



« Les étangs ne sont pas de simples plans d'eau, mais de véritables archives vivantes de l'activité humaine environnante. »
Gaspard Conseil, Fourni par l'auteur

Les fantômes des pesticides hantent nos environnements pour longtemps

Publié: 30 octobre 2025, 11:55 CET

Gaspard Conseil

Docteur en écotoxicologie, attaché temporaire d'enseignement et de recherche à l'Université de Lorraine (UL, ENSAIA, L2A), Université de Lorraine

Damien Banas

Professeur en Agronomie/Hydrobiologie, Université de Lorraine

DOI

<https://doi.org/10.64628/AAK.7p7sc639g>

<https://theconversation.com/les-fantomes-des-pesticides-hantent-nos-environnements-pour-longtemps-268613>

De l'autre côté du miroir d'eau paisible des étangs, on rencontre en réalité de véritables « fantômes moléculaires » laissés par les pesticides utilisés pour l'agriculture. Même lorsque la substance originelle a été depuis interdite, ses produits de transformation – parfois plus toxiques – peuvent persister longtemps. Et si l'on envisageait les étangs différemment ? Les considérer comme des archives biochimiques des pollutions passées pourrait nous aider à améliorer la surveillance sanitaire et à prendre de meilleurs décisions réglementaires aujourd'hui.

Sous la surface calme des étangs (et, en particulier, des étangs agricoles) se cache une contamination invisible mais omniprésente. Sur l'ensemble des substances chimiques surveillées en milieu aquatique, 86 % sont des produits de transformation de pesticides plutôt que des pesticides eux-mêmes. Ce paysage est dominé par des dérivés du chlorothalonil, pesticide pourtant interdit en Europe et en Suisse depuis 2019, qui ont depuis été détectés d'abord en Suisse, puis signalés au sein d'unités françaises de traitement de l'eau potable.

Ces « fantômes moléculaires », souvent ignorés des suivis classiques, sont pourtant impliqués dans la dégradation silencieuse de la qualité des eaux. Dans une recherche scientifique publiée en 2025, nous avons mis en évidence qu'ils modifient le comportement et le métabolisme de petits crustacés d'eau douce (ici, *Gammarus roeseli*) utilisés comme sentinelles biologiques.

À la fois témoins et victimes des pollutions chimiques successives de l'environnement, ces organismes livrent une histoire préoccupante, inscrite dans le vivant, que les simples mesures chimiques ne permettent pas de lire.

La mémoire chimique des étangs

Les étangs ne sont pas de simples plans d'eau, mais des archives vivantes de l'activité humaine environnante. Souvent connectés aux rivières, ils s'imprègnent de l'héritage chimique des pratiques agricoles, à travers les métabolites de produits phytopharmaceutiques, ou produits de transformation (PT), qui en résultent.



Il ne suffit pas de retirer un pesticide du marché pour résoudre tous les problèmes de pollution : son empreinte chimique peut persister très longtemps dans l'environnement. Gapard Conseil, Fourni par l'auteur

Quand bien même un pesticide est amené à être retiré du marché, son empreinte chimique demeure. Des PT issus de la dégradation d'une molécule mère peuvent ainsi persister longtemps dans l'eau, dans les sédiments ou dans les organismes vivants. Longtemps invisibles, car peu connus et peu étudiés, ils rappellent que la contamination environnementale n'est pas qu'une affaire du présent, mais aussi une mémoire du passé.

Nous vivons ainsi avec les *cicatrices* laissées par des produits chimiques utilisés à d'autres époques, lorsque leurs effets étaient encore mal connus. Et pourtant, nous continuons de répéter la même erreur : autoriser la commercialisation de produits aux effets mal compris. Nous déléguons alors de nouveaux problèmes à nos enfants.

Même lorsqu'on interdit un pesticide, ses descendants sont toujours là

L'herbicide atrazine, interdit depuis 2003, illustre très bien le problème. Ses métabolites sont encore détectés vingt ans après son interdiction dans de nombreuses masses d'eau françaises.

Les progrès de la recherche et les nouvelles connaissances acquises ont conduit à des réglementations plus strictes, comme le Règlement européen (CE) n° 1107/2009, qui exclut l'autorisation de mise sur le marché de substances persistantes ou qui s'accumulent dans les organismes.

La relation entre l'humain et son environnement reste complexe. L'histoire que nous commençons à lire grâce aux outils analytiques mobilisés en écotoxicologie, qui intègrent à la fois des approches chimiques et biologiques, devrait éclairer nos choix présents et nous permettre d'éviter de les regretter demain.

Le fongicide chlorothalonil, interdit en 2019, fournit un exemple récent de ce décalage entre décision réglementaire et réalité environnementale. Son métabolite R471811 est aujourd'hui retrouvé dans de nombreuses eaux de surface et souterraines européennes. Il n'existe *a priori* pas de preuves qu'il présente un risque avéré, mais cela pourrait être réévalué dans cinq, dix ou trente ans.

Ces reliquats chimiques révèlent l'inertie propre des cycles environnementaux, souvent difficiles à cerner ou à mesurer. Ils soulignent aussi les limites de nos politiques de retrait, capables de réagir vite, mais impuissantes face à la persistance du passé et à la multiplicité des substances chimiques encore autorisées (422 en Europe en octobre 2025).

Expositions chimiques invisibles, ou difficiles à cerner ?

Les milieux aquatiques sont exposés à une mosaïque de contaminants que les scientifiques appellent exposome chimique, c'est-à-dire l'ensemble des substances auxquelles un organisme ou un écosystème est exposé au cours de sa vie.

Si les substances actives sont surveillées *via* la réglementation européenne, les PT passent souvent sous le radar. Un seul pesticide peut engendrer plusieurs molécules filles, parfois plus durables et plus mobiles que la molécule mère. Les connaissances sur leur toxicité sont encore très lacunaires, avec peu de tests de toxicité, peu de standards analytiques et très peu de données sur leurs effets cumulés. Ainsi, une part importante du risque nous échappe encore.

Dans un travail antérieur, mené en 2024, sur les étangs agricoles du nord-est de la France, nous avons déjà montré que plus d'une molécule détectée sur deux était un PT encore dépourvu de profil écotoxicologique connu. En d'autres termes, une partie du risque reste littéralement dans l'ombre.

À lire aussi : « L'envers des mots » : Exposome

Des crevettes pour sonder l'eau des étangs

Les grands cours d'eau font l'objet de suivis réguliers. Les étangs, eux, sont les parents pauvres de la limnologie (c'est-à-dire la science des lacs) et restent peu étudiés. Pourtant, ils ponctuent nos paysages et abritent souvent une large biodiversité constituée de poissons, d'oiseaux, de batraciens, de reptiles, d'insectes et de végétaux divers. Ils jouent aussi un rôle d'interface entre terres agricoles et nappes souterraines. Exposés aux polluants au fil du temps, ils jouent un rôle de « mémoire tampon » entre terres cultivées et milieux naturels, entre les eaux de surface et les nappes souterraines.

Pour explorer cette mémoire chimique, notre équipe a eu recours à une approche de biosurveillance active, où l'on utilise le vivant pour évaluer la qualité de l'eau. Cette méthode consiste à confronter des organismes sentinelles à l'environnement étudié afin d'observer leurs réactions biologiques, en parallèle de l'analyse chimique dite de l'exposome, décrit précédemment (l'ensemble des substances auxquelles le milieu est exposé, et *de facto*, nous aussi).



Gammarus roeseli est un petit crustacé utilisé en tant que sentinelle biochimique des étangs. Gaspard Conseil, Fourni par l'auteur

Croiser ces deux lectures, chimique et biologique, permet d'obtenir un indicateur global de l'état de santé d'une masse d'eau bien plus représentatif que la simple mesure de concentrations d'une liste de contaminants strictement définis.

Concrètement, nous avons placé dans sept étangs lorrains implantés le long d'un gradient de terres agricoles aux pratiques diversifiées (sans activité agricole, en agriculture biologique ou en agriculture conventionnelle) de petits crustacés d'eau douce, *Gammarus roeseli*, enfermés dans de fines cages perméables.

Ces gammares, discrets habitants des rivières, sont de véritables sentinelles biologiques. Leur respiration, leurs mouvements et leurs activités enzymatiques reflètent fidèlement la qualité du milieu où ils vivent. Pendant une semaine, ces organismes ont été exposés à l'eau et leur état de santé a été suivi. En parallèle, dans chaque étang, 136 substances (herbicides, insecticides, fongicides, et leurs PT) ont été recherchées.

Les résultats montrent une prédominance écrasante des produits de transformation, qui représentaient 86 % des contaminants détectés, dominés par les dérivés du chlorothalonil et du métazachlore.

Les gammares ont survécu, mais leur comportement et leur métabolisme ont changé. Ralentissement des déplacements, troubles de la respiration et activation des mécanismes de détoxification traduisent le signal précoce d'un potentiel stress toxique. Ces réactions biologiques confirment que la contamination, bien qu'étant une affaire de chimie, s'inscrit profondément dans le vivant. En d'autres termes, les organismes *racontent* ce que les analyses chimiques ne suffisent pas toujours à voir.

De la science au terrain : comment gouverner l'invisible ?

Reste à savoir comment intégrer au mieux ces signaux biologiques et cette mémoire chimique dans les décisions publiques et réglementaires.

Aujourd'hui, la surveillance réglementaire reste essentiellement centrée sur les substances actives autorisées. Pourtant, le risque dépasse largement ces molécules. Il s'étend dans le temps, change de forme, interagit avec d'autres contaminants et varie selon les conditions environnementales. L'environnement et sa biodiversité sont aussi le siège d'une diversité de voies de transformation et de transfert des contaminants.

La surveillance doit donc évoluer, élargir les listes de substances suivies, développer les outils biologiques, et, surtout, agir avec précaution dans un contexte où tout ne peut être mesuré ni anticipé : il serait illusoire de vouloir tout tester et suivre toutes les substances possibles et imaginables. L'enjeu est donc surtout de prioriser les composés les plus à risque et de protéger les milieux les plus vulnérables.

Il existe ainsi trois leviers pour mieux protéger les milieux aquatiques :

- élargir la couverture analytique, c'est-à-dire les méthodes et techniques utilisées pour identifier et quantifier les PT issus de la dégradation des pesticides dans les suivis de routine,
- renforcer les outils biologiques capables de traduire la complexité chimique en signaux écologiques mesurables, par exemple, le recours à des organismes sentinelles,
- enfin, prioriser localement les actions de gestion (par exemple, rotation des cultures, zones tampons sans traitement, meilleure gestion des effluents et du ruissellement, ou encore l'aménagement de réseaux de drainage) adaptées aux usages et aux vulnérabilités des territoires.

De récentes observations nous montrent que les dynamiques observées en Lorraine ressemblent à celles de sites agricoles en Suisse, dans le canton de Genève. Nous menons depuis l'été 2025 des recherches avec la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (Hépia) à ce sujet.

Ces enjeux de pollution franchissent donc les frontières, mais les solutions doivent émerger localement, en combinant restauration de zones tampons (qui permettent d'atténuer les transferts de contaminants d'origine agricole vers les milieux aquatiques), diversification des pratiques et surveillance chimique et biologique intégrée.

Une écologie de la mémoire

Les étangs sont les miroirs de nos paysages agricoles, mais en constituent surtout des archives. Ils accumulent, filtrent et témoignent des usages passés. Reconnaître cette mémoire chimique, c'est accepter que certaines traces mettent des décennies à s'effacer.



Un étang, aussi petit soit-il, raconte l'histoire de pollutions passées. Gaspard Conseil

Les produits de transformation des pesticides ne sont ni marginaux ni nouveaux. Ils incarnent une génération de micropolluants qui s'ancre dans la mémoire chimique de nos agroécosystèmes. Les inclure, les considérer, c'est comprendre qu'un étang, aussi petit soit-il, peut raconter une histoire de pollutions passées, mais aussi celle d'une vigilance à retrouver.

À l'heure où les politiques de transition agricole s'accélèrent, prendre en compte ces produits de transformation est essentiel pour éviter que ces fantômes chimiques ne pèsent sur les générations futures. Ce que nous faisons aujourd'hui s'inscrira dans la mémoire environnementale de demain. À nous de choisir l'histoire que ces étangs raconteront aux générations futures.