

La qualité des eaux

Dans la tribune précédente, nous avons abordé la disponibilité de l'eau sur terre. Nous avons vu que le cycle de l'eau permet une épuration de l'eau et une dispersion de celle-ci par évaporation puis condensation. Que ce soit pour l'eau de mer ou l'eau douce, il est impératif que les eaux restent « consommables » par les organismes vivant sur la planète.

Répartition de stockage entre eau salé et eau douce :

La répartition de l'eau sur la planète est essentiellement naturelle. Les bassins de stockage sont en majorité naturel, néanmoins l'homme en a créé pour des besoins particuliers : lacs de barrage hydroélectrique, réserves pour la production de neige artificielle, réserves pour l'irrigation des cultures, réserves tampons pour régulariser les cours d'eau...

La répartition (naturelle) dépend essentiellement du climat, donc de la situation géographique. Le climat étant très variable d'une région à l'autre, de grandes disparités existent entre des zones à faible pluviosité (inférieur à 10 milliers de m³ par an et par km²) et les zones fortement arrosées (jusqu'à 10 millions de m³ par an et par km²). Cette pluviométrie varie aussi dans le temps (effet saisonnier, périodes de mousson ...). Cette instabilité dans la répartition des pluies engendrent des sécheresses (engendrant elles-mêmes des famines) et des inondations (catastrophiques pour les infrastructures et les cultures).

Dans les pays développés des solutions techniques permettent de minimiser les impacts, sans régler le manque de précipitation. Dans de nombreux pays (y compris des pays développés comme Malte, Israël) elles sont inférieures à 500 m³ par an et par habitant. Elles peuvent aller, en Norvège, Gabon, Canada etc, à plus de 80 mille m³ par an et par habitant. La France est correctement arrosée ; les précipitations, selon les régions et années, vont de 2000 à 5000 m³ par an et par habitant. Certains pays (du Golfe entre-autres) font appel à des importations d'eau douce.

Le stockage dans le sol est dépendant de la nature des terrains. Les nappes phréatiques profondes dans les zones sablonneuses et en zone rocheuse sont difficilement accessibles pour des captages. Des stockages artificiels adaptent la disponibilité en fonction des besoins... ceci pour l'eau douce. L'exploitation de la ressource, tombée du ciel, va de 1% pour certains pays très arrosés ayant des besoins faibles, à 100% pour les pays qui doivent en importer. En France, en moyenne, l'utilisation est de 20%.

Si l'évaporation et condensation purifient l'eau, bien souvent, cette dernière n'est plus buvable à l'arrivée au sol ou après le stockage (bassins, nappes phréatiques et cours d'eau). Le responsable est la pollution de l'air qui est entraînée vers le sol par les pluies, puis par ruissellement et infiltration pénètre dans les sols.

L'accès à une eau potable :

L'eau potable est indispensable à nos populations « civilisées » c'est à dire celles qui exigent un environnement aseptisées. Pour l'OMS, il y a pénurie si l'homme dispose de moins de 1000 m³ d'eau par an (c'est le cas actuel pour 1,4 milliard d'habitants). En Europe, la disponibilité est d'environ 7000 m³ par an et par habitant. Ce n'est donc pas le manque d'eau douce qui peut poser problème mais sa qualité. Dans bien des cas les prélèvements nécessitent un traitement pour rendre l'eau potable, c'est à dire sans impact sanitaire sur nos organismes par ingestion. Historiquement, les captages se faisaient essentiellement sur des sources et ne nécessitaient pas de traitement ; l'exigence des organismes était moindre sur la qualité de l'eau. Les seules pollutions venaient des élevages (matières fécales) et le filtrage par les sols était bien souvent suffisant.

Le modernisme a provoqué une dispersion de polluants dans l'atmosphère et les sols. Que ce soit

par l'atmosphère, où les polluants sont ramenés dans les sols par l'évaporation et la condensation de l'eau ou par un apport de matières polluées directement dans les sols. Ces polluants vont se retrouver dans les bassins de rétention et même dans de nombreuses sources. Sans traitement cette eau arriverait dans nos robinets. L'eau douce naturelle potable devient un produit rare ... et cher pour la partie commercialisée en bouteille.

L'irrigation a progressé de plus de 60% depuis 1960. Pour satisfaire une population croissante et de nouveaux besoins (biocarburants...), l'agriculture s'est diversifiée vers des végétaux plus gourmands en eau (maïs par exemple). Le rendement de l'irrigation est faible car une grande partie s'évapore sans pénétrer dans les sols. Fort heureusement l'irrigation ne nécessite pas une eau potable mais néanmoins une eau peu polluée. Néanmoins pour une bonne partie des besoins d'irrigation (et d'arrosage), le français utilise l'eau potable du robinet !

Les formes de pollutions de l'eau :

Dans les océans, les intrants se font dans les eaux de surfaces (jusqu'à 100m de profondeur). Des organismes vivants y séjournent et viennent en contact avec l'air et la lumière naturelle pour élaborer des substances organiques à partir du CO₂ et du rayonnement lumineux (le phytoplancton). Cette eau subit des variations de température rapides qui favorisent l'évaporation et créent des courants et échanges avec les couches plus profondes en dispersant le phytoplancton. Par la chaîne alimentaire se développe la biodiversité marine.

Les couches de profondeur, jusqu'à 1000m, subissent des variations de température lentes grâce aux courants entre des eaux froides des pôles et les eaux chaudes en se rapprochant de l'équateur. Les changements climatiques intervenant à toutes les latitudes modifient l'intensité, voire l'orientation de ces courants marins.

Les couches très profondes sont plus froides et subissent peu d'échanges thermique sauf sur de très longues périodes de temps (quelques centaines d'années, dépendant de la profondeur et des températures moyennes de couches supérieures).

La principale pollution des océans (et mers) est l'eutrophisation. Ce phénomène est lié à l'apport de substances (nutritives) en surface qui perturbe l'équilibre biologique existant avant ces apports.

Apparaissent alors des algues (bleues et vertes principalement), en grandes quantités, ce qui limite la photosynthèse par asphyxie en ne laissant plus passer suffisamment de lumière.

Les responsables sont principalement l'azote et le phosphore, en provenance de l'agriculture (engrais entraînés par les eaux de surface) et des rejets urbains et d'usines dans des cours d'eau.

D'autres pollutions sont directement provoquées par les activités humaines : déchets plastiques jetés en mer ou entraînés par les cours d'eau, dégazage des cuves des pétroliers, vidanges des ballasts de navires marchands ...

Pour l'eau douce, les pollutions sont rapidement perceptibles car elles rendent l'eau impropre à la consommation par l'homme. L'impact est donc direct par comparaison à une pollution qui affecte d'abord la biodiversité. De nombreux polluants ne sont pas filtrés naturellement par les sols avant d'arriver à notre robinet, car ils sont difficilement dégradables : cas des huiles minérales, des pesticides, des métaux lourds et des hydrocarbures halogénés.

La plupart des sources de pollution des eaux proviennent des activités humaines. Elles émanent des polluants de l'atmosphère, entraînés par les pluies et des eaux usées. L'eau est un très bon solvant, capable non seulement de capter les polluants des activités humaines mais aussi certains éléments de l'atmosphère non polluée. Dans la nature l'eau capte du dioxyde de carbone, de l'oxygène et de l'azote sous forme dissoute. Naturellement elle fixe aussi des ions Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ et des ions ferreux.

Bien sûr ces éléments naturels ne sont pas des polluants, mais leur teneur dans l'eau détermine la « dureté » de l'eau (eaux douces en traversant des sols peu soluble comme le granit et eaux dures à travers les sols calcaire par exemple). La dureté n'affecte pas la santé des humains mais crée des problèmes dans les réseaux de distribution de l'eau et les appareils utilisant l'eau courante

(chaudières, machines à laver...). Une fois chauffée (haute température et pression), les hydrogénocarbonates (caractéristiques de la dureté de l'eau) sont transformés en tartre insoluble qui «encombre» l'écoulement de l'eau. Cette transformation s'accompagne d'une émission de gaz carbonique (CO₂) dissout qui rend l'eau plus acide et détériore les parties métalliques (d'autant plus fort si l'eau contient aussi de l'oxygène). Des systèmes permettent de rendre l'eau moins dure. Pour protéger les canalisations et appareils, les lessives et additifs de nettoyages devront être efficaces pour tous les types de dureté. Ces produits deviennent la cause de 30 à 40% des pollutions des eaux usées communales.

Les types de polluants de l'eau :

Les eaux sont régulièrement analysées et sont classées dans différentes catégories en fonction de leur qualité :

- 1A : excellente qualité, absence de pollutions
- 1B : eau peu pollué (ou dépolluée) permettant sa consommation et la reproduction de animaux vivant en milieu aquatique.
- 2 : Qualité moyenne avec pollution nette et contrôlée. Permet la vie piscicole mais pas la reproduction normale (reproduction aléatoire selon les espèces). L'eau peut être captée en vue d'un traitement pour l'amener à la qualité 1B.
- 3 : Qualité mauvaise, pollution importante la rendant impropre à la pisciculture et à l'épuration pour l'alimentation humaine.
- 4 : Hors classe, pollution très importante du milieu entraînant des morts biotiques ou azoïques.

Les polluants de l'eau sont classés dans 3 catégories :

- MES : matières en suspension. Ce sont les matières organiques et minérales qui ne sont pas solubles dans l'eau.
- MO : matières organiques solubles. Ce sont essentiellement des déchets industriels.
- MI : matières inhibitrices. Composés chimiques métalliques et métalloïdes (mercure, plomb), les pesticides, certaines huiles minérales et certains hydrocarbures.

La pollution thermique lié à l'évacuation d'eau chaude sans polluants (eaux de refroidissement) perturbe la vie aquatique par augmentation de température de leurs lieux de vie.

Les eaux usées sont dues aux activités humaines, à des usages domestiques, aux entreprises industrielles, aux activités agricoles et activités de santé. Si un traitement local existe (cas de certaines stations d'épuration en milieu industriel) les eaux usées, après traitement sont directement déversées dans les cours d'eau. Les autres sont acheminés par des canalisations jusqu'à des stations d'épuration.

Epuration des eaux usées:

Des procédés biologiques, chimiques et mécaniques sont utilisés dans les stations d'épuration conventionnelles pour éliminer les composés indésirables des eaux usées. Ces procédés peuvent se combiner pour obtenir le niveau de pureté requis. Après traitement conventionnel une décantation et un pressage (ou centrifugation) génèrent des boues qui seront recyclées. Pour une qualité supérieure de l'eau, d'autres procédés, plus onéreux, font appel à la distillation, à l'osmose inverse, à l'électrodialyse et l'adsorption. Ces procédés sont des réactions chimiques. Les polluants organiques

sont oxydés par du peroxyde d'hydrogène ou par adsorption par du charbon actif. Ce type d'épuration chimique est appliquée, en particulier, pour éliminer les phosphates.

Les centres d'épuration permettent le recyclage d'une eau de qualité 4 à 2. Néanmoins, il produisent aussi de mauvaises odeurs. Les bactéries qui utilisent l'oxygène des phosphates pour les réduire, vont générer du sulfure de dihydrogène et d'autres sulfures. Ce sulfure de dihydrogène est particulièrement malodorant et toxique. De plus les sulfures détériorent les canalisations. La dépollution de l'eau peut entraîner une pollution de l'air.

Une partie, non négligeable, des polluants de l'eau va directement dans les cours d'eau et bassins de rétention (étangs, lacs et nappes phréatiques comprises). C'est le cas de polluants liés à l'agriculture (engrais, insecticides et épandage de lisier), des émissions de gaz des transports (hydrocarbures, métaux lourds) et des activités industrielles (boues, décharges, lixiviat de terrils).

Dans les régions industrielles la plupart des eaux de captage, pour la distribution d'eau potable, nécessite une désinfection.

Désinfection de l'eau potable:

Des filtres naturels (graviers, sable et charbon actif) permettent d'éliminer une partie des polluants des eaux captées pour la consommation humaine (eau potable). Ils éliminent une bonne partie des polluants malodorants et de mauvais goût. Ceci amènera une eau de qualité 2 à 1B. Pour être buvable, l'eau doit être désinfectée pour atteindre le critère 1A.

Deux procédés permettent cette désinfection (il restera un « goût », non toxique donc acceptable pour la qualité 1A) :

- la chloration : ce procédé est aussi utilisé pour le traitement de l'eau des piscines, principalement pour réduire la pollution apportée par les nageurs (en principe l'eau de piscine n'est pas buvable!). On utilise du chlore élémentaire (Cl_2) qui se transforme dans l'eau en hypochlorite, puissant oxydant. Le chlore élémentaire peut être remplacé par de la chloramine (H_2NCl) ou du dioxyde de chlore (ClO_2). Ces désinfectants, à dose forte, produisent trop de chlorites (ClO_2^- , puis chlorophénols et chloroalcanes) qui sont nuisibles pour la santé (irritations des voies respiratoires et de la peau). L'utilisation doit être contrôlée de façon stricte.

- ozonisation : Ce procédé a l'avantage de ne pas dénaturer le goût de l'eau et d'inactiver certains virus. Le contrôle d'efficacité de ce traitement est délicat. Il faut, pour être sûr du résultat, une quantité d'ozone importante. L'excédent devient un facteur de développement de bactéries dans les conduits qu'il faut éliminer par chloration. Cette combinaison des 2 procédés apporte un goût à l'eau potable.

Certains éléments comme les nitrates sont partiellement éliminés par les procédés ci-dessus ou par les procédés naturels. Ils sont principalement générés par les engrains de l'agriculture et les fumiers et purins de l'élevage. Des nitrates proviennent aussi des NOx des automobiles et unités de combustion (chaufferies, traitements des déchets...) dispersés dans l'atmosphère et ramenés au sol par les pluies. Les plantes absorbent une partie des nitrates comme nutriment, mais à une dose trop forte la partie non consommée va finir dans les nappes phréatiques. Les nitrates de l'eau captée devront être éliminés avant la désinfection pour obtenir l'eau potable. Ceci est obtenu dans un bassin de dénitrification à l'aide de bactéries anaérobies facultatives (vivant avec ou sans oxygène). La présence de nitrates dans l'eau courante peut entraîner des troubles graves en cas d'absorption, particulièrement chez les enfants. Les nitrates dans les réactions intestinales oxydent l'hémoglobine du sang et perturbent le transport de l'oxygène. Le sang, pauvre en oxygène prend une coloration bleue-violacée.

Les phosphates ne sont pas éliminés par l'épuration conventionnelle. Ceci se fait chimiquement par précipitation des phosphates avec du sulfate d'aluminium, des sels de fer ou de chaux. Par cette

méthode 90 % des phosphates sont éliminés, ramenant une eau proche du 1A.

Traitemen(t) et élimination des boues d'épuration:

Le problème principal est le retrait de l'eau de ces boues. Les parties solides de ces boues, en sortie de station d'épuration représente moins de 1 % de la masse. En 1992, en France, la masse sèche des boues d'épuration représentait 866 000t. Une partie de l'eau par pressage sur filtres (à bande) permet de ramener ce taux à plus de 5 %. Vu le volume restant, ceci ne permet pas un simple stockage par enfouissement, principalement à cause des risques de pollution des eaux souterraines.

Le traitements des boues dans des tours de putréfaction permet de réduire le volume des boues d'épuration. Actuellement 1,08l de boue par habitant et par an est réduit à 0,26l. Le résidu, appelé boue de putréfaction, est sans danger pour l'hygiène. Ce traitement de putréfaction se fait par digestion des boues par des organismes vivants. Les gaz dégagés (contenant du méthane) serviront de combustible.

Bien sûr, cette méthode n'élimine pas les éléments lourds stockés dans les organismes les ayant absorbés. Les matières finales solides, de volume plus faible seront séquestrées dans les centres d'enfouissement technique (CET). Ces centres répondent à des normes strictes quant à l'étanchéité, la collecte des déchets et l'utilisation des gaz formés.

Conclusions :

Si l'eau ne manque pas dans certaines régions, la dégradation de sa qualité par les pollutions la rend inutilisable pour de nombreux usages, sans retraitement. Le retraitement a un coup croissant lié à l'apparition de nouvelles formes de pollution des eaux (issue du développement de nouvelles activités par l'homme). De plus ce traitement n'est pas parfait et si des taux de pollution « acceptables » sont établis, ils ne portent que sur les impacts immédiats pour la santé et les taux sont indépendants les uns des autres. En réalité nos organismes peuvent cumuler ces matières toxiques en volume acceptable ponctuel, et en se cumulant sur le long terme dépasser les taux acceptables. Tous les produits toxiques peuvent être « tolérables » à faible dose et ne plus être supportables par une accumulation. Une eau de qualité moyenne pour un polluant, consommée régulièrement, peut devenir un facteur déterminant de notre santé à long terme.

En réduisant toutes les formes de pollution (liées à l'agriculture, aux transports, aux activités domestiques et notre gaspillage individuel) nous maintiendrons une bonne qualité de l'eau. Ne comptons pas trop sur des traitements pour lesquels le coût sera mis en balance avec les risques pour la santé...

Rédacteur : Francis Misse
francis.misse@cegetel.net

Vos remarques seront utiles à notre groupe pour améliorer notre transmission de l'information.
N'hésitez pas à me contacter par E-mail.