

La voie du carbone liquide

« Liquid carbon pathway »

Extrait réécrit à partir de

« Liquid Carbon Pathway Unrecognised »

publié dans *Australian Farm Journal* de juillet 2008

Traduction Jean-Luc galabert
(Inter-Culturel, ISI Home-green Solutions, <https://lavierebelle.org>)

Le processus par lequel le dioxyde de carbone gazeux est converti en humus du sol se produit depuis des millions d'années. C'est le seul mécanisme permettant la formation d'une couche arable profonde.

Non seulement la reconstitution d'une couche arable riche en carbone est une option pratique et bénéfique pour éliminer de manière productive des milliards de tonnes de dioxyde de carbone excédentaire de l'atmosphère, mais lorsque les sols gagnent en carbone, ils améliorent également leur structure, leur capacité de rétention d'eau et la disponibilité des nutriments.

Il est donc fondamental de comprendre le processus de formation des sols pour assurer la viabilité future de l'agriculture.

La formation de la couche arable est un processus biologique

La « capture et le stockage biologiques du carbone » commencent par la photosynthèse, un processus naturel au cours duquel les feuilles vertes transforment l'énergie solaire, le dioxyde de carbone et l'eau en énergie biochimique. Pour les plantes, les animaux et les êtres humains, le carbone n'est pas un polluant, mais l'élément constitutif de la vie. Tous les êtres vivants sont basés sur le carbone.

En plus de fournir de la nourriture pour la vie, une partie du carbone fixé pendant la photosynthèse peut être stockée sous une forme plus permanente, comme le bois (dans les arbres ou les arbustes) ou l'humus (dans le sol).

Ces processus présentent de nombreuses similitudes.

i) Transformation de l'air en bois. La formation du bois nécessite la photosynthèse pour capturer le dioxyde de carbone dans les feuilles vertes, suivie de la lignification, un processus biologique au sein de la plante par lequel des composés carbonés simples sont assemblés en molécules plus complexes et plus stables pour former la structure de l'arbre.

ii) Transformation l'air en sol. La formation de la couche arable nécessite la photosynthèse pour capturer le dioxyde de carbone dans les feuilles vertes, suivie de l'exsudation de sucres simples par les racines des plantes et de l'humification au sein d'agrégats de sol biologiquement actifs.

L'humification est un processus par lequel des composés carbonés simples sont assemblés en molécules plus complexes et plus stables. La formation de l'humus nécessite une vaste gamme de micro-organismes du sol, notamment des champignons mycorhiziens, des bactéries fixatrices d'azote et des bactéries solubilisant le phosphore, qui tirent tous leur énergie des sucres végétaux (carbone liquide).

Comment se fait-il que les arbres continuent à transformer le dioxyde de carbone en bois, mais que les sols ne transforment plus le dioxyde de carbone en humus ?

La réponse est très simple.

Pour que les arbres puissent produire du bois à partir du carbone soluble, ils doivent être vivants et recouverts de feuilles vertes. Pour que le sol puisse produire de l'humus à partir du carbone soluble, il doit être vivant et recouvert de plantes vertes en pleine croissance.

La formation d'un carbone stable dans le sol est un processus en quatre étapes qui commence par la photosynthèse et se termine par l'humification. De nombreux systèmes de production agricole à grande échelle ne parviennent pas à constituer un carbone stable dans le sol en profondeur en raison d'une capacité photosynthétique insuffisante et/ou de l'utilisation de taux élevés d'engrais synthétiques ou d'autres produits chimiques qui inhibent le pont entre les plantes et les microbes.

Ces facteurs ont été négligés dans la plupart des modèles de séquestration du carbone dans le sol.

Le « modèle de la biomasse »

Les modèles conçus pour prédire mathématiquement les mouvements du carbone dans et hors des sols reposent généralement sur l'hypothèse que le carbone pénètre dans le sol sous forme d'« apports de biomasse », c'est-à-dire à partir de la décomposition des feuilles, des racines et des chaumes. Ces modèles fournissent des estimations utiles des flux de carbone dans les sols agricoles gérés de manière conventionnelle, mais ne tiennent pas compte des niveaux importants de séquestration du carbone observés dans les sols activement alimentés par du carbone soluble.

Lorsque le carbone pénètre dans l'écosystème du sol sous forme de matière végétale (telle que les chaumes), il se décompose et retourne dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone. D'où la lamentation « mon sol mange le paillis », familière aux jardiniers amateurs comme aux cultivateurs de grandes surfaces. Si les résidus végétaux sont importants pour le fonctionnement du réseau trophique du sol, la réduction de la demande évaporative et la régulation de la température du sol, ils ne conduisent pas nécessairement à une augmentation des niveaux de carbone stable dans le sol.

À l'inverse, le carbone soluble acheminé vers les agrégats du sol par les hyphes des champignons mycorhiziens peut être rapidement stabilisé par humification, à condition que des systèmes de gestion des terres appropriés soient mis en place.

Carbone mycorhizien

Les types de champignons qui survivent dans les sols agricoles gérés de manière conventionnelle sont principalement saprophytes, ce sont des décomposeurs, c'est-à-dire qu'ils tirent leur énergie de la matière organique en décomposition, telle que les résidus de cultures. En règle générale, ces types de champignons ont des réseaux hyphaux relativement petits. Ils jouent un rôle important dans la fertilité et la structure du sol, mais ne contribuent que de manière mineure au stockage du carbone.

Les champignons mycorhiziens diffèrent considérablement des champignons décomposeurs en ce qu'ils acquièrent leur énergie sous forme liquide, sous forme de carbone soluble provenant directement de plantes en pleine croissance. Il existe de nombreux types de champignons mycorhiziens. Les espèces importantes pour l'agriculture sont souvent appelées mycorhizes arbusculaires (MA), [anciennement connues sous le nom de mycorhizes arbusculaires vésiculaires (MAV)]. Ce dernier terme n'est plus utilisé, car tous les champignons arbusculaires ne possèdent pas de vésicules.

Il est bien connu que les champignons mycorhiziens accèdent à l'eau et la transportent, ainsi que des nutriments tels que le phosphore, l'azote et le zinc, en échange du carbone de leur hôte vivant. Ils ont également la capacité de relier les plantes individuelles sous terre et peuvent faciliter le transfert de nutriments entre les espèces. C'est l'une des raisons pour lesquelles la diversité végétale en surface est importante. La croissance des plantes est généralement plus importante en présence de champignons mycorhiziens qu'en leur absence.

Ce qui est moins connu, c'est que les champignons mycorhiziens peuvent jouer un rôle extrêmement important dans les processus d'humification et de formation des sols.

Humification

Dans des conditions appropriées, une grande partie du carbone soluble acheminé vers les agrégats via les hyphes des champignons mycorhiziens subit une humification, un processus au cours duquel les sucres simples sont resynthétisés en polymères de carbone très complexes. Les polymères d'humus sont constitués de carbone et d'azote provenant de l'atmosphère, combinés à une gamme de minéraux provenant du sol. Ces complexes organo-minéraux forment une partie stable et indissociable de la matrice du sol qui peut rester intacte pendant des centaines d'années.

Le carbone humifié diffère physiquement, chimiquement et biologiquement du pool labile de carbone organique qui se forme généralement près de la surface du sol. Le carbone labile provient principalement des apports de biomasse (tels que les résidus de cultures) qui se décomposent facilement.

À l'inverse, la plupart du carbone humifié provient de l'exsudation directe ou du transfert de carbone soluble des racines des plantes vers les champignons mycorhiziens et d'autres microflores symbiotiques ou associatives. Il s'agit de « carbone microbien » par opposition au « carbone végétal ».

L'humus peut se former à une profondeur relativement importante dans le profil du sol, à condition que les plantes soient gérées de manière à favoriser le développement de racines vigoureuses. Une fois que le dioxyde de carbone atmosphérique est séquestré sous forme d'humus, il présente une grande résistance à la décomposition microbienne et oxydative.

Les conditions du sol nécessaires à l'humification sont réduites en présence d'herbicides, de fongicides, de pesticides, d'engrais phosphatés et azotés, et améliorées en présence d'exsudats racinaires et de substances humiques telles que celles dérivées du compost.

Du vert toute l'année

L'environnement biologique du sol nécessaire à la formation de l'humus est favorisé par des pratiques agricoles qui encouragent une couverture végétale diversifiée pendant la majeure partie de l'année, dans la mesure où le climat le permet. Les pratiques agricoles vertes tout au long de l'année comprennent le pâturage adaptatif à haute densité et de courte durée, la culture des pâturages et les cultures de couverture multi-espèces.

N'oubliez pas que la photosynthèse et la « voie du carbone liquide » sont les principaux moteurs de la formation des sols. Les hôtes vivants (plantes vertes) fournissent du carbone soluble et l'habitat nécessaire à la colonisation par les champignons mycorhiziens.

Restorer les sols

Dans des conditions appropriées, 30 à 40 % du carbone fixé dans les feuilles vertes peut être transféré dans le sol et rapidement humifié, ce qui se traduit par des taux de séquestration du carbone dans le sol de l'ordre de 5 à 20 tonnes de CO₂ par hectare et par an.

Dans certains cas, des taux élevés de séquestration du carbone dans le sol ont été enregistrés là où il n'y avait pratiquement pas d'« apports de biomasse », ce qui suggère que la voie du carbone liquide était le principal mécanisme de formation du sol.

Chaque 27 tonnes de carbone séquestrées biologiquement dans le sol représentent 100 tonnes de dioxyde de carbone retirées de l'atmosphère. En prime, cela permet également une production plus fiable et plus rentable d'aliments nutritifs.

Actuellement, la plupart des terres agricoles sont une source nette de carbone. Autrement dit, le sol perd plus de carbone qu'il n'en séquestre. Une approche de la production agricole respectueuse de la biologie - et un pâturage soigneusement planifié des prairies et des pâturages - permettrait aux terres agricoles de devenir un puits net de carbone (c'est-à-dire que le sol séquestrerait plus de carbone qu'il n'en perd).

Si toutes les terres agricoles étaient un puits net plutôt qu'une source nette de CO₂, les niveaux de CO₂ dans l'atmosphère diminueraient, tandis que la productivité agricole et la fonction des bassins versants s'amélioreraient. Cela résoudrait la grande majorité de nos « problèmes » en matière de production alimentaire, d'environnement et de santé humaine.

Pour en savoir plus :

Allen, M.F (2007) 'Mycorrhizal fungi: highways for water and nutrients in arid soils'. Soil Science Society of America, Vadose Zone Journal Vol 6 (2) pp. 291-297. www.vadosezonejournal.org

Leake, J.R., Johnson, D., Donnelly, D.P., Muckle, G.E., Boddy, L. and Read, D.J. (2004). Networks of power and influence: the role of mycorrhizal mycelium in controlling plant communities and agroecosystem functioning. Canadian Journal of Botany, 82: 1016-1045. doi:10.1139/B04-060