

Risques environnementaux et risques sanitaires liés à la contamination des eaux

Par Yves LÉVI

Faculté de Pharmacie, Université Paris Sud, UMR 8079 CNRS, Agro-ParisTech

L'Homme a toujours confié à l'environnement la fonction (gratuite) de faire disparaître ou d'éloigner ses rejets indésirables. Cette situation pouvait être envisagée tant que ces rejets étaient (bio)dégradables. Malheureusement, les progrès considérables réalisés par la chimie depuis les années 1950 ont généré une diversité considérable de molécules, dont certaines, quasi indestructibles, ont largement pollué tous les flux d'eau sur notre planète. Les traitements curatifs montrant leurs limites, c'est la protection et la restauration de la qualité des ressources en eau qui doivent désormais être érigées en priorités fondamentales, non seulement pour instaurer un environnement qui soit à même de retrouver une dynamique de vie, mais aussi pour protéger la santé publique.

Les ressources en eau sont très largement contaminées

Les eaux continentales captent la plupart des déchets générés par les activités humaines. Indispensable à l'hygiène et à l'assainissement, l'eau contribue à nettoyer grâce à ses propriétés de solvatation. En contrepartie, elle entraîne et diffuse tous les résidus biologiques et chimiques dont l'humanité cherche à se débarrasser.

Misant sur les propriétés épuratrices des milieux naturels, l'Homme a toujours confié à l'environnement la fonction (gratuite) de faire disparaître ou d'éloigner les indésirables qu'il rejette. Cela pouvait être une solution valable tant que les rejets étaient (bio)-dégradables...

Malheureusement, les progrès considérables réalisés par la chimie depuis les années 1950 ont généré une diversité considérable de molécules, dont certaines, quasi indestructibles, ont largement pollué tous les flux d'eau sur notre planète. Très clairement, les ressources hydriques sont dégradées à des degrés variables sur tous les continents, du fait de contaminants de toutes natures.

Les dangers physico-chimiques et biologiques sont donc présents de manière ubiquitaire. Facteur aggravant, des pompages excessifs des eaux souterraines ont également déplacé certains contaminants d'origine naturelle, qui exposent les populations utilisatrices de ces eaux à des risques sanitaires parfois très graves comme au Bangladesh ou au Vietnam, avec la présence d'arsenic dans l'eau.

Les progrès impressionnants accomplis par les méthodes de la chimie analytique ces vingt dernières années, notamment grâce aux couplages des chromatographies avec la spectrométrie de masse, ont révélé la présence, à l'état de traces, de très nombreuses molécules auparavant indétectables.

À côté de contaminants bien connus (pesticides, polluants persistants, hydrocarbures, solvants...) apparaissent ainsi de longues listes de nouveaux micropolluants dits « émergents » : plastifiants, résidus de médicaments, retardateurs de flammes, imperméabilisants perfluorés..., et certains ont même une origine naturelle comme les toxines de certaines cyanobactéries.

Grâce à ces nouvelles techniques, l'on analyse également de plus en plus de métabolites et de produits de dégradation dits « pertinents », car ils sont en mesure d'induire des effets biologiques indésirables au même titre que leurs molécules mères...

Cette connaissance de plus en plus fine des dangers auxquels nous sommes exposés conduit à établir des listes de plus en plus fournies de molécules détectées à de faibles, voire à de très faibles niveaux de concentration dans les ressources en eau.

Il en va de même pour la microbiologie : en effet, les apports de la biologie moléculaire permettent de détecter la présence dans l'environnement des génomes de très nombreux microorganismes, mais sans qu'il soit possible d'affirmer la viabilité et l'activité métabolique des mi-

croorganismes concernés et, par conséquent, leurs réels risques sanitaires.

Chaque nouvelle étape franchie permet de faire progresser nos connaissances sur la diversité et la nature des polluants présents dans l'eau, rendant encore plus délicate et complexe la question des effets et des risques qui leur sont liés ainsi qu'à leurs mélanges. En effet, un danger chimique ou biologique potentiel n'induit un risque réel qu'à partir du moment où il génère un effet aux doses rencontrées ou cumulées dans le temps et où des organismes vivants y sont exposés.

L'eau est un élément fondamental de la vie sur la planète : ce qui explique, *a contrario*, qu'une ressource en eau de qualité dégradée impacte obligatoirement la qualité sanitaire de la chaîne alimentaire jusqu'au prédateur suprême, l'Homme.

Il est donc indispensable de garantir le bon état écologique et chimique des milieux qui sont récepteurs de nos déchets et rejets, de protéger la santé de toute la population quelle que soit la fragilité de ses membres (immunodéprimés, enfants en bas âge, personnes âgées...) et de protéger les ouvrages et réseaux de distribution d'eau des situations de dégradation (corrosion, constitution de biofilms, entartrage...). Le coût de ces mesures de prévention est très important. Mais ne rien faire induirait des coûts environnementaux et sociétaux tout aussi importants, sinon supérieurs.

Il faut indiscutablement faire baisser la pression anthropique que nous exerçons sur les hydro-systèmes, et ce d'autant plus que le changement climatique va, notamment, induire des épisodes de sécheresses et des périodes d'étiage plus prononcés. Il est donc fondamental de bien connaître les dangers et de mieux quantifier les risques pour pouvoir nous assigner des objectifs ambitieux de prévention, de protection et de gestion.

Une gestion optimisée de l'assainissement des eaux usées et de l'alimentation en eau potable nécessite de bien quantifier les risques

Les effets indésirables observés sur le métabolisme des organismes biologiques sont, pour une grande part, la résultante d'expositions aux divers dangers environnementaux. C'est pourquoi se développent, depuis quelques années, de grands programmes internationaux de recherche sur « l'exposome ». Il s'agit de mesurer toutes les expositions cumulées à des dangers physiques, chimiques et biologiques, et de les placer en regard des principales pathologies connues afin de pouvoir établir les liens existant entre eux, et de prendre des mesures de gestion qui soient adaptées.

Tous les organismes internationaux en charge de l'élaboration des normes de qualité environnementale ou de qualité des eaux destinées à la consommation humaine s'interrogent sur les risques environnementaux et sanitaires liés aux mélanges de polluants apparaissant à des doses individuelles allant de quelques nanogrammes à

quelques centaines de microgrammes par litre. Dans le cas des composés organiques, il s'agit de pesticides, de plastifiants, d'hydrocarbures, de solvants, de résidus de médicaments et de cosmétiques, de biocides, etc.

Le calcul des risques repose sur la connaissance du danger, sur l'identification de son (ou de ses) effet(s), sur le calcul de la relation dose-effet et sur la mesure des expositions. Ce calcul est rendu particulièrement complexe lorsqu'il s'agit de mélanges de contaminants tels que ceux observés dans les eaux.

De nombreux effets peuvent être induits sur les organismes, tels que la génotoxicité, l'immunomodulation ou les perturbations endocriniennes. Mais il apparaît aussi des effets environnementaux, comme l'eutrophisation et la diffusion de l'antibiorésistance. Pour chaque danger, l'évaluation du risque implique de disposer d'une connaissance approfondie de son effet biologique indésirable.

C'est pourquoi, en complément d'une évaluation basée sur l'analyse chimique, se sont développées des batteries d'essais biologiques, qui permettent d'évaluer les impacts toxiques des mélanges de polluants. Encore faut-il que les résultats de ces essais soient interprétables au regard des objectifs attendus (santé de l'environnement, santé humaine), qu'ils soient reconnus au niveau international et qu'ils couvrent la plus large gamme d'effets possible.

L'évaluation quantitative des risques est réalisée par des comités d'experts indépendants, qui croisent les informations fournies par les publications scientifiques des revues à comité de lecture et par les rapports des grandes agences publiques internationales spécialisées.

Poursuivre et amplifier les actions de gestion

Les grands investissements dans le traitement des eaux sont fondamentalement destinés à éviter les effets toxiques et éco-perturbateurs des rejets d'eaux usées sur la faune et la flore, à protéger les ouvrages de transport et de stockage de l'eau contre la corrosion et l'entartrage, à éliminer les nuisances organoleptiques associées (couleurs, odeurs, saveurs) et à n'induire aucune pathologie pour les humains – quels que soient les types d'eau qu'ils consomment et les usages qu'ils en font.

Il n'est plus possible d'arguer simplement du fait que les doses de contaminants seraient « trop faibles pour induire des risques » : en effet, les mélanges sont complexes, les expositions sont chroniques, les concentrations sont variables et les cibles de toxicité sont multiples. Cela implique donc de fixer des valeurs limites de rejets, qui garantissent un impact négligeable et n'altèrent pas la capacité de remédiation des milieux naturels, en tenant compte, bien entendu, de leur fragilité et de leur diversité.

Il est donc désormais exigé des stations d'assainissement des eaux usées (STEU) qu'elles réalisent une épuration extrêmement complexe. En effet, elles ne doivent plus « seulement » éliminer les matières en suspension, le carbone, l'azote et le phosphore, elles doivent également extraire une large gamme de molécules aux polarités al-



Photo © Laurent Grandguillot/REA

Usine de traitement des eaux du Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP).

« Il est donc désormais exigé des stations d'assainissement des eaux usées (STEU) qu'elles réalisent une épuration extrêmement complexe. En effet, elles ne doivent plus "seulement" éliminer les matières en suspension, le carbone, l'azote et le phosphore, elles doivent également extraire une large gamme de molécules aux polarités allant de faible à forte. »

lant de faible à forte. De plus, ces toxiques doivent avoir été éliminés des boues utilisées en épandage agricole. Au regard de la multitude des dangers chimiques présents et sans attendre les avancées des recherches sur la toxicologie des micropolluants et les analyses de risques, certains acteurs ont décidé d'implanter dans leurs STEU des étapes de traitements complémentaires afin d'assurer une épuration particulièrement poussée, grâce à des technologies déjà utilisées dans les filières de production d'eau potable (ozonation, charbon actif, filtration membranaire).

Du bassin versant jusqu'au robinet, la procédure de gestion de l'eau doit être globale car, outre son impact sur la biodiversité, une ressource fortement dégradée conduira à des risques sanitaires via l'eau de consommation, l'irrigation, les loisirs nautiques ou l'alimentation. Une priorité, en matière de santé publique, est de fournir aux populations une eau de consommation garantie potable et de procéder à l'éloignement des eaux usées, avant de les restituer au milieu naturel, après épuration. Ce sont là des enjeux fondamentaux, en toutes situations, pour la survie des communautés.

En ce qui concerne les pollutions diffuses issues des eaux pluviales et de déversements volontaires ou accidentels de contaminants à risques, seule une gestion préventive et active de la structure, des activités et des pratiques

des bassins versants est susceptible de conduire à une amélioration. Le faible succès des actions passées en matière de réduction des impacts environnementaux liés aux intrants agricoles illustre l'ampleur des politiques qu'il reste à mener pour lutter contre les molécules issues des autres secteurs d'activité. Le développement de l'utilisation d'eaux usées traitées ou d'autres eaux non potables auquel nous assistons actuellement est le signe d'une humanité qui consomme désormais ses déchets, ce qui n'augure rien de bon du point de vue sanitaire.

Les systèmes de production et d'adduction des eaux destinées à la consommation humaine sont de vastes réacteurs chimiques et biologiques qui sont indissociables des ressources et qui sont donc, de ce fait, influencés par la qualité de ces dernières. Il s'agit non seulement des dangers microbiologiques, mais aussi des mélanges de polluants et des matières organiques précurseurs de sous-produits toxiques résultant des opérations de désinfection.

Les traitements curatifs montrant leurs limites, c'est la protection et la restauration de la qualité des ressources en eau qui doivent désormais être érigées en priorités fondamentales non seulement pour instaurer un environnement qui soit à même de retrouver une dynamique de vie, mais aussi pour protéger la santé publique.