

3 L'importance du cycle du carbone pour la Terre et l'action du vivant sur ce cycle

Ce paragraphe repose largement sur le document distribué (**Figure 3**) montrant les différents réservoirs de carbone et leurs échanges

3.1. Les réservoirs

Atmosphère.

$720 \cdot 10^{15}$ g de carbone = $6 \cdot 10^{16}$ moles de carbone

Forme chimique essentielle : le gaz CO_2 . 2640 $\cdot 10^{15}$ g ; 2640 Gigatonnes de CO_2 .

Océan.

$36000 \cdot 10^{15}$ g de carbone = $3 \cdot 10^{18}$ moles de carbone

Forme chimique essentielle : l'ion en solution hydrogénocarbonate (bicarbonate) HCO_3^- .

Carbonates.

$50000 \cdot 10^{18}$ g de carbone = $4 \cdot 10^{21}$ moles de carbone

Forme chimique essentielle : le minéral solide CaCO_3 .

Notions de calcite, d'aragonite, de dolomite, de sédiment, de calcaire ou roche calcaire.

Biomasse.

$500\text{-}800 \cdot 10^{15}$ g de carbone = $4\text{-}7 \cdot 10^{16}$ moles de carbone

Forme chimique essentielle : polysaccharides, protéines, lipides. Formule pas évidente à déterminer. On peut proposer une formule moyenne et approximative : $\text{C}_{100}\text{H}_{200}\text{O}_{100}\text{N}_{15}\text{P}$

On symbolise souvent cette composition par CH_2O

Incertitude sur la masse de la biomasse.

Par exemple, biosphère profonde dans la croûte. Vous aurez un TD là-dessus.

Matière organique des Sols

$1500 \cdot 10^{15}$ g de carbone = $14 \cdot 10^{16}$ moles de carbone

Forme chimique essentielle : Matière organique pas très différente de la biomasse

On symbolise souvent cette composition par CH_2O .

Kérogènes : carbone réduit dans les roches (charbon, pétrole etc.. mais aussi matière organique diffuse)

$13000 \cdot 10^{18}$ g de carbone = 10^{21} moles de carbone

Forme chimique essentielle : Matière organique $\text{C}_{100}\text{H}_{200}\text{O}_1$ (exemple de pétrole), $\text{C}_{100}\text{H}_{50}\text{O}_4\text{N}_2$ (exemple de charbon). On la symbolisera par CH.

Notions de carbone oxydé (atmosphère, océan, carbonates) et de carbone réduit (biomasse, matière organique des sols, kérogènes).

3.2. Processus et flux dans le cycle du carbone

On positionne les numéros sur les flèches de la **Figure 3**.

1. De l'atmosphère vers la biomasse (continentale et océanique) Production primaire : photosynthèse.

$100 \cdot 10^{15}$ g de carbone/an = 10^{16} moles de carbone/an
 $440 \cdot 10^{15}$ g de CO₂/an ; 440 Gigatonnes de CO₂/an

2. *De la biomasse vers l'atmosphère.* Respiration + combustion

C'est bien un cycle.

À quelques pourcents près, égal à la production primaire.

Cycle court : temps de résidence : quelques années.

Entièrement contrôlé par la biologie. C'est le propre de la biologie d'être capable de fermer ce cycle rapidement.

Qu'est ce qui fixe les valeurs de ces flux : les nutriments limitants N, P, Fe. Donc la géologie et l'activité humaine.

Que peut on en dire dans le passé de la Terre ? Traces géologiques ?

3. *De la biomasse et des sols vers les kérogènes.* Sédimentation organique et maturation de la matière organique

De l'ordre de $0.1 \cdot 10^{15}$ g de carbone/an = 10^{13} moles de carbone/an.

Ce processus correspond à un stockage géologique de $0.4 \cdot 10^{15}$ g de CO₂/an = 0.4 Gtonne de CO₂/an.

C'est la vitesse de constitution des kérogènes.

Lien avec la constitution des pétroles et charbons, combustibles fossiles

Phénomène géologique largement influencé par la biologie (dégradation de la matière organique).

4. *Échange océan-hydrosphère*

De l'ordre de $8 \cdot 10^{16}$ g de carbone/an = $7 \cdot 10^{15}$ moles de carbone/an.

L'eau sur Terre c'est surtout l'océan.

Ce processus correspond à un échange de $3 \cdot 10^{17}$ g de CO₂/an = 300 Gtonnes de CO₂/an.

Solubilité du CO₂ dans l'eau : Stationnaire : égal dans les deux sens

Mais pour une quantité de carbone donnée dans l'ensemble océan+atmosphère, la quantité dans l'atmosphère augmente si la température augmente.

Rôle de l'altération des roches sur la composition de l'océan.

5. *De l'océan aux carbonates.* Flux de formation de carbonates : De l'ordre de $0.1 \cdot 10^{15}$ g de carbone/an = 10^{13} moles de carbone/an = 10^{15} g de calcite/an = 1 Gtonne de calcite par an. Ce processus correspond à un stockage géologique de $0.4 \cdot 10^{15}$ g de CO₂/an = 0.4 Gtonne de CO₂/an.

Phénomène géologique largement influencé par la biologie (précipitation des carbonates ; altération des roches).

Donc pertes de carbone sous forme de kérogène et de carbonates de l'ordre de $0.1 \cdot 10^{15}$ g de carbone/an = 10^{13} moles de carbone/an.

Cette perte compense à peu près exactement sur le long terme 6. *l'apport par le volcanisme et le métamorphisme.* C'est bien aussi un cycle du carbone mais beaucoup plus long, de l'ordre de 100 millions d'années.

7. *Des kérogènes à l'atmosphère.* Perturbation anthropique actuelle : excès au terme de combustion + respiration.

On prend sur le réservoir kérogène (sa partie combustibles fossiles).

$8 \cdot 10^{15}$ g de carbone/an = $7 \cdot 10^{14}$ moles de carbone/an

30 10^{15} g de CO_2/an ; 30 Gigatonnes de CO_2/an
Phénomène éminemment biologique.

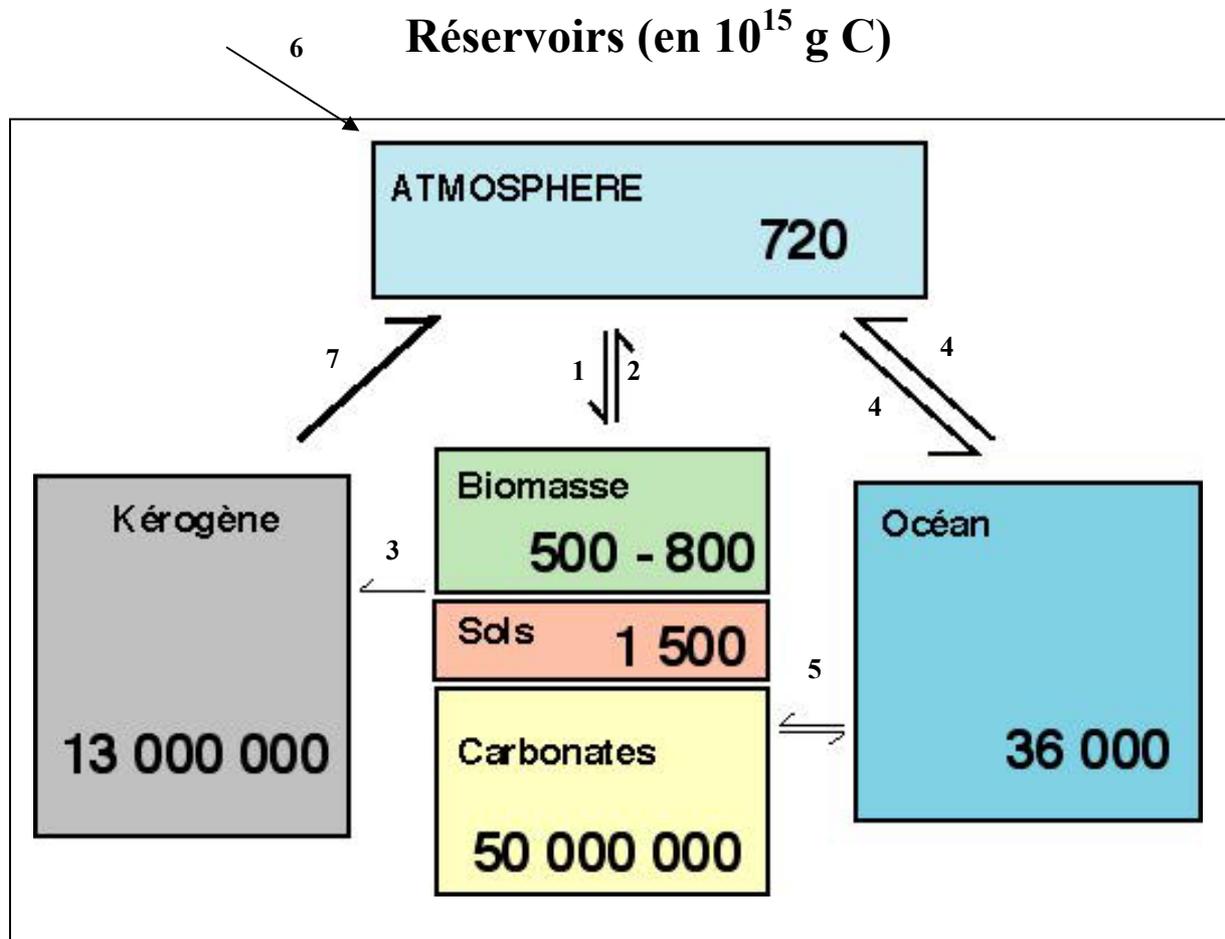


Figure 3 – Cycle du carbone.