Chapitre 4-1 : L’atmosphère terrestre et la vie

Activité 1 : L’atmosphère primitive et son évolution

1) Problème : Comment expliquer la différence de composition entre l’atmosphère primitive et l’atmosphère actuelle ?

2) Origines de l’atmosphère primitive :

- On a accès aux gaz de l’atmosphère primitive, en étudiant, les gaz libérés par les chondrites et ceux libérés par les éruptions volcaniques actuelles, car les chondrites et la Terre ont le même âge.

Composition de l’atmosphère primitive :

- 85% de vapeur d’eau (H2O).

- 10% de dioxyde de carbone (CO2)

- 5% de diazote (N2)

 Composition de l’atmosphère actuelle :

- 78% de diazote (N2)

- 21 % de dioxygène (O2)

- 1% d’autres gaz (méthane etc.)

3) On pense que l’eau aurait été apportée sur Terre par d’autres corps du système solaire.

4) Grâce aux zircons, qui ne peuvent se former qu’en présence d’eau liquide, on peut dire que l’eau liquide était présente il y a -4.4 Ga (car le plus vieux zircon trouvé a -4.4Ga).

5) L’eau est apparue sur Terre, car depuis sa formation, la température et la pression n’ont cessé de diminuer, ce qui a permis à la vapeur d’eau présente dans l’atmosphère, de se liquéfier.

Bilan :

La Terre s’est formée il y a environ 4.6 milliards d’années, elle possède alors une atmosphère primitive, riche en vapeur d’eau (85%), en diazote (5%), et en CO2 (10%). Il n’y a alors pas de dioxygène, alors que l’atmosphère actuelle en contient 21%.

Le refroidissement de la Terre et la baisse de la pression atmosphérique, ont permis la liquéfaction de la vapeur d’eau, et par-là la formation de l’hydrosphère, il y a environ 4.4 Ga.

Activité 2 : Le dioxygène atmosphérique

*Comment le dioxygène est-il apparu ?*

Hypothèse :

La photosynthèse est à l’origine de l’apparition du dioxygène sur Terre.

Rappel : la photosynthèse est réalisée par les organismes chlorophylliens.

Définitions :

Puits de dioxygène : un réservoir ou un mécanisme qui consomme du dioxygène (oxydation ou respiration cellulaire).

Source de dioxygène : un réservoir ou un mécanisme qui produit de l’oxygène (photosynthèse)

Les puits et les sources de dioxygène se compensent globalement au cours du cycle biogéochimique du dioxygène. Seule l’action humaine vient légèrement déstabiliser cet équilibre naturel.

Bilan chronologique :

- Les cyanobactéries apparaissent sur Terre, il y a 3.5 milliards d’années. Ce sont les premières traces de vie sur Terre, et ce sont des organismes photosynthétiques (produisant nécessairement du dioxygène).

- Les premières traces de dioxygène dans l’atmosphère remontent il y a 2.4 milliards d’années.

*Comment expliquer le décalage entre le début de la production de dioxygène par les cyanobactéries dans les océans, et l’instant où ce dernier a commencé à s’accumuler ?*

- Il y a 2.2 milliards d’années, apparaissent des roches continentales possédant du Fer oxydé. L’oxydation du fer ne peut avoir lieu qu’en présence de dioxygène dans l’atmosphère. La datation de ces roches permet donc de dater l’apparition de l’oxygène dans l’atmosphère.

- De -3.5 à -1.9 milliards d’années, il se forme des roches fers rubanés en milieu marin. Or, leur formation ne peut avoir lieu qu’en présence de dioxygène et d’oxydes de fer dans les océans.

- Il y a – 1.9 milliards d’années, tout le fer jusqu’alors présent dans l’océan se retrouve complexé (il n’existe plus à l’état brut, il n’existe plus que dans certaines formations moléculaires).

- A la même période, le dioxygène commence à rejoindre l’atmosphère.

- La teneur en dioxygène actuelle de l’atmosphère, a été atteinte il y a 500 millions d’années.

Activité 3 : L’apparition de l’Ozone

*Comment expliquer le décalage entre l’apparition d’O2 dans l’atmosphère, et celle des premiers végétaux terrestres ?*

Bilan :

Du dioxygène peut gagner la stratosphère (entre 12 et 55km d’altitude), où il est transformé en Ozone (O3) sous l’effet du rayonnement UV du Soleil. Une couche stratosphérique s’est constituée au cours des temps géologiques : elle absorbe les UV (un petit peu les UV-a, la majorité des UV-b et la totalité des UV-c), et protège ainsi les êtres vivants des effets mutagènes. Comme l’ADN absorbe les longueurs d’onde des UV, et comme les UV endommagent l’ADN, c’est donc bien l’ozone qui a permis l’apparition de la vie terrestre, en bloquant les UV les plus nocifs.

Activité 4 : L’antibiorésistance

*Comment expliquer l’antibiorésistance et comment l’éviter ?*

Bilan :

Si les mécanismes évolutifs sont en général étudiés sur des temps longs, l’évolution biologique peut aussi s’observer sur des temps courts, notamment concernant les microorganismes. Ainsi, compte tenu du temps court de reproduction des microorganismes, des mutants peuvent émerger très rapidement dans une population.

L’utilisation massive d’antibiotiques favorise l’apparition de l’antibiorésistance bactérienne par sélection naturelle : c’est un problème de santé publique majeur.

Les résistances bactériennes ou virales aux vaccins existent, mais sont plus rares[[1]](#footnote-1).

Ainsi, nous devons avoir une utilisation plus pertinente des antibiotiques :

- Ne pas utiliser d’antibiotique si virus

- Respecter les doses et durées prescrites

- Utiliser l’antibiotique adapté au pathogène

- Eviter d’utiliser les antibiotiques à large spectre

- Utiliser la vaccination comme alternative à l’utilisation des antibiotiques (les vaccins sont utilisés préventivement afin d’empêcher les pathogènes de se développer, ce qui limite les mutations).

Les stratégies prophylactiques et phytosanitaires doivent régulièrement être revues pour s’adapter à l’évolution rapide des microorganismes pathogènes.

Activité 5 : Evolution et anatomie humaine

Bilan :

L’anatomie humaine n’est pas parfaite. Les structures anatomiques présentent quelques fois des particularités surprenantes d’un point de vue fonctionnel. Les caractères anatomiques sont en fait le fruit de la sélection naturelle, de compromis et d’anachronismes. Ainsi, l'existence de ces caractères anatomiques s'explique mieux par leur histoire évolutive que par leur fonction. Le vivant porte donc les traces de son histoire évolutive complexe, sans objectif préétabli.

Activité 6 : Le cycle du carbone

Définitions introductives :

- Réservoir : espace délimité dans lequel un élément chimique est stocké sont différentes formes. Exemple : réservoir de carbone (où le carbone est stocké sous différentes formes).

- Flux : transfert d’un élément chimique d’un réservoir à un autre.

Le carbone peut se trouver sous différentes formes : dioxyde de carbone (CO2), méthane (CH4) glucose C6H12O6, carbonate de calcium (CaCO3) ; et ces différentes formes sont réparties dans différents réservoirs (dans l’atmosphère pour le CO2 et le CH4, dans la lithosphère pour le CaCO3 et le CH4, dans la biosphère pour le glucose).

Entre ces réservoirs on distingue plusieurs flux :

- Lorsque les plantes font la photosynthèse, le carbone passe de l’atmosphère à la biosphère (du CO2 au C6H12O6).

 - A contrario, lors de la respiration cellulaire, le carbone passe de la biosphère à l’atmosphère (du C6H12O6 au CO2).

Remarque :

Lorsque les flux d’entrée et les flux de sortie sont équivalents, alors le cycle est équilibré et la taille du réservoir ne change pas.

Bilan :

Le cycle du carbone correspond aux flux de carbone entre les différents réservoirs superficiels : l’atmosphère (CO2 et CH4), l’hydrosphère (CO2 dissous, CaCO3, des ions HCO3-et CO3-), la biosphère (C6H12O6 ; carbone organique = toutes les molécules qui rassemblent des atomes d’hydrogène, de carbone et d’oxygène), et la lithosphère (où l’on retrouve du carbone organique, du CO2 dissous, du gaz naturel CH4, des roches carbonées et des roches carbonatées). Les échanges de carbone entre ces réservoirs sont quantifiés par des flux en tonnes par an. Lorsque les flux d’entrée et de sortie sont équivalents, le cycle est équilibré. Parmi les flux, on distingue : le dégazage des océans, la respiration de la biosphère, des sols etc (voir schéma du poly pour la liste complète).

Les activités anthropiques déséquilibrent le cycle naturel du carbone en augmentant les rejets de CO2 dans l’atmosphère, soit lors de la déforestation, soit lors de l’utilisation de combustible fossiles nécessaires à la production d’énergie. Actuellement, le cycle du carbone est déséquilibré du fait des activités de l’homme.

Activité 7 : L’histoire récente du genre homo

Introduction :

On rappelle que l’appartenance à la lignée humaine dépend des caractères suivants :

- volume cérébral moyen important (par exemple : homo sapiens a un volume cranien de 1350 cm3).

- réduction du prognathisme.

- os iliaque (de la hanche) et recentrage du trou occidental ; deux critères en lien avec la bipédie permanente.

- mandibule en V.

Maintenant, c’est aussi l’étude des ADN fossiles qui a permis d’établir qu’il y avait trois espèces récentes et distinctes d’homo : *homo sapiens*, *homo neanderthalensis* et *homo denisovensis*. Leur ancêtre commun le plus lointain est daté d’un million d’années. Cela étant dit, la biogénétique, par la comparaison des génomes actuels de Sapiens avec ceux des fossiles de Denisova et de Neandertal, a révélé la présence de séquences communes. On trouve par exemple entre 1 à 3% de gênes néandertaliens dans le génome des sapiens originaires du continent eurasiatique. Également, on trouve entre 1 à 5% de gènes denisoviens chez les amérindiens, les aborigènes d’Australie et les papoues de Nouvelle Guinée.

Toutes ces observations suggèrent que les différentes espèces évoquées ont cohabité et donné lieu à des métissages. La cause de la disparation des néandertaliens et des denisoviens demeure cependant inconnue bien que différentes hypothèses soient proposées pour la justifier : conflits, famines etc. La survie de *sapiens* est quant à elle justifiée par sa capacité à coopérer et fabriquer des armes. Nous avons d’autres preuves d’une mixité sociale entre *sapiens*, *neandertalensis* et *denisovensis*, telles que la présence de bactéries identiques dans les plaques dentaires, témoignant d’échanges intimes entre les différentes espèces.

Enfin, pour ce qui est de l’origine de la lignée humaine, la théorie scientifique dominante la situe en Afrique.

On a pu reconstituer les liens de parenté entre les populations humaines en étudiant les migrations des groupes humains et leur fragmentation (plus *l’homo sapiens* a migré, plus la diversité de sa population a baissé, les groupes se fragmentant au fil des déplacements). D’autres caractéristiques, non transmises génétiquement, participent à la construction de l’histoire du genre homo.

1. Les vaccins sont inefficaces, lorsqu’ils ne développent pas assez d’anticorps ou lorsqu’ils ne le font pas suffisamment vite. Autrement dit, si une bactérie ou un virus se reproduit plus rapidement que le corps vacciné ne produit des anticorps, le vaccin est inefficace. [↑](#footnote-ref-1)