

1.1.1.1 La composante océanique du cycle du carbone

- **Diffusion à l'interface air – mer**

Dans l'atmosphère, le carbone existe sous forme de CO₂, les échanges avec la couche superficielle de l'océan se font donc sous cette forme. Le CO₂ passe d'un milieu à l'autre par simple diffusion. Le flux de CO₂ est proportionnel à la différence des concentrations (ou pressions partielles) de CO₂ entre l'atmosphère et l'océan. On appelle solubilité, la concentration d'un gaz dans l'eau en équilibre de saturation avec l'atmosphère. La solubilité du CO₂ dans l'eau de mer conditionne donc ces échanges or elle est plus faible dans les eaux chaudes que dans les eaux froides¹. Les océans des hautes latitudes présentent donc une solubilité beaucoup plus élevée que les océans tropicaux; la conséquence est que les océans chauds sont sursaturés en CO₂ par rapport à l'atmosphère alors que c'est l'inverse pour les océans froids: les océans tropicaux sont donc des sources de CO₂ alors que les océans des hautes latitudes sont des puits. Au total, ces flux sont considérables et presque équilibrés: environ 102 GtC sont absorbés chaque année et 100 GtC sont rejetés principalement par les océans tropicaux, particulièrement par le Pacifique. L'océan est donc un puits net de carbone d'environ 2 GtC par an. La question est donc de savoir où vont ces 2 GtC. Elle est aussi de savoir si l'océan restera longtemps un puits de carbone. En effet, les échanges gazeux ont lieu en surface et tant que le CO₂ reste au voisinage de la surface, il reste disponible et peut diffuser vers l'atmosphère. Pour que le puits soit réellement efficace, il faut donc que le CO₂ soit exporté hors des eaux superficielles et quitte ainsi le cycle court. Deux possibilités se présentent donc: le transfert vers l'océan profond, auquel cas le CO₂ est retiré de la circulation pour plusieurs siècles (voir section précédente), et la sédimentation qui piège le carbone pour des millions d'années. Deux mécanismes permettent cette exportation en profondeur: la circulation thermohaline et la pompe biologique.

- **Transformation chimique du CO₂ dans l'eau de mer**

En fait seule une faible partie du CO₂ reste sous forme dissoute dans l'eau de mer. Il réagit en effet chimiquement avec l'eau pour former de l'acide carbonique (H₂CO₃) lui même rapidement dissocié en ions hydrogénocarbonates (ou bicarbonates: HCO₃⁻) et carbonates (CO₃²⁻)



En moyenne, 90% du carbone minéral se trouve sous forme de bicarbonates, environ 1 % sous forme de CO₂ dissous et le reste sous forme de carbonates.

Puisqu'il y a conversion du carbone du CO₂ en d'autres formes de carbone, la capacité de l'océan à capter un excès de CO₂ atmosphérique (par exemple, anthropique) est augmentée par rapport à ce qu'elle serait s'il n'y avait qu'un simple équilibre des pressions entre atmosphère et océan. L'efficacité du processus est ainsi multipliée par près d'un facteur 10.

Puisque la solubilité du CO₂ augmente lorsque la température diminue, ce sont les eaux des hautes latitudes qui se chargent en CO₂, elles plongent en profondeur lorsque la glace de mer se forme et entament leur circuit. Elles transportent ainsi le CO₂ en profondeur pour

¹ Elle passe de 0,5 mL/L à 0,2 mL/L quand la température passe de 0°C à 25°C.

remonter, essentiellement dans les régions tropicales, des centaines d'années plus tard. Sans l'activité biologique cependant, l'histoire s'arrêterait ici.²

² Une conséquence de ce transport par la circulation thermohaline est que le CO₂ émis depuis le début de l'ère industrielle et stocké dans l'océan sera rejeté dans l'atmosphère d'ici quelques siècles.