, des hydrocarbures aromatiques polycycliques et des retardateurs de flammes bromés (Malaj et al. 2014).

En corollaire, la capacité de la Terre à assimiler la pollution chimique est établie comme une des neuf limites infranchissables de la planète. Cette limite impose un besoin de réduction de la pollution afin d'éviter l'érosion de la biodiversité et la perte associée des services écosystémiques qui menace dans le même temps l'existence de l'être humain, dans un constat de communauté de destin, parfois désigné sous le vocable anglo-saxon de *One Health*. Le raisonnement qui étaye ce concept est très proche de la définition initiale de l'écotoxicologie, une branche de la toxicologie qui évalue les effets toxiques des polluants au sein des écosystèmes, dans un contexte complètement intégré.

En conséquence, un des principaux défis de l'écotoxicologie est de parvenir à évaluer l'impact des polluants dans toutes les dimensions de la biosphère, en prenant en compte leur devenir dans les matrices environnementales et les chaînes alimentaires, ainsi que leurs effets aux différentes échelles d'organisation du vivant, de la molécule aux communautés écologiques, au sein de la diversité biologique des espèces, des générations parentales à la descendance.

Ces enjeux sont particulièrement importants car les résultats obtenus constituent maintenant le fondement rationnel d'une politique environnementale qui vise à préserver la qualité des milieux aquatiques et qui s'appuie, dans le cadre européen, sur deux leviers essentiels : *i/* la limitation des risques à la source, en instaurant un régime d'autorisation ou de restriction d'usage sur la base d'évaluations de l'écotoxicité des substances et de *scenarii* d'exposition, et *ii/* la surveillance *a posteriori* des masses d'eau, organisées autour de campagnes d'échantillonnage du biote, de l'eau et des sédiments, pour déterminer leur état chimique et leur état biocénotique par confrontation à des normes de qualité environnementale en partie fixées en *i/*.

Parmi les approches déployées en écotoxicologie, les méthodes d'évaluation utilisant des systèmes vivants comme sondes biologiques pour déterminer les effets des xénobiotiques présentent de nombreux avantages. Par essence holistiques, sans cibles pré-déterminées, elles permettent d'évaluer *a priori* les dangers, substance par substance, dans un objectif de limitation des risques. Elles peuvent également prendre en compte la complexité de l'exposome, entendu comme l'ensemble de la dynamique d'exposition pendant la vie, à savoir, les effets cocktails et cumulés liés à la contamination multiple et à la présence de métabolites ou de produits de dégradation, la biodisponibilité des contaminants, variable en fonction des spéciations chimiques et des interactions biotiques et abiotiques, les traits d'histoire de vie des organismes considérés, incluant l'intégration temporo-spatiale de l'exposition et les cycles biologiques. La bioévaluation écotoxique permet également de préciser les mécanismes d'action des contaminants sur les organismes, ouvrant ainsi la voie à une écotoxicologie plus prédictive c'est-à-dire capable d'anticiper les impacts potentiels de l'activité anthropique sur de l'écosystème avant même de les constater, ce qui peut autoriser des actions préventives toujours préférables aux plans de remédiations, d'un point de vue à la fois écologique et économique.

Les nombreuses méthodes proposées en bioévaluation des polluants anthropogéniques sont très progressivement intégrées au corpus réglementaire et normatif sous la forme de bioessais, de biomarqueurs, de modèles d'écotoxicité et d'indicateurs biologiques opérationnels. Les importantes avancées dans l'emploi des techniques non ciblées, faisant notamment appel aux « -omiques », ainsi que le développement de capteurs ou biocapteurs connectés et sobres, constituent deux voies actives de recherche qui promettent de fournir de nouvelles perspectives en termes de compréhension des mécanismes d'écotoxicité chez les organismes non-modèles et de déploiement des initiatives de biosurveillance sur les sites d'intérêt.

Malaj, Egina, Peter C. von der Ohe, Matthias Grote, Ralph Kühne, Cédric P. Mondy, Philippe Usseglio-Polatera, Werner Brack, and Ralf B. Schäfer. 2014. "Organic Chemicals Jeopardize the Health of Freshwater Ecosystems on the Continental Scale." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (26): 9549–54. <https://doi.org/10.1073/pnas.1321082111>.