Thème 1 : Science, climat et société

I : L'atmosphère terrestre et la vie.

A : Origine de l'atmosphère et des océans terrestres.

La Terre s'est formée en même temps que le système solaire il y a 4,55 Ga, par accrétion de planétésimaux. Une atmosphère primitive s'est rapidement formée par dégazage du manteau terrestre.

Il est possible d'estimer la composition de l'atmosphère primitive par différentes méthodes (analyse des chondrites ou des inclusions fluides des roches volcaniques d'origine mantellique).

La comparaison de la composition de l'atmosphère primitive et de l'atmosphère actuelle montre que les concentrations en H_2O et CO_2 ont diminué au cours du temps tandis que les concentrations en N_2 et O_2 ont augmenté.

Origine du O_2:

L'atmosphère était dépourvue d'O_2 il y a 4 Ga. À partir de 3,8 Ga, la production d' O_2 par les cyanobactéries s'effectue dans les océans. À partir de 2,5 Ga, les océans sont saturés en O_2, l'O_2 produit par la photosynthèse n'étant plus piégé dans les océans, il passe (dégazage) dans l'atmosphère qui devient alors oxydante.

Origine des océans:

À partir de 4,5 Ga, le refroidissement de la Terre provoque la condensation de la vapeur d'eau qui précipite et forme ainsi les océans. La concentration en H_2O gazeux diminue.

Évolution de la concentration en CO_2 atmosphérique:

- La présence d'eau liquide, et le refroidissement se poursuivant, le CO_2 est de plus en plus soluble, il se dissout dans l'eau ($2\ CO_2 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ H^+ + 2\ HCO_3^-$) où il précipite (précipitation chimique) pour former des carbonates: $2\ HCO_3^- + Ca^{2+} \rightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$. Ainsi, pour 2 CO_2 atmosphériques prélevés, l'un se retrouve dissous dans l'eau, et l'autre piégé dans un carbonate $CaCO_3$.
- L'altération des reliefs favorise cette précipitation chimique en libérant des ions HCO_3^- et Ca^{2+}, ce qui déplace l'équilibre précipitation / dissolution des carbonates dans le sens de la précipitation piégeant ainsi le CO_2.
- Le développement de la vie favorise la précipitation biologique du CO_2 ainsi que son stockage dans les "puits" biosphérique et lithosphérique (photosynthèse et piégeage du carbone). La concentration en CO_2 atmosphérique diminue donc.

Évolution de la concentration en N_2 atmosphérique:

La quantité d' H_2O et de CO_2 ayant diminué, la pression atmosphérique diminue aussi, et la concentration en N_2 augmente de manière relative bien que l'on estime que sa masse atmosphérique n'a pas changé.

B : Le devenir du O_2 atmosphérique.

L'activité photosynthétique ($6\ CO_2 + 12\ H_2O$ + Énergie lumineuse $\rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$) des végétaux chlorophylliens enrichit en permanence l'atmosphère en O_2. Pourtant la teneur atmosphérique en O_2 reste constante depuis 500 Ma. Il doit donc exister des mécanismes compensateurs qui consomment du O_2 atmosphérique:

- La respiration: $6\ O_2 + C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O \rightarrow 6\ CO_2 + 12\ H_2O$ + Énergie chimique + Énergie thermique
- La combustion: O_2 + matière organique $\rightarrow CO_2 + H_2O$ + Énergie lumineuse + Énergie thermique
- La transformation du O_2 en ozone O_3 stratosphérique: $3\ O_2$ + UV -> $2\ O_3$. L'absorption des UV (particulièrement des UVC très énergisants) par la couche d'ozone stratosphérique protège les êtres vivants de leurs effets mutagènes sur l'ADN.