

## Chapitre LFE3. « Energie, choix de développement et futur climatique »

### Le cycle du carbone.

- Le cycle du C fait intervenir **plusieurs réservoirs** : atmosphère, lithosphère, hydrosphère, biosphère et sol (dont pergélisol).
- Le plus grand stock de C est dans la **lithosphère**, dans les roches carbonatées (les calcaires) et roches carbonées (charbon/ pétrole). Le deuxième réservoir est l'**hydrosphère** (ions carbonate solubles, CO<sub>2</sub>).
- On en trouve aussi dans la **biosphère** (la **matière organique carbonée des êtres vivants**), le **sol** (litière, humus, pergélisol) et dans l'**atmosphère** (CO<sub>2</sub> et un peu de CH<sub>4</sub>).
- Il existe des **échanges entre ces réservoirs**, que l'on peut quantifier par **des flux** (en Gt/an) : par exemple, **photosynthèse** versus **respiration** dont les flux sont équilibrés, et qui font passer le C de la biosphère à l'atmosphère et inversement.
- Le volcanisme libère un peu de C dans l'atmosphère, alors que l'altération des roches consomme un peu du C de l'atmosphère.
- **L'ensemble des flux est globalement équilibré.**
- Les océans et la biosphère, par leur fonction de **puits**, absorbent une partie du CO<sub>2</sub> émis. Le reste s'accumule dans l'atmosphère provoquant **l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub>** : le **cycle est donc déséquilibré** par l'humain : c'est une **perturbation anthropique**.
- Les **combustibles fossiles** sont le **pétrole** et le **charbon**. Ils sont formés par **fossilisation de la matière organique** (donc du C) lors de son **enfouissement** par hausse de T et P. L'enfouissement la **protège en effet de la dégradation** par les microorganismes et de l'oxydation par O<sub>2</sub>.
- Au cours de l'enfouissement, **la matière organique s'enrichit progressivement en carbone.**
- Le processus prend **plusieurs dizaines de millions d'années** à se réaliser.
- L'utilisation de ces énergies fossiles par l'humain est plus rapide que leur renouvellement : **ces ressources sont donc dites non-renouvelables.**
- Depuis le début de l'ère industrielle, **les flux de CO<sub>2</sub> vers les océans, la végétation terrestre et l'atmosphère ont augmenté** particulièrement suite à **l'utilisation des combustibles fossiles par l'humain** (mais aussi le changement d'utilisation des sols, la calcination).
- La combustion des énergies fossiles est à **l'origine d'un déséquilibre du cycle du carbone** (le CO<sub>2</sub> produit s'accumule en partie dans l'atmosphère).

## 2. Combustion et santé.

- On observe une production de **CO<sub>2</sub>** (GES), mais aussi de **protoxyde d'azote** N<sub>2</sub>O (GES), d'**ozone troposphérique**, de **produits soufrés**, de **particules fines** (particules en suspension dans l'air suite à une **combustion incomplète**).
- Ces émissions proviennent des **industries**, des **transports**, des **déchets**, du **chauffage résidentiel** et de l'**agriculture**.
- L'humain respire un air qui contient des **particules de tailles diverses** susceptibles de pénétrer plus ou moins profondément dans le **système respiratoire**. L'organisme peut se défendre contre les **PM10** en éternuant ou en toussant, ce qui ne fonctionne pas avec les particules plus petites.
- On trouve ainsi les **PM10** (de diamètre inférieur à 10 µm) et les **PM2,5** (d'un diamètre inférieur à 2,5 µm).
- Cette pollution a des **effets sur la santé** : effets pulmonaires, sanguins, vasculaires, cérébraux, cardiaques, reproducteurs.
- La France et l'Europe subissent régulièrement des **épisodes de pollutions aux particules fines** (activités industrielles, chauffages individuels et dispersion par les vents).
- Sous l'influence d'un **ensoleillement important** (rayons UV) et de **fortes chaleurs**, les **Nox** (oxydes d'azote) et les **COV** (composés constitués de carbone et d'autres éléments comme H, S...) **réagissent ensemble** et produisent de l'**ozone troposphérique** (donc près du sol).
- Les Nox proviennent majoritairement du **trafic routier**, les COV des **industries, solvants, peintures, trafic** et végétation.
- Les **pics de pollution à l'ozone** sont par exemple très fréquents en Ile-de-France.
- À des concentrations élevées, l'ozone provoque des **problèmes respiratoires**, déclenche des crises d'asthme, diminue la fonction pulmonaire et provoque l'apparition de maladies respiratoires. A long terme, des liens sont observés avec la **mortalité respiratoire et cardiovasculaire**, notamment pour des **sujets prédisposés à des maladies chroniques** (pulmonaires, cardiaques, diabète) et avec l'asthme (incidence ou sévérité).
- L'ozone a également un **effet néfaste sur la végétation**, notamment sur le processus de photosynthèse, qui conduit à une baisse de rendement des cultures. Il a une action nécrosante sur les feuilles.