

## Peut-on parler d'une hiérarchie des critères de la qualité de l'eau potable ?

Les progrès réalisés repoussent toujours plus loin les limites des méthodes d'analyse ; ainsi, de plus en plus de molécules ou de micro-organismes indésirables sont mis en évidence dans les ressources en eau, et même dans l'eau potable après traitement.

La démarche d'évaluation des risques et l'application du principe de prévention ont toujours guidé les travaux des instances (OMS, Union européenne, niveau national) en charge de l'élaboration de la réglementation applicable en la matière. Ainsi, il a toujours été tenu compte des données de la science pour argumenter les critères de qualité pris en compte pour la définition d'une norme de potabilité toujours plus précise au regard de ses dérogations éventuelles et de la « dureté » de l'application tant de ces critères (obligatoires) que des référentiels de qualité.

S'il n'y a pas de hiérarchisation entre les critères de qualité (tous doivent être respectés simultanément), il y a, *de facto*, une hiérarchisation des paramètres de qualité de l'eau puisque certains de ces paramètres ne justifient pas, en termes de danger ou de risque, leur inscription sur la liste des critères de qualité obligatoires. En revanche, cela s'accompagne de la mise en place, dans le cadre des *Water Safety Plans*, d'une démarche d'évaluation des dangers et des risques au niveau de la ressource en eau, de façon à bien dimensionner tant la protection de cette dernière que la filière de traitement.

Par Philippe HARTEMANN\*

### Le progrès des méthodes d'analyse repousse les limites analytiques

Durant ces dernières décennies, les méthodologies analytiques ont fait des progrès fulgurants grâce à l'association de l'électronique et de l'informatique aux techniques physico-chimiques, microbiologiques, immunologiques et enzymatiques. Que ce soit en chimie (où l'on est capable d'abaisser la limite de détection de nombreuses molécules au-dessous du nano-gramme par litre (ng/l) ou en microbiologie (où la méthode par PCR (Polymerase Chain Reaction) permet de rechercher des ADN ou des ARN correspondant à la présence de quelques micro-organismes seulement), les limites de détection et de quantification de traces ont été très largement abaissées et tout téléspectateur assidu des feuillets du type « Les Experts » est informé des performances de ce genre de méthode (quitte à en espérer des miracles qui ne se produisent que dans ce genre de série). On détecte, donc – et on détectera – de plus en plus de substances présentes à des teneurs de plus en plus basses, des substances dont la présence dans l'eau potable est *a priori* choquante, voire génératrice d'inquiétude.

Mais la réglementation et les connaissances toxicologiques et épidémiologiques n'avancent pas au même rythme. Ainsi, dans les années 1970, la limite de détection des pesticides par les méthodes alors disponibles, au début de la chromatographie en phase gazeuse, était de l'ordre d'un dixième de microgramme par litre (0,1 µg/l).

C'est ainsi que cette valeur a été proposée pour servir de base au principe de précaution, dans la réglementation européenne relative à l'eau de boisson, afin de protéger à la fois les ressources en eau et le consommateur. Depuis lors, cette limite analytique a été largement repoussée. De la même manière, les connaissances en matière de toxicologie ont permis d'affirmer que toutes les molécules n'avaient pas la même toxicité et que l'on pouvait, comme l'a proposé l'OMS, autoriser la consommation d'une eau contenant des produits phytosanitaires avec une large gamme de concentrations maximales acceptables (CMA), pour un même niveau de risque. Pour certaines molécules très toxiques, la valeur de 0,1 µg/l assure un niveau de protection insuffisant (il faut donc, pour protéger le consommateur, proposer des CMA plus faibles que cette valeur). Pour d'autres molécules, en revanche, peu toxiques, la CMA pourrait être augmentée, parfois de plu-

sieurs ordres de grandeur, toujours pour un niveau de risque inchangé, comme l'ont fait les Etats-Unis, le Canada ou l'Australie, suivant en cela les propositions de l'OMS.

Dans un tel contexte, il est difficile, pour le citoyen moyen, d'y comprendre quelque chose, d'autant que l'approche médiatique classique a plutôt tendance à présenter les choses sous leur aspect le plus inquiétant. Ces molécules retrouvées dans l'environnement sont appelées des « stressors ». Effectivement leur découverte et leur médiatisation entraîne un stress croissant de populations effrayées par tout ce qui leur est inconnu. De plus, la demande sociale en matière de sécurité conduit à ce que le sociologue Gérard Mermet a appelé la « société mécontemporaine ». Face à cette situation, la seule réponse possible est d'essayer d'inculquer une certaine culture du risque à cette population (l'attitude de la population japonaise face à un tremblement de terre est un excellent exemple de ce que cette culture peut apporter). Cela devrait être de nature à lui faire comprendre ce que sont la démarche d'évaluation des risques et la hiérarchisation de ceux-ci.

### Quels critères de décision et quels modes de hiérarchisation retenir ?

La gestion des risques (tels, par exemple, que ceux posés par les substances cancérigènes) est un processus complexe. Elle comporte des avantages et des coûts. Elle met en jeu de nombreuses incertitudes et soulève parfois des questions éthiques fondamentales. Elle concerne, enfin, des acteurs économiques et sociaux dont les intérêts et les points de vue n'ont aucune raison de coïncider. Cette complexité érige de nombreux obstacles sur la voie de l'élaboration d'une méthode rigoureuse et cohérente sur laquelle fonder des décisions publiques. Mais, en même temps, elle en augmente aussi la nécessité.

#### *Pourquoi une méthode ?*

La réduction des risques permet de sauver des vies et d'améliorer la santé humaine, de limiter les atteintes à l'environnement, de préserver des richesses et des activités économiques (et même, d'en créer) ou encore d'augmenter le sentiment général de sécurité et de bien-être. Mais elle génère aussi des coûts. Elle nécessite des ressources en hommes, en capital ou en savoir, qui doivent être rémunérées. Elle peut aussi conduire à la limitation du développement d'une technologie ou de l'exploitation d'une ressource, et donc à la perte du bien-être afférent. Dans la plupart des cas, les coûts de la réduction d'un risque augmentent et ses avantages diminuent à mesure que son niveau décroît. Par conséquent, il n'est généralement pas souhaitable d'éliminer totalement un risque (en supposant que cela soit possible) et les différentes approches de gestion des risques adoptent l'idée que leur réduction ne doit pas outrepasser certaines limites. Par exemple, de nombreuses réglementations reposent sur la notion bien connue du principe ALARA (l'acronyme de

l'expression anglaise "As Low As Reasonably Achievable") qui décrit le niveau « souhaitable » pour un risque, comme étant le plus faible que l'on puisse atteindre pour un coût raisonnable.

Il est essentiel de déterminer rigoureusement le niveau de risque que l'on souhaite atteindre dans différents secteurs, faute de quoi :

- ✓ Un risque donné pourra être plus faible (ou, au contraire, plus élevé) que cela serait souhaitable du point de vue de la collectivité. Les décisions de gestion des risques pourront être erratiques et fondées sur une considération partielle et biaisée des réalités.
- ✓ Les ressources disponibles ne seront pas allouées de façon cohérente avec la réduction des différents risques, ce qui peut poser problème, non seulement en matière d'efficacité économique, mais aussi en termes de justice sociale.

#### *Disposons-nous des outils nécessaires pour appliquer ce raisonnement ?*

Si, sur le principe, la nécessité d'une hiérarchisation des priorités en matière de réduction des risques est incontestable, sa mise en œuvre s'avère beaucoup plus délicate, en raison :

- ✓ de la perception différenciée, par la population, du niveau « acceptable » ou non d'un risque. Si le risque est subi (car lié à la pollution, à une contrainte imposée, etc.), le niveau de tolérance sera très faible, à l'inverse de celui du risque assumé par l'individu qui n'hésitera pas à dévaler une pente à ski sans grande maîtrise de sa vitesse ou à rouler « comme un fou » sur une route, en acceptant le risque d'accident pour lui-même (il est un excellent conducteur !) et en oubliant celui qu'il fait courir aux autres. Le même constat s'applique, par exemple, aux conséquences sanitaires de l'usage du tabac...
- ✓ des performances attendues en termes de traitements statistiques pour garantir l'efficacité de l'information permettant la gestion collective de la santé publique, notamment en matière de délais de mise à disposition, de niveaux d'exhaustivité et de niveaux de redondance ;
- ✓ de la définition d'un nouveau système de veille et d'alerte pouvant fonctionner en continu en cas de crise. Sa définition tiendrait compte des retours d'expériences étrangères, concernant notamment la gestion de phénomènes extrêmes qui ne se sont pas encore produits en France. Il devrait être dimensionné pour traiter, lors de crises, des données autant sanitaires qu'environnementales mises à disposition par différents organismes ou ministères. Les acteurs concernés par le futur système devraient être impliqués dans sa définition pour en garantir le fonctionnement final. Ses performances voulues devraient être comparées à celles des autres pays européens ;
- ✓ de l'assurance d'un équilibre entre libertés individuelles et données (par exemple, causes des décès ou des hospitalisations) nécessaires à la gestion du risque en santé publique qui conduira à des compromis nécessaires.



© Geoff Tompkinson/S.P.L.-COSMOS

« A long terme, le rôle néfaste de macro-constituants des eaux (sodium, dureté...) n'a pas été confirmé ; par contre, certains micro-constituants sont réellement impliqués dans un risque hydrique, tels que des métaux lourds (plomb, cadmium). », Analyse de la concentration des métaux présents dans des échantillons d'eau au moyen d'un spectromètre d'absorption atomique.

Si ces préalables sont acquis, il est alors possible d'utiliser la démarche d'évaluation des risques liés à l'eau de boisson pour tenter de hiérarchiser des priorités en termes de critères de qualité, ce qui ressort plutôt à une démarche d'analyse du risque, c'est-à-dire au champ de l'étude des différentes options (techniques, réglementaires, économiques, actions sur les comportements, etc.) qui se présentent pour maîtriser un risque. Cette analyse de risque,

qui a pour fonction d'éclairer les autorités en charge de décisions visant à gérer ce risque, doit tenir compte des efficacités attendues, des contraintes et des coûts liés aux options et d'une évaluation des réactions de la population. Elle doit être en interaction constante avec l'évaluation du risque, qui, en amont, va rassembler et évaluer les données sur les dangers, les expositions et les risques, en fonction de différents scénarios.

### La démarche d'évaluation des risques

Les contaminants hydriques peuvent être de nature physique (radioéléments, tel le radon [Rn] et ses descendants), de nature chimique (inorganiques et organiques, d'origine naturelle ou d'origine anthropique) ou microbiologique (bactéries, virus, parasites, champignons, micro-algues).

Le principal mode de contamination est constitué par l'ingestion (eau et aliments) tant pour les risques chimiques que pour les risques microbiens. Les risques hydriques sont soit directs, c'est-à-dire dus à l'eau elle-même (eau usée, ressource en eau, eau de loisir, eau destinée à la consommation humaine), soit indirects, en relation avec des aliments souillés par de l'eau contaminée (végétaux consommés crus, glaces...) et surtout *via* des coquillages, qui sont des organismes bio-concentrateurs de contaminants biologiques ou chimiques. Ce risque microbien, de loin le plus important, est réel et se manifeste à court terme ; le risque chimique est réel ou suspecté, et se manifeste soit à court terme, soit de manière différée.

Le risque hydrique microbien est généralement lié à une dégradation de la qualité des milieux (sols et eaux), le plus souvent par suite d'une mauvaise gestion humaine des eaux résiduaires (assainissement, activités industrielles). Le risque dominant est alors d'ordre « fécal » ; il se manifeste soit par des phénomènes aigus ponctuels, d'origine accidentelle, soit par une situation chronique résultant d'un laxisme vis-à-vis de l'assainissement. Le poids sani-

taire en est différent selon le niveau de développement et la sensibilité des populations, et aussi selon les usages, professionnels ou non, des eaux.

*S'agissant du risque microbiologique*, certains auteurs font une distinction entre infections « transmises par l'eau » et « infections associées » à l'eau. Les premières sont considérées comme telles parce que l'eau constitue le véhicule de l'agent infectieux ou parasitaire et qu'elle représente le moyen principal de sa transmission. Cependant, il faut noter que le rôle joué par l'eau dans la transmission de certains agents a été parfois surestimé (virus poliomyélique). Les infections associées à l'eau sont, quant à elles, liées au fait que l'eau est le réservoir ou le biotope d'un agent de la chaîne de transmission de la maladie en cause. Ainsi, le paludisme est une maladie associée à l'eau nécessaire à la reproduction du moustique piqueur qui en est le vecteur, mais le parasite en cause n'a, quant à lui, rien à voir avec l'eau puisque son réservoir est un animal ou un être humain.

Le degré de gravité des atteintes à la santé est très variable, selon les cas : il va des gastro-entérites plus ou moins graves (par exemple, avec le caractère plus ou moins toxique des différentes souches d'*E. coli*) et des parasitoses (risques fécal, en général), aux atteintes cutanées ou pulmonaires, parfois très graves (*Legionella sp.*) pour les contaminations microbiologiques et de l'intoxication (sub)-aiguë au cancer, pour le risque chimique (ou radiologique).



© Monica Almeida/THE NEW YORK TIMES-REDUX-REA

« En microbiologie, le concept de Dose Minimale Infectante (DMI) est maintenant parfaitement admis. La qualité nécessaire pour entraîner des manifestations pathologiques chez un individu est fonction de la virulence de l'agent infectieux. », Analyse de la pollution de l'eau par des micro-organismes au moyen d'une boîte de Pétri, Los Angeles, 16 décembre 2009.



Le risque microbien et parasitaire est fortement lié à la sensibilité immunologique des individus, et donc à leur statut vaccinal (dans certains cas) ou physiopathologique (sujets immunodéprimés, avec l'exemple du SIDA – microsporidies ou cryptosporidies).

Ajoutons que le risque microbiologique s'enrichit progressivement, au fil des connaissances : c'est notamment le cas non seulement pour certaines bactéries « non fécales », pour des virus, de plus en plus nombreux, pour des protozoaires, mais aussi pour des micro-algues que leurs toxines placent à la frontière entre les aspects microbiologiques et toxicologiques [1].

Un dernier point est le caractère « auto-multiplicateur » des micro-organismes, qui fait de ce paramètre le seul à ne pas respecter le principe de Lavoisier (« Rien ne se perd, rien ne se crée »), et donc celui de la dilution. Une eau contenant 10 individus d'une espèce au litre pourra, quelques heures plus tard, et malgré une dilution par 10 fois son volume dans une autre eau, présenter une présence de 1 000 individus au litre : le chimiste n'en croit pas ses yeux, mais l'ingénieur sanitaire, lui, le sait ...

*Le risque hydrique d'origine chimique* a été principalement étudié pour l'eau destinée à la consommation humaine. Dans de rares cas, il tient à un déficit nutritionnel en certains éléments (iode, fluor) ; mais, la plupart du temps, le risque (réel ou suspecté), à court ou long terme, est le fait d'un accroissement de la teneur dans l'eau, momentané ou non, accidentel ou non, de certains éléments.

A moyen terme, des pathologies ont été identifiées, qui sont induites par l'ion fluorure F (fluorose dentaire) ou les nitrates (méthémoglobinose).

A long terme, le rôle néfaste de macro-constituants des eaux (sodium, dureté...) n'a pas été confirmé ; par contre, certains micro-constituants sont réellement impliqués dans un risque hydrique, tels que des métaux lourds (plomb, cadmium). Des interrogations subsistent au niveau des concentrations très faibles rencontrées pour certaines molécules organiques (pesticides, haloformes, résidus de médicaments) et, d'une manière plus générale, pour les sous-produits minéraux ou organiques de la désinfection (chloration, surtout) des eaux en termes de risque cancérigène ou de perturbation endocrinienne.

### Le risque microbiologique

En microbiologie, le concept de Dose Minimale Infectante (DMI) est maintenant parfaitement admis. La qualité nécessaire pour entraîner des manifestations pathologiques chez un individu est fonction de la virulence de l'agent infectieux, mais aussi du « terrain » immunitaire (ou autre) de la personne exposée. Cette DMI varie très largement, de quelques puissances de 10 (de quelques « logs », en jargon des traités d'eau) pour certains à une dizaine ou une centaine de micro-organismes pour d'autres (cryptosporidium, certains virus).

Au niveau d'une population hétérogène de consommateurs, on tiendra compte bien sûr du niveau de sensibilité des plus faibles pour fixer la concentration maximale

<b>Bactéries</b>	Salmonella	10 <sup>6</sup>
	Shigella	10 <sup>2</sup> – 10 <sup>4</sup>
	Yersinia	10 <sup>6</sup>
	E.coli enteropathogène	10 <sup>6</sup> – 10 <sup>7</sup>
	Vibrio	10 <sup>4</sup> – 10 <sup>6</sup>
<b>Virus</b>	Enterovirus	< 10 <sup>2</sup>
	Virus Hépatite A	< 10 <sup>2</sup>
	Rotavirus	< 10 <sup>2</sup>
<b>Parasites</b>	Entamoeba histolytica	10 <sup>5</sup>
	Giardia lamblia	10 <sup>5</sup>

Source FEACHEM et al, [2]

**Tableau 1** : Doses Minimales Infectantes (= quantités nécessaires pour infecter 50 % d'adultes sains).

admissible, dans une démarche d'évaluation quantitative du risque. Mais, en réalité, pour le moment, la recherche d'indicateurs de contamination fécale, d'efficacité de traitement, voire d'évolution de la qualité en distribution (et non de pathogènes vrais) est la base de la réglementation (la notion de *Water Safety Plans* prônée par l'OMS n'étant pas encore entrée réellement en vigueur).

Trop souvent, l'appréciation de la qualité de l'eau repose sur la recherche épisodique (trois fois par an étant le minimum légal, pour les petites communes) de germes indicateurs de contamination fécale. Lorsque la ressource en eau est mal protégée et que le traitement est limité (désinfection non asservie), il peut arriver que ces germes indicateurs soient bien éliminés par le traitement mais que des pathogènes plus résistants soient présents dans une eau apparemment conforme aux critères de potabilité. Diverses enquêtes épidémiologiques ont montré qu'une petite morbidité infectieuse pouvait être mise en évidence, dans ces circonstances. Il convient donc de progresser dans ce domaine.

Ainsi, en 1993, la plus grande épidémie de gastro-entérite (GE) jamais observée (403 000 cas) survenue à Milwaukee (dans l'Etat du Wisconsin, aux Etats-Unis) a confirmé l'importance du rôle joué par les cryptosporidium dans l'étiologie des GE liées à l'eau. En outre, elle a montré que des unités de distribution de grande taille pouvaient être concernées, même lorsque les indicateurs de qualité bactériologique donnent des résultats satisfaisants au cours des contrôles sanitaires [3]. Ensuite, une épidémie de cryptosporidiose survenue à Las Vegas en 1994 a montré que seule une recherche active de cas permet de mesurer la diffusion d'une telle épidémie et son impact (ampleur et gravité particulières, avec un taux d'attaque de 9,7 % et de nombreux décès) sur une population immunodéprimée, car infectée par le VIH [4].

Globalement, des études canadiennes attribuent à l'eau du robinet plus de 30 % des cas de GE (en dehors des épidémies) dans une population alimentée par de l'eau conforme aux normes bactériologiques [5].

En France, une étude prospective portant sur une population de 29 272 personnes desservies par une eau non désinfectée s'est intéressée aux risques digestifs liés à la

non-conformité bactériologique de l'eau distribuée. Elle a mis en évidence un risque relatif de 3,5 de survenue de pathologies digestives pour une population exposée à une eau non conforme par rapport à une population exposée à une eau conforme [5]. La suite de cette étude menée chez des élèves du cycle primaire a comparé l'absentéisme scolaire pour cause de GE dans des villages alimentés en eau non désinfectée, car présentant naturellement une bonne qualité bactériologique, et dans des villages dont la qualité bactériologique de la ressource nécessitait une chloration de l'eau avant distribution. L'incidence brute des GE était 1,4 fois plus élevée (IC 95 % : 1,30 – 1,40) parmi les enfants buvant de l'eau traitée.

Ces études confirment qu'en l'absence d'un recueil actif des cas, seuls les épisodes les plus aigus sont observés, sans que soit connue la part qu'ils représentent dans la totalité des cas de GE liés à l'eau. Elles indiquent également que la seule chloration de l'eau avant distribution laisse subsister un risque résiduel de GE.

Selon les données de la Direction générale de la Santé pour la dernière décennie, environ 8 % des unités de distribution françaises desservant plus de 5 000 habitants sont concernées par une non-conformité plus ou moins fréquente de la qualité bactériologique de l'eau (sur la base des indicateurs de contamination fécale). La part des gastro-entérites attribuables à l'eau parmi l'ensemble des GE n'est pas connue.

### Le risque chimique

Par rapport au risque microbiologique, le risque chimique lié à l'eau de distribution publique apparaît très minime. Cela est dû au fait qu'il n'existe qu'à moyen et long terme et que des réglementations successives l'ont pris en compte, d'abord au niveau national, puis à celui de l'OMS et de l'Union européenne, à partir des années 1970-1980. Ces réglementations reposent sur l'application de mesures techniques de protection de la ressource et des moyens de traitement, de façon à respecter des Concentrations Maximales Admissibles (CMA) pour un certain nombre de paramètres. La base toxicologique de la fixation de ces CMA est très sévère ; elle est définie par l'OMS, et ses valeurs servent ensuite de références [7]. Entrent en compte :

- ✓ la fréquence de la mise en évidence de ces produits dans l'eau potable ;
- ✓ l'exposition de l'Homme à ces produits *via* l'air, les aliments, l'eau... ;
- ✓ l'existence d'effets constatés sur les animaux de laboratoire et sur l'Homme ;
- ✓ les évaluations de risques réalisées antérieurement, en particulier pour les produits cancérigènes, les pesticides et des contaminants tels que le plomb et le cadmium.

Dans sa réflexion à ce sujet, l'OMS a pris l'habitude de différencier deux types de substances :

- ✓ Les composés cancérigènes et génotoxiques, pour lesquels il n'existe pas de seuil en dessous duquel il n'existe pas de risque (produits à effet probabiliste) ;

- ✓ Les autres composés, pour lesquels les données toxicologiques ont montré qu'il existait un niveau en dessous duquel aucun effet défavorable n'est observé (produits à effet déterministe).

*Pour les produits dits à effet déterministe (non stochastique), l'importance de l'effet croît avec la dose et entraîne, à un stade déterminé, un état pathologique dont la gravité sera fonction de la dose reçue (relation dose-effet). Sur une population donnée, on observe une relation dose-réponse, la réponse étant le pourcentage de la population présentant un état considéré comme pathologique. La proportion de personnes atteintes pour une dose donnée sera fonction de la sensibilité de la population considérée, une population le plus souvent hétérogène, de ce point de vue. La CMA dans l'eau est calculée après intégration de la part de l'eau dans l'exposition et division par un facteur d'incertitude de 10, 100 ou 1 000, selon le niveau des données toxicologiques disponibles et la nécessaire sécurité pour l'extrapolation à l'Homme. Il s'agit donc d'un niveau « absolu » de protection où aucune pathologie ne doit apparaître liée à l'élément considéré.*

*Pour les produits à effet probabiliste (ou stochastique), catégorie à laquelle appartiennent les molécules cancérigènes et mutagènes, il n'est pas possible de les éliminer totalement de l'eau. En effet, ils peuvent être présents dans la ressource et la filière de traitement peut se révéler incapable de les faire disparaître en totalité. Ils peuvent aussi être produits par le traitement de désinfection, comme dans le cas des trihalométhanes et des bromates. Il n'existe pas, pour eux, de relation dose-effet, mais une relation dose-réponse au sein de la population exposée. La fréquence de la maladie (qui existe chez des témoins non exposés) augmente en fonction de la dose reçue, d'où le vocable d'« effet probabiliste » puisque ces produits augmentent la probabilité de rencontrer la pathologie au sein de la population.*

Il est possible, dans ce cas, de recourir à certains modèles mathématiques pour calculer la dose conduisant à un risque additionnel de cancer ou d'anomalie génétique de  $10^{-5}$  pour une vie entière d'exposition (c'est-à-dire : une personne de plus sur cent mille susceptible de développer un cancer lié à une molécule en consommant deux litres d'eau par jour pendant toute une vie, niveau initialement retenu par l'OMS pour la fixation des valeurs guides), ou de  $10^{-6}$ , pour les concentrations maximales admissibles (CMA) fixées en Europe et en Amérique du Nord. Les estimations de risque ainsi effectuées sont approximatives, car fondées sur des hypothèses et des modèles péchant plutôt par excès de prudence du fait de l'absence de prise en compte de la pharmacocinétique, de la réparation de l'ADN ou des mécanismes de protection immunologique. Les marges de sécurité prises en compte pour réaliser ces estimations sont importantes, ce qui autorise parfois le législateur, pour fixer une CMA dans l'eau de boisson, à retenir, par réalisme, non pas le chiffre obtenu par le calcul, mais une valeur plus proche des capacités analytiques ou techniques, sans bien sûr accepter que l'écart entre les deux soit trop important.

Dans le premier cas, l'objectif visé est leur élimination. Dans le second cas, il est établi, en fonction des données de la littérature, une dose journalière tolérable (DJT) par substance et, par le calcul, est évaluée la part théorique susceptible d'être apportée par l'eau de boisson, pour en déduire une Concentration Maximale Admissible (CMA) tout en tenant compte des facteurs d'incertitude (FI) sur les données utilisées.

Les bases de détermination de ces CMA selon les deux types d'effet sont souvent inconnues des consommateurs (et des médias ...) et cela conduit à un excès de rigorisme dans leur interprétation, alors que l'OMS elle-même souligne qu'une brève exposition à des concentrations dépassant la DJT ne doit pas causer d'inquiétude, à condition que la dose ingérée par un individu sur une longue période ne dépasse pas de façon appréciable la limite établie. Ainsi certaines affirmations du récent rapport du WWF (2011) sur l'eau de boisson sont en contradiction avec cette position de l'OMS, reprise par toutes les instances scientifiques nationales compétentes : le fait de trouver une molécule au-dessus du seuil de détection ne veut en soi pas dire grand-chose !

Pour conclure sur ce point, le niveau de protection est très élevé sur le plan du risque chimique (protection absolue ou atteignant un niveau de risque de l'ordre de  $10^{-6}$  selon le type d'effet) ; sur le plan du risque microbiologique, le risque résiduel pour la population est plus élevé ( $10^{-3}$  ;  $10^{-4}$  par an ?) mais, heureusement, les pathologies induites sont la plupart du temps légères.

En utilisant cette approche fondée sur le principe de prévention, l'OMS produit des recommandations (*guidelines*) sur lesquelles sont fondées les directives européennes qui servent elles-mêmes de bases à la fixation, en France, de la norme de potabilité de l'eau

Celle-ci est fondée sur le respect de valeurs des concentrations maximales admissibles pour un risque acceptable fixé comme indiqué plus haut (ce sont les limites de qualité). Pour les autres paramètres, qui ont une marge de sécurité supérieure, on parle de références de qualité (des références auxquelles on peut déroger, ce qui est en soi une première hiérarchisation de ces critères de qualité).

En France, il ne semble pas y avoir, avec le cadre réglementaire actuel, de risque notable de mortalité liée à l'eau. Quant à la récente médiatisation en 2009 des propos (depuis corrigés) d'un nutritionniste sur « l'eau du robinet qui donne le cancer », elle a heureusement fait long feu... quoiqu'il reste toujours un doute dans certains esprits.

### Eau potable et analyse du risque

Faute de connaissances suffisantes, *la maîtrise du risque infectieux d'origine hydrique* ne peut reposer, comme pour les paramètres chimiques, sur une déclinaison complète du principe de prévention. La démarche d'évaluation des risques microbiologiques sera donc partielle, parfois un peu empirique, tenant compte de nos connaissances actuelles (bonnes !) de l'efficacité des traitements de

potabilisation vis-à-vis des différents types de micro-organismes pathogènes connus. Assez naturellement, on se retrouve donc dans une démarche d'analyse du risque en prenant en compte la gravité de l'atteinte pour l'Homme et la probabilité d'une transmission par voie orale. Ainsi, dans les quinze dernières années, il a fallu prendre position dans l'urgence, sans réelles connaissances techniques, sur le risque de transmission du virus du sida en piscine, puis sur celui des Agents de Transmission Non Conventionnelle (ATNC = prions) pour des captages d'eau destinée à la boisson au voisinage d'élevages contaminés ou d'abattoirs, ou encore le risque de diffusion du virus H1N1 par l'eau du robinet. Les indicateurs classiques de contamination fécale n'étaient de toute évidence guère pertinents face à ces dangers, et l'efficacité des traitements de potabilisation non testables. Il y a eu, à ce moment-là, hiérarchisation des critères de qualité et la priorité a été donnée, faute de mieux, à ceux qui pouvaient le plus approcher les notions d'indicateurs de présence potentielle et d'efficacité des filières de traitement.

*Pour la maîtrise du risque chimique*, les connaissances scientifiques permettant de réaliser la classique démarche d'évaluation des risques sont soit nombreuses et robustes (ex. métaux lourds), soit assez satisfaisantes (ex. pesticides, sous-produits de désinfection), soit, enfin, embryonnaires, pour les derniers dangers identifiés (ex. résidus médicamenteux, nano-produits). Certains effets sont maintenant assez bien explorés (neurotoxicité, mutagénèse, cancérogénèse), d'autres commencent à être connus (effets perturbateurs endocriniens), d'autres, enfin, restent quasi inconnus (translocation des nanoparticules à travers les muqueuses respiratoires et digestives, qui éventuellement se retrouvent dans le cerveau).

Dans ce contexte, l'application du principe de prévention, qui a toujours guidé le législateur pour l'eau destinée à la boisson, présente des lacunes, et certains ne manquent pas d'en appeler au principe de précaution. Une application brutale de celui-ci ne pourrait que conduire à des interdictions *a priori* peu fondées et à condamner beaucoup de personnes soit à mourir de soif, soit à dépenser des sommes inconsidérées pour leur eau de boisson.

Le cas des résidus médicamenteux semble exemplaire. Le progrès analytique a permis d'en retrouver dans les eaux, mais dans les masses d'eau, et dans certaines circonstances, dans l'eau destinée à la boisson, mais à l'état de traces. Les molécules mères ont un niveau de toxicité bien connu puisque les laboratoires qui les commercialisent ont procédé à des expérimentations sur les animaux et sur l'Homme pendant environ dix ans, ce qui est loin d'être le cas des autres molécules éventuellement retrouvées dans les eaux !

Ainsi, la marge entre la dose correspondant à la concentration maximale retrouvée dans une eau contaminée après absorption et une dose « thérapeutique » est en général de plusieurs ordres de grandeur. Cependant, affirmer, preuves à l'appui, qu'il faudrait boire un million de litres d'eau pour arriver à la dose de la molécule X administrée avec la prise d'un comprimé du médicament origi-

nel n'empêche pas la presse de titrer : « le tranquillisant au robinet ». Il est difficile de répondre sur les effets des molécules « filles » (métabolites) après transformation dans l'environnement ou sur les effets « cocktails » (mot en lui-même anxiogène !) liés à l'exposition simultanée à plusieurs molécules, qui isolément sont sans toxicité prévisible. Le plus délicat est lié à la nature de certains effets possibles, tels les effets perturbateurs endocriniens. Il y a au moins une trentaine d'espèces animales aquatiques (du poisson féminisé à l'alligator, en passant par l'ibis à tendance homosexuelle liée au méthylmercure !) chez lesquelles des effets perturbateurs endocriniens ont été décrits.

Chez l'Homme, la baisse de la fertilité est incontestable, mais cela est-il effectivement dû, comme l'écrivait un magazine russe à propos de l'homosexualité masculine (goluboï gormon = l'hormone des « bleus »), aux molécules perturbatrices endocriniennes présentes dans notre alimentation et dans notre environnement ! On touche là au plus profond de la psychologie de la population et à sa sexualité... ; il est donc difficile d'avoir un raisonnement rationnel et de ne pas s'entendre opposer le principe de précaution pour l'avenir de la race humaine ! La récente publication du Plan National sur les Résidus de Médicaments dans les Eaux (PNRM, DEB /GR3 et DGS/EA4) et des recommandations du Groupe d'Appui Scientifique réuni en amont de sa préparation illustre bien le bilan actuel des données disponibles sur les masses d'eau et les axes prioritaires des orientations des futures recherches et actions.

C'est pourquoi, si, rationnellement, sur la base de connaissances scientifiques honorables, on pourrait hiérarchiser les critères de qualité (ce que la Commission européenne fait lorsqu'elle juge non prioritaire la prise en compte des résidus médicamenteux dans la directive Eau potable), il est difficile, dans les faits, de l'exprimer très clairement. On peut encore faire appel au progrès à venir des connaissances scientifiques pour reporter la décision, mais la notion de principe de précaution, dans l'attente de ces connaissances, est difficile à combattre.

### Conclusion

Comme M. Jourdain pour la prose, lors de l'analyse de risque nous faisons de la hiérarchisation des critères de qualité de l'eau sans le savoir, en ne prenant pas en compte certains paramètres pour lesquels le danger ou le risque n'apparaissent pas suffisamment importants pour qu'ils vailent la peine d'être incorporés dans la liste des critères de qualité obligatoires. En revanche, à travers le concept de *Water Safety Plan*, on pousse le distributeur d'eau à

faire une sérieuse étude des dangers présents dans la ressource et à limiter les risques par une bonne protection de celle-ci et par un traitement approprié. On ajoute ainsi un filet de sécurité, dont on espère qu'il sera largement suffisant pour prendre en compte les dangers éventuellement présents dans l'eau, mais non pris en compte dans les paramètres réglementaires.

En revanche, lorsque les paramètres sont inscrits dans la réglementation, la hiérarchisation a été faite entre les deux catégories (critères et références de qualité). Les critères de qualité sont à respecter impérativement car leur dépassement est susceptible d'avoir un impact néfaste sur la santé des consommateurs. Ce n'est pas le cas des références de qualité, dont l'impact sur la santé n'est pas le critère principal. En effet, celles-ci correspondent plus à une bonne pratique du traitement et de la distribution de l'eau. Ensuite, parmi les critères de qualité, chacun d'eux doit être considéré d'importance identique et leur respect simultané s'impose.

### Note

\* Professeur de Santé Publique – Université de Nancy, Département Environnement et Santé Publique – Faculté de Médecine – INSERM U954 Nutrition, Génétique et Exposition aux Risques environnementaux.

### Bibliographie

[1] HARTEMANN (P.), *Microorganismes et environnement, une perpétuelle évolution*, Santé Publique, 5, pp. 26-37, 1989.

[2] FEACHEM (Water), *Health and development. An interdisciplinary evaluation*, Book ISBN 0-905402-0650, 267 p., 1978.

[3] MACKENZIE (W.R.), "A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply", *New England Journal of Medicine*, 331 : 1035, 1994.

[4] KRAMER (M.H.), HERWALDT (B.L.), CRAUN (G.F.), CALDERON (R.L.) & JURANEK (D.D.), *Surveillance for waterborne disease outbreaks, United States, 1993-94*, Morbidity and Mortality Weekly report 45 (552), pp. 1-33, 1996.

[5] PAYMENT (P.), SIEMIATYCKI (J.), RICHARDSON (L.), RENAUD (G.), FRANCO (E.) & PREVOST (M.), *A prospective epidemiological study of gastrointestinal health effects due to the consumption of drinking water*, Intern. ENVIRON (J.), Health Res. 7 : pp. 5-31, 1997.

[6] ZMIROU (D.), FERLEY (J.P.), COLLIN (J.F.), CHARREL (M.) & BERLIN (J.), *A follow-up study of gastro-intestinal diseases related to bacteriologically substandard drinking water*, Amer. J. Public. Health 77 (5), pp. 582-584, 1987.

[7] Organisation Mondiale de la Santé, *Revision of the guidelines for drinking water quality*, W.H.O. Geneva, 2006.