

L'eau, un nouvel « or bleu »



Goutte d'eau.

© José Manuel Suárez/Wikimedia Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0>).

La formation de l'eau dans notre galaxie daterait de plusieurs milliards d'années, selon la théorie du « nuage chaud » : après la formation du Soleil, le gaz résiduel, poussé par le vent solaire, refroidit et se condense pour former les planètes constituées au départ de H_2 , He, NH_3 , CH_4 et... d'eau. Sur la Terre, après de multiples bombardements et quelques millions d'années de refroidissement, les premiers océans se forment ; la vie apparaît et les « algues bleues » consomment le CO_2 . La température chute encore et les premiers continents apparaissent. Dans ce processus, l'eau jouerait un rôle majeur : vecteur de chaleur, gaz primordial de l'effet de serre, solvant impressionnant, et enfin constituant « essentiel » des cellules vivantes.

« *Que d'eau, que d'eau* » disait MacMahon ! Combien avons-nous d'eau sur Terre ? En gommant tous les reliefs, pour avoir une référence commune, la Terre afficherait 2 600 m, Vénus, 300 m, et Mars, 20 cm ! Sur Terre, les océans représentent 1 335 millions de km^3 (96,7 % du total) ; l'eau emprisonnée dans les glaces : 28 millions de km^3 (2,2 %) ; les eaux souterraines : 15 millions de km^3 (1,2 %)... et bien peu pour les eaux de surface et l'atmosphère : environ 400 000 km^3 . Par le jeu du cycle de l'eau, ces eaux passent d'un réservoir à l'autre et le niveau des mers reste pratiquement constant, sauf en période de glaciation ou de déglaciation.

Quelles ressources sont réellement disponibles et pour quels usages ? Il ne vous a pas échappé que pour les besoins de l'humanité, elles se limitent aux ressources en eau douce qui, finalement, en faisant eau de tout bois ne représentent que de l'ordre de 35 millions de km^3 , dont seuls 16 millions sont accessibles. Or, la demande ne cesse d'augmenter avec la croissance continue du nombre de Terriens et l'élévation de leur niveau de vie moyen. Des différences sont cependant saisissantes entre un Australien, qui consomme 5 500 m^3/an , et un Africain, dont la consommation tourne autour de 730 m^3/an ; encore faut-il ajouter que de fortes disparités d'usage apparaissent suivant les nations et les régions. De nombreux prophètes ont annoncé une crise humanitaire de l'eau, et même des guerres de l'eau, prévoyant son tarissement à l'horizon 2050. Bien qu'il soit toujours intéressant d'annoncer des catastrophes, il faut leur faire remarquer qu'il y a une grosse différence entre le pétrole, ressource non renouvelable, et l'eau, qui est réutilisable et nous revient *via* le cycle de l'eau. Il faut notamment faire la distinction entre prélèvement et consommation. La quantité prélevée est retirée de son milieu naturel (rivière, lac, nappe) et, une fois utilisée, retourne, pour partie, à son milieu naturel, avec un rapport eau consommée/eau prélevée qui peut varier considérablement. Pour faire tourner une turbine produisant de l'électricité, elle est immédiatement rejetée. L'eau domestique utilisée pour le lavage et l'assainissement

retourne au milieu naturel par les égouts et après traitement. Par contre, en agriculture, l'eau d'irrigation est en grande partie consommée, car elle est transpirée par la végétation et passe dans l'atmosphère par évaporation ; de même pour l'eau pluviale dont seule la fraction non consommée retourne par infiltration au milieu naturel.

Y a-t-il possibilité de pénurie ? Les experts de la FAO (« Food and Agriculture Organization », organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) évaluent les besoins en 2050 à 2 500 km^3/an , auxquels s'ajouteraient 10 500 km^3 pour l'agriculture et 360 km^3 d'évaporation dans les barrages, soit environ 13 400 km^3 , alors que le total des écoulements (fleuves, rivières, nappes) est de 36 800 km^3 et les ressources pluviales d'environ 73 000 km^3 . C'est évidemment l'eau agricole qui constitue la principale demande : elle représente en effet 96 % de l'eau consommée et 66 % de l'eau prélevée. De façon générale, on parle de pénurie lorsque la consommation dépasse 75 % des ressources et la situation est préoccupante quand elle atteint 60 %. On en est loin dans l'Europe des 27. En 2030, les prélèvements se situeraient à 12 % de la ressource et la consommation à 4,5 %, avec des chiffres évidemment contrastés : 32 % en Espagne, 8 % en France et 2 % en Scandinavie. Si situation préoccupante il y a, c'est pour les terres arides et certains pays du Maghreb, du Moyen-Orient et de l'Afrique subsaharienne. Avec le changement climatique et l'augmentation de la population de ces pays, il importe de trouver de nouvelles ressources ou de nouvelles économies. Pour assurer la survie alimentaire, on sait qu'il faut environ 1 000 litres d'eau pour produire 1 kg de blé, 400 L pour 1 kg d'orge, 100 L pour 1 kg de pommes de terre, mais bien davantage pour les protéines animales : 13 000 L pour 1 kg de bœuf ou 4 000 L pour 1 kg de volaille. C'est donc pour nourrir ces populations et bientôt pour nourrir 9 milliards d'individus qu'une forte augmentation de terres cultivées et d'élevages est nécessaire, avec des efforts à faire en termes de rendement et en limitant l'irrigation. S'il doit y avoir une crise mondiale, ce sera plus une crise des sols exploitables qu'une crise de l'eau.

Rappelons ici cependant que près de 800 millions d'humains n'ont pas accès

à l'eau potable et que près de 2,5 milliards manquent encore d'assainissement. L'ONU a adopté en l'an 2000 le programme « Objectifs du développement du millénaire », dont l'un d'eux est de réduire de moitié, en 2015, le pourcentage de la population n'ayant accès ni à l'approvisionnement en eau potable, ni aux services d'assainissement. Malgré l'aide des ONG et des pays développés, nombre de pays sont en retard sur cet objectif. Car les investissements et les services ont un coût que nous, pays occidentaux, pouvons nous permettre, mais pas toujours les pays en voie de développement, notamment les pays africains. En effet, les réseaux de distribution et leur entretien, les égouts, les stations d'épuration, l'énergie électrique nécessaire, les services de distribution et de traitement des eaux usées représentent des sommes non négligeables : le traitement en station coûte 0,20 € par m³, et l'élimination des nitrates, si elle est nécessaire, exige 0,30 € en plus. Cela se répercute sur la facture du consommateur, avec en France un prix moyen de 3 à 3,60 € par m³ suivant les régions et communes. Sans pénurie mais avec la complexification des normes, un début de rareté saisonnière, les prix ne vont pas baisser. Les grandes compagnies de distribution et de traitement se portent plutôt bien en bourse... Investissez dans « l'or bleu » !

Économies, pénuries, changement climatique... ont inspiré le recours à des sources alternatives du précieux liquide : récupération des eaux de pluie avec double circuit ménager dans la maison, remorquage d'iceberg depuis l'Antarctique jusqu'en Arabie saoudite, captation des nuages en altitude, transfert longue distance par bateaux citernes ou super aqueduc, et même provoquer artificiellement la pluie au Sahara... Ces solutions s'avèrent dispendieuses en énergie et en dollars. Plus réaliste et déjà bien utilisé : le dessalement de l'eau de mer, notamment dans les pays méditerranéens. La technique utilise deux procédés : le premier est thermique par distillation flash (MSF) ou distillation à effets multiples (MED) – ceux-ci sont assez gourmands en énergie (respectivement 15 et 7,5 kWh/m³) ; le second, plus économe avec une consommation énergétique de l'ordre de 4 à 5 kWh/m³, utilise l'osmose inverse avec des membranes poreuses semi-perméables qui retiennent le sel, séparant l'eau douce des eaux saumâtres résiduelles.

Nous avons en France plusieurs laboratoires publics de grande qualité sur le thème de l'eau : généralistes comme ceux de l'environnement et de l'agriculture à l'IRSTEA, ou des travaux publics à l'ENTPE, mais aussi en chimie comme le LGGE à Poitiers, le LRGP à

Nancy et à Paris, Marseille, Grenoble, Bordeaux ou Toulouse, sans oublier l'enseignement à l'ENGEES de Strasbourg. De plus, plusieurs entreprises françaises de distribution et de traitement de l'eau ont une dimension internationale, comme Veolia, la Lyonnaise des Eaux et Saur, pour ne citer que les plus importantes. Signalons enfin un point original : la chaire UNESCO « Science des membranes appliquée à l'environnement » (SIMEV), créée en 2004 à Montpellier à l'Institut européen des membranes IEM (ENSCM-CNRS-UM2). Elle a maintenant de multiples partenaires universitaires et privés (un en Roumanie, onze en Afrique, quatre en Amérique du Sud). Elle organise plusieurs écoles thématiques par an, sur les techniques membranaires appliquées à l'utilisation de l'eau, au dessalement et au traitement des effluents. Depuis Montpellier s'est développé un télé-enseignement de Master professionnel sur le « membrane engineering », et de nombreux doctorants et postdoctorants se forment à l'IEM dans ce cadre. Des pilotes de nanofiltration créés sur place, montés et installés dans diverses régions d'Afrique et d'Amérique du Sud, contribuent à donner l'accès à l'eau potable à des populations qui en étaient privées.

Jean-Claude Bernier,
le 9 décembre 2013

Oui, l'eau a même envahi notre vocabulaire !

La Rédaction espère vous avoir mis l'eau à la bouche en présentant le dossier central qui fait eau de toutes parts. Il est vrai que nous avons sué sang et eau pour que nos arguments soient limpides comme l'eau de source, car jamais nous ne naviguons en eau trouble, mais toujours en eau apaisée. Ceci dit, méfions-nous de l'eau qui dort, et même si nous n'avons pas inventé l'eau tiède, espérons que ce numéro ne vous semblera pas trop à l'eau de rose !



Gilberte Chambaud
professeur des universités
(Université de Marne-la-Vallée)
vice-présidente de la SCF

Je suis membre de
la Société Chimique de France,
et vous ?

Rejoignez le réseau des chimistes :
votre association !

www.societechimiquedefrance.fr

crédits photos : Renaud Hauray - © www.magdesign.info

Société Chimique de France