

Rôle des sols et du sous-sol dans le cycle du carbone

Élise Dujardin

Master en sciences géographiques, orientation « global change »

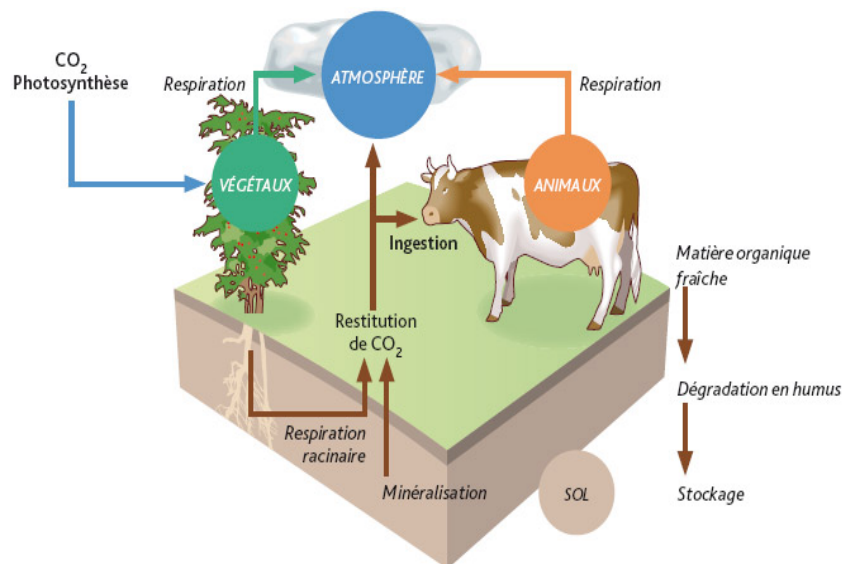
Le carbone est un élément chimique qui se retrouve sous différentes formes. Dans l'atmosphère, il se trouve en majeure partie sous forme de dioxyde de carbone, appelé aussi gaz carbonique. C'est un gaz naturellement présent, qui fait partie des gaz à effet de serre, qui piègent de la chaleur dans l'atmosphère en absorbant le rayonnement infrarouge terrestre. Depuis la révolution industrielle, l'Homme émet ce gaz à effet de serre en grande quantité. Cela a pour conséquence l'accentuation du réchauffement climatique à l'échelle planétaire.

Le cycle du carbone

Le cycle du carbone est le transport de celui-ci à travers quatre réservoirs : l'atmosphère, l'océan, la végétation et le sol. La végétation est le plus petit de ces quatre réservoirs de carbone, mais elle joue un rôle clé dans le transport de carbone entre l'atmosphère et le continent.

La photosynthèse réalisée par les plantes transforme le CO_2 en matière organique et en oxygène. Une partie de ce carbone est transmis aux animaux à travers la chaîne alimentaire. Durant leur vie, les végétaux et les animaux consomment du carbone organique dans le processus de respiration, ce qui retourne du CO_2 dans l'atmosphère. Une fois les organismes morts, la matière organique de leur corps se retrouve sur le sol et se décompose. Cette décomposition va produire une couche de sol riche en matière organique, l'humus. La dégradation de cet humus va permettre le stockage du carbone dans les sols. Sous le sol, la Terre se compose de roches. Parmi celles-ci, les roches carbonatées contiennent du carbone. Une autre source de carbone est présente dans la lithosphère : ce sont les gisements de carbone organique, comme le pétrole ou le charbon.

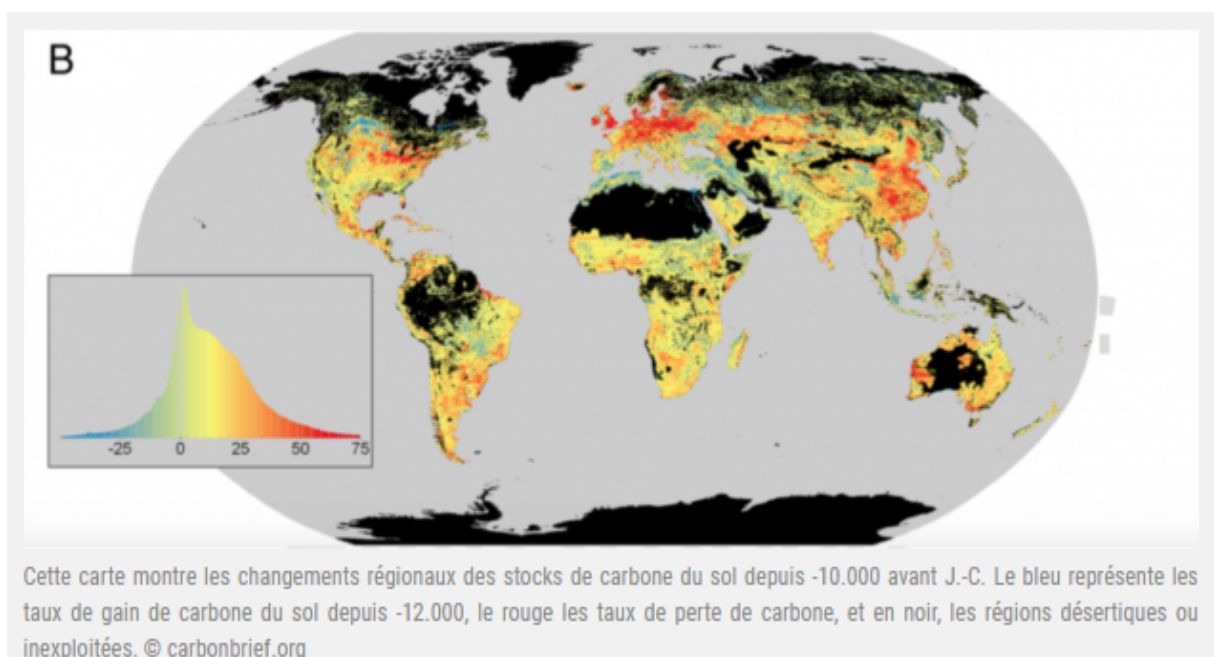
L'Homme produit des modifications sur le cycle du carbone : tout d'abord, en utilisant des énergies fossiles pour se chauffer, produire de l'électricité ou pour se déplacer. Depuis la révolution industrielle, l'Homme exploite une quantité importante de charbon, de gaz et de pétrole. Une fois extraits, ces constituants de carbone sont brûlés pour produire de l'énergie. Lors de la combustion, du gaz carbonique est émis dans l'atmosphère et va augmenter l'effet de serre. Ce flux émet vers l'atmosphère du carbone initialement piégé dans les couches profondes de la Terre. La production de ciment à partir de calcaire et la production de matières plastiques à partir du pétrole contribuent aussi aux rejets dans l'air. De plus, l'Homme relâche du carbone stocké dans la biomasse lorsqu'il utilise du bois de chauffage. Les feux de forêts anthropiques et



la déforestation en général ont un impact majeur. En déboisant, l'Homme diminue la quantité de carbone du sol et de la végétation dans un écosystème riche. En effet, une fois le sol mis à nu, la matière organique en décomposition du sol n'est pas renouvelée et l'érosion des sols est plus facile. Une dernière modification d'importance est notée : l'agriculture intensive. Dans ce type d'agriculture, le carbone du sol n'est pas renouvelé et l'érosion est facilitée.

Les flux de carbone

Les flux de carbone du sol vers l'atmosphère dus à l'agriculture sont liés à deux facteurs principaux : l'intensité de l'agriculture ainsi que sa durée et la vulnérabilité des sols à l'érosion. Le premier facteur est responsable du flux de carbone au nord-est des États-Unis et en Europe de l'Ouest. À ces endroits, l'agriculture est intensive depuis des siècles. Par contre, le flux de carbone au sud de l'Afrique, en Argentine ou en Australie n'est pas causé par le pâturage, mais par l'érodabilité des sols.



La gestion des sols

Les sols ont un effet tampon sur le réchauffement climatique. Ils permettent de stocker une partie des émissions de gaz carbonique produite par l'Homme. Même si l'agriculture rejette du carbone dans l'atmosphère, une meilleure gestion des terres pourrait permettre de stocker à nouveau une plus grande quantité de carbone dans les 30 à 100 premiers centimètres du sol.

L'exploitation de la forêt peut se faire en choisissant les arbres à abattre ou en laissant du temps au sol pour se régénérer avant d'être à nouveau utilisé. Les pâturages peuvent accumuler plus de carbone en diversifiant les espèces et en faisant une rotation des pâturages pour que le bétail ne reste pas toujours au même endroit. Les terres cultivées peuvent aussi être gérées pour stocker du carbone. Pour cela, l'agriculture traditionnelle peut être remplacée par divers types d'occupation du sol pour permettre la séquestration. Pour chaque occupation du sol, il va y avoir un apport de carbone différent dans le sol.

Forêt	4 - 8
Agroforesterie	0,2 – 0,8
Agriculture de conservation	0,1 – 0,8
Pâturage	0,05 – 0,2

Séquestration de carbone en t/ha/an selon la FAO(2002)

Le reboisement et la mise en pâturage des terres cultivées permettent un gain facile de carbone dans les sols mais ne permettent pas d'assurer l'approvisionnement alimentaire comme le font les cultures. Pour maintenir un équilibre entre l'activité humaine et la présence de carbone, il faut augmenter les apports de matière organique sur les cultures et diminuer les pertes de carbone. L'agroforesterie est une pratique, qui insert des arbres dans les grandes cultures. L'arbre a un rôle fondamental : il apporte de la matière organique, régule le cycle de l'eau et protège les cultures du vent. L'agriculture de conservation est une autre pratique de gestion des sols qui est basée sur trois principes. D'abord, il faut déranger le moins possible le sol, cela veut dire qu'il faut éviter le labour de la terre qui conduit à une perte du carbone. Ensuite, il faut couvrir au maximum le sol pour optimiser l'apport de matière organique. Par exemple, il est possible d'ajouter de la paille aux cultures. Finalement, la rotation des cultures permet un apport varié au sol et augmente sa fertilité. Plusieurs variantes de l'agriculture de conservation existent.

En 2015, des gouvernements ont mis en place une politique pour la séquestration de carbone dans les sols : « 4 pour 1000 ». Le but est d'augmenter la concentration de carbone dans les sol de 0,4 % par an. Cela est censé compenser les émissions de CO₂ produites par l'Homme. Néanmoins, cette politique a des faiblesses, car il n'est pas facile de quantifier exactement le carbone dans les sols et il se peut, que les pratiques mises en place ne permettent pas d'atteindre l'objectif. Le carbone pourrait augmenter pendant 20 ou 30 ans, mais il n'est pas prouvé que ce soit une solution à plus long terme.

Le piégeage du carbone

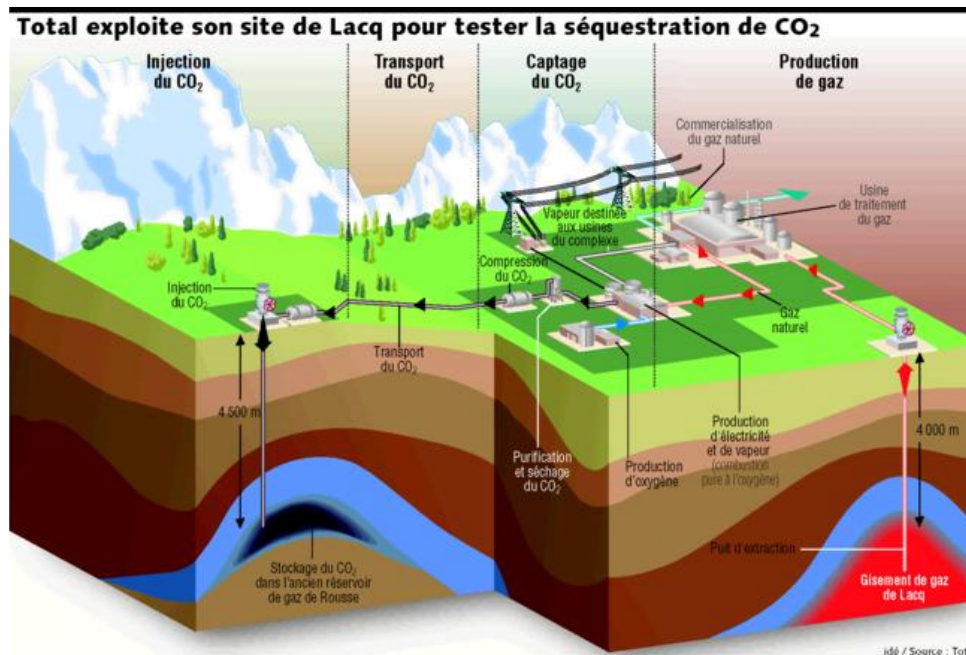
Un autre moyen pour diminuer le taux de carbone dans l'atmosphère est la technique du piégeage et stockage du dioxyde de carbone. Cela consiste à collecter le CO₂ à sa source de production et à le stocker dans les couches plus profondes de la Terre. Ce processus est réalisé en trois étapes.

La première étape est de piéger le CO₂ produit par les centrales électriques ou des installations industrielles de grande envergure. En premier lieu, le gaz carbonique est séparé des autres composants produits lors de l'activité industrielle. Pour les centrales électriques, deux techniques sont utilisées actuellement : le système de postcombustion et le système de précombustion. Une fois isolé, le gaz carbonique est purifié et comprimé dans le but de faciliter le transport et le stockage. Lors de cette première étape, il est possible de diminuer de 80 à 90% le CO₂ émis. Il ne faut pas oublier que le système consomme de l'énergie supplémentaire et que cela a un coût. Le coût du piégeage est estimé entre 0,01 et 0,03 US\$ par kWh produit.

La deuxième étape est de transporter le CO₂ vers un lieu de stockage car ce n'est généralement pas possible de le stocker sur le lieu de production. Différentes techniques de transport sont mises en place, soit des canalisations enterrées appelées des gazoducs, soit un transport de CO₂ liquide par bateau. Le transport par camion ou train est possible mais n'est pas rentable pour de grande distance. Le coût dépend de la distance et de la quantité à transporter. Pour une tonne de CO₂, il est estimé que le transport par gazoduc coûte entre 1 et 8 US\$. Pour le transport de plus de 1000 km, le transport par navire est moins coûteux, si les quantités à transporter sont suffisantes.

La dernière étape est de stocker le gaz carbonique dans les couches géologiques. Les lieux de stockage sont des formations salines, des gisements de pétrole, de gaz... Le but est de conserver le CO₂ à une profondeur de 800 m ou plus pour que sa remontée à la surface ne soit

pas possible. Les méthodes utilisées pour le stockage sont les mêmes que celles utilisées pour l'industrie du gaz ou du pétrole. Par exemple, il existe la technique de forage de puits ou la technique d'injection. Le stockage dans les couches géologiques possède un risque très faible de fuite. Néanmoins, une surveillance du stockage est mise en place. La possibilité de stocker est présente partout dans le monde et la quantité de stockage n'est pas évaluée avec certitude mais pourrait être possible durant des décennies. Le coût de stockage est compris entre 0,5 et 8 US\$ par tonne de CO₂ injecté et le coût de surveillance est compris entre 0,1 et 0,3 US\$ par tonne de CO₂.



Les Echos, 2009

La possibilité de la création de ce dispositif dépend de la rentabilité de l'infrastructure. Cela dépend donc du volume d'émission de la source, de la distance séparant la source et le site de stockage, de la concentration des émissions de CO₂... Le potentiel de piégeage du CO₂ est estimé à 21 – 45 % des émissions en 2050.

Conclusion

Pour atténuer le réchauffement climatique, l'Homme tente de diminuer la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère. Pour cela, il tente de diminuer ses émissions et d'en stocker dans les sols à travers une meilleure gestion de l'agriculture. Il a aussi développé des techniques pour empêcher la libération de carbone provenant de grande source de production. Ces techniques ont encore besoin d'être améliorées et plus largement diffusées.

La diminution des gaz à effet de serre doit être vue de manière globale. Pour y arriver, il faut diminuer les émissions anthropiques, intensifier la gestion durable des sols et développer la séquestration de carbone dans les couches géologiques.

Pour en savoir plus

- https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/agriculture/les-sols-agricoles-pompes-a-carbone_134485
- <https://www.4p1000.org/fr>
- <https://www.greenfacts.org/fr/piegeage-stockage-co2//index.htm#1>