

Activité 3 : cycle du carbone et formation des combustibles fossiles

L'atmosphère a donc acquis une composition et une structure compatible avec l'apparition de la vie dans les océans puis sur les continents.

Cependant, l'Homme tend à modifier cette composition de par ses activités.

Objectifs : Trouver l'origine des modifications atmosphériques réalisées par l'Homme et les quantifier.

A l'aide des deux textes ci-dessous, complétez le cycle biogéochimique du carbone.

CO₂ atmosphérique et cycle du carbone

Extrait de « La Terre chauffe-t-elle ? » G.Lambert - EDP 2001

Les réservoirs de carbone

Des 3 grands réservoirs de carbone, **atmosphère, océans et biomasse** continentale, les 2 premiers sont aisés à évaluer. Pour l'atmosphère, au début de l'ère industrielle, la valeur actuelle de 365 ppm correspond à **750 Gt** de carbone, soit une augmentation de 190 Gt de carbone depuis la fin du XVII^e siècle.

En ce qui concerne l'océan, le carbone y est essentiellement sous forme d'ion bicarbonate HCO₃⁻.

Pour un volume des océans de 1,4 milliards de kilomètres cubes, on trouve un contenu impressionnant de **40 000 Gt** de carbone.

De plus, les fonds océaniques sont le siège d'une importante sédimentation. Les animaux marins meurent et leur coquille ou squelette est entraîné vers le fond où ils s'accumulent. Or les animaux marins (coquillage, plancton) possèdent une coquille ou un squelette constitué de CaCO₃ (carbonate de calcium), formé à partir du CO₂ atmosphérique dissous dans l'eau de mer. On estime que les roches sédimentaires contiennent **environ 20 à 80 millions** de Gt de carbone.

Dans ces roches se trouvent également les combustibles fossiles formés par sédimentation de matière organique puis enfouissement, on estime le stock actuel entre **1500 à 27000 Gt** de carbone.

Dans la végétation, on admettra que l'essentiel du carbone se trouve dans le bois des forêts. Celles-ci recouvrent environ 3600 millions d'hectares (le quart des surfaces émergées) dont une moitié sous les tropiques. Une valeur acceptable de 150 à 200 tonnes de carbone à l'hectare conduit à une estimation moyenne de **600 Gt**. On peut, à la rigueur, considérer l'ensemble des prairies et de tous les animaux comme négligeables par rapport aux forêts, mais il reste une grande inconnue : quelle est la quantité de carbone stockée dans le sol sous forme de composés organiques divers en décomposition ? En analysant divers types de sols, et en considérant leurs répartitions en surface, on arrive à estimer de façon très imparfaite le contenu en carbone des sols végétaux à environ **1600 Gt**, soit deux fois plus de carbone au-dessous de la surface du sol qu'au-dessus.

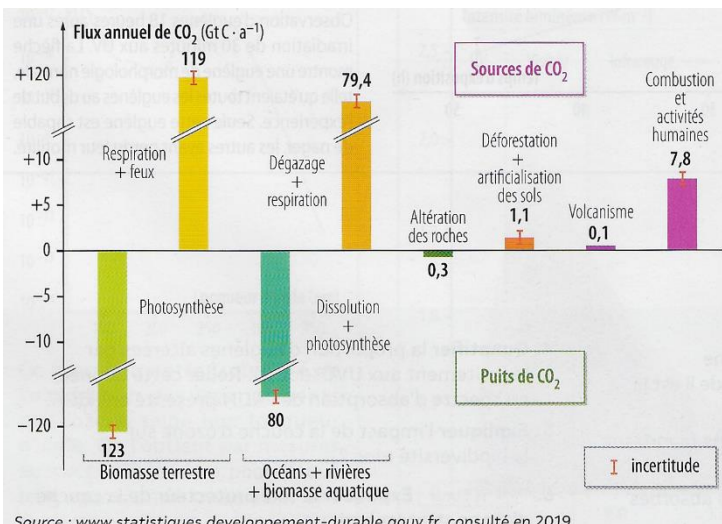
Les échanges de carbone

En ce qui concerne les océans, les échanges de carbone sont essentiellement dus à la plus grande solubilité du CO₂ dans les eaux froides que dans les eaux chaudes. Ainsi, le CO₂ est absorbé par la mer dans les régions froides (**dissolution**), transporté par les courants marins, et redégagé (**dégazage**) dans l'air au-dessus des régions chaudes. On calcule avec une précision acceptable qu'environ 100 Gt de carbone par an sont échangés dans les deux sens entre l'atmosphère et les océans.

Les échanges naturels de carbone entre la biomasse continentale et l'atmosphère peuvent, quant à eux, être estimés parce qu'on connaît la vitesse de pousse des différents végétaux, et, par déduction, leur taux de pourrissement y compris dans le sol où ils finissent par s'enfouir. On arrive ainsi au chiffre de 100 Gt par an échangés dans les deux sens entre l'atmosphère et la biomasse : 100 Gt pour la **photosynthèse**, 50 Gt pour la **respiration** végétale et 50 Gt pour la **décomposition** de la matière organique des sols.

A l'aide du document ci-dessous, quantifier le flux net de carbone vers l'atmosphère et indiquer si le cycle du carbone est à l'équilibre.

Ajouter alors sur le cycle biogéochimique les différentes activités humaines et leur valeur globale



Indiquez vos calculs et votre réponse

Flux annuels nets de CO₂ vers l'atmosphère pour la période 2000-2009

En vous aidant des documents ci-dessous, expliquer pourquoi les combustibles fossiles sont des réservoirs de carbone.

Vous calculerez le temps nécessaire pour que la biomasse piégée atteigne la profondeur permettant la formation des différentes ressources énergétiques fossiles : charbon, pétrole et gaz.

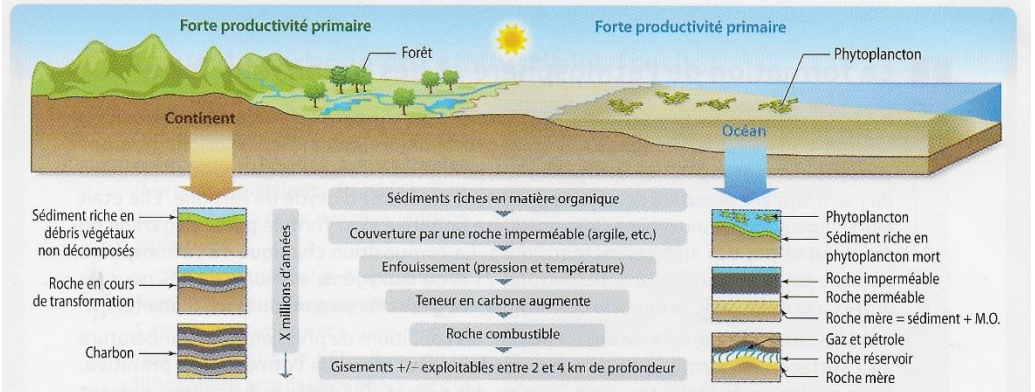
Indiquer le problème que pose l'utilisation des combustibles fossiles et proposer des solutions.

- Les roches carbonées, charbons et pétroles, sont des roches sédimentaires qui contiennent du carbone en proportion variée. Elles constituent des combustibles fossiles et font partie de la lithosphère.

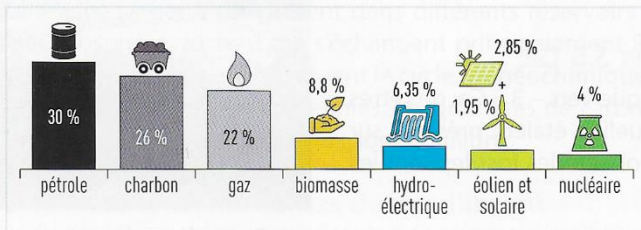
- La formation du charbon :** dans les forêts tropicales du Carbonifère, la chaleur et l'humidité permettent une forte production de biomasse. Incomplètement décomposée par les microorganismes présents, enfouie rapidement dans des zones d'accumulation sédimentaire, elle est préservée, fossilisée et se transforme progressivement en charbon.

L'enfouissement progressif de sédiments* riches en biomasse non décomposée aboutit à la formation de combustibles fossiles* à partir d'environ 2 000 m de profondeur et au-

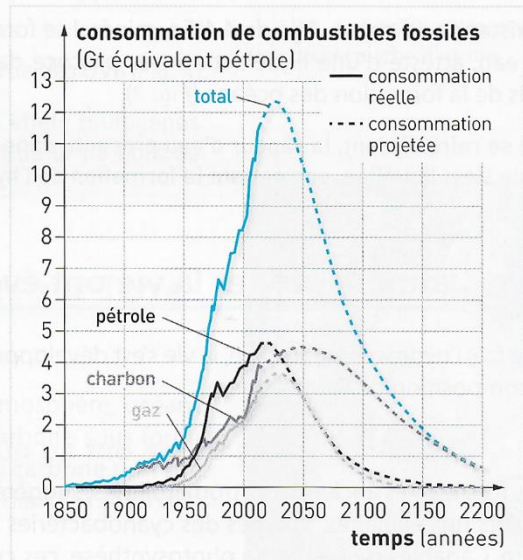
delà. Cet enfouissement est lent, de l'ordre du dixième de millimètre par an.



Avant la révolution industrielle de la seconde moitié du XIX^e siècle, l'essentiel de l'énergie utilisée dans le monde provenait directement de la biomasse végétale (bois). Aujourd'hui, les combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel) constituent la forme d'énergie majoritairement utilisée dans le monde (b). En considérant les réserves actuellement connues, la découverte et l'exploitation de nouvelles réserves, et en prenant en compte l'augmentation de la consommation mondiale annuelle, il est possible d'estimer l'évolution de la consommation des combustibles fossiles (c).



b Sources d'énergies utilisées en 2018 dans le monde.



c La consommation de combustibles fossiles entre 1850 et 2015 et sa projection jusqu'en 2200. D'après Jean Laherrère.

Indiquez vos réponses