

TD 6 : Cycles biogéochimiques

On peut distinguer trois types majeurs de cycles biogéochimiques : Cycle de l'eau, cycle des éléments à phase gazeuse prédominante et cycle des éléments à phase sédimentaire prédominante.

1. Cycle de l'eau (Fig.1) (Voir cours)

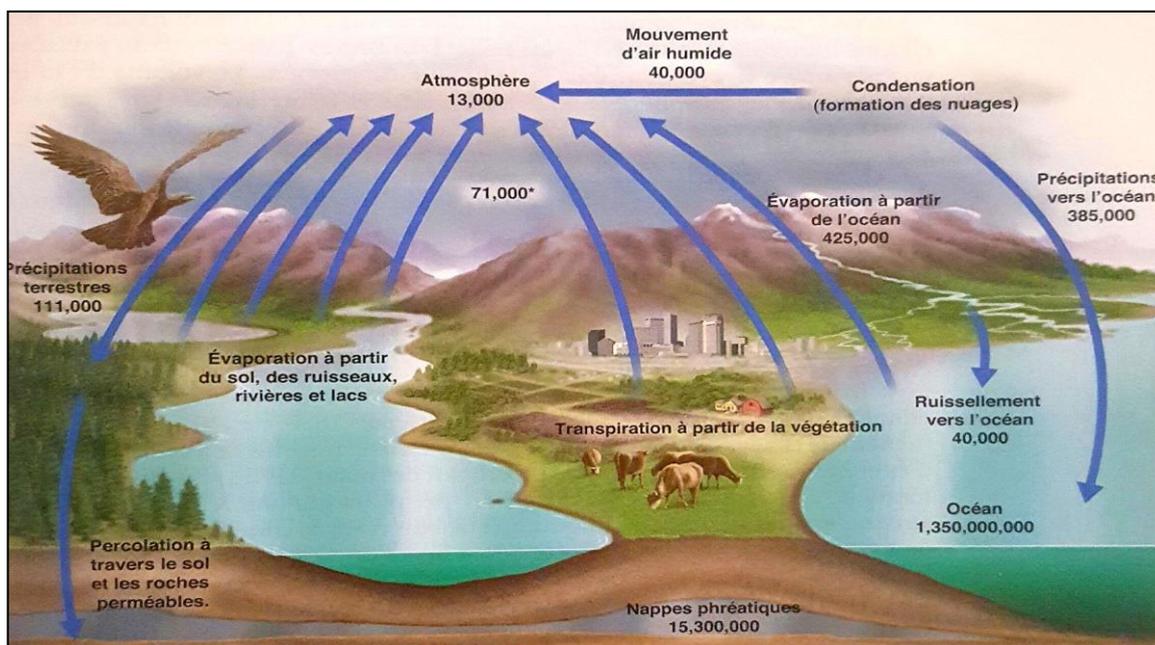


Figure 1: Cycle de l'eau (Berg et al., 2009).

2. Cycles biogéochimiques à phase gazeuse

2.1. Cycle du carbone (Fig.2) (Voir cours)

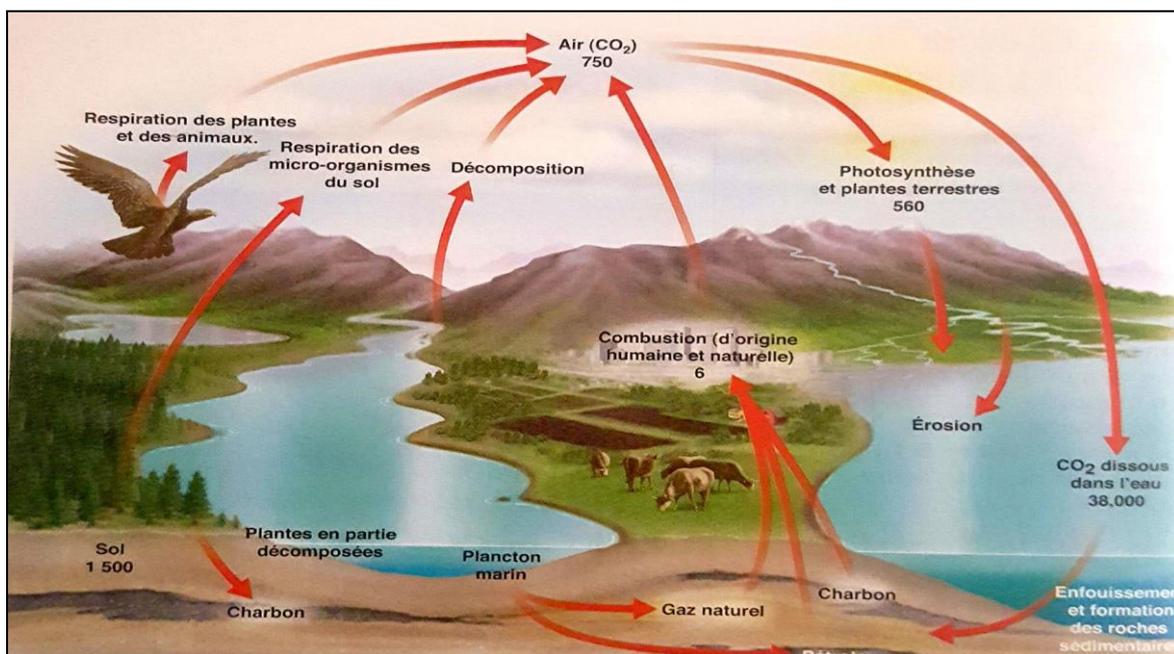


Figure 2 : Cycle du carbone (Berg et al., 2009).

2.2.Cycle de l'azote

L'azote minéral est présent à profusion sur notre planète puisque sa forme gazeuse (N_2) (Azote atmosphérique) représente la plus grande partie de l'air que nous respirons (78 % du volume). En revanche, les ions nitrates (NO_3^-) constituent la seule forme d'azote minéral assimilable par les plantes avec les ions ammonium. Cet élément se retrouve entre autres dans les acides aminés constituant les protéines et dans les bases azotées de l'ADN.

La plupart des êtres vivants ne peuvent utiliser la molécule (N_2). De ce fait, ils ont besoin de ce qu'on nomme **l'azote fixé** dans lequel les atomes d'azote sont liés à d'autres types d'atomes comme par exemple à l'hydrogène dans l'ammoniac (NH_3) ou à l'oxygène dans les ions nitrates (NO_3^-). Des processus sont nécessaires pour transformer l'azote atmosphérique (N_2) en une forme assimilable par les organismes : **La fixation de l'azote diatomique (N_2), la nitrification et la dénitrification.**

- **La fixation** : Correspond à la conversion de l'azote atmosphérique en azote utilisable par les plantes et les animaux. Elle se fait par certaines bactéries qui vivent dans les sols ou dans l'eau et qui réussissent à assimiler l'azote diatomique (N_2). Il s'agit en particulier des cyanobactéries et de certaines bactéries vivant en symbiose avec des plantes (**Ex. :** Légumineuses), qui ont la faculté de produire de l'ammoniac (NH_3) à partir de l'azote et de l'hydrogène atmosphérique grâce à une enzyme : **La Nitrogénase**. L'ammoniac peut aussi provenir de la décomposition d'organismes morts (Action des bactéries saprophytes) sous forme d'ions ammonium (NH_4^+). Dans les sols où le pH est élevé, l'ammonium se transforme en ammoniac gazeux.
- **La nitrification** : Transforme les produits de la fixation (NH_4^+ , les ions nitrates NH_3) en (NO_x) (Soient NO_2^- et NO_3^-), des nitrites et nitrates. Les végétaux absorbent grâce à leurs racines les (NO_3^-) et, dans une moindre mesure, l'ammoniac présent dans le sol, et les incorporent dans les acides aminés et les protéines. Les végétaux constituent ainsi la source primaire d'azote assimilable par les animaux.
- **La dénitrification** : Grâce aux bactéries dites **dénitrifiantes** (Transformant la matière organique), l'azote retourne à l'atmosphère sous sa forme moléculaire (N_2), avec comme produit secondaire du CO_2 et de l'oxyde d'azote (N_2O) (Gaz à effet de serre). L'activité humaine contribue à l'augmentation de la dénitrification, entre autres, par l'utilisation des engrais qui ajoutent aux sols des composés ammoniacaux (NH_4^+ , NH_3) et des nitrates (NO_3^-). L'utilisation des combustibles fossiles dans les moteurs ou les centrales thermiques transforme l'azote en oxyde d'azote (NO_2^-) (**Fig.3**).

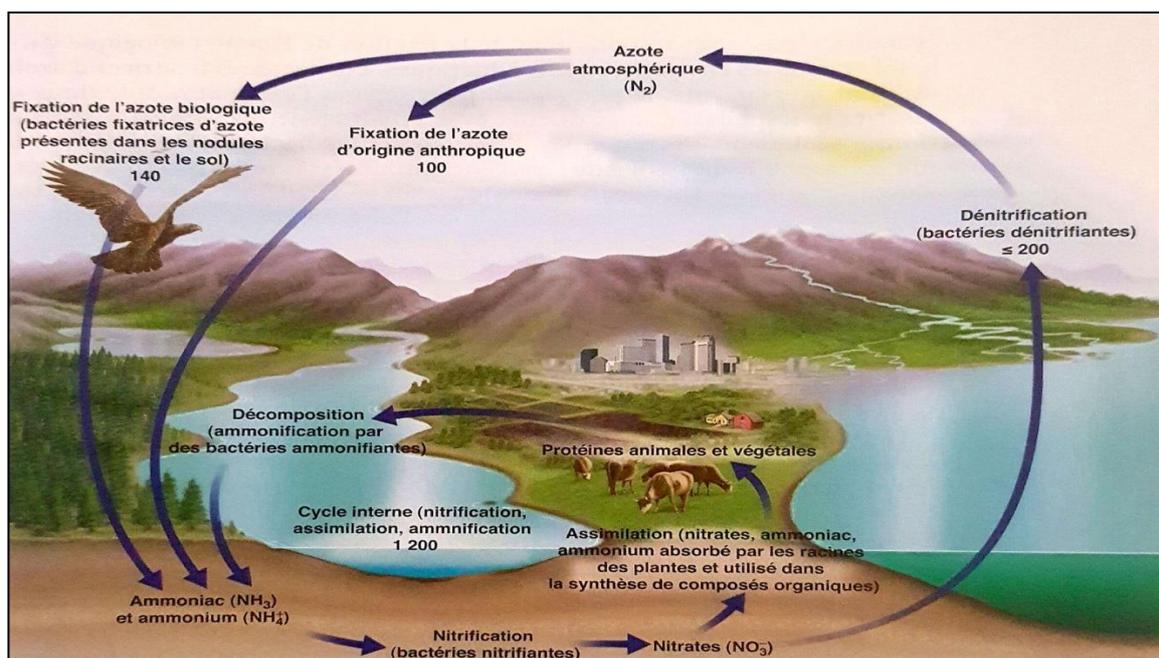


Figure 3 : Cycle de l'azote (Berg et al., 2009).

3. Cycles biogéochimiques à phase sédimentaire

- Cycle du phosphore

En dépit de la rareté du phosphore minéral dans la biosphère, cet élément reste important pour la matière vivante (Constituant de l'ADN, de l'ARN et de l'ATP). Il possède un cycle qui passe par deux phases: L'une qui se déroule dans les écosystèmes terrestres, l'autre dans les écosystèmes aquatiques. Son réservoir principal est constitué par diverses roches qui cèdent peu à peu leurs phosphates aux écosystèmes.

Dans le milieu terrestre, la concentration en phosphore assimilable est souvent faible et joue le rôle de facteur limitant. Ce phosphore est mis en circulation par lessivage (Erosion) et dissolution et introduit ainsi dans les écosystèmes terrestres où il est absorbé par les végétaux. Ceux-ci l'incorporent dans diverses substances organiques et le font ainsi passer dans les réseaux trophiques. Les phosphates organiques sont restitués au sol avec les cadavres, déchets et excréta produits par les êtres vivants, attaqués par les microorganismes et retransformés en orthophosphates minéraux, à nouveau disponibles pour les plantes vertes et autres autotrophes.

Le phosphore introduit dans les écosystèmes aquatiques par les eaux de ruissellement, rejoint les océans, permettant ainsi le développement du phytoplancton et des animaux des divers maillons de la chaîne trophique. Un retour partiel des phosphates des océans vers les terres émergées s'effectue grâce à la pratique de la pêche ou par les excréments des oiseaux marins piscivores. Cependant, dans les océans, le cycle du phosphore se fait avec des pertes, puisqu'une partie importante des phosphates entraînée en mer se retrouve immobilisée dans les sédiments profonds (Fragments de cadavres de poissons non consommés par les détritivores et les décomposeurs). Lorsqu'il n'existe pas de courants ascendants permettant la remontée des eaux en surface, la pénurie de phosphore devient un facteur limitant. Le cycle du phosphore est donc incomplet et ouvert. Du fait de sa rareté et en raison de ces pertes pour le cycle, le phosphore constitue donc le principal facteur limitant qui contrôle la majeure partie de la production primaire (**Fig.4**).

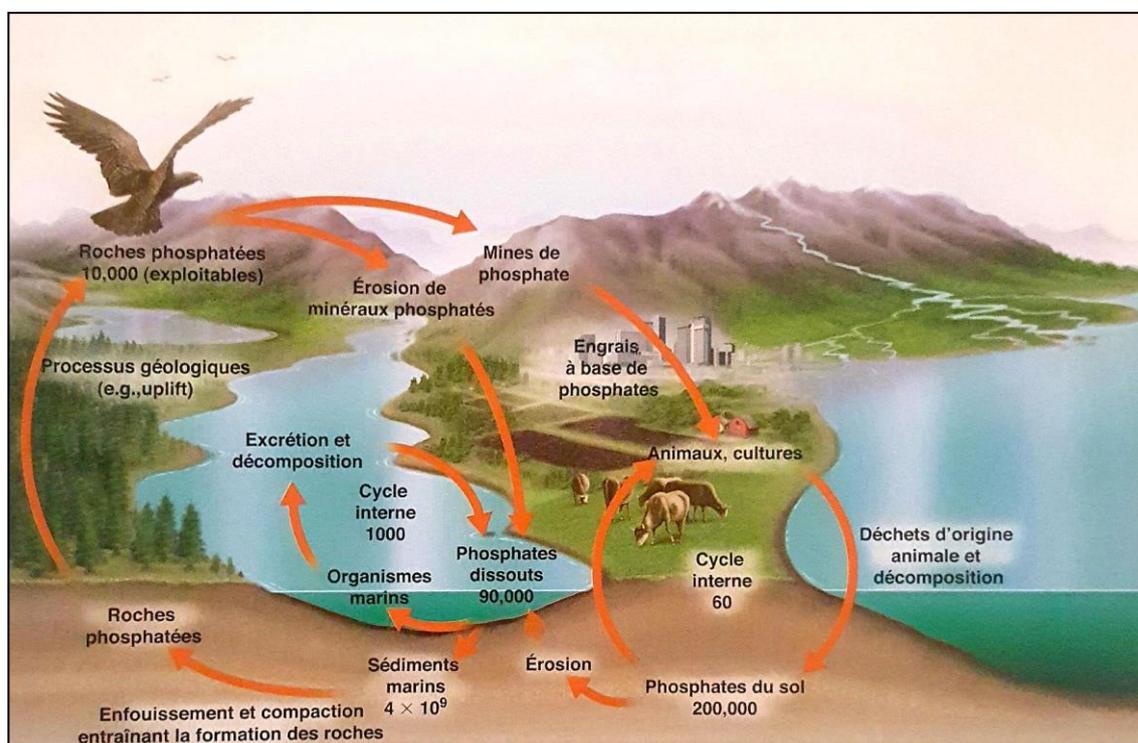


Figure 4 : Cycle du phosphore (Berg et al., 2009).