****

**DP2 BIOLOGIE NS**

**SEANCE 58**

**THEME IV : L’ECOLOGIE**

**Unité 3 : Le Cycle du carbone**

**Compétences :**

**--** Construire un diagramme du cycle de carbone

**1 – Idées essentielles ou concepts clés**

→ Les autotrophes convertissent le dioxyde de carbone en glucides et autres composés carbonés.

→ Dans les habitats aquatiques, le dioxyde de carbone est présent sous un gaz dissous et des ions hydrogénocarbonate.

→ Le dioxyde de carbone diffuse de l'atmosphère ou l'eau en autotrophes.

→ Le dioxyde de carbone est produit par la respiration et diffuse hors des organismes dans l'eau ou l'atmosphère

→ Le méthane est produit à partir de matières organiques en conditions anaérobies par des archéens méthanogènes et une partie diffuse dans l'atmosphère.

→ Le méthane est oxydé en dioxyde de carbone et en eau dans l'atmosphère.

→ La tourbe se forme lorsque la matière organique n'est pas complètement décomposée en raison des conditions anaérobies dans les sols gorgés d'eau.

→ La matière organique partiellement décomposée des ères géologiques passées, a été convertie en pétrole et en gaz dans les roches poreuses ou en charbon.

→ Le dioxyde de carbone est produit par la combustion de la biomasse et de la matière organique fossilisée.

→ Les animaux tels que les coraux constructeurs de récifs et les mollusques ont des parties dures composées de carbonate de calcium et peuvent se fossiliser dans le calcaire.

**2 – Nature de la science**

**--** Faire des mesures quantitatives précises : il est très important d’obtenir des données fiables sur les concentrations de carbone et de méthane dans l’atmosphère.

**3 – Théorie de la connaissance**

-- Nos connaissances actuelles sont-elles vraiment suffisantes pour modéliser le carbone dans l’atmosphère ?

**4 – Notions clés**

**4.1 – La fixation du carbone**

Les autotrophes absorbent le dioxyde de carbone de l'atmosphère et le transforment en glucides, lipides et tous les autres composés carbonés dont ils ont besoin. Cela a pour effet de réduire la concentration en dioxyde de carbone de l'atmosphère. La concentration moyenne de CO2 dans l'atmosphère est actuellement d'environ 0,039 % ou 390 micromoles par mole (µmol/mol), mais elle est plus faible au-dessus des parties de la surface de la Terre où les taux de photosynthèse ont été élevés.

**Conclusion**: **Les autotrophes convertissent le dioxyde de carbone en glucides et autres composés carbonés.**

**4.2 – Le dioxyde de carbone en solution**

Le dioxyde de carbone est soluble dans l'eau. Il peut soit rester dans l'eau sous forme de gaz dissous, soit se combiner avec l'eau pour former de l'acide carbonique (H CO). L'acide carbonique peut se dissocier pour former de l'hydrogène et des ions hydrogénocarbonate (H et HCO,). Cela explique comment le dioxyde de carbone peut réduire le pH de l'eau. Le dioxyde de carbone dissous et les ions hydrogénocarbonate sont absorbés par les plantes aquatiques et autres autotrophes qui vivent dans l'eau. Ils les utilisent pour fabriquer des glucides et d'autres composés carbonés.

**Conclusion**: **Dans les habitats aquatiques, le dioxyde de carbone est présent sous forme de gaz dissous et d'ions hydrogénocarbonate**

**4.3 - Absorption de dioxyde de carbone**

Les autotrophes utilisent le dioxyde de carbone dans la production de composés carbonés par photosynthèse ou par d'autres processus. Cela réduit la concentration de dioxyde de carbone à l'intérieur des autotrophes et établit un gradient de concentration entre les cellules des autotrophes et l'air ou l'eau environnante. Le dioxyde de carbone diffuse donc de l'atmosphère ou de l'eau vers les autotrophes. Dans les plantes terrestres à feuilles, cette diffusion se produit généralement à travers les stomates situés sous les feuilles. Chez les plantes aquatiques, toute la surface des feuilles et des tiges est généralement perméable au dioxyde de carbone, de sorte que la diffusion peut se faire à travers n'importe quelle partie de ces parties de la plante.

**Conclusion : Le dioxyde de carbone se diffuse à partir de l'atmosphère ou de l'eau en autotrophes**

**4.4 - Libération de dioxyde de carbone par la respiration cellulaire**

Le dioxyde de carbone est un déchet de la respiration cellulaire aérobie. Il est produit dans toutes les cellules qui effectuent la respiration cellulaire aérobie. Ceux-ci peuvent être regroupés selon le niveau trophique de l'organisme :

* Les cellules non photosynthétiques chez les producteurs, par exemple les cellules racinaires chez les plantes
* Les cellules animales
* Les saprotrophes tels que les champignons qui décomposent la matière organique morte.

Le dioxyde de carbone produit par la respiration diffuse hors des cellules et passe dans l'atmosphère ou l'eau qui entoure ces organismes.

**Conclusion**: **Le dioxyde de carbone est produit par la respiration et diffuse des organismes dans l'eau ou l'atmosphère.**

**4.5 – La méthanogenèse**

.

En 1776, Alessandro Volta a recueilli des bulles de gaz émergeant de la boue dans un lit de roseaux sur les bords du lac Majeur en Italie et a découvert qu'il était inflammable. Il avait découvert le méthane, bien que Volta ne lui ait pas donné ce nom. Le méthane est largement produit dans des environnements anaérobies, car il s'agit d'un déchet d'un type de respiration anaérobie. Trois groupes différents de procaryotes anaérobies sont impliqués.

1 - La bactérie qui convertit la matière organique en un mélange d'acides organiques, d'alcool, d'hydrogène et de dioxyde de carbone.

2 - Les bactéries qui utilisent les acides organiques et l'alcool pour produire du dioxyde de carbone et de l'hydrogène.

3 – Les Archéens qui produisent du méthane à partir de dioxyde de carbone, acétate d'hydrogène.  Ils le font par deux réactions chimiques :

CO₂ + 4H2 → CH4+ 2H2 O

CH3 COOH → CH4 +CO2. Les archéens de ce troisième groupe sont donc méthanogènes. Ils réalisent la méthanogenèse dans de nombreux milieux anaérobies :

* . Boue le long des rives et dans le lit des lacs.
* .Marécages, tourbières, forêts de mangroves et autres zones humides où les dépôts de tourbe sont gorgés d'eau.
* Boyaux de termites et de mammifères ruminants tels que les bovins
* Sites d'enfouissement où la matière organique se trouve dans les déchets qui ont été enfouis.

Une partie du méthane produit par les archéens dans ces environnements anaérobies se diffuse dans l'atmosphère. Actuellement, la concentration dans l'atmosphère est comprise entre 1,7 et 1,85 micromole par mole. Le méthane produit à partir des déchets organiques dans les digesteurs anaérobies n'est pas autorisé à s'échapper et est plutôt brûlé comme combustible.

**Conclusion**: **Le méthane est produit à partir de matière organique dans des conditions anaérobies par des archéens méthanogènes et une partie se diffuse dans l'atmosphère**

**4.5 – L’oxydation du méthane**

Les molécules de méthane rejetées dans l'atmosphère n'y persistent en moyenne que 12 ans, car il est naturellement oxydé dans la stratosphère L'oxygène monoatomique (O) et les radicaux hydroxyles hautement réactifs(OH) sont impliqués dans l'oxydation du méthane. Cela explique pourquoi les concentrations atmosphériques ne sont pas élevées, malgré de grandes quantités de production de méthane par les processus naturels et les activités humaines.

**Conclusion**: **Le méthane est oxydé en dioxyde de carbone et en eau dans l'atmosphère**

4.6 - La formation de tourbe

Dans de nombreux sols, toutes les matières organiques telles que les feuilles mortes des plantes sont finalement digérées par des bactéries et des champignons saprotrophes. Les saprotrophes obtiennent l'oxygène dont ils ont besoin pour respirer à partir des espaces aériens du sol. Dans certains environnements, l'eau est incapable de s'écouler des sols, de sorte qu'ils deviennent gorgés d'eau et anaérobies. Les saprotrophes ne peuvent pas prospérer dans ces conditions, de sorte que la matière organique morte n'est pas entièrement décomposée. Des conditions acides ont tendance à se développer, inhibant davantage les saprotrophes ainsi que les méthanogènes qui pourraient décomposer la matière organique.

.

**Conclusion : La tourbe se forme lorsque la matière organique n'est pas complètement décomposée en raison des conditions anaérobies dans les sols gorgés d'eau.**

**4.7 - La matière organique fossilisée**

Le carbone et certains composés de carbone sont chimiquement très stables et peuvent rester inchangés dans les roches pendant des centaines de millions d'années. Il existe d'importants gisements de carbone des époques géologiques passées. Ces dépôts sont le résultat d'une décomposition incomplète de la matière organique et de son enfouissement dans des sédiments devenus roche. Le charbon se forme lorsque des dépôts de tourbe sont enfouis sous d'autres sédiments. La tourbe est comprimée et chauffée, se transformant peu à peu en charbon. De grands gisements de charbon se sont formés au cours de la sous-période pennsylvanienne du Carbonifère. Il y a eu un cycle d'élévations et de chutes du niveau de la mer. Des marécages côtiers se sont formés à mesure que le niveau baissait et ont été détruits et enterrés lorsque le niveau a augmenté et que la mer s'est étendue à l'intérieur des terres. Chaque cycle a laissé un filon de charbon.

Pétrole et le gaz naturel se forment dans la boue au fond des mers et des lacs. Les conditions sont généralement anaérobies et la décomposition est donc souvent incomplète. Au fur et à mesure que de la boue ou d'autres sédiments se déposent, la matière partiellement décomposée est comprimée et chauffée.

Des changements chimiques se produisent avec des mélanges complexes de composés carbonés liquides ou de gaz. Nous appelons ces mélanges pétrole brut et gaz naturel. Le méthane constitue la plus grande partie du gaz naturel. Les dépôts se trouvent là où il y a des roches poreuses qui peuvent les retenir comme les schistes et aussi des roches imperméables au-dessus et au-dessous des roches poreuses qui empêchent la fuite du dépôt.

**Conclusion** : **La matière organique partiellement décomposée des ères géologiques passées, a été convertie en pétrole et en gaz dans les roches poreuses ou en charbon**

**4.8 –** La combustion

Si la matière organique est portée à sa température d'inflammation en présence d'oxygène, il s'allumera et brûlera. Les réactions d'oxydation qui se produisent sont appelés combustion. Les produits de la combustion complète sont du dioxyde de carbone et eau.

Dans certaines parties du monde, il est naturel qu'il y ait des incendies périodiques dans les forêts ou les prairies. Le dioxyde de carbone est libéré par la combustion de la biomasse dans la forêt ou les prairies. Dans ces zones, les arbres et autres organismes sont souvent bien adaptés aux incendies et les communautés se régénèrent rapidement par la suite.

Dans d'autres régions, les incendies dus à des causes naturelles sont très inhabituels, mais les humains les provoquent parfois. Le feu est utilisé pour défricher des zones de forêt tropicale humide pour la plantation de palmiers à huile ou pour l'élevage de bétail. Les récoltes de canne à sucre sont traditionnellement brûlées peu de temps avant leur récolte. Les feuilles sèches brûlent, laissant les tiges récoltables.

Le charbon, le pétrole et le gaz naturel sont différentes formes de matière organique fossilisée. Ils sont tous brûlés comme combustibles. Les atomes de carbone contenus dans le dioxyde de carbone libéré peuvent avoir été retirés de l'atmosphère par la photosynthèse des plantes il y a des centaines de millions d'années.

**Conclusion**: **Le dioxyde de carbone est produit par la combustion de la biomasse et de la matière organique fossilisée**

**4.9 - Le calcaire**

Certains animaux ont des parties du corps dures composées de carbonate de calcium(CaCO3) ; les coquilles de mollusques contiennent du carbonate de calcium

les coraux durs qui construisent les récifs produisent leurs exosquelettes en sécrétant du carbonate de calcium. Lorsque ces animaux meurent, leurs parties molles se décomposent généralement rapidement. Dans des conditions acides, le carbonate de calcium se dissout, mais dans des conditions neutres ou alcalines, il est stable et des dépôts de parties animales dures peuvent se former sur le fond marin.

Dans les mers tropicales peu profondes, le calcium, le carbonate se dépose également par précipitation dans l'eau. Le résultat est une roche calcaire, où les parties dures déposées des animaux sont souvent visibles sous forme de fossiles. Environ 10% de toutes les roches sédimentaires sur Terre sont du calcaire. A peu près 12% de la masse du carbonate de calcium est du carbone, donc d'énormes quantités de carbone sont enfermés dans la roche calcaire sur Terre.

**Conclusion : Les animaux tels que les coraux constructeurs de récifs et les mollusques ont des parties dures composées de carbonate de calcium et peuvent se fossiliser dans le calcaire**

**5 – Applications**

**--** faire l’estimation des flux de carbone dus aux processus du cycle du carbone

**Estimation des flux de carbone dus aux processus du cycle du carbone.**

Le diagramme du cycle du carbone de la figure 10 montre les processus qui transfèrent le carbone d'un pool à un autre mais il ne montre pas les quantités de ces flux. Il n'est pas possible de mesurer avec précision les flux mondiaux de carbone mais comme ces quantités sont d'un grand intérêt, les scientifiques ont produit des estimations pour eux. Les estimations sont basées sur de nombreuses mesures dans des écosystèmes naturels individuels ou dans des mésocosmes. Les flux mondiaux de carbone sont extrêmement importants, les estimations sont en gigatonnes (pétagrammes). Une gigatonne équivaut à 1x1015 grammes. Le tableau 1 montre les estimations basées sur la dynamique biogéochimique des océans, Sarmiento et Gruber, 2006, Princeton University Press. Flux de carbone

|  |  |
| --- | --- |
| Processus | Flux/gigatonnes/ans |
| Photosynthèse | 120 |
| Respiration cellulaire | 119,6 |
| Absorption océanique | 92,8 |
| Perte de l’océan | 90 |
| Déforestation et usage  du terrain modifié | 1,6 |
| Enfouissement dans  les sédiments marins | 0,2 |
| Combustions des combustibles fossiles | 6,4 |

-- Analyser les données des stations de surveillance de l’atmosphère montrant les fluctuations annuelles

**6 – Sensibilité internationale**

Promouvoir les cops, discuter au sein des instances internationales pour s’entendre sur la limite du taux de CO2 acceptée dans l’atmosphère.