

MEDECINE ET SANTE INTERNATIONALE : DU PASSE A L'AVENIR

*Eau et santé : défis d'aujourd'hui et de demain*

par Jean-Louis OLIVER,  
Secrétaire Général de l'Académie de l'Eau  
Membre de l'Académie des Sciences d'Outre-Mer

En 1785, grâce aux travaux systématiques et à d'ingénieuses expériences scientifiques, le célèbre chimiste français Lavoisier a clairement démontré que l'eau résultait de l'union de deux substances gazeuses qu'il nomma « oxygène et hydrogène » ; réciproquement il établit que la décomposition de l'eau aboutissait à la formation de ces deux mêmes substances. Les découvertes ultérieures et la théorie atomique ont confirmé que la molécule d'eau est constituée par la combinaison de deux atomes d'hydrogène avec un atome d'oxygène ; d'où la notation chimique bien connue H<sub>2</sub>O.

Mais si cette formule est simple, la substance s'avère d'une grande complexité. De fait l'eau possède de très étonnantes propriétés à la fois physiques, chimiques et biologiques, aussi bien à l'état liquide qu'à l'état solide ou gazeux.

C'est ainsi que l'eau est indispensable à la vie : elle est en fait *la* molécule de la vie. Elle dispose notamment d'un pouvoir dissolvant quasi universel ; sa tension superficielle, la plus forte après celle du mercure, la dote d'un pouvoir d'ascension capillaire mis à profit dans la Nature. Toute matière vivante est constituée d'eau dans de larges proportions : celle-ci représente entre 60 et 70% du poids du corps humain, 80% chez l'enfant, plus de 95% pour certains végétaux et animaux marins. Chez l'homme, l'eau est distribuée entre les cellules, l'espace extracellulaire et le système circulatoire, constituant un milieu mouvant en perpétuel renouvellement.

Dans ces divers cas, l'eau sert de support, de transporteur et de milieu réactif dans des réactions chimiques extrêmement complexes. Ainsi l'osmose est l'un des phénomènes physico-chimiques majeurs qui assure le contrôle des échanges d'eau et de substances chimiques entre les différents compartiments d'un organisme vivant, séparés par de très minces membranes. Les caractéristiques de la capillarité aquatique jouent également un rôle important. L'organisme humain rejette chaque jour une moyenne de 2,5 litres d'eau, par sudation, évaporation pulmonaire et diurèse ; mais cette quantité peut devenir beaucoup plus élevée en cas de canicule ou d'effort physique. Il faut donc impérativement compenser cette perte : c'est même une véritable question de survie ! Une diminution de 10% seulement de l'eau corporelle entraîne des troubles graves et, si elle atteint 20%, la mort survient. Alors que l'homme peut perdre 40% de son poids et survivre à une longue grève de la faim s'il s'hydrate, l'absence totale d'apport hydrique ne permet pas de résister au-delà de deux ou trois jours.

Ce besoin vital d'eau est fort variable selon l'exercice physique et la température ambiante : il peut aller de 5 litres par jour pour survivre, à 40 ou 50 litres par jour pour satisfaire aux besoins minimaux de l'alimentation et de l'hygiène.

Encore faut-il que l'eau consommée soit saine : une eau non contaminée de germes pathogènes et exempte de substances minérales ou toxiques, au-delà de teneurs précises, les normes maximales acceptables variant d'ailleurs selon les institutions, à commencer par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'Union Européenne, les pays et ministères compétents.

L'attention se porte essentiellement sur les micro-organismes (virus, bactéries ou parasites) présents dans les eaux de boisson ou sur les légumes et les fruits, crus ou souillés. Le choléra en est l'exemple classique. Malgré la découverte par Berthollet, en 1875, de la puissante action désinfectante de l'hypochlorite de sodium, produite dans le village de Javel, la chloration des eaux de boisson n'est pas toujours systématiquement appliquée au cours des épidémies de choléra et de fièvre typhoïde, en particulier lors des drames liés aux séismes, aux inondations, aux famines et aux guerres.

Car l'eau polluée, notamment par les excréments, est un immense réservoir de virus. Une panoplie de bactéries (vibron cholérique, *Shigella*, salmonelles) est à l'origine des dysenteries si répandues. Le virus de la poliomyélite et ceux des hépatites sont redoutables. Dans tous les cas, l'hygiène, donc l'usage de l'eau et des installations de traitement d'eau potable et d'épuration des eaux usées, est essentielle pour lutter contre les affections dans lesquelles la pauvreté et la misère jouent souvent un grand rôle.

Le passage de parasites au travers de la peau constitue une autre voie de contamination. On connaît le risque majeur pour les cultivateurs obligés de séjourner les pieds dans l'eau des rizières. Les schistosomes sont les agents de graves maladies (bilharzioses) ainsi contractées. On estime que plusieurs millions d'individus sont ainsi infectés.

Enfin, une autre catégorie de maladies provient des eaux stagnantes. Le paludisme est transmis à l'homme par la femelle d'un moustique dont les larves se développent dans ces eaux. En effet le paludisme est sans doute, avec le sida, le fléau le plus grave auquel l'homme est actuellement confronté. C'est au niveau de ces eaux stagnantes qu'il faudrait porter les efforts. À l'heure actuelle, des millions d'individus, surtout des enfants, meurent chaque année de paludisme ; des millions d'autres sont chroniquement infectés et restent invalides toute leur vie.

Le développement économique amorcé au XIX<sup>e</sup> siècle, puis accentué au XX<sup>e</sup> et accéléré au XXI<sup>e</sup> siècle, comporte la multiplication exponentielle de produits innovants à base de nouvelles molécules, dont la fabrication, l'usage et les déchets ont des impacts cumulés sur la biodiversité, donc sur la santé de toutes les espèces vivantes, y compris les êtres humains.

Les rejets industriels, même prétraités, contiennent des polluants chimiques, des composés organiques provenant des détergents, des colorants, des conservateurs, des produits d'entretien, des lessives, couramment utilisés, des déchets plastiques, des rejets de sels de matériaux toxiques (plombe, zinc, carbonium, etc.) qui sont dangereux pour la santé.

La pollution d'origine agricole provient des techniques d'amendement des sols qui répandent des quantités souvent excessives de substances solubles, nitrates et phosphates entraînés par ruissellement dans les eaux superficielles qu'elles entrophisent, et par infiltration dans les nappes phréatiques. Les nitrates sont particulièrement solubles ; or les lisiers produits en abondance par les élevages industriels et répandus sans contrôle comme engrais, enrichissent

durablement en nitrates les sols et les eaux douces ou salées littorales dans les régions à agriculture intensive ; c'est notamment le cas en Bretagne où des concentrations supérieures à 50 mg/litre rendent les eaux impropres à la consommation humaine, à moins d'un traitement très coûteux. Les pesticides (insecticides, fongicides, désherbants) répandus sans précaution et en excès, volatils ou solubles, polluent également les ressources hydriques superficielles et souterraines ; ils doivent alors être éliminés à grands frais des eaux de boisson.

Même bien gérés – ce qui n'est pas toujours le cas – les médicaments aussi entraînent des rejets comportant des molécules à risques qui peuvent être dangereuses par elles-mêmes, ou par les « effets cocktail » avec d'autres substances plus ou moins décomposées, ou encore par les effets cumulés dans le temps. Il en est de même pour les produits vétérinaires qui sont souvent largement utilisés dans l'élevage, intensif ou non.

Avec les progrès impressionnants en chimie analytique, le rythme de création de molécules nouvelles par les industries chimiques et pharmaceutiques est aujourd'hui considérable. La contamination de l'environnement par ces produits chimiques ne connaît pas de frontières et multiplie les dommages sur l'air, les eaux, les sols et le vivant. Certains produits peuvent être dangereux pour la santé, même à des doses minimales, notamment les perturbateurs endocriniens présents dans différentes classes chimiques (pesticides, détergents, plastifiants, ...). Les milieux aquatiques sont un réceptacle naturel de nos pollutions, et des mélanges complexes de nombreuses familles chimiques y sont observés. Toutes les ressources en eau du monde servant notamment à produire de l'eau de consommation humaine sont ainsi plus ou moins contaminées. Ces polluants en mélanges interfèrent les uns avec les autres, pénètrent les tissus vivants, perturbent le système hormonal et provoquent des maladies graves souvent à long terme : troubles du développement et de la reproduction, cancers, maladies non transmissibles en pleine croissance, ...

Depuis quelques années, on voit se développer une nouvelle forme de pollution insidieuse, avec les micropolluants, les perturbateurs endocriniens, les micro plastiques et les nanoparticules, que l'on trouve dans l'air, dans les eaux continentales et maritimes, donc dans nos boissons et notre alimentation quotidienne.

Ces nanoparticules sont d'un usage si récent que l'on ne sait pas grand-chose sur leurs risques potentiels et sur leur toxicité : alors que leur utilisation se développe dans les cosmétiques, le bâtiment, l'industrie chimique... on ignore encore comment celles-ci se comportent dans le corps humain, ni même comment les doser. La recherche scientifique se doit d'avancer sur ce sujet complexe et sensible afin de protéger efficacement la santé humaine.

Par ailleurs, avec le rejet dans l'atmosphère de gaz à effet de serre, notamment d'oxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le changement climatique en cours a déjà et aura de plus en plus de conséquences sur la santé publique : les « Plans canicules » en sont une illustration frappante ! Car le dérèglement climatique a des effets importants sur le cycle hydrologique planétaire, en augmentant la fréquence, l'imprévisibilité et la gravité des phénomènes hydrométéorologiques extrêmes, tels que les tempêtes, les inondations, les sécheresses et la désertification, l'élévation du niveau, de la température et de l'acidité des océans.

Tout cela a des incidences sur les organismes vivants, sur la santé humaine comme sur la faune et la flore, affectant gravement la biodiversité. Avec la fonte des glaciers et des neiges

éternelles en montagne, le changement climatique va entraîner une réduction importante du débit des rivières, encore accrue par le réchauffement de la température en été, au moment où les besoins en eau sont les plus forts : ainsi le débit de la Seine devrait diminuer de 40% d'ici la fin de ce siècle. De ce fait la concentration de la pollution des eaux superficielles augmentera ; ce qui va accroître les problèmes et les risques pour la santé liés à l'approvisionnement en eau, en quantité et en qualité.

La hausse de la température des eaux des rivières, des lacs et des retenues peut également entraîner la prolifération d'espèces allogènes tropicales menaçantes pour l'homme comme pour la faune et la flore autochtones vivant antérieurement dans ces milieux aquatiques : ainsi a-t-on déjà noté l'apparition du chikungunya dans le Sud de la France. L'eau étant un vecteur privilégié de nombreux microbes, le commerce international associé au réchauffement climatique y favorise la prolifération d'espèces envahissantes à haut risque.

Alors que la progression des connaissances scientifiques établit de plus en plus précisément les relations étroites entre la santé et l'eau, celle-ci apparaît comme un bien essentiel qui doit impérativement être protégé. En France, depuis la loi sur l'eau du 16 décembre 1964 qui a créé les institutions de bassins hydrographiques (comité de bassin et agences financières de bassin appelées agences de l'eau), la protection des captages d'eau destinée à la consommation humaine est partout obligatoire. La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 est venue renforcer cette exigence. Puis la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006, qui a transposé en droit français la Directive cadre européenne sur l'eau, a considéré comme prioritaires « les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population », et elle a prescrit dans ses objectifs d'atteindre un bon état sanitaire des masses d'eau, permettant leur utilisation comme ressource d'eau potable avec un minimum de traitement. C'est pourquoi la protection des captages fait clairement partie intégrante du Plan National Santé-Environnement.

Paracelse, grand médecin suisse du XVI<sup>e</sup> siècle, disait déjà « Tout est poison, rien n'est sans poison. Seule la dose fait qu'une chose n'est pas un poison ». Il importe donc de mesurer et de suivre avec précision les concentrations des différents produits présents dans l'eau et d'en tirer des conclusions pertinentes. Compte tenu des risques pouvant affecter la qualité sanitaire de l'eau et, par voie de conséquence, la santé des consommateurs, il est capital de bien les évaluer, puis de les hiérarchiser en gardant toujours à l'esprit que les normes ne sont pas des seuils de dangerosité et que les experts scientifiques les ont recommandées de telle manière que certains dépassements temporaires exceptionnels soient possibles, en restant encore loin de valeurs à risque.

Qu'il s'agisse de risques microbiologiques, chimiques ou radioactifs, il convient d'adopter et de mettre en œuvre une stratégie « eau et santé » efficace afin de garantir une eau saine aux usagers (eau potable ou d'irrigation, produits de la mer, ...) comme aux divers autres utilisateurs (baignade, loisirs aquatiques,...).

Aujourd'hui en France, l'eau est un produit de consommation courante extrêmement surveillé : par exemple, 300.000 analyses sont réalisées chaque année à la recherche de pesticides, contre 4000 seulement sur les légumes ; et les normes y sont cent fois plus sévères !

Les défis pour la santé humaine concernent tant la quantité que la qualité de l'eau utilisée : il s'agit d'enjeux vitaux, à la fois locaux et mondiaux, questionnant les choix économiques et sociaux, les cultures et les valeurs de nos sociétés.

La santé dépend non seulement de la quantité d'eau disponible, mais aussi de sa qualité. Il ne suffit pas de la prendre au robinet, à la pompe ou au puits. Encore faut-il qu'elle soit transportée et stockée dans des récipients propres. Un immense défi à relever en la matière est celui de la sensibilisation et de l'éducation, notamment dans les pays en développement. Enfin, il importe aussi que l'eau soit disponible dans des conditions et à un prix acceptables pour les populations les plus démunies, sans oublier les migrants et les « sans domicile fixe ». C'est ainsi que l'Organisation des Nations Unies a reconnu officiellement l'existence d'un « droit humain à l'eau ». De fait, il n'y a pas de problème plus pertinent en santé publique que celui de l'eau douce non polluée, disponible pour tous. Dans tous ses usages, même ludiques, l'eau peut présenter de graves dangers. L'OMS estime que 30.000 personnes meurent chaque jour d'affections liées à l'eau et que les séquelles de maladies hydriques en touchent vingt ou trente fois plus.

La réponse est à la fois politique et scientifique certes, mais aussi dans l'éducation et dans la lutte contre la pauvreté ! Car l'eau douce et saine n'est pas une ressource illimitée. Sa disponibilité doit être appréciée comme une denrée précieuse, confrontée à la poussée démographique des 11 à 12 milliards d'hommes prévus en 2050 et à leur concentration urbaine, parfois dans des mégapoles.

Ce qui nous paraît un bien banal est, en fait, un privilège face à plus d'un milliard d'êtres humains privés d'eau saine, et à deux milliards et demi privés d'assainissement ; l'absence de celui-ci, les carences ou les fuites des réseaux rendent précaires les installations et insalubre l'eau de consommation. Les victimes en sont d'abord les populations les plus pauvres. Les infections bactériennes, parasitaires ou virales, constituent des freins, individuels ou collectifs, non seulement à la santé mais aussi au développement économique et social de nombreux pays.

Aussi devons-nous nous réjouir, chaque jour, d'avoir à notre robinet, à portée de mains, l'accès à une eau saine, avantage relativement récent et privilégié, par rapport aux populations encore assujetties aux corvées d'eau qui entravent le quotidien des femmes et des jeunes filles, victimes de cette coutume qui les prive souvent de scolarisation et de métier ...

\*

\*      \*

En conclusion, face à ces défis majeurs d'une évidente actualité, il faudrait :

- 1) Engager un effort majeur pour accélérer l'obtention des données permettant l'analyse, quantitative et fiable, des risques liés à la présence de substances polluantes dans les eaux superficielles ou souterraines ; les déclinaisons de différents Plans nationaux (santé/environnement, micropolluants, stratégie contre les perturbateurs endocriniens, etc.) ne peuvent aboutir de manière significative sans les moyens humains, matériels et financiers à la hauteur des enjeux présents et à venir, y compris dans les organisations

nationales, européennes et internationales, chargées des évaluations indépendantes dans ce domaine sensible,

- 2) Accélérer et rendre plus efficace les actions de gestion permettant de réduire les rejets polluants de toute nature pour satisfaire les objectifs environnementaux affichés depuis de nombreuses années sans jamais être atteints,
- 3) Renforcer les échanges de données et les partages de connaissances au niveau international entre les milieux scientifiques concernés, avec une plus large communication avec la société civile.

Dans cette optique, l'Académie de l'Eau, que le Professeur Gentilini a présidée pendant douze ans et dont il est Président d'honneur, a récemment lancé, sous l'impulsion de son Président actuel, Brice Lalonde, et de son Vice-Président, le Professeur Yves Levi, membre des Académies de Médecine et de Pharmacie, la constitution d'un Groupe International d'Étude de la Pollution Chimique de l'Environnement en vue de rassembler à l'échelle mondiale les informations pertinentes sur les expositions, et de contribuer à l'évaluation des risques pour la santé humaine et la biodiversité. Par analogie avec le Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (le célèbre GIEC), cette initiative ambitieuse répond au besoin de fournir aux décideurs des données objectives et actualisées, apportant un état des lieux et une vision prospective des niveaux de contamination actuels et futurs. Elle vise à établir régulièrement un Rapport sur l'état de la pollution chimique de la planète à partir des données publiées.

Elle ambitionne de stimuler le développement de l'analyse des risques sanitaires et environnementaux pour guider les décisions en matière de stratégie socio-économique et d'aménagement des territoires, en termes de hiérarchisation des actions, à la fois préventives et curatives.