HAL
open science

Méthodologies de la caractérisation des perturbations du milieu naturel par les xénobiotiques

Gilles Monod

To cite this version:

Gilles Monod. Méthodologies de la caractérisation des perturbations du milieu naturel par les xénobiotiques. Altération et restauration de la qualité des eaux continentales, Oct 1992, Port-Leucate, France. hal-02777869

HAL Id: hal-02777869

https://hal.inrae.fr/hal-02777869v1

Submitted on 4 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Méthodologies de la caractérisation des perturbations du milieu naturel par les xénobiotiques.

par Gilles Monod

Laboratoire d'écotoxicologie INRA-ENVL, Ecole vétérinaire de Lyon, BP83, 69280 Marcy l'Etoile

Les polluants libérés dans le milieu naturel (sources ponctuelles ou diffuses) se distribuent dans différents compartiments (eau, matière en suspension, sédiments) en fonction de leur propriétés physico-chimiques. Cette distribution et la persistance des polluants dans leur compartiment de stockage sont deux facteurs qui influent grandement sur leur biodisponibilité, c'est à dire leur capacité à pénétrer dans l'organisme. A ce stade, il peut être considéré que l'écosystème exposé a subi un « préjudice chimique » (premier niveau de perturbation). Un deuxième niveau de perturbation peut être atteint lorsque l'interaction polluant/organisme affecte le devenir de ce dernier (perturbation biologique).

Cet exposé a pour objectif de présenter succinctement des approches permettant d'apprécier ces deux niveaux de perturbations en mettant l'accent sur les intérêts et les limites de chacune d'elles, ainsi que sur leur complémentarité.

Caractérisations des perturbations chimiques

Les analyses de polluants peuvent être effectuées au niveau des sources de pollution présumées (rejets industriels et urbains) et dans le milieu récepteur. Dans le milieu, le choix des prélèvements à partir desquels les analyses sont réalisées est tributaire des propriétés physico-chimiques des polluants recherchés, car celles-ci déterminent leur compartimentation (devenir). Ensuite, la mise en évidence des différents polluants réclame la mise en oeuvre de méthodes analytiques spécifiques.

Ainsi, ce type d'approche implique que soit imaginée *a priori* la qualité des polluants susceptibles de contaminer les prélèvements analysés, car la recherche en aveugle, sauf si elle est exhaustive (ce qui pour des raisons de coût n'est pas réalisable en pratique) a en général peu de chance de permettre l'identification des composés effectivement présents. En définitive c'est la connaissance de l'utilisation et du fonctionnement du bassin versant (type de traitement agricole, mode d'écoulement des eaux), et des rejets réels ou potentiels, qui seule peut permettre une approche réaliste (voir la contribution de R. Bélamie).

La meilleure connaissance du devenir des polluants dans le milieu a permis d'identifier des indicateurs de pollution à partir desquels certain types de polluants peuvent être plus facilement retrouvés. L'intérêt de ces indicateurs est de jouer le rôle d'intégrateur en atténuant les variations temporelles, en général importantes, des concentrations en polluant dans l'eau, et en magnifiant ces concentrations

(facilitant ainsi la détection). Les sédiments (voire les matières en suspension) représentent un compartiment de stockage de nombreux polluants. Les organismes vivants peuvent également être des indicateurs de pollutions, en particulier les organismes filtreurs ou ceux, comme les bryophytes, offrant une large surface de contact avec l'eau.

La recherche des polluants dans les différents compartiments du milieu est adaptée à la mise en évidence de polluants persistants (cas des métaux et des organochlorés), ce qui peut permettre de mettre en relation niveau de contamination (de l'indicateur) et niveau d'exposition. Elle ne l'est plus si l'on considère les polluants dont la persistance est faible (la plupart des nouvelles molécules organiques de synthèse). De plus, le risque de perturbation biologique que font courir les polluants n'est pas relié simplement à leur persistance (cas des hydrocarbures aromatiques polycycliques composés relativement peu persistants mais très toxiques). En outre, l'analyse individuelle des polluants ne permet pas d'imaginer les phénomènes de synergie et d'antagonisme pouvant résulter de leurs présences simultanées. Ainsi, l'évaluation de la pollution chimique du milieu est insuffisante pour évaluer son « état de santé ». L'évaluation biologique est un complément indispensable.

Caractérisations des perturbations biologiques

Deux types d'approches sont envisageables selon que l'on veut rendre compte d'un potentiel à induire des perturbations biologiques ou que l'on veut réellement appréhender les perturbations affectant les organismes vivant dans un milieu donné. Le premier s'appuie sur la mise en oeuvre de bio-essais, le second consiste en des mesures réalisées *in situ*.

Les bio-essais

Le terme bio-essai s'applique à l'ensemble des essais (tests) réalisés en conditions de laboratoire au cours desquels tout ou partie d'un rejet ou d'un compartiment du milieu est mis en présence d'un système biologique afin d'étudier le devenir de ce dernier. Ces essais ont pour objectif d'évaluer la toxicité aiguë (tests de mortalité) et/ou la toxicité chronique des prélèvements analysés. Les besoins réglementaires et de gestion du milieu (redevance de pollution, réseau de surveillance) ont, compte tenu des limites liées à l'analyse des polluants, fortement incité au développement des bio-essais.

La toxicité chronique peut être évaluée en référence à divers paramètres : activités enzymatiques, mutagenèse, activité motrice, croissance, développement embryo-larvaire, comportement, etc. Les méthodologies employées reposent sur des systèmes expérimentaux très variés allant de la culture cellulaire à l'écosystème artificiel (microcosme, mésocosme). De mise en oeuvre délicate, ces derniers offrent néanmoins la possibilité d'intégrer des paramètres tels que : cycle vital, organisation trophique, organisation sociale, écocinétique des polluants.

Les raisons qui poussent au développement des bio-essais (gestion, réglementation) imposent qu'ils soient réalisés dans des conditions les plus standardisées possibles, en ce qui concerne les systèmes biologiques utilisés, d'une part, et les protocoles suivis d'autre part. Ceci pose le problème de la représentativité de tels essais, ce qui peut dans certains cas les amener à sous-estimer ou à sur-estimer, les risques écotoxicologiques pour le milieu considéré. Néanmoins, il n'existe pas de relation simple entre la représentativité écotoxicologique d'un bio-essai et le niveau d'organisation biologique qu'il représente, tout dépendant de la réponse à apporter (intérêt de certains bio-essais utilisant des cultures cellulaires). De nombreux travaux tentent de développer des méthodologies directement applicables *in situ*.

L'évaluation *in situ*

Historiquement, l'approche *in situ* a d'abord considéré l'analyse structurale d'ensembles plurispécifiques. Dans la perspective d'une aide à la gestion du milieu naturel, cette approche, de type écologique, a amené la définition d'indices typologiques, pour certains standardisés, reposant sur la détermination de peuplements bactériens, algaux (indice diatomique), d'invertébrés (indice biotique global, indice oligochètes), piscicoles. L'approche typologique permet un état des lieux (diagnostic) intégré qui ne fournit néanmoins pas nécessairement d'indication sur l'évolution du système

écologique considéré, connaissance primordiale dans le cadre d'un politique de gestion du milieu naturel (prédiction). Or l'évolution de ces systèmes ne peut être prévue qu'à condition de connaître les caractéristiques relevant de leur fonctionnement. Dans ce cadre, les recherches menées, en écologie, sur les descripteurs de fonctionnement pourraient s'avérer très intéressantes.

Il n'est pas simple de mettre en évidence, à l'aide des indicateurs très intégrés présentés ci-dessus, la part réelle de la pollution chimique dans les situations ou les évolutions rencontrées en milieu naturel. Ainsi, le développement de travaux sur la caractérisation d'indicateurs biologiques plus spécifiques de la pollution chimique a été mené, en considérant que les perturbations biologiques engendrées par les xénobiotiques concernent initialement les bas niveaux d'organisation (niveau biochimique au sens général). Ainsi, il a été montré que l'exposition aux polluants peut modifier la synthèse de certaines familles de protéines (métallothionéines, protéines de stress, cytochromes P450), altérer l'intégrité de l'ADN (adduits à l'ADN, micronoyaux), amplifier la fréquence de certains gènes, perturber la fonctionnalité de systèmes moléculaires clés de la physiologie des organismes (enzymes, récepteurs, gènes), etc. Mais la signification écotoxicologique de ces indicateurs (indicateur d'exposition / indicateur d'effet, pouvoir diagnostic, pouvoir prédictif) reste dans la plupart des cas à établir.

Conclusion / Perspectives

La caractérisation des perturbations du milieu naturel par les polluants relève de la mise en oeuvre de méthodologies très variées issues de nombreuses disciplines.

Si l'analyse des compartiments du milieu peut renseigner sur leur niveau de contamination, elle ne suffit néanmoins pas à estimer les perturbations biologiques susceptibles d'en découler. Elle est néanmoins essentielle pour estimer la biodisponibilité des polluants qui conditionne l'apparition des effets toxicologiques.

Les bio-essais permettent de révéler des perturbations potentielles (gestion, réglementation) mais leur représentativité vis-à-vis des conditions naturelles reste limitée. Par ailleurs, les méthodes appliquées *in situ* sont soit très intégrées, rendant ainsi difficile la discrimination de l'effet des polluants parmi ceux engendrés par les autres composantes du milieu, soit relatives à des bas niveaux d'organisation, plus spécifiques de la pollution chimique mais ne permettant pas une interprétation écotoxicologique évidente. En toile de fond se situe le problème de l'articulation fonctionnelle des différents niveaux d'organisation biologique, et celui des conditions de la traduction à haut niveau d'organisation des perturbations initialement constatées à des niveaux inférieurs.

Enfin, il convient sans doute de considérer le caractère relatif de la notion de perturbation et la difficulté d'en définir tous les contours à l'aide des seuls critères scientifiques.

Références bibliographiques

ADAMS, S. M., (ed.), 1990. Biological indicators of stess in fish. *American Fisheries Symposium 8*, 191 pp.

BLANDIN, P., 1986. Bio-indicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bull. Ecol.*, 17, 215-307.

PHILLIPS, D. J. H., 1980. *Quantitative aquatic biological indicators*. Applied Science Publishers LTD, 488 pp.

RAPPORT, D. J., 1989. What constitutes ecosystem health ? *Perspectives in Biology and Medicine*, 33, 120-132.

---

1 Question de Denis Lejalle :

Les agences de l'eau ont introduit à leur programme les paramètres « Aox » et « Metox » pour aborder le problème de sécurité différée. Cela vous semble-t-il une bonne approche ?

La gestion et la réglementation de la pollution du milieu aquatique nécessite la mise en oeuvre d'outils opérationnels dont le résultat est indiscutable. C'est le cas des paramètres évoqués ci-dessus. Le problème reste de savoir s'ils sont révélateurs de risques pour le milieu naturel (ce n'est pas parce

qu'un paramètre peut être mesuré qu'il a une signification écotoxicologique). Ils contribuent néammoins à améliorer nos capacités de caractérisation chimique du milieu.

2 Question de Louis De Cormis :

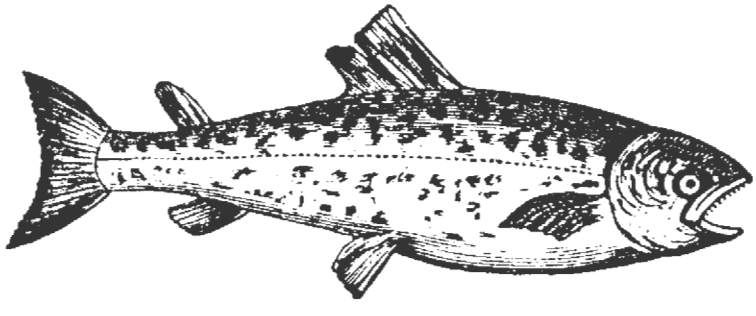
Quels sont les problèmes de bioaccumulation ?

Le problème de bio-accumulation a été très aigu lors de l'utilisation de produits organochlorés (DDT, PCBs) très persistants. Ce n'est désormais plus le cas car la plupart des composés de synthèse actuellement produits sont nettement mooins persistants que les organochlorés. Ceci explique que la recherche de ces composés est assez délicate. par contre, il convient de rechercher les marqueurs biologiques permetteant de rendre comte de leur présence même transitoire dans le milieu naturel.

3 Question de Jean-Claude Simon :

Quels sont les problèmes de synergie des polluants ?

Les mixtures de polluants présents dans le milieu sont complexes et très difficiles à caractériser. Il reste presque impossible d'imaginer les interactions pouvant exister entre les différents éléments de ces mixtures. Des marqueurs biologiques sont, là encore, susceptibles de rendre compte de ces interactions.



altération et restauration de la qualité des eaux continentales

dossier de la cellule environnement de l'INRA n°4

décembre 1992

séminaire

Port-Leucate

1er et 2 octobre 1992

Ce séminaire a été organisé par le département de Science du sol, le département de Biotechnologie des fruits, légumes et dérivés, et la Cellule Environnement. J.-C. Germon, du laboratoire de Microbiologie des sols de Dijon, R. Moletta, du laboratoire des Biotechnologies de l'Environnement des IAA de Narbonne, Valérie Laporte et P. Legrand de la Cellule Environnement s'y sont plus particulièrement consacrés.

Le conseil général de l'Aude a marqué son intérêt pour cette rencontre scientifique en y déléguant l'un de ses membres et en lui apportant un soutien financier.

Qualité de l'Eau