

Chapitre 22

Chimie et environnement

Tous les êtres vivants de la Terre dépendent des conditions dans lesquelles ils sont placés.

L'étude des relations entre les organismes vivants et leur environnement constitue la branche de la biologie appelée "écologie".

L'objet de ce chapitre est de décrire les principaux processus chimiques qui régissent les équilibres biologiques et de relater les diverses pollutions qui peuvent les modifier.

L'accent est tout particulièrement mis sur les dangers, pour l'environnement, de certaines activités humaines.

Relations entre les êtres vivants et leur environnement

La couche de notre planète où la vie s'est développée s'appelle la biosphère.

Cette biosphère est très mince (quelques kilomètres). Elle comprend la couche inférieure de l'atmosphère, les eaux et les premiers mètres de profondeur du sol.

Ce système biologique global qu'est la biosphère est en général divisé en systèmes plus petits, telle une mare, une forêt ou une rivière. On parle d'écosystème lorsqu'on prend en compte tous les éléments vivants ou non vivants d'un milieu interagissant entre eux.

Ces interactions existent:

- entre les espèces vivantes elles-mêmes (chaîne alimentaire, compétition,...),
- entre les espèces vivantes et l'environnement physique (photosynthèse, échange d'énergie, respiration,...).
- au sein de l'environnement physique (cycle de l'eau, orages, vents, tremblements de terre,...).

Dans un écosystème équilibré, la matière change de structure selon des cycles physico-chimiques et biologiques.

Les êtres vivants se constituent à partir de matière prélevée dans leur environnement; à leur mort, cette matière est recyclée.

Le cycle de l'eau:

La consommation mondiale d'eau des 6 milliards d'habitants de la Terre a décuplé au cours des cent dernières années.

Cependant, la répartition géographique de l'eau potable n'est pas homogène: moins de 20% de la population mondiale disposent de quantités d'eau potable considérables, alors que 20% à 40% d'habitants en manquent cruellement.

Les nombreuses maladies liées aux eaux impropres à la consommation, ainsi que les famines causées par le manque d'eau provoquent chaque jour la mort d'environ 25'000 personnes, dont la moitié sont des enfants.

L'eau que nous buvons a déjà été bue par nos ancêtres; nos descendants boiront la même !

Les plantes absorbent l'eau par leurs racines, la stockent dans leur organisme et en transpirent une grande quantité par leurs feuilles. Les animaux absorbent l'eau par leur alimentation, en stockent une partie dans leur organisme et en transpirent et excrètent une grande quantité.

Cependant, la contribution des êtres vivants à la circulation de l'eau dans la biosphère est très faible.

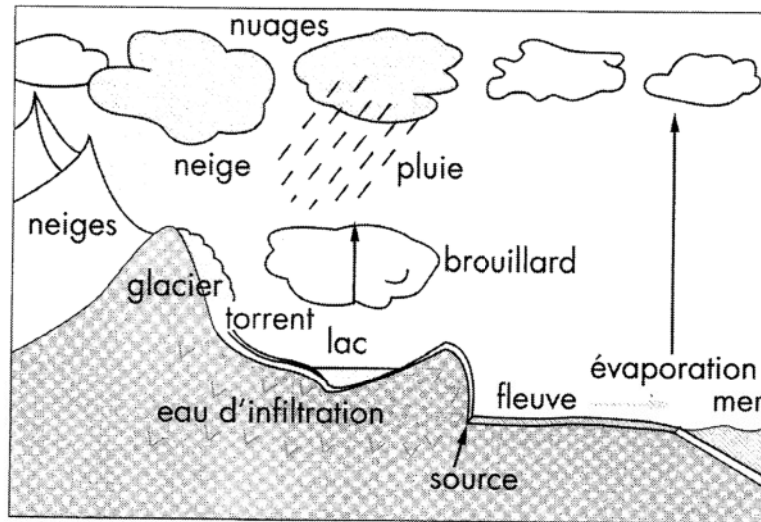
En effet, le moteur principal des mouvements de l'eau est l'énergie solaire.

L'énergie solaire qui atteint la surface de la Terre permettrait d'assécher par évaporation les océans en 40 ans. Cependant, l'eau retourne dans les mers sous la forme de précipitations (pluie, neige).

La majeure partie de ces précipitations ruisselle (torrent, rivière, fleuve) pour se retrouver finalement dans un étang, un lac, une mer ou un océan.

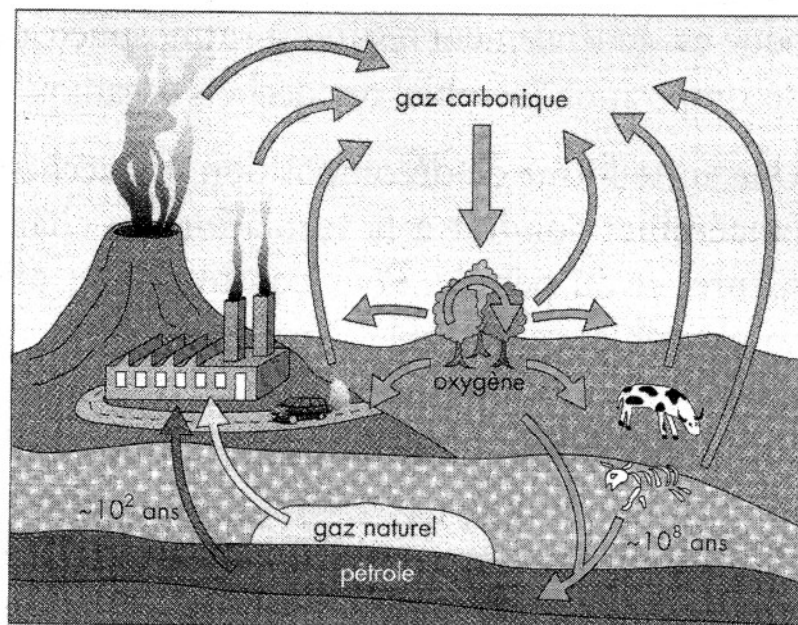
Une autre partie des eaux s'infiltrate dans le sol jusqu'aux nappes phréatiques (poches d'eau souterraines).

Une grande partie de l'eau des nappes phréatiques est absorbée par les plantes ou resurgit directement à la surface sous forme de sources... ou de forages.



Les différentes étapes du cycle de l'eau

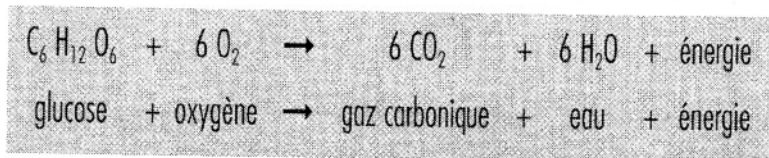
Le cycle "carbone - oxygène":



Le processus du cycle "carbone - oxygène" relève de deux phénomènes vitaux: la respiration et la photosynthèse.

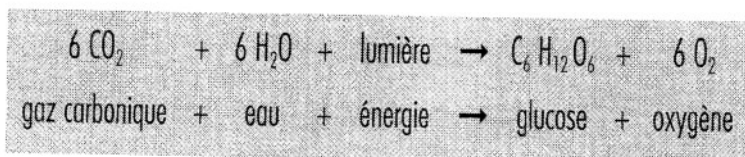
Durant la respiration (aussi bien pour les plantes que pour les animaux), les aliments réagissent avec l'oxygène pour former du gaz carbonique et de l'eau. Ce phénomène libère l'énergie nécessaire au fonctionnement des êtres vivants.

Pour le glucose, la réaction chimique de respiration s'écrit:



Les plantes et les animaux auraient rapidement épuisé les réserves d'oxygène et d'aliments de notre planète si aucun processus ne permettait d'en produire. Ce processus est la photosynthèse.

Au cours de la photosynthèse, les plantes vertes prélèvent de l'eau par les racines et du gaz carbonique par les feuilles. La plante transforme ces substances pour former des aliments (par exemple du glucose) et de l'oxygène. L'énergie nécessaire à la photosynthèse est apportée par la lumière (rayonnement solaire). La réaction s'écrit:



Cette réaction est l'inverse de la respiration.

Les organismes vivants prélèvent l'oxygène et le gaz carbonique directement dans leur environnement (dans l'atmosphère ou dissous dans l'eau).

L'atmosphère est constitué d'environ 21% d'oxygène et 0,03% de gaz carbonique. Cette répartition reste constante au cours du temps. Les êtres vivants sont le facteur d'équilibre qui conserve cette proportion dans la biosphère.

Les organismes vivants sont constitués essentiellement d'eau et de composés à base de carbone. Après leur mort, le carbone est généralement restitué à l'atmosphère au cours de la décomposition des déchets organiques.

Une autre forme de décomposition des déchets organiques conduit à la formation du charbon, du gaz naturel et du pétrole.

Pour constituer des réserves de ces combustibles comparables à celles actuellement connues, il faudrait des centaines de millions d'années.

Depuis la révolution industrielle, l'Homme utilise ces réserves à un rythme tel qu'elles seront épuisées en quelques centaines d'années.

Pour cette raison, on considère ces sources d'énergie comme non renouvelables.

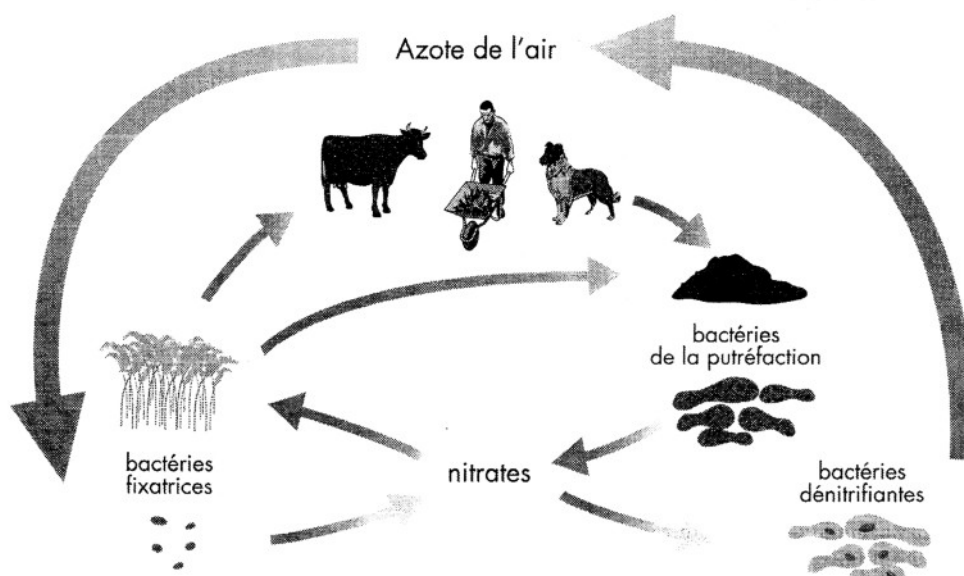
La combustion par l'Homme des produits à base de carbone génère une surproduction de gaz carbonique.

Ce gaz (entre autres) a la particularité de favoriser le réchauffement global de l'atmosphère.

Ce phénomène va modifier la biosphère.

Les scientifiques essaient d'élaborer des modèles permettant de prévoir les conséquences de ce réchauffement. Même s'il est impossible d'affirmer quoi que ce soit dans ce domaine, les simulations actuelles décrivent des changements climatiques fort différents d'un endroit à l'autre de la planète. Par exemple, certaines régions verraient une augmentation des précipitations, d'autres connaîtraient la sécheresse et certaines se retrouveraient sous le niveau de la mer.

Le cycle de l'azote:



L'atmosphère est constituée d'environ 78% d'azote, gaz qui n'est pas directement assimilable par les êtres vivants.

Des bactéries se trouvant dans le sol synthétisent des nitrates¹ (généralement de sodium ou de potassium) à partir de l'azote de l'air. Par leurs racines, les plantes absorbent ces nitrates, du soufre et du phosphore pour fabriquer les protéines nécessaires à leur vie.

Lorsqu'un animal mange un végétal, il digère ces protéines, les fragmente en acides aminés et les recombine pour former ses propres protéines.

Il en va de même pour l'Homme lorsqu'il mange un steak-frites-salade.

Lors de l'excrétion ou au moment de la mort des organismes vivants, les produits azotés retournent dans le sol.

Les bactéries de la putréfaction détruisent les protéines. L'ammoniac² ainsi libéré est transformé en nitrates par d'autres bactéries.

Cependant, il existe aussi dans le sol des bactéries capables de décomposer les produits azotés (cette décomposition est appelée dénitrification). Elles libèrent de l'azote gazeux (N_2) dans l'atmosphère.

¹ Nitrate: dérivé de l'acide nitrique, l'acide nitrique étant un composé oxygéné dérivé de l'azote (HNO_3) et qui est un acide fort et oxydant.

² Ammoniac: composé gazeux d'azote et d'hydrogène (NH_3), à l'odeur très piquante; il est aussi appelé gaz ammoniac; c'est l'une des molécules primordiales de l'Univers.