

Jean Dausset

Les liens eau santé

GRÂCE aux médias, chacun sait que la santé est étroitement liée à l'eau et à sa qualité. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime que 30 000 personnes meurent chaque jour de maladies liées à l'eau et que leurs séquelles en touchent 20 à 30 fois plus. Même si ce fléau touche surtout des enfants, il entraîne une inaptitude au travail de 10 à 15 jours en moyenne, soit l'équivalent d'une perte de l'activité de plusieurs dizaines de millions d'êtres humains. Ainsi, l'eau qui apporte la vie peut, si on n'y prend pas garde, priver l'humanité de la force de travail d'une cinquantaine de millions d'hommes et cela dans les zones les plus déshéritées de la planète, là où elle serait la plus utile.

Dans cet article, je me propose d'expliquer et de faire comprendre de façon simple les liens entre l'eau et la santé puis montrer que la protection ne doit pas se limiter à une gestion efficace de l'eau, mais qu'il faut que notre vigilance s'applique à un environnement beaucoup plus large.

EXPLIQUER ET COMPRENDRE

Besoins

L'eau constitue 70 % du poids corporel de l'homme et 80 % de celui de l'enfant. L'eau ingérée sous forme de boissons ou d'aliments parvient rapidement dans le tube digestif, l'intestin étant la voie essentielle de sa pénétration dans l'organisme. Elle est éliminée par les poumons, la peau et l'appareil digestif suivant les quantités nécessaires à chacune de leurs fonctions.

La perte d'eau dépend fortement de la chaleur extérieure et des travaux physiques de l'individu. Elle peut atteindre par la respiration et la sudation jusqu'à 10 litres par 24 heures.

La fièvre, les vomissements ou les diarrhées peuvent entraîner des pertes supplémentaires importantes qui, si elles ne sont pas compensées, provoquent une déshydratation aiguë pouvant entraîner la mort.

L'eau est donc indispensable à la vie. La perte de 10 % seulement de l'eau corporelle entraîne des troubles graves et celle de 20 à 22 % de l'eau corporelle la mort. L'absence totale d'eau dans la diète ne permet pas de vivre au-delà de deux jours, alors que l'homme peut perdre 40 % de son poids et rester en vie et qu'il peut survivre à une grève de la faim de plus d'un mois s'il boit de l'eau.

Ce besoin quantitatif d'eau, au moins 5 litres pour seulement survivre et 40 à 50 litres pour satisfaire les besoins minima de l'alimentation et de l'hygiène, est une évidence pour chaque homme. La couverture des besoins en eau des activités humaines et pour une certaine qualité de la vie portent les besoins à près de 200 litres par jour dans les pays industrialisés, où les prélèvements peuvent même atteindre 400 à 500 litres/jour/personne.

La nécessité d'une eau saine est plus difficile à faire percevoir à certaines populations, c'est-à-dire d'une eau non contaminée par des virus, bactéries ou parasites susceptibles de déclencher des maladies, ou exempte de substances minérales ou toxiques au-delà de teneurs précises. Les raisons de cette difficulté viennent de la complexité des réactions à ces éléments et à ces sub-

stances, lorsqu'elles ont été ingérées ou même par simple contact externe.

Éléments pathogènes

En ce qui concerne les substances minérales ou chimiques, la nocivité de l'eau consommée est tempérée par la rapidité de renouvellement de l'eau corporelle (24 jours) et de l'eau biologique des cellules (quelques heures), ainsi que par l'élimination de ces éléments dans les excréta, matière fécale et urine. La sudation participe également à cette élimination, la respiration ne représentant, elle, qu'une perte quantitative en eau. Demeure donc une fraction de ces éléments qui est d'ailleurs indispensable pour certaines fonctions, mais qui peuvent être dangereux à des teneurs élevées, en se fixant dans certaines cellules, ou en se transformant chimiquement. Il en résulte donc des effets d'accumulation qui peuvent être nocifs. C'est le cas du fluor, indispensable pour éviter les caries dentaires à des taux faibles, dangereux au-delà de certains taux. Ces phénomènes expliquent la difficulté de fixer des seuils et des normes qui résultent d'études épidémiologiques longues et délicates.

Divers éléments pathogènes sont présents dans l'eau :

- des bactéries comme le vibron cholérique, le shigella agent de la dysenterie, les salmonelles...
- des virus : poliomyélite, hépatite...
- des protozoaires : amibes...
- des vers : ascaris, ver de Guinée, schistosomes...

Leur nocivité est fonction de leur cycle d'évolution lorsqu'ils ont été ingérés.

• **Le cycle court**, le plus simple, concerne les éléments pathogènes pré-

sents dans le tube digestif des sujets infestés. Ils sont éliminés avec les matières fécales et sont alors immédiatement infectants pour un nouvel hôte.

C'est le cas du virus poliomyélique excrété par un sujet infesté qui peut éliminer 10 millions de particules virales par gramme de selles pendant 7 semaines en moyenne et parfois 17. Elles survivent pendant un mois à PH neutre, à basse température et en présence de matière organique et d'humidité, comme par exemple des déchets urbains.

L'amibe dysentérique est également éliminée dans les selles sous forme de kystes directement contaminants. Ils peuvent le rester de 3 à 15 jours suivant la déshydratation des matières et survivent quelques minutes à la surface des mains ou 20 jours dans l'eau douce à 20 °C, mais leur pouvoir infectant se limite alors à 5 ou 6 jours. Leur taille les empêche de franchir des filtres de sable, mais aucun antiseptique utilisé habituellement pour l'eau ne les détruit.

Un tel cycle concerne toutes les bactéries, les virus et certains parasites, ce qui explique que l'homme peut être infecté par voie orale, par des mains sales, par des mouches ou des blattes, par des légumes souillés par de l'eau non potable et consommés crus.

Comme l'a dit Pasteur : nous buvons 80 % de nos maladies.

• **Le cycle direct long** concerne un certain nombre de vers comme les ascaris, les anguillules ou les ankylostomes parasites du tube digestif. Proche du cycle précédent, il s'en distingue car les œufs ou les larves de ces parasites ne sont pas encore infestants lorsqu'ils sont rejetés et parce que leur pouvoir contaminant s'acquiert en un temps plus ou moins long selon la qualité du milieu récepteur.

Par exemple, il faut environ quatre semaines aux œufs d'ascaris rejetés avec les selles pour devenir contaminants à 20 °C et seulement 2 semaines à 30 °C. Enfin, ils ne se développent pas du tout en dessous de 10 °C ou à plus de 40 °C. Les ascaridiens n'existent donc ni dans les zones désertiques très ensoleillées, ni en climat froid. Une

fois embryonnés, les œufs sont très résistants. La contamination de l'homme se fait par voie orale avec l'eau ou des fruits et légumes consommés crus. Pour d'autres, comme les anguillules et les ankylostomes, la contamination se fait à travers la peau et c'est en marchant pieds nus dans l'eau ou en se baignant que l'homme est atteint.

• **Le cycle indirect** concerne les parasites issus de l'homme sous forme d'œufs ou de larves. Celles-ci n'atteignent leur forme contaminante qu'en passant par un hôte intermédiaire qui assure, par simple transformation ou pour certains parasites par effet multiplicateur, la maturation de la forme infectante.

Certains de ces hôtes vivent en milieu aquatique, comme le Cyclops d'une taille inférieure au millimètre. Il est l'hôte intermédiaire de la filaire du ver de Guinée. Le ver adulte, qui vit sous la peau de l'homme, souvent dans les membres inférieurs, la perce au contact de l'eau et lâche ses embryons. Ceux-ci sont avalés par les Cyclops qui les transforment en larves infectantes. La transmission se fait alors à un autre homme qui boit de l'eau contenant des Cyclops. Il peut éviter d'être contaminé en filtrant l'eau à travers une pièce de tissu.

La bilharziose est une autre maladie très répandue en Afrique et en Asie, dont l'origine est analogue. Elle est inféodée à l'eau où vivent les mollusques, hôtes intermédiaires indispensables au cycle évolutif des schistosomes responsables de cette maladie. Les vers adultes présents chez l'homme pondent des œufs, qui sont rejetés dans les urines ou les selles. Ces œufs éclosent dans l'eau et libèrent un embryon qui pénètre dans le mollusque, lequel le développe et le transforme en cercaires qui échappent au mollusque et nagent dans l'eau. Ceux-ci pénètrent à travers la peau de tout homme entrant en contact avec cette eau infestée.

Les insectes se reproduisant en milieu aquatique

Certains de ces insectes, notamment les moustiques, peuvent être des vecteurs de maladies parasitaires ou virales. Leur

biologie est complexe et varie d'une espèce à l'autre.

Par exemple, les anophèles ont des gîtes de ponte préférentiels distincts selon les espèces mais toujours aquatiques. Ce sont des zones d'eau temporaires ou permanentes sans courant et d'une température supérieure à 15 °C. En dessous, il y a hibernation des œufs, leur développement pouvant reprendre lorsque la température monte. Leur période d'activité varie avec le climat. En région tempérée, les femelles ne pondent qu'à la bonne saison, alors qu'en zone équatoriale, la permanence de l'humidité et de la chaleur permet une reproduction constante. En zone tropicale, il y a regain d'activité lors de la saison des pluies. Les anophèles sont le vecteur de la malaria ou paludisme.

Les Simulies sont, elles, le vecteur d'une endémie parasitaire, l'Onchocercose qui, dans certaines zones de savanes, peut entraîner la cécité de 8 à 15 % de la population. Le processus de transmission est le suivant : l'homme héberge des filaires adultes qui pondent dans des régions découvertes de la peau ; ces microfaires sont prélevées par les Simulies femelles qui les transforment en larves infectantes inoculées à un autre homme par piqûres à l'occasion d'un repas de sang. La durée de vie de l'insecte est de l'ordre de 7 jours, ou plus si la température est inférieure à 15 °C. Les larves traversent la peau et deviennent adultes en 3 à 10 mois. Elles se développent dans des eaux très aérées, telles que les rapides des fleuves ou les cascades.

En conclusion de ces explications sur les impacts de l'eau sur la santé, on doit remarquer que les maladies qui en résultent correspondent à tous les usages de l'eau : la boisson, l'alimentation, la baignade ou tout contact de l'homme avec l'eau, ainsi que lors des attaques d'insectes se reproduisant dans le milieu aquatique, souvent rendues plus dangereuses encore par la présence dans les eaux de déchets de nourriture et excréta.

On peut ainsi distinguer :

• **des maladies hydriques** liées à la boisson ou à la consommation de légumes ou de fruits crus : l'amibiase,

les diarrhées, la poliomyélite, la typhoïde venant des éléments pathogènes qu'elle contient, mais aussi des intoxications ou des carences liés aux éléments chimiques ou minéraux de l'eau et enfin la déshydratation due à une insuffisance d'ingestion d'eau, notamment pendant les fortes chaleurs, qui concerne surtout les jeunes enfants et les personnes âgées ;

• **des maladies d'origine aquatique**, comme la bilharziose (schistosomiase), contractées lors de baignades ou de travaux agricoles, notamment dans les rizières ;

• **des maladies transmises par des vecteurs se reproduisant dans l'eau** comme la malaria, l'onchocercose, la trypanosomiase ;

• **des maladies dues à l'évacuation des matières fécales** comme l'ankylostomiase.

COMMENT RÉDUIRE OU SUPPRIMER LES RISQUES

ILS doivent évidemment porter sur l'alimentation en eau et la fourniture d'une eau saine à tous les habitants, mais aussi sur la maîtrise des ressources en eau et leur protection contre les pollutions, la suppression des zones d'eaux mortes ou l'éradication des larves, ainsi que sur une évacuation sans risques sanitaires des excréta et des ordures. C'est en somme la gestion technique et économique des ressources en eau qui est en question, laquelle doit être guidée par les objectifs à réaliser : quantité disponible pour couvrir tous les besoins et normes de qualité. Ces données constituent également les moyens d'un contrôle efficace.

Gestion technique et socio-économique

La desserte

Elle nécessite d'abord la mobilisation des ressources de surface ou souterraines dans des quantités compatibles avec les besoins de tous les usages en utilisant toutes les techniques disponibles (captage, forage, stockage).

Puis, pour couvrir tous les besoins des habitants eux-mêmes, l'amenée de ces ressources à proximité des lieux de consommation et leur traitement éventuel par des moyens adéquats pour les rendre potables, c'est-à-dire consommables directement sans risques.

Enfin, la mise à disposition de cette eau pour tous, soit en l'amenant jusqu'au robinet des habitations ou dans des points suffisamment proches pour qu'ils puissent venir la prendre et la transporter par leurs propres moyens.

On voit donc que cette gestion n'est pas seulement technique, les moyens actuels disponibles la permettent dans quasiment tous les cas. Elle doit tenir compte des coûts et des possibilités socio-économiques des citoyens eux-mêmes. En effet, quel serait le bénéfice pour la santé générale de la population de limiter la fourniture d'une eau saine aux seules personnes pouvant en supporter le coût ? La desserte doit donc être adaptée au contexte local.

L'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales

Compte tenu des liens explicités ci-dessus entre eau et santé, c'est un objectif prioritaire pour des raisons sanitaires. On peut mettre en œuvre, comme on l'a fait dans les pays industriels, des réseaux de collecte et des moyens d'épuration avant le rejet dans le milieu naturel. Cet effort doit porter non seulement sur les eaux domestiques, mais aussi sur les rejets industriels et sur certains apports agricoles. Cela constitue un effort global qui vise à réhabiliter la qualité du milieu naturel et notamment celui de l'ensemble des rivières, ainsi que des nappes souterraines.

On bute alors sur le problème financier soulevé ci-dessus, car le coût de ces actions est très élevé. Que peut-on alors envisager comme solution minimale applicable économiquement dans les pays en développement pour améliorer les conditions sanitaires de tous les citoyens ? L'expérience montre que les actions à prévoir sont les suivantes :

- la collecte et le traitement des excréta ou leur mise en dépôt dans des fosses abritées accolées aux lieux d'aisance ;
- l'évacuation des eaux usées domestiques et des eaux pluviales dont la stag-

nation conduirait à la prolifération d'insectes vecteurs de maladie et la démolition des zones réceptacles (les modifications environnementales peuvent aussi avoir des impacts très importants sur la santé : dans le sud ouest de l'Ouganda, la transformation de marais à papyrus en étangs pour la pisciculture a largement favorisé le développement du paludisme) ;

— l'évacuation des eaux industrielles les plus nuisibles ;

— l'évacuation et le traitement des déchets solides dont l'accumulation favorise la prolifération d'insectes nuisibles à la santé.

Enfin, tant pour l'alimentation en eau que pour l'assainissement, les actions à mener pour protéger la santé doivent profiter à tous. Elles doivent pour cela tenir compte des possibilités financières des responsables qui en sont chargés, tant celles des Etats et Collectivités concernés que de celles des attributaires et bénéficiaires. Lorsqu'il faut adopter des solutions minimales pour la défense de la santé dans certaines zones, il convient de prendre des dispositions telles que la plupart des ouvrages réalisés puissent s'intégrer dans des réseaux plus complets lorsque l'évolution des moyens socio-économiques permettront de les réaliser progressivement.

Les normes de qualité

Les risques que l'eau peut faire peser sur la santé doivent être analysés pour les différents domaines de son utilisation : l'alimentation en eau potable, la baignade et la conchyliculture, l'utilisation des eaux usées ou épurées et de leurs résidus. Pour chacune de ces activités, l'eau ne constitue qu'un des éléments du risque sanitaire : les normes établies en vue d'apprécier la qualité de l'eau relèvent bien souvent d'une logique de diagnostic global, les aliments et l'air entre autres pouvant être les vecteurs des mêmes polluants. Aussi l'évaluation du risque est-elle d'autant plus complexe que les analyses peuvent être fines et permettent de multiplier les paramètres étudiés, des traces de certaines de produits pouvant se retrouver dans l'eau.

Des priorités sont alors établies en fonction des critères suivants :

- nature et ampleur du risque,
- rapport coût/avantage nettement positif,
- possibilité de trouver des solutions techniques et économiques.

Si l'ampleur du risque est considérable, tous les moyens possibles doivent être mis en œuvre pour y remédier. L'exemple type en est l'éradication du risque microbiologique pour l'eau de boisson dans les pays en voie de développement où morbidité et mortalité¹ élevées sont étroitement associées à la qualité de l'eau, d'où une responsabilité d'assistance mondiale.

Progressivement, dans les pays à niveau de vie élevé et lorsque les problèmes les plus urgents ont été résolus, on s'est attaqué à des causes de plus en plus complexes. Ainsi, en France, les règles d'hygiène, dont les bases remontent à la fin du XIXe siècle, ont-elles considérablement évolué dans leur traduction normative : vers 1900, seuls 6 paramètres physico-chimiques étaient analysés auxquels on adjoignait 2 déterminations de micro-organismes. Puis 21 éléments ont été recherchés jusqu'en 1989. Aujourd'hui, ce sont 67 paramètres qui font l'objet d'une analyse pour déterminer la qualité de l'eau potable.

Selon les Etats dans le monde, la réglementation impose des normes parfois différentes. Cependant, un fil conducteur existe à travers les recommandations de l'OMS publiées en 1994. En Europe, le cadre général de la réglementation est établi au travers des Directives qui s'imposent à tous les Etats de l'Union européenne, tant pour l'eau destinée à la consommation humaine que pour l'eau de baignade.

Les valeurs indiquées par l'OMS n'ont pas été établies pour toutes les substances. Elles résultent parfois d'une justification épidémiologique (pour 19 substances), et sont généralement moins sévères que les normes retenues dans les directives européennes, actuellement en cours de modification.

On notera d'ailleurs que subsiste pour de nombreuses substances une incertitude sur la relation dose-effet et que de nombreuses normes ont retenu des teneurs en application du principe de précaution. Même la "norme nitrate" de 50 mg/litre, pourtant ancienne, établie en France pour l'eau potable en tenant compte des effets sur les nourrissons est une norme de précaution.

L'action sur l'eau garantit-elle, à elle seule, la santé ?

La disparition des épidémies de choléra et d'autres maladies hydriques dans les pays développés au fur et à mesure du développement des réseaux d'eau et d'assainissement pourrait faire croire que l'action sur l'eau évoquée aux paragraphes précédents est suffisante. En réalité, ce développement de la gestion de l'eau s'est fait en même temps que de nombreuses actions liées à la qualité de la vie : habitat salubre, règles d'hygiène, contrôle des aliments, soins médicaux... dont l'effet sur la santé ne peut pas être négligé.

Une étude menée en 1997 à Ouagadougou, à l'initiative et sous la directive d'un membre de l'Académie de l'eau, le professeur Monjour, nous permet d'apporter une première réponse à cette interrogation.

Son objet était de démontrer, à l'aide d'indicateurs cliniques et biologiques, l'importance de la salubrité de l'eau, de l'éducation sanitaire et des politiques de protection de l'environnement en santé publique (assainissement, enlèvement des déchets) dans un quartier pauvre en périphérie urbaine d'une ville d'Afrique.

Trois facteurs ont ainsi été étudiés dans le programme de recherche (mise à disposition d'une eau potable, assainissement, protection de l'environnement) ainsi que le degré de sensibilisation de la population à ces questions.

L'objectif était alors de démontrer par des examens cliniques et biologiques (étude de la prévalence des diarrhées notamment) le réel impact des mesures socio-sanitaires appliquées dans un quartier périurbain de Ouagadougou (Burkina Faso) sur la santé de jeunes

enfants scolarisés (3 écoles et 3 milieux bien différenciés).

L'étude a montré que les risques de diarrhée étaient fonction des précautions prises pour l'alimentation en eau et l'assainissement. Elles concernent en effet 10 % des enfants dans les conditions d'hygiène les meilleures, contre 36 % et 53 % pour les deux écoles les moins bien équipées. De plus, les filles, chargées de travaux d'hygiène domestique chez elles, présentent toujours des pourcentages d'infection supérieurs à ceux des garçons.

L'étude a ainsi confirmé que les facteurs qui jouent un rôle significatif pour la lutte contre les gastro-entérites sont nombreux. La qualité de l'eau a un impact très important, sans toutefois qu'elle permette à elle seule de supprimer les maladies diarrhéiques. Parmi les autres facteurs, l'éducation sanitaire des parents et des enfants pour l'eau et l'alimentation, le niveau de vie, l'hygiène individuelle et collective, ainsi que la protection de l'environnement doivent être pris en compte sans qu'il ait été possible lors de cette étude de leur affecter à chacun un poids relatif.

Cela confirme la nécessité, pour protéger efficacement la santé contre les risques de l'eau, de ne pas se limiter à la seule action sur la gestion de l'eau, même en tenant compte des conditions socio-économiques comme on l'a montré précédemment. Il convient d'agir en même temps pour développer l'éducation, l'hygiène, la qualité de la vie sous toutes ses formes et d'assurer un environnement médical suffisant pour les plus pauvres.

Il faut en conclusion agir dans le cadre d'une politique de développement durable faisant une place à la concertation avec tous les citoyens et à une éducation concernant l'hygiène et l'alimentation, ainsi qu'à un niveau de soins suffisants pour tous.

JEAN DAUSSET

1. Morbidité : rapport entre le nombre de malades et celui d'une population. Mortalité : rapport des décès dans une population à l'effectif moyen de cette population durant une période donnée.