

Un diagnostic écotoxicologique des eaux de la Seine et du littoral normand

Les cours d'eau véhiculent de nombreuses et diverses substances chimiques qui forment un cocktail de contaminants, témoin des activités présentes sur le bassin versant. Ce mélange complexe exerce une pression toxique sur les organismes aquatiques présents dans le milieu et le suivi de leur état de santé permet d'appréhender le niveau de toxicité de l'eau et son évolution.

© Philippe Laforge

Comment évolue l'écotoxicité le long de l'axe Seine ? Quels sont les enjeux pour la mise en place à grande échelle d'un suivi basé sur la mesure de *biomarqueurs** ? C'est à travers une expérimentation originale sur l'axe Seine et le littoral normand que les scientifiques du consortium BIOSURVEILLANCE ont répondu à ces questions.

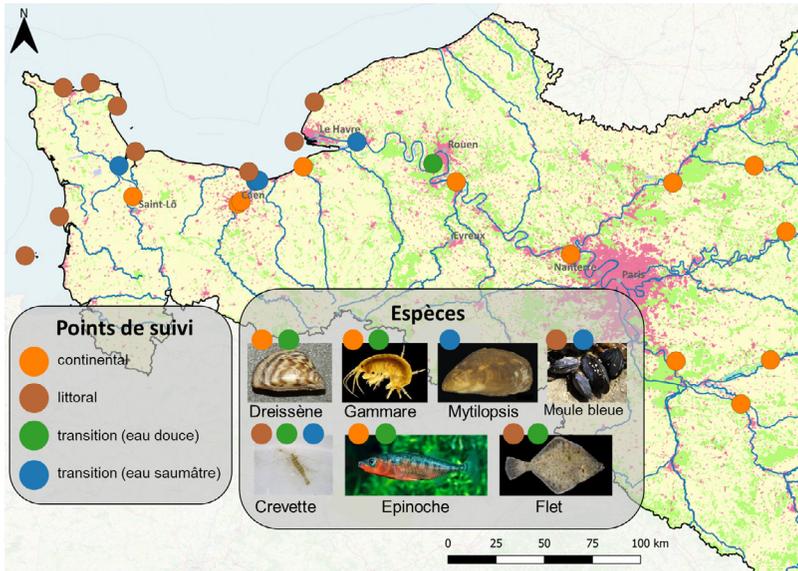
Une réussite pour un suivi pilote à grande échelle

Le défi posé aux scientifiques était de taille : **suivre de manière simultanée la pression écotoxique sur 27 stations réparties le long de la Seine, de l'Orne, de la Vire et du littoral normand** ! Pour cela, des poissons, mollusques et crustacés ont été mis dans des casiers et plongés dans l'eau à l'automne 2020 et 2021. Après 1 à 4 semaines d'immersion, **95 % des systèmes d'encagement ont pu être récupérés et le taux de survie moyen des organismes était proche de 90%**. Ces chiffres sont très satisfaisants pour ce type d'opération et démontrent la faisabilité logistique d'un tel déploiement. De retour au laboratoire, les organismes ont fait l'objet de diverses analyses pour évaluer leur état de santé, via les dommages à l'ADN (i.e. génotoxicité) et la capacité de phagocytose (i.e. immunotoxicité). L'application d'une grille d'interprétation a alors permis de poser un **diagnostic écotoxicologique des masses d'eau suivies**. « Cette approche de biosurveillance active permet de mesurer les réponses biologiques d'organismes dans un contexte intégrateur et représentatif de la complexité environnementale » nous explique Benoît Xuereb, écotoxicologue à l'Université du Havre et coordinateur de l'expérimentation. L'intérêt de cette approche par transplantation d'organismes dans des systèmes d'encagement est de s'affranchir de l'influence de certains facteurs de confusion,

comme la taille, le sexe ou l'origine des organismes, pour faciliter l'interprétation des données et gagner en pertinence dans le diagnostic.



→ Systèmes d'encagement mis en œuvre dans le projet BIOSURVEILLANCE



Stations investiguées et espèces déployées - Xuereb et al., 2023 - Projet BIOSURVEILLANCE

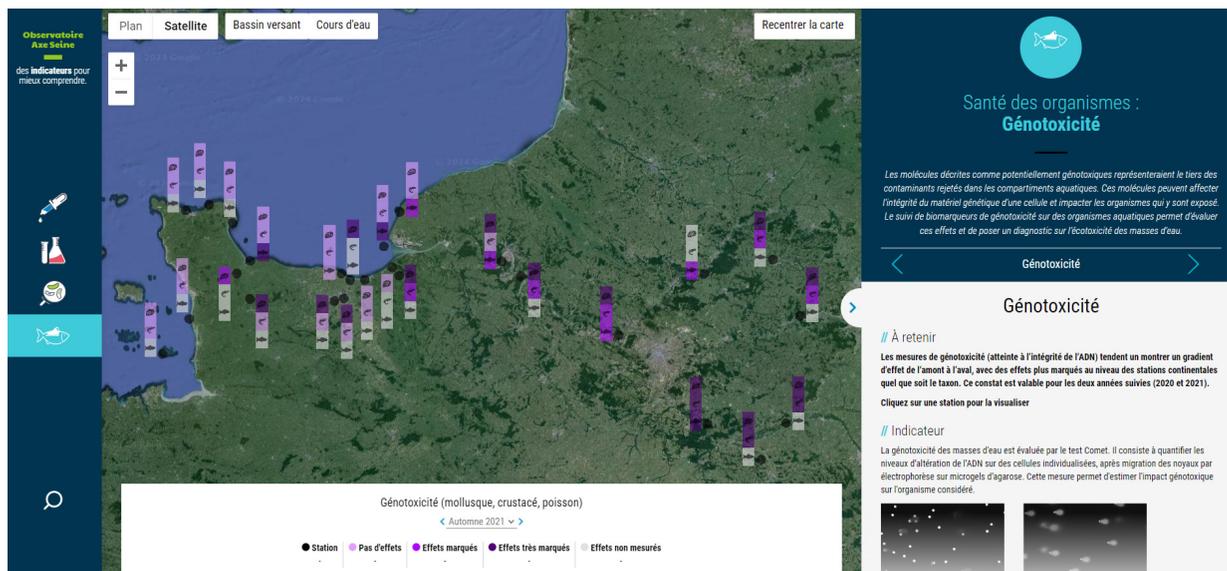
BIOSURVEILLANCE
en chiffres :
27 stations
7 espèces
2 biomarqueurs
2 campagnes
232 résultats

Une pression écotoxique hétérogène le long de l'axe Seine

Sur l'axe Seine, seuls 25 % des résultats n'indiquent pas d'effets significatifs, et ce majoritairement sur les stations situées à la sortie de l'estuaire. Les effets sur l'ADN (i.e. génotoxicité) sont sensiblement plus marqués que ceux sur le système immunitaire (i.e. réponse phagocytaire). Ces résultats témoignent de la **pression écotoxique véhiculée par la Seine, puis de sa dilution**

en baie. Ils sont très cohérents avec notre connaissance de la contamination chimique le long de ce continuum. Ce même schéma est observé pour l'Orne et la Vire ; alors que les **stations sur le littoral du Cotentin n'indiquent pas d'effets écotoxiques.** « Ces résultats englobent des mesures sur divers organismes, en usant de leur diversité en termes de physiologie et de

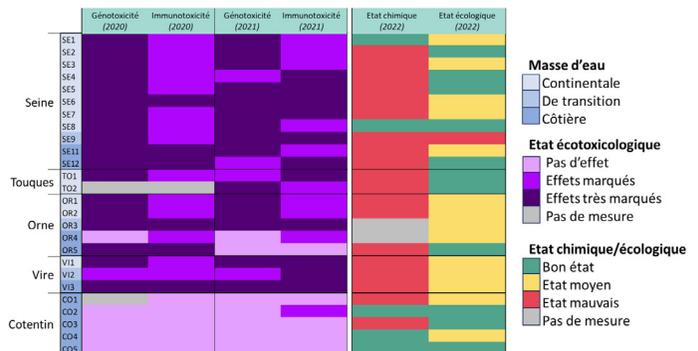
mode d'exposition pour renforcer le diagnostic » nous précise Benoît Xuereb. En comparaison aux mollusques et crustacés, les poissons ont globalement montré de plus forts niveaux d'effets génotoxiques et immunotoxiques, indiquant une méthodologie plus sensible pour ces derniers.



Portail de consultation des résultats – exemple de la génotoxicité en 2021 - www.phresques.fr

Un état écotoxique compatible avec la Directive Cadre sur l'Eau ?

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) vise à garantir le bon état des masses d'eau, à travers la mise en place de suivis pour évaluer et, le cas échéant, définir des actions pour en améliorer l'état. Sur la base des résultats acquis par ce suivi pilote, un état génotoxique et un état immunotoxique des masses d'eau suivies ont été proposés et mis en regard de l'état chimique et de l'état écologique établis dans le cadre de la DCE. **La comparaison des différents diagnostics montre leur cohérence**, avec 10 des 11 stations qui présentent à la fois un état chimique, un état écologique et un état écotoxologique dégradés. A l'inverse, sur les 3 stations présentant un bon état chimique et écologique, seule une d'entre elles ne présente aucun effet écotoxologique significatif. Pour les autres cas, l'état écotoxologique apporte un éclairage complémentaire pour pondérer l'état chimique et/ou l'état écologique, montrant **l'intérêt de cette approche en tant qu'appui à l'évaluation de la qualité des masses d'eau.**



➡ Etat génotoxique et immunotoxique, en regard de l'état chimique et écologique - Xuereb et al., 2023 - Projet BIOSURVEILLANCE

Des enseignements pour pérenniser un suivi de biosurveillance

Au-delà du diagnostic posé sur l'écotoxicité des masses d'eau suivies, le déploiement de ce suivi pilote à grande échelle a été l'occasion d'interroger les perspectives d'utilisation de ces biomarqueurs dans le cadre d'un suivi pérenne des masses d'eaux côtières, de transition et continentales. Le premier élément concerne la nécessité d'**élargir la batterie de biomarqueurs**, pour couvrir une plus large typologie de toxicités potentielles. Pour **proposer une restitution simplifiée des résultats**, les méthodes d'intégration des mesures devront également être adaptées. Un deuxième point est le **transfert des outils mis au point par le monde scientifique vers**

la sphère plus opérationnelle. Ce transfert devra s'appuyer sur la production de méthodes standardisées et robustes retranscrites au sein de guides méthodologiques, voire de normes d'application. Une fois mis en place, ces suivis permettront d'**acquérir de grandes séries de données** dans divers contextes. Elles pourront être mobilisées pour **consolider les référentiels et les grilles d'interprétation**, augmentant la fiabilité des diagnostics établis. « *En définitive, les outils basés sur la mesure d'effets biologiques peuvent avoir leur place dans l'évaluation de l'état des masses d'eau. Ils permettront de mieux comprendre la relation entre*

Glossaire

Un **biomarqueur** correspond à changement observable et/ou mesurable au niveau moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique, qui révèle l'exposition présente ou passée d'un individu à au moins une substance chimique à caractère polluant.

une exposition à des contaminants multiples et la structure des communautés vivantes, dans une approche intégrée de surveillance » conclut Luc Pereira-Ramos, chef du Service connaissance des milieux aquatiques à l'Agence de l'Eau Seine-Normandie.

Plus d'infos

Projets ZA Seine, financés avec le concours de l'Agence de l'eau Seine-Normandie et de l'Office Français de la Biodiversité



Xuereb B., Fisson C., Geffard A. (coord.), 2023. **Projet BIOSURVEILLANCE : Proposition d'un pilote basé sur l'utilisation de biomarqueurs pour un appui à la surveillance de la qualité des masses d'eau du district Seine-Normandie.** Rapport de recherche du programme Seine-Aval 6 et de la Zone Atelier Seine, 49p.

Xuereb B. & Geffard A. (coord.), 2023. **Projet SASHIMI : Surveillance active de l'impact de la pression chimique par des biomarqueurs - Synthèse opérationnelle.** Projet financé par l'OFB, 31p.



<https://www.seine-aval.fr/projet/biosurveillance>
<https://www.seine-aval.fr/projet/sashimi>