

L'eau, sa pollution, et son traitement

René Moletta

**« Moletta Méthanisation »
1504 Route des Bottières 73470 Novalaise (France)
e mail : rene.moletta@yahoo.fr**

nota bene : Toute mise en œuvre de ce qui est décrit dans les chapitres doivent être faite avec une personne compétente

Chapitre 2. L'eau et notre planète

1. L'eau au début de la formation de la terre

Nous avons vu que de part la formation de notre planète, une grande partie de l'eau se trouvait prisonnière dans la terre. L'activité volcanique va la faire remonter à la surface. L'eau issue de l'intérieur de la terre va donc continuer à enrichir l'atmosphère en vapeur d'eau.

L'effet de serre est responsable du réchauffement de la basse atmosphère et de la température qui y règne, ce qui permet une large gamme de températures et donc la présence d'eau sous ses trois états : solide, liquide et gazeux.

Le soleil envoie de la chaleur sur terre sous forme de rayonnement. Une partie est réfléchi par le sol sous forme de rayons infrarouges. Ces rayons sont en partie adsorbés par l'atmosphère qui était, au début de la formation de la terre, composée principalement d'ammoniac, de gaz carbonique et d'eau créant ainsi l'effet de serre. L'eau des volcans va donc augmenter l'effet de serre. La température monte au sol et dans la basse couche de l'atmosphère.

Avec le rejet de l'eau par les volcans, l'humidité relative atteint 100 % et l'atmosphère est saturée en vapeur d'eau. Des nuages d'eau et de glace se forment partout alimentés en continu par les volcans. C'est le déluge, les eaux du ciel retombent pour former les océans !

Bien que la température de l'époque soit au-dessus de 100 degrés C, l'atmosphère riche en gaz carbonique avait une pression supérieure à celle que nous connaissons aujourd'hui, ce qui permettait le maintien de l'eau sous forme liquide.

Comme nous l'avons vu précédemment une autre partie de l'eau sur terre provient des météorites qui ont martelé la terre au début de sa formation.

Les océans se forment et le cycle évaporation-précipitation (voir cycle de l'eau) va se charger en sels, et modifier le paysage à tel point qu'il effacera les traces d'impacts des météorites qui sont tombées sur terre il y a plusieurs milliards d'années (contrairement aux planètes sans eaux comme la lune par exemple)

2. L'eau et la vie

La vie est un don de l'eau, de l'eau liquide. Sans eau il n'y aurait pas de vie

Mais pourquoi cette importance de l'eau pour la vie ?

Nous avons vu au chapitre précédent que l'eau avait des propriétés physiques et chimiques exceptionnelles !

En quoi ont-elles joué sur la vie ?

Si on observe l'expression élémentaire de la vie on constate qu'elle s'exprime dans un milieu isolé de l'extérieur dont l'élément de base est la cellule. Des bactéries à l'éléphant, de l'éléphant au séquoia, et du séquoia à la baleine, de la baleine à la fourmi l'élément de base est une cellule dont le contenu est isolé de l'extérieur par une membrane à travers laquelle entreront les éléments qui serviront de source d'énergie, de nourriture, et à travers de laquelle aussi, sortiront les déchets.

La cellule contient de l'eau dans laquelle baigne des structures biochimiques indispensables à son fonctionnement. On y trouve par exemple, les gènes, qui regroupent toute l'information dont a besoin la cellule, les enzymes, qui sont les éléments de base réalisant la transformation de la nourriture en déchet (en générant de l'énergie au passage), des molécules qui stockent l'énergie comme l'ATP, et bien d'autres encore ! Ces gènes, qui détiennent l'information, permettent beaucoup de chose encore, tel que le maintien de la structure de la cellule et de l'organisme entier dans le cas de structure vivantes plus complexes.

Cette vie ne s'exprime que dans des conditions physico-chimiques bien étroites (température, de pH, de pression osmotiques...). Ce milieu doit donc rester dans des conditions physico-chimiques acceptables.

Il y a deux types de source d'énergie utilisée par ces cellules : l'énergie de la lumière (bactéries photosynthétiques, plantes..) et l'énergie qui vient de structures chimiques, qu'elles soit minérales (comme l'hydrogène, l'hydrogène sulfuré...) ou organiques (comme les sucres, les lipides, les protéines...). Ces réactions de transformation de nourriture en déchets, se font en continu (et en milieu aqueux). Leurs transports sont possible uniquement dans l'eau, qui grâce à ses propriétés, peut apporter à la cellule et diffuser à l'intérieur, une immense variété de molécules aux compositions et aux caractéristiques très différentes.

La capacité à l'eau de dissoudre des gaz comme l'oxygène, à permis le développement des poissons qui sont capables, grâce à leurs branchies, de le récupérer pour l'utiliser.

Cette capacité de pouvoir dissoudre et transporter de la matière est une des fonctions les plus importantes de l'eau. Elle va permettre la Vie.

Mais l'eau présente d'autres atouts encore !

Le fait que la glace ait une densité plus légère que l'eau liquide fait qu'elle flotte en surface dans les lacs laissant l'eau liquide au fond, disponible pour que la vie continue.

L'inertie thermique de l'eau empêche les variations brusques de température ce qui est important pour les organismes sans régulation thermique comme les poissons, les microorganismes. Sa capacité thermique permet les échanges de chaleur entre divers endroits. Le Gulf-stream qui arrive sur les côtes occidentales de l'Europe permet de réchauffer les zones côtières apportant un climat moins rigoureux en hiver que celui que l'on peut observer par exemple à la même latitude sur les côtes Ouest de l'Amérique du Nord. (Pour certains climatologue, un réchauffement de la planète entraînerait une modification de ce courant avec de graves conséquences sur la climatologie de cette partie de l'Europe !

La quête de nourriture à même conduits les micro-organismes à construire des flagelles (qui sont leur moteur pour se déplacer dans l'eau) et aller voir ailleurs des conditions plus intéressantes si besoin était.

L'évaporation de l'eau consomme de l'énergie. Cette propriété est utilisée notamment pour refroidir des sites (climatisation) et pour réguler la température de notre corps grâce à la transpiration qui est suivie de l'évaporation. Ceci permet à l'homme de mieux résister à des températures élevées.

Sa tension superficielle est la plus élevée des liquides. Cette propriété est très importante car elle permet, à tout ce qui peut se trouver dans l'eau, l'accès (par des bactéries par exemple) à des sites qui seraient inaccessibles autrement. Ceci augmente la capacité d'accès à la nourriture des micro-organismes par exemple, mais aussi l'accès à des enzymes qui iront hydrolyser des macromolécules pour une utilisation postérieure.

3. Le cycle de l'eau actuellement

On évalue la quantité totale d'eau sur terre à 1,4 milliards de km³.

Grâce à l'énergie qui nous vient du soleil et à l'effet de serre généré par les gaz présents naturellement dans notre atmosphère, l'eau des mers, des océans, des plantes est évaporée puis se condense dans des zones plus froides pour donner de la pluie. Elle retourne à la plante, ruisselle, passe dans le sol et finit à la mer et aux océans par les cours d'eau. C'est le **cycle de l'eau**.

Ce cycle se caractérise par des réservoirs de capacité et de disponibilité inégale qui « hébergent » l'eau un certain temps, et des flux qui définissent les échanges entre les réservoirs. Avec les vents, ce cycle a modelé notre paysage.

Sur notre planète, l'eau se trouve dans plusieurs « réservoirs ». La taille de chaque réservoir est reportée ci dessous.

Océans	1 370 000
Eaux souterraines	12 000
Glaciers	30 000
Eaux de surface	130
Atmosphère	13
Biosphère	0,7
<i>en milliers de km³</i>	

La plus grande quantité d'eau douce liquide, est emmagasinée dans le sous-sol. Les nappes souterraines (appelées aquifères) sont dues principalement à l'infiltration de l'eau de la pluie et des cours d'eau. Elles sont contenues dans les roches poreuses perméables, (sable, craie, calcaire) ou dans des roches fissurées (granite, gneiss...). Elles sont accessibles par des puits lorsque l'eau est proche de la surface ou par des forages lorsqu'elle se trouve en grande profondeur.

L'eau va passer d'un réservoir à un autre et former le « **cycle de l'eau** ». Il est représenté sur la figure 1 ci-dessous.

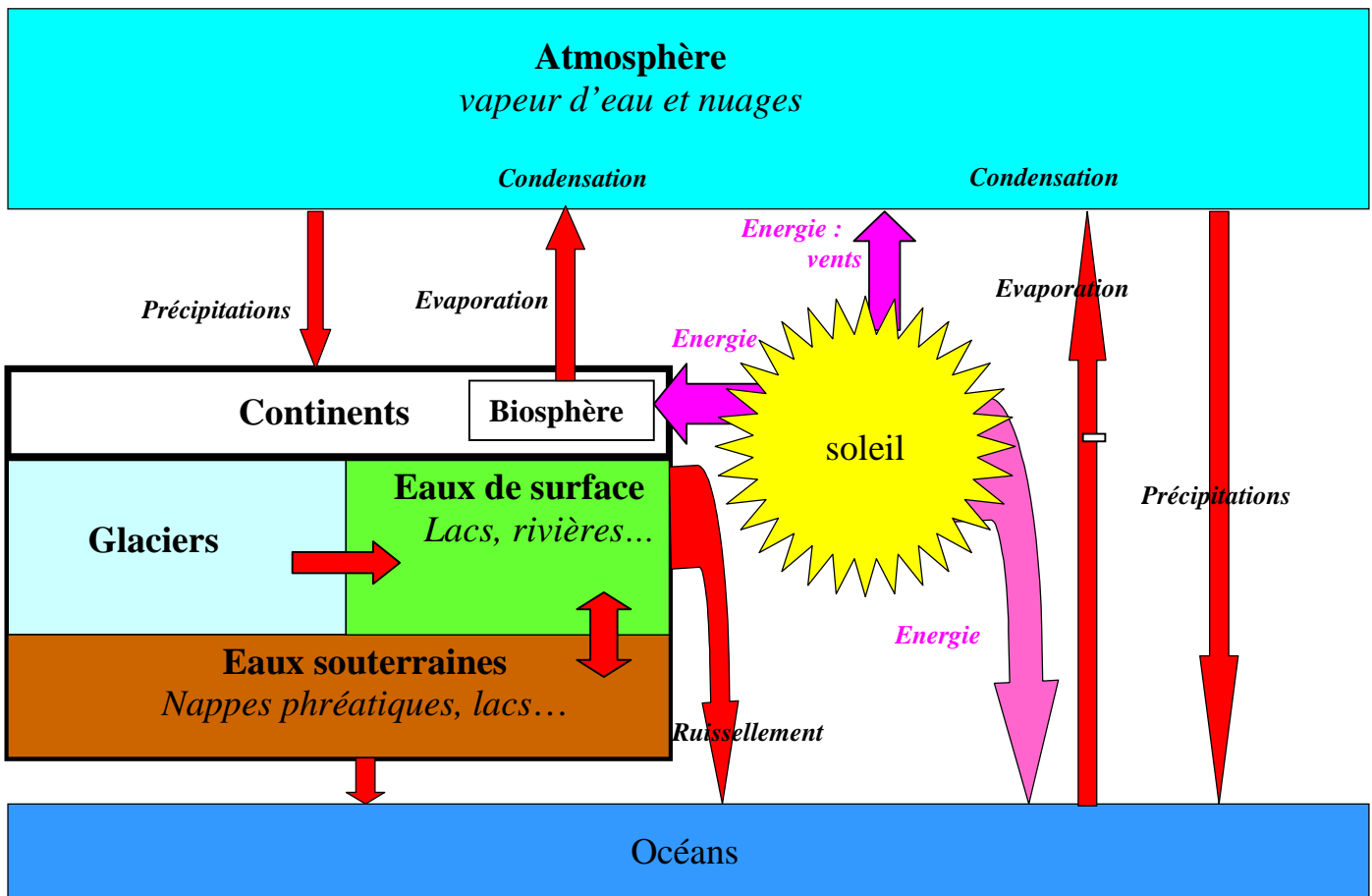


Figure 1 : les circuits du cycle de l'eau

L'énergie apportée par le soleil, génère l'évaporation au niveau des mers, des océans mais aussi des continents via l'évapo-transpiration des forêts. La vapeur d'eau formée se condense en fines gouttelettes pour former les nuages. Ces nuages sont transportés par le vent et sous l'effet des basses températures de l'atmosphère, les gouttelettes se condensent pour donner des précipitations qui vont tomber sur les océans et sur les continents. Ces eaux vont aller dans le sol ou prendre la direction des mers et océans via les cours d'eau. Une partie est évaporée à partir du sol et évapo-transpirée par les plantes. Elle rejoint ainsi le réservoir atmosphérique.

Dans des zones de très faible pluviométrie, on a souvent une très grande disproportion entre les prélèvements par l'homme et les disponibilités qui sont générées chaque année par les précipitations. Ceci conduit à prélever plus que ce qui est renouvelable, et conduit à puiser dans des nappes fossiles de plusieurs centaines de milliers ou millions d'années. On a donc un appauvrissement de ces zones en eau.

4. Les flux d'eau entre les réservoirs

Les débits d'entrées et de sorties de l'eau caractérisent son temps de séjour dans les réservoirs (Figure 2). L'eau peut y rester entre quelques heures à plusieurs milliers d'années en fonction de la nature du réservoir.

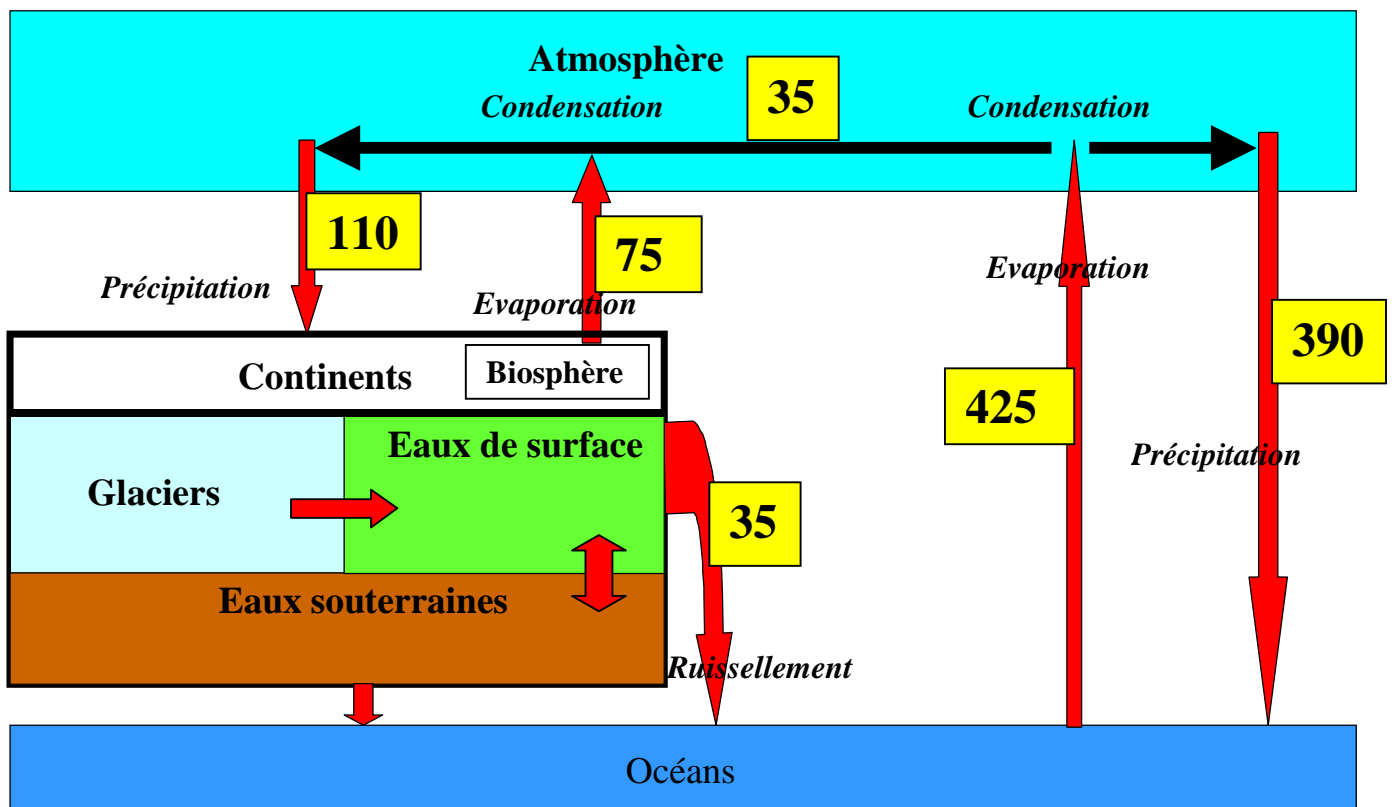


Figure 2 : **Cycle de l'eau** : Transfert d'eau annuel sur la planète « Terre » entre les différents réservoirs (en milliers de km^3 par an)

Les flux d'eau annuels entre les réservoirs sont reportés ci dessous.

Evaporation des océans	425
Transfert d'eau de l'océan vers les continents	35
Précipitations sur les océans	390
Evapo-transpiration de la biosphère	75
Précipitations sur les continents	110
Ruissellement vers les océans	35
<i>en milliers de km^3 par an</i>	

L'évaporation annuelle représente $500\,000\ \text{km}^3$ et les précipitations sur les continents sont de $110\,000\ \text{km}^3$ avec une répartition inégale dans le temps et dans l'espace.

On estime que le temps de renouvellement des réservoirs est de :

- 1600 à 9700 ans pour les glaciers
- 1400 ans pour les eaux souterraines
- 2500 ans pour les océans
- 17 ans pour les lacs

- 1 ans pour l'humidité du sol
- 16 jours pour les cours d'eau
- 8 jours pour l'atmosphère

5. Utilisation de l'eau par l'homme

La quantité d'eau utilisable pour l'homme est très petite

Les océans et les mers recouvrent actuellement 360 millions de km² soit 71 % de la surface du globe et ils ont une profondeur moyenne de 3 700 m. La proportion d'eau salée en représente 97 %. Leur concentration est en moyenne de 30 g/l. Cette eau n'est pas facilement utilisable par l'homme.

Les 3 % restant représentent 8 millions de km³ dont les ¾ sont sous forme de glace, donc inexploitable par l'homme. L'eau qui reste est en grande partie enfouie dans le sol et la ressource en eau utilisable par l'homme est de moins 0,1 % des ressources de la planète.

Cette répartition de l'eau dans les réservoirs dépend du climat de notre planète.

Si toute la glace terrestre fondait, le niveau des mers s'élèverait en moyenne de 70 m. Pendant son évolution, la terre a connu différents climats plus ou moins chauds. Ces fluctuations seraient liées notamment aux fluctuations des tâches solaires. Il y a 18 000 ans, pendant la période de glaciation, la glace recouvrait 33 % des terres immergées contre 11% aujourd'hui. Compte tenu de ces phénomènes, nous devrions être aujourd'hui dans une période de refroidissement, refroidissement qui est perturbé par l'augmentation de l'effet de serre sur notre planète.

6. L'eau des océans

Les océans actuels existent depuis 2 milliards d'années au moins et n'ont guère changé de volume depuis ce temps là.

Ils représentent le principal réservoir d'eau de la planète. Cette eau joue un rôle fondamental sur les climats.

Les océans les mers sont le site de nombreux courants d'eau froide ou chaude, salée ou non...Le gulf stream traverse l'océan atlantique en une dizaine d'années. Sa dérive Nord atlantique baigne d'eau chaude l'Irlande, la Bretagne où le climat est doux et humide, alors qu'à la même latitude sur le rivage Ouest de l'atlantique, le Labrador et le Québec jouissent de la neige une bonne partie de l'année.

L'Atlantique Nord, génère une eau froide et salée, dense qui va migrer jusqu'au Sud de l'Afrique, pour remonter pour partie vers le Sud de l'Inde et l'autre partie vers l'Alaska et l'Est de la Russie.

Les pêcheurs du Pérou et de l'Equateur connaissent bien le phénomène nommé « El Nino ». Dans la période de Noël (lors de la naissance de « El Nino » *Jésus*), les alizés faiblissent, des eaux tièdes remplacent les eaux froides de la côte du Pacifique et le poisson se fait rare. Par contre, la pluie s'abat sur le continent américain ce qui favorise l'agriculture quand elle ne génère pas des inondations !

Bibliographie

- « *Les défis de l'eau* » document édité lors de la fête de la science à Montpellier, octobre 1998.
- « *Sciences de la terre et de l'Univers* » André Brahic, Michel Hoffert, André Schaaf, Marc Tardy, Sous la direction de Jean Yves Daniel, seconde édition septembre 2000, Vuibert Paris, ISBN 2-7117-5280-1
- « *Les eaux du ciel* », Robert Kandel, hachette littérature 1998.