

La pollution de l'eau et du sol

©2005 Arnaud Zufferey & Immacolata Febbraro

Description

Les définitions qui suivent sont tirées des notes du cours d'écotoxicologie donné à l'EPFL (de Alencastro *et al.*, 2004).

La pollution de l'eau et du sol comprend les modifications physiques, chimiques ou biologiques de leur état naturel par des substances organiques (p.ex. engrais), et les substances inorganiques (p.ex. produits phytosanitaires, nitrates, phosphates, métaux lourds, hormones). On distingue deux types de molécules polluantes : les micropolluants et les macropolluants.

On appelle *micropolluants* des molécules d'origine naturelle ou anthropique modifiant la nature de quelques réactions biochimiques fondamentales de la biota (p.ex. HAP, solvants, retardateurs de flamme, pesticides, herbicides, fongicides, surfactants, médicaments, produits cosmétiques, phtalates, CFC, DDT, POPs, etc.). Les micropolluants peuvent être toxiques à de très faibles concentrations et causent souvent des effets chroniques.

On appelle *macropolluants* des molécules naturelles qui sont présentes localement ou temporairement dans l'environnement à une *concentration* ne s'inscrivant pas dans l'intervalle habituel (phosphates, nitrates, etc.). Les réactions biochimiques impliquant ces molécules n'en seront pas changées, mais leurs cinétiques seront différentes (de Alencastro *et al.*, 2004).

Un polluant est dit *dégradable* s'il peut être transformé par un processus physique, chimique ou biologique. La dégradabilité totale (minéralisation) n'est souvent pas atteinte et les produits de dégradation ne sont pas forcément moins toxiques que le polluant de départ.

La capacité de transfert des polluants chimiques dans les organismes s'appelle *biodisponibilité*. Un polluant doit être biodisponible pour avoir un effet toxique.

On désigne par *bioaccumulation* l'ensemble des phénomènes qui tendent, dans un écosystème, à concentrer les micropolluants peu dégradables dans la biocénose plutôt que dans le biotope.

On parle de *bioamplification* si le polluant se concentre au fur et à mesure que l'on monte dans les niveaux trophiques (plante → herbivore → carnivore).

L'*écotoxicologie* est la science qui s'occupe des effets des produits chimiques sur les écosystèmes. Les tests en laboratoire distinguent la toxicité aiguë de la toxicité chronique. La *toxicité aiguë* se caractérise par des réactions fortes dont les effets sont souvent réversibles, alors que la toxicité chronique est déterminée par des réactions faibles mais dont les effets ne sont que peu, voire pas du tout réversibles.

Les sources de ces pollutions sont très diverses. Il peut s'agir de rejets ponctuels des stations d'épuration (STEP) ou des industries (acides, phénols, cyanures, détergents, hydrocarbures), de rejets diffus de polluants dus à l'agriculture intensive (engrais, biocides, produits phyto-sanitaires), de décharges sauvages, etc.

Les conséquences écologiques des produits chimiques dépendent de l'espèce étudiée et du polluant considéré. On estime qu'il y a environ 176 000 substances chimiques présentes dans l'environnement des pays industrialisés. Comme ces produits ont une toxicité différente si ils sont seuls ou combinés, il faudrait tester toutes les combinaisons possibles de ces substances, à différentes concentrations, pendant des durées variables, sur toutes les espèces existantes (70 000 en Suisse), ce qui est impossible. Des tests de toxicité réalisés sur des espèces sensibles (p.ex. Daphnies) permettent néanmoins de comparer la toxicité relative des différents polluants. Ces tests sont en particulier utilisés par les autorités dans le cadre de la procédure d'autorisation des produits toxiques. Les classes de toxicité des produits sont accessibles sur les sites Internet des autorités, à savoir l'OFSP en Suisse¹ ou l'agence américaine pour la protection de l'environnement² (EPA).

¹Voir <http://www.bag.admin.ch/chemikal/publ/f/index.htm>.

²Voir <http://www.epa.gov/pesticides/ecosystem/index.htm>.

Les engrais utilisés en agriculture (phosphates, nitrates) sont lessivés par les pluies et favorisent la prolifération d'algues dans les cours d'eau et les lacs (phénomène d'eutrophisation). Les algues absorbent l'oxygène dissous indispensable à la survie de la faune aquatique (Scholten, 2005). Les composés azotés (nitrite et ammonium) et les pesticides sont toxiques pour les **Poissons**. Certains polluants se comportent comme des disrupteurs endocrinaux et ont une influence sur les organes reproducteurs (Ori *et al.*, 2004).

Les **Amphibiens** sont particulièrement sensibles à la pollution chimique à cause de la perméabilité de leur peau à ces substances (Blaustein et Wake, 1990). De nombreux tests en laboratoire ont prouvé que des substances telles que les fertilisants (nitrates) réduisaient l'activité des larves d'Amphibiens et pouvaient provoquer des malformations, des paralysies ou la mort d'individus (Marco *et al.*, 1999; Ortiz *et al.*, 2004). Johnson et Chase (2004) ont montré que l'eutrophisation des eaux favorisait la malformation des grenouilles. Les pesticides, herbicides ou métaux lourds affectent directement ou indirectement les Amphibiens et les Reptiles (Hall et Henry, 1992). D'autres études ont établi un lien direct entre un milieu contaminé et un taux élevé de difformités chez les Amphibiens (Ouellet, 1996; Linzey *et al.*, 2003). Un grand nombre d'études montrent également que les pesticides causent une mortalité importante chez les **Reptiles**, et que des insecticides peuvent s'accumuler dans leur métabolisme et en inhiber le bon fonctionnement (Hall, 1980; Hayes, 1997).

De nombreuses études menées par le centre national de recherche faunistique au Canada dans le cadre du Programme national de surveillance des effets des produits toxiques sur les espèces sauvages³ ont montré que les biocides agissent directement ou indirectement sur les **Oiseaux**. Un pesticide peut tuer directement un oiseau, l'empoisonner sans le tuer (inhalation, absorption par les pattes, nettoyage de plume après un contact avec une surface contaminée) ou avoir un effet indirect en réduisant la nourriture ou la couverture végétale qui l'abrite (Blus et Henny, 1997; Carson, 1962; Hempel, 2002; Hoffman, 1990).

La toxicité du sulfate de cuivre, utilisé comme fongicide en viticulture, a été étudiée en laboratoire sur de nombreuses espèces, des algues aux Mammifères (Pichard, 2005). L'interprétation pour chaque espèce dépasse le cadre de ce rapport. Une étude est en cours sur les sols des vignobles en Valais⁴.

Des études réalisées sur les biocides utilisés en agriculture montrent que certains herbicides comme l'atrazine sont très persistants et qu'ils peuvent contaminer les eaux plusieurs années après leur utilisation. On retrouve des traces de ces produits chimiques dans la plupart des produits de l'agriculture (fruits, légumes, lait, céréales, etc.). La quasi totalité des pesticides et fongicides ne tuent pas que les organismes cibles. Ils affectent les populations d'araignées, d'abeilles, de coléoptères, de papillons, d'organismes du sol, d'oiseaux, de micromammifères, etc. Les espèces granivores et insectivores sont particulièrement exposées (Merrington *et al.*, 2002, p.177).

Le Glyphosate, plus connu sous le nom de *Roundup* fait partie des biocides les plus répandus, et de nombreux plants OGM ont été conçus pour résister à cet herbicide. Diverses études montrent qu'il est cancérigène (Marc *et al.*, 2004).

Diverses études sur la plaine du Rhône sont à disposition auprès du Service de la Protection de l'Environnement de l'Etat du Valais (Marc Bernard, comm. pers.) :

- Rapports de l'EAWAG sur la qualité de l'eau du Rhône (ex. Baumann 2004) :
<http://www.rhone-thur.eawag.ch/publikationen.html>
- Rapport sur l'état des milieux naturels, R3, 1998.
- Bilan de l'assainissement des STEP en Valais.
- Un article complet devrait paraître en fin d'année (CIPEL).

Mesures

Bases légales Les lois et ordonnances fédérales ont été mises à jour en août 2005, afin de s'adapter à la législation de l'UE.

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE, RS 814.01).
- Convention de Stockholm (2001) sur les polluants organiques persistants (POPs).
- L'ordonnance sur les toxiques (OTox, RS 813.01) décrit entre autres la procédure d'autorisation des produits toxiques.
- Ordonnance sur les produits phytosanitaires (OPP, RS 916.161).

³Voir http://www.cws-scf.ec.gc.ca/nwrc-cnrf/toxic/index_f.cfm

⁴Étude réalisée par Isabelle Letessier. (Pascal Boivin, comm. pers.).

- Ordonnance sur les produits chimiques (OChim, RS. 813.11).
- Ordonnance sur les produits biocides (OPBio, RS. 813.12).
- Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim, RS. 814.81).
- Ordonnance sur les substances dangereuses pour l'environnement (OSubst, RS 814.013).
- Loi sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20) et ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, RS 814.201). Les tâches liées à la protection des eaux dans l'agriculture sont définies aux articles 3, 6, 14, 15 et 27 de la loi sur la protection des eaux.
- Ordonnance sur la protection des eaux contre les liquides pouvant les polluer (OPEL, RS 814.202).
- Ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol, RS 814.12).

Etat de la technique Il n'est pas possible en chimie analytique de dresser une liste exhaustive de tous les polluants présents dans un échantillon d'eau ou de sol. Il faut suspecter la présence d'une molécule puis effectuer un test spécifique pour confirmer la présence de la molécule. Ces analyses sont très coûteuses, et il n'existe pas de méthode de détection pour toutes les substances connues, en particulier pour les médicaments.

Les stations d'épuration (STEP) ne sont pas conçues pour dégrader les produits chimiques et la plupart des substances les traversent sans modification. On les retrouve donc dans les eaux de surface et dans les nappes phréatiques.

Aménagements, entretien Les biocides, engrais et autres substances chimiques finissent souvent dans les eaux de surface ou souterraines. Les STEP ne peuvent pas les éliminer, et comme on ne connaît très mal les effets possibles sur les écosystèmes ou l'homme, la seule solution est la limitation de leur utilisation selon le principe de précaution (McGinn, 2000).

Diverses campagnes d'information du public sont en cours en Suisse ou à l'étranger, par exemple la campagne *Laissez parler les fleurs* de l'OFEP⁵ ou la campagne *Jardiner au naturel – ça coule de source* de la Maison de la consommation et de l'environnement (MCE) de Rennes⁶.

L'agriculture biologique et la viticulture extensive devraient être favorisées (label BIO, Vitiswiss, etc.).

Le service des eaux sols et assainissement (SESA) du canton de Vaud recommande en plus d'intensifier la formation à la protection des eaux dans les écoles d'agriculture, de développer des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement, d'adapter le matériel et les produits agricoles aux impératifs de la protection des eaux et des sols, de mettre en place des installations de récolte ou de traitement des résidus dans les zones à problèmes, de limiter, voire d'interdire à la source certains produits (Vioget et Strawczynski, 2002).

Références

- BLAUSTEIN, A. R. et WAKE, D. B. (1990). Declining amphibian populations : A global phenomenon ? *Trends in Ecology and Evolution*, 5(7):203–204.
- BLUS, L. J. et HENNY, C. (1997). Field studies on pesticides and birds : Unexpected and unique relations. *Ecological Applications*, 7(4):1125–1132.
- CARSON, R. (1962). *Silent Spring*. Houghton Mifflin Co., Boston.
- DE ALENCASTRO, L. F., BECKER, K., SLAVEYKOVA, V. et TARRADELLAS, J. (2004). *Chimie environnementale et écotoxicologie*. Notes de cours, EPFL.
- HALL, R. J. (1980). Effects of environmental contaminants on reptiles. a review. *US Fish and Wildlife Service Special Science Report on Wildlife*, 228:1–12.
- HALL, R. J. et HENRY, P. (1992). Assessing effects of pesticides on amphibians and reptiles. *Herpetology Journal*, 2:65–71.

⁵Voir <http://www.umwelt-schweiz.ch/herbizid/fr/index.html>.

⁶Voir <http://www.mce-info.org/pesticides.php>.

- HAYES, T. (1997). *Steroid-mimicking environmental contaminants : Their potential role in amphibians declines*. Pages 145-149 in Bohme W, Bischoff W, Ziegler T, eds. *Herpetologia Bonnensis : Proceedings of the 8th Ordinary General Meeting of the Societas Europea Herpetologica : 23-27 Aug 1995 ; Bonn, Germany*.
- HEMPEL, P. (2002). Les oiseaux victimes des pesticides. *Bulletin Sciences et Environnement Canada*, 31:1-3.
- HOFFMAN, D. (1990). Embryotoxicity and teratogenicity of environmental contaminants to bird eggs. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 115:39-89.
- JOHNSON, P. et CHASE, J. (2004). Parasites in the food web : Linking amphibian malformations and aquatic eutrophication. *Ecology Letters*, 7(7):521-526.
- LINZEY, D. *et al.* (2003). Role of environmental pollutants on immune functions, parasitic infections and limb malformations in marine toads and whistling frogs from bermuda. *International Journal of Environmental Health Research*, 13(2):125-148.
- MARC, J., MULNER-LORILLON, O. et BELLÉ, R. (2004). Glyphosate-based pesticides affect cell cycle regulation. *Biology of the Cell*, 96(3):245-249.
- MARCO, M. *et al.* (1999). Sensitivity to nitrate and nitrite in pond-breeding amphibians from the pacific northwest, usa. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 18:2836-2839.
- MCGINN, A. (2000). Why poison ourselves ? a precautionary approach to synthetic chemicals. *Worldwatch Paper*, 153:1-92.
- MERRINGTON, G., WINDER, L., PARKINSON, R. et REDMAN, M. (2002). *Agricultural pollution*. Spon press.
- ORI, S. *et al.* (2004). *Sur la trace du déclin piscicole*. Projet Fischnetz. Rapport succinct. EAWAG/OFEPF, Dübendorf, Bern. <http://www.fischnetz.ch/>.
- ORTIZ, M. E. *et al.* (2004). Impact of ammonium nitrate on growth and survival of six european amphibians. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 47:234-239.
- OUELLET, M. (1996). *Developmental Abnormalities in Free-Living Anurans from Agricultural Habitats*. Summary of Workshop on Central North American Amphibian Deformities, September 25-26, 1996 in Duluth, MN.
- PICHARD, A. (2005). *Cuivre et ses dérivés*. INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques.
- SCHOLTEN, M. C. T. (2005). *Eutrophication management and ecotoxicology*. Springer.
- VIOGET, P. et STRAWCZYNSKI, A. (2002). *Pesticides dans les cours d'eau vaudois en 2000 et 2001*. Rapport du SESA. Disponible sous <http://www.dse.vd.ch/eaux/eaux/qualite/rivieres.htm>.