

### 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  $\text{CO}_2$ . 2640  $\cdot 10^{15}$  g ; 2640 Gigatonnes de  $\text{CO}_2$ .

##### *Océan.*

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

Forme chimique essentielle : l'ion en solution hydrogénocarbonate (bicarbonate)  $\text{HCO}_3^-$ .

##### *Carbonates.*

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

Forme chimique essentielle : le minéral solide  $\text{CaCO}_3$ .

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  $\text{CH}_2\text{O}$

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  $\text{CH}_2\text{O}$ .

*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 CO<sub>2</sub>/an ; 440 Gigatonnes de CO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub>/an = 0.4 Gtonne de CO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub>/an = 300 Gtonnes de CO<sub>2</sub>/an.

Solubilité du CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>/an = 0.4 Gtonne de CO<sub>2</sub>/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  $\text{CO}_2/\text{an}$  ; 30 Gigatonnes de  $\text{CO}_2/\text{an}$   
Phénomène éminemment biologique.

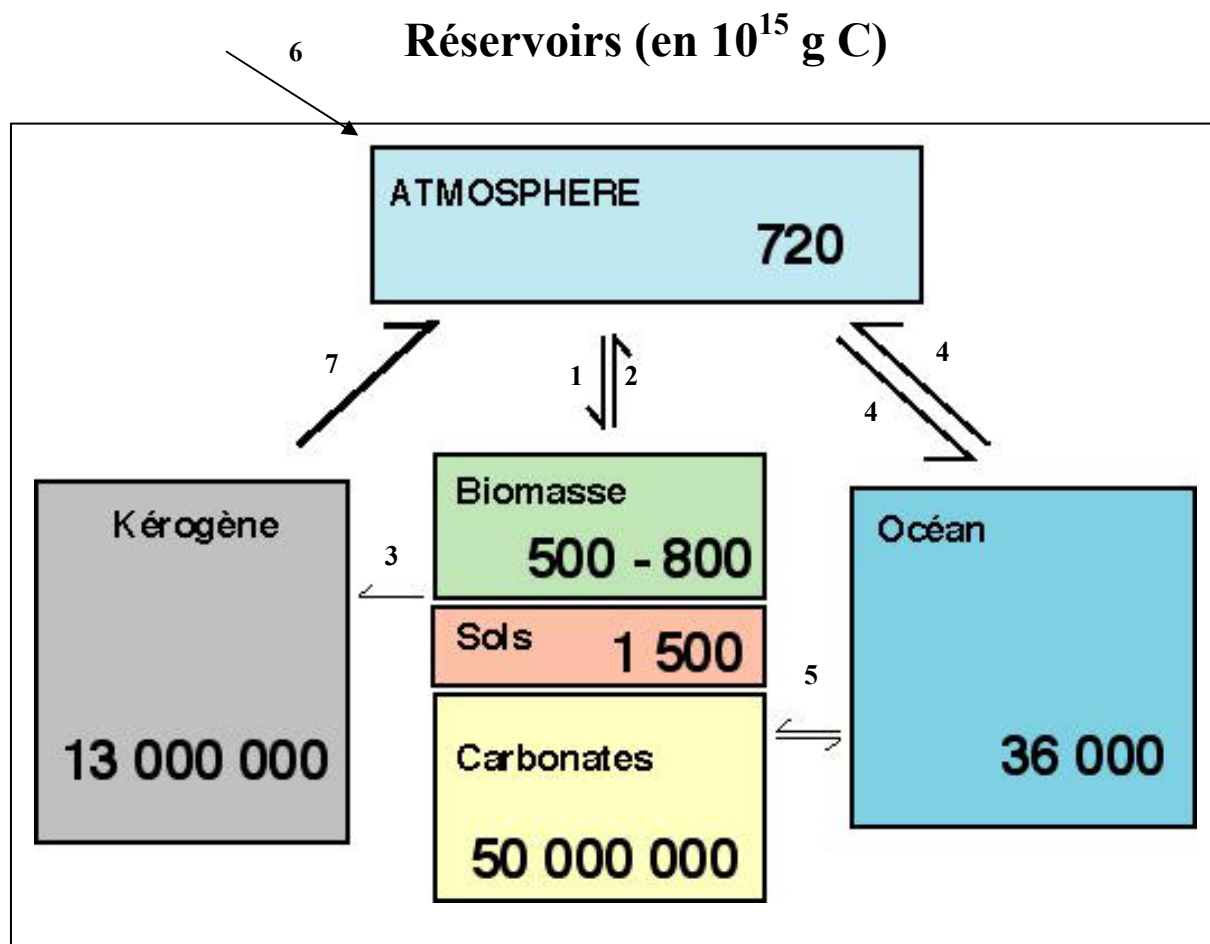


Figure 3 – Cycle du carbone.