

C... comme Carbone

Le Phosphore était la vedette de notre dernier article sur les cycles naturels. C'est le Carbone qui termine cette série. Le carbone constitue à lui seul près de la moitié de la biomasse terrestre et peut être considéré comme la brique de base du vivant, qui sert à la construction d'une très grande majorité de ses structures. C'est aussi l'élément chimique le plus connu du public.



Le « couteau suisse » de la chimie terrestre

Le carbone est omniprésent dans le vivant; on le retrouve dans la majorité de nos combustibles : bois, pétrole, gaz, charbon... Il est incontournable dans nos activités technologiques, sous toutes ses formes : graphite (mine de crayon, lubrifiant, fontes et aciers, etc.), diamant, fibre de carbone, nano-tubes... ses caractéristiques en font le « couteau suisse » de la chimie terrestre. Savez-vous par exemple qu'ajouté au fer il donne l'acier ou la fonte ? qu'il durcit nos lames de couteau ? Mais laissons cet aspect minéral du carbone pour nous intéresser à ses autres formes plus organiques...

Il structure le vivant

Grâce à ses points de connexion il peut s'arrimer à une multitude d'autres éléments pour créer les molécules qui for-

ment le vivant : végétaux, animaux..., notre nourriture, notre corps. Il y a parmi elles la cellulose, les lignines, la chlorophylle... chez les végétaux; les carbohydrates, protéines, graisses, ADN, ARN dans le corps humain dont le carbone représente 18 %.

Le côté sombre du carbone

La phase gazeuse du carbone regroupe des gaz qui n'ont plus vraiment la cote aujourd'hui !

En effet, combiné à l'oxygène, il donne le fameux CO₂ (CO si il n'y a pas assez d'oxygène) que tout le monde connaît. Lorsqu'il se marie à l'hydrogène il donne naissance aux alcanes : Méthane, Éthane, Propane, Butane, Pentane... que nous utilisons comme carburants ou pour créer des matières plastiques. Ces gaz sont appelés Gaz à Effet de Serre : les G.E.S. Tous sont plus nocifs pour le climat que le CO₂.

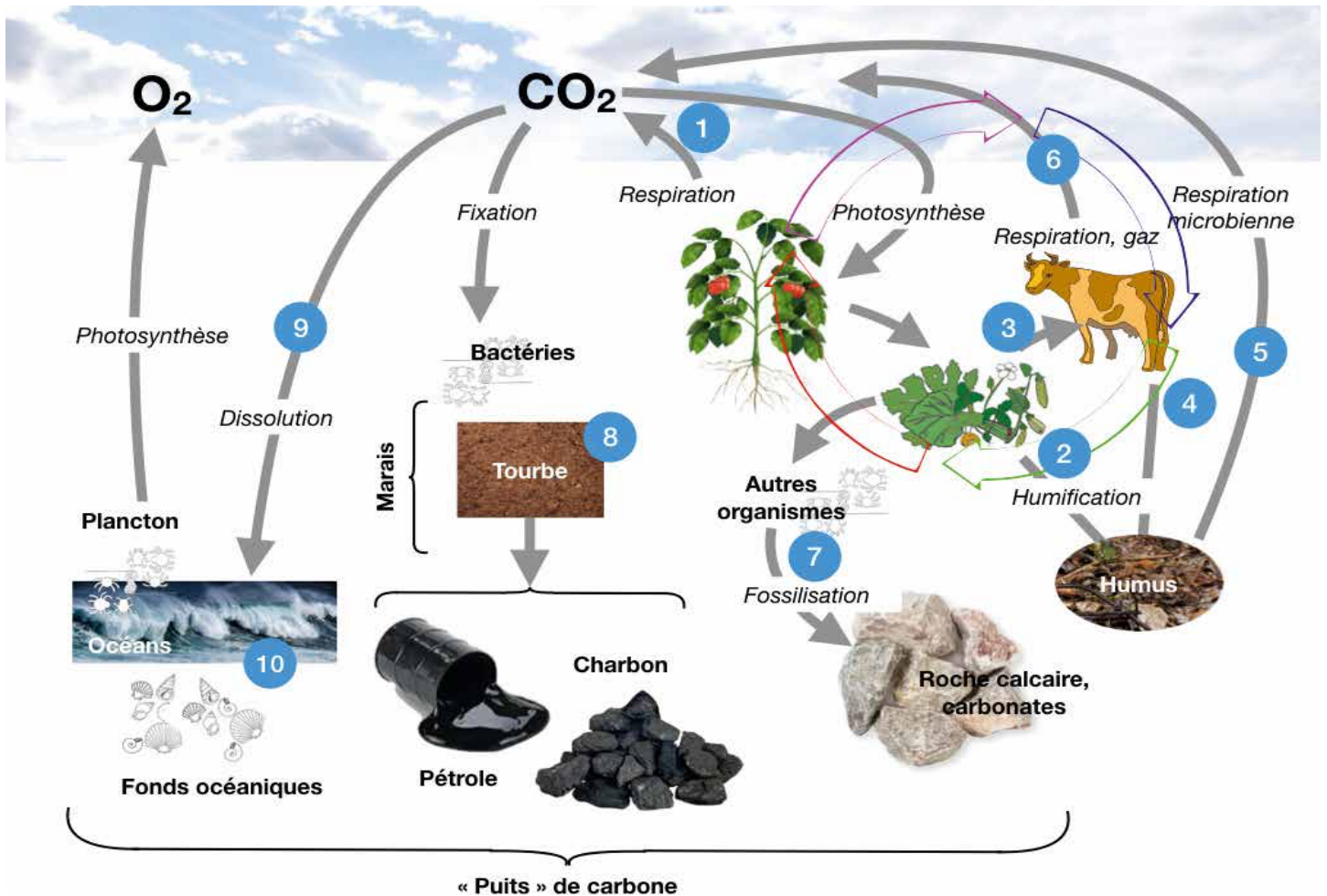
D'ailleurs, tout se passe comme si l'effet de serre était fonction du nombre d'atomes de carbone. En bref, le carbone est une vedette un peu sulfureuse.

Il sert d'unité de mesure

Le CO₂ sert d'étalon pour mesurer les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère terrestre. Les GES sont constitués essentiellement de CO₂ et les autres gaz, souvent plus néfastes pour le climat mais en quantité moindre, sont convertis en « équivalent CO₂ » « CO₂eq », et comptabilisés en tonnes de CO₂eq pour en simplifier le suivi¹.

Le CO₂, le premier carburant du vivant

Même si cela semble contre-intuitif, le carbone qui constitue une grande partie de la matière végétale provient de l'atmosphère. Nous l'avons appris à l'école, mais cela paraît tellement incroyable que



nous l'avons oublié. Les plantes « consommant » donc le carbone gazeux (CO₂) de l'atmosphère pour construire troncs, branches, feuilles, fleurs, fruits...

Les détails du cycle

Il y a deux parties principales dans le cycle du carbone (voir schéma). L'une est relativement circulaire (ou « fermée »), c'est celle qui va du vivant au vivant. Elle est fortement liée au cycle de l'oxygène et de l'hydrogène, donc de l'eau. Elle recycle indéfiniment le carbone.

L'autre draine le carbone depuis le cycle du vivant vers ce qu'on appelle les puits de carbone. À l'échelle humaine le carbone qui entre dans ce processus ne devrait pas en ressortir... sauf... nous verrons plus loin.

La partie « fermée » du cycle

(1) Les plantes absorbent le CO₂ de l'air grâce leur chlorophylle. Elle combine le CO₂ avec l'eau extraite du sol pour fabriquer les briques qui constituent ensuite les feuilles, tiges etc., c'est la photosynthèse. Le processus inverse, la respiration, renvoie une partie de ce CO₂ dans l'air (environ la moitié).

Lorsqu'elles perdent leurs feuilles et leurs fruits (ou lorsqu'elles meurent pour celles qui ne sont pas vivaces), les plantes cèdent leur carbone organique au sol où il va former l'humus (2).

Lorsque la plante est consommée par les animaux, le carbone retourne au sol via les déjections animales (3)(4), grâce à l'épandage de fumiers et lisiers si les bêtes ne sont pas élevées au champ².

La formation de l'humus est complexe et fait intervenir des champignons, des macrophages, des bactéries, etc. Ce processus dégage également du CO₂ : c'est la respiration microbienne (5).

La boucle est bouclée... le carbone produit par le vivant est réutilisé pour produire de nouveaux végétaux.

La partie ouverte : le carbone qui « sort » du cycle

Une partie du cycle exporte le carbone :

- (6) les ruminants : en plus de leur respiration, les ruminants produisent des gaz au cours de leur digestion, essentiellement du méthane, 50 fois plus nocif que le dioxyde de carbone. Contrairement au CO₂, ce puissant GES n'est pas recyclé, il reste dans l'atmosphère pendant environ une dizaine d'années.

- Une partie de l'humus suit une autre voie, la fossilisation (7). Ce processus fournira à son tour des minéraux que réutiliseront les plantes. L'équilibre entre l'humification et la fossilisation est important, il est conditionné par la qualité de la vie du sol.

- Dans certains contextes (marais), en l'absence d'oxygène et en présence d'eau l'humus se transforme en tourbe (8). La tourbe est stable et conduit, à l'échelle géologique des temps, à la création des hydrocarbures (pétrole, charbon, gaz...).

- Un processus voisin conserve le carbone sous forme de méthane dans des sols gelés en permanence qu'on appelle le pergélisol.

- (9) Dans les océans : le CO₂ se dissout partiellement dans les grandes masses liquides. « Digéré » par le vivant, il produit du carbone minéral qui se dépose au fond des océans (10).

Menace sur le carbone

Comme nous venons de le voir, le CO₂, qu'on résume souvent à l'expression « carbone », est la cause majeure du réchauffement de l'atmosphère. Nous avons donc très grand intérêt à réduire sa production. Malheureusement, plusieurs facteurs vont dans le sens inverse :

La tourbe est exploitée depuis plusieurs siècles, ce qui remet en circulation le carbone qui s'y trouve depuis des millénaires. Le réchauffement climatique libère les gaz du pergélisol.

La capacité d'absorption du carbone par les océans diminue avec l'augmentation de la chaleur des eaux et leur acidification.

Notre exploitation des hydrocarbures libère le carbone stocké là pendant des millions d'années.

Sans remède rapide, la concentration de CO₂ dans notre atmosphère devrait passer de 0,03% à 0,05% d'ici 2050³.

Si les plantes ne souffrent pas directement de cette augmentation de CO₂ dans l'air (c'est leur nourriture) elles vont, comme les humains, souffrir de l'effet de serre qui en est la conséquence.

Le carbone au champ

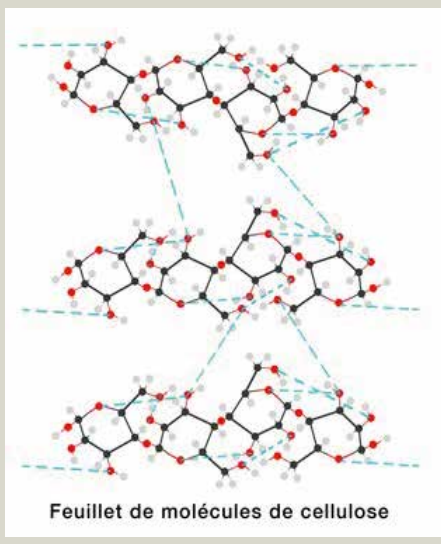
La nature a bien souvent la solution quand on l'écoute. L'humus forme ce qu'on appelle la matière organique du sol : MO. Cette MO contient une grande quantité de carbone, immobilisée temporairement mais renouvelée en permanence. Il est possible en cultivant autrement d'augmenter la quantité de MO présente dans le sol et donc le carbone immobilisé, grâce aux techniques de culture proposées par l'agro-écologie, la permaculture ou l'agriculture paysanne. La moyenne nationale tourne aujourd'hui autour de 2% (jusqu'à 0,5% dans la vigne), ce qui est faible et qui pourrait atteindre jusqu'à 4-5%.

En explorant cette voie, il serait possible de faire une réelle contribution à la réduction de CO₂ dans l'atmosphère (voir la note du Sénat qui est parfaitement informé du sujet)⁴.

Le carbone qui structure tout le vivant

Grâce à ses points de liaisons potentielles (ses « atomes crochus »), le carbone joue un rôle primordial dans le vivant. La convention internationale de représentation des éléments a choisi le noir pour le représenter, on le voit dans ce schéma de molécule de cellulose qui met en évidence le rôle de structuration qu'il joue. Il est souvent associé à des structures hexagonales, en « nid d'abeille ». La cellulose, avec la lignine représentent une partie importante de la masse des végétaux. On peut facilement observer cette structure au niveau macromoléculaire en observant une coupe de bois longitudinale.

Dessin (<http://grainesexplorateurs.ens-lyon.fr/>)



Le carbone au jardin

Les bonnes pratiques permaculturelles au jardin sont les mêmes que celles évoquées pour le cycle du phosphore ou de l'azote : couvrir le sol, y apporter de la matière organique végétale ou animale, ne pas utiliser d'engrais, et ne pas brûler ses déchets végétaux (si, si, cela existe encore !). Cela permet de montrer l'exemple, de convaincre, de se nourrir en partie avec des produits sains, de profiter de la joie du partage avec des amis..., etc., il ne faut pas s'en priver !

Pour le reste, la solution tient peut-être dans un petit bout de papier de 105 mm x 148 mm !

Denis GADOT

egavar.alsace@gmail.com

1. Voir le numéro de Fruits et Abeilles de janvier
2. À noter qu' homo sapiens se distingue et préfère polluer les eaux avec ses déjections...
3. Avec les conséquences connues sur le climat, voir l'article de janvier
4. https://www.senat.fr/fileadmin/Fichiers/Images/opepst/quatre_pages/OPEPST_2018_0012_note_stockage_carbone_sols.pdf