

## Le carbone, ça compte énormément.

Christine Jones, PhD, Fondatrice Amazing Carbon, [www.amazingcarbon.com](http://www.amazingcarbon.com)

A défaut d'une collision cataclysmique avec un astéroïde ou d'une explosion volcanique propre à secouer le monde, la mince couche de roche altérée que nous appelons sol peut voir sa population augmenter de 50% avant que cette planète n'ait beaucoup vieilli. Le problème n'est pas passé inaperçu. Des hommes et des femmes instruits se sont rassemblés, des livres ont été écrits et des conférences ont été convoquées. De quoi a-t-on parlé? Comment produire un nouveau sol végétal? Non. Tout sauf ça.

Le degré de connaissance de l'espèce humaine est extraordinaire sur presque tous les sujets, des particules subatomiques aux galaxies lointaines, et pour autant nous en savons si peu sur le sol. Est-il donc si banal, ce monde sous nos pieds? Cette chose pleine de vie qui nous porte?

Notre incapacité à reconnaître / observer / mesurer / apprendre à produire rapidement une couche fertile de terre végétale pourrait bien émerger comme l'une des plus grande erreurs de la civilisation moderne. Les analyses de sols agricoles classiques descendent rarement sous les 10 à 15 centimètres et se bornent le plus souvent à évaluer un petit nombre d'éléments, notamment le phosphore (P) et l'azote (N). L'importance excessive accordée à ces nutriments revient à occulter la myriade d'interactions microbiennes qui normalement devraient avoir lieu dans le sol; des interactions qui sont nécessaires à la séquestration du carbone, elle même indispensable à la formation de terre végétale fertile.



Figure 1. Dans cette comparaison de sites appariés, la conformation du sol, la pente, l'aspect, les précipitations et l'activité agricole sont les mêmes. Les niveaux de carbone du sol dans les deux parcelles étaient à l'origine les mêmes.

LHS: profil de sol sur 0-50 cm d'une parcelle dans laquelle la couverture végétale a été activement gérée (cultivée et pâturée) pour améliorer sa capacité photosynthétique.

RHS: profil de sol sur 0-50 cm d'une parcelle voisine (clôture à 10 mètres) gérée de façon conventionnelle, ensemencée, avec une longue antériorité d'application de phosphate.

NOTES:

i) Le niveau de carbone dans la couche 0-10 cm supérieure est très similaires. Ce carbone de surface résulte de la décomposition de la matière organique (feuilles, racines, fumier, etc.), formant du carbone « labile », un carbone instable à chaîne courte.

ii) Le carbone au-dessous des 30 cm du profil LHS a lui été séquestré via la 'voie du carbone liquide' et rapidement incorporé dans la fraction de sol humique (non labile). Le carbone à chaîne longue et non labile est très stable.

## Gestion des terres et carbone du sol

Le profil de sol RHS de la figure 1 s'est formé sous pâturage conventionnel, culture intermittente et épandage d'engrais standard. A contrario, le profil du sol LHS nous montre 50 centimètres de terre végétale bien structurée, fertile, riche en carbone, résultat de l'activation de la 'voie de séquestration' par une gestion des cultures et des pâturages propre à maximiser la capacité photosynthétique. Aucun superphosphate n'a été appliqué à la parcelle LHS depuis plus de trente ans. Au cours des 10 dernières années, le sol LHS a séquestré 164 t / ha de CO<sub>2</sub> (44,7 tC / ha). Le taux de séquestration au cours des deux dernières années (2008-2010) a été de 33 tonnes de CO<sub>2</sub> par hectare et par an (9 tC / ha / an).

De par l'augmentation des niveaux de carbone dans le sol et l'augmentation correspondante de sa fertilité, la parcelle LHS supporte maintenant deux fois plus de bétail que la parcelle RHS.

Les niveaux à la fois totaux et disponibles de nutriments végétaux, de minéraux et d'oligo-éléments se sont considérablement améliorés dans le sol LHS, et ce en raison de la solubilisation de la fraction minérale par les microbes, eux-mêmes stimulés par des niveaux accrus de carbone liquide. Dans ce cercle vertueux, la séquestration améliore la minéralisation qui à son tour améliore l'humification.

Résultat, le taux de polymérisation a aussi augmenté, ce qui fait que 78% du carbone nouvellement séquestré devient non labile. Formées par le pont plantes-microbe de séquestration, les substances humiques stables, à chaîne longue et poids moléculaire élevé, ne peuvent pas disparaître en cas de sécheresse. L'humus présent dans le profil LHS s'est en effet formé en dépit de 13 ans de précipitations déficitaires dans l'est de l'Australie

Une des principales causes de dysfonctionnement du sol, comme illustré sur le profil du sol RHS de la figure 1, est la suppression d'un couvert pérenne et/ou une réduction de la capacité photosynthétique des pâturages en raison d'une gestion inappropriée. Dans l'après-guerre, toute une gamme d'engrais chimiques a été utilisée pour tenter de masquer l'appauvrissement du sol. En fait, cette approche n'a fait qu'accélérer la perte de carbone, et particulièrement en profondeur. L'effet net de la dégradation de la structure du sol s'est traduit par un dysfonctionnement des terres, en particulier en ce qui concerne le stockage et le mouvement de l'eau, les pertes en biodiversité, une réduction significative des minéraux dans les plantes et chez les animaux et une augmentation des risques de maladies métaboliques. Ça ne peut plus durer.

L'Australie n'est pas le seul pays où une mauvaise gestion des terres agricoles et des pratiques de fertilisation inacceptables ont détérioré les sous-sols - et donc le fonctionnement même du sol -. En Nouvelle-Zélande, pays béni avec de vastes étendues de terre végétale intrinsèquement fertile, des pertes de carbone se produisent en profondeur sous des pâturages lourdement fertilisés, conséquence directe de l'inhibition de la voie de séquestration. À ce jour, les pratiques de gestion alternatives ont été soit rejetées soit ignorées par l'establishment scientifique du pays.

Rappelons que les améliorations rapides de la fertilité du sol comme de sa fonction, telles qu'enregistrées dans le profil de sol LHS de la figure 1, dépendent de la capacité photosynthétique accrue qui accompagne les formes régénératives de gestion des cultures et des pâturages.

### **Pas n'importe quel carbone - pas n'importe où**

Le couche supérieure 0-10cm du sol contient généralement les taux les plus élevés de carbone labile, à chaîne courte, indicateur de renouvellement rapide. Sachant que ce carbone «actif» est important pour la santé du réseau trophique du sol, la couche de terre supérieure n'est pas ce que l'on choisirait pour « emmagasiner » en toute sécurité le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Plus le carbone est séquestré profondément, et plus ce carbone est humidifié, mieux c'est.

Sur les 10 dernières années, la quantité de carbone non-labile à chaîne longue -la fraction humique- dans le profil LHS a doublé dans la couche 10-20cm, triplé dans la couche 20-30cm et quadruplé dans la couche 30-40cm. Dans les années à venir, on prévoit que la séquestration la plus rapide de carbone stable dans ce profil de sol particulier aura lieu dans la couche 40-50cm, puis, plus tard, dans la couche 50-60cm. Cela veut dire qu'avec le temps une terre végétale riche en carbone continuera à se développer vers les horizons inférieurs.

Le carbone séquestré en profondeur atténue les agressions du sous-sol, optimise la productivité agricole, rehausse la fonction hydrologique et améliore la densité minérale dans les plantes, chez les animaux et les êtres humains.

Le Protocole de Kyoto, qui ne concerne que le carbone séquestré dans la couche 0-30cm, ignore complètement cette 'séquestration déterminante' dans le profil 30-60cm du sol.

### **Produire un nouveau sol végétal**

La formation de terre végétale fertile peut être d'une rapidité stupéfiante une fois les facteurs biologiques réunis et la voie de séquestration / minéralisation / humification activée. Les interactions répétitives en boucles rendent la voie du carbone liquide quelque peu semblable au mouvement perpétuel. Vous pouvez pratiquement voir une nouvelle terre végétale se former sous vos yeux.

Captée dans la photosynthèse, canalisée par les racines des plantes du sol supérieur au sol inférieur sous forme de carbone liquide, l'énergie solaire alimente les microbes qui solubilisent la fraction minérale. Une partie des minéraux nouvellement libérés favorise une humification rapide dans les couches profondes du sol, tandis que les minéraux restants sont retournés aux feuilles des plantes, facilitant un taux élevé de photosynthèse et des niveaux accrus de production de carbone liquide, qui, à son tour, sera canalisé vers le sol pour favoriser la dissolution d'autant plus de minéraux.

Les niveaux de minéraux extractibles à l'acide dans le profil LHS sont plus élevés que ceux en RHS et dans les proportions suivantes : calcium 177%, magnésium 38%, potassium 46%, soufre 57%, zinc 86%, fer 22%, cuivre 102%, boron 56%, molybdène 51%, cobalt 79% et selenium 17%.

Les niveaux de nutriments hydro-solubles pour les végétaux ont augmenté dans des proportions similaires.

### **D'où viennent les «nouveaux» minéraux ?**

Un test de sol standard fournit très peu d'informations sur le sol brut et les minéraux potentiellement disponibles pour les plantes. La plupart des rapports de laboratoires mentionnent des éléments nutritifs 'disponibles plantes' (c'est-à-dire des nutriments ne nécessitant pas d'intermédiaires microbiens pour l'accès aux plantes) et, si on en fait la demande, une liste de minéraux acide-extractibles (avec la mention trompeuse 'totaux').

Il en est ainsi du phosphore, par exemple, où les niveaux de 'disponibles plantes' sont généralement estimés en utilisant un test Olsen, Colwell, Bray 1, Bray 2, Mehlich 1, Mehlich 3 ou Morgan P. Ces tests fournissent des informations sur les gisements relativement petits de P inorganique du sol. Là où un chiffre pour le P total est indiqué, il s'agit uniquement de la quantité de P extractible à l'acide, et non pas du véritable P 'total' présent dans le sol.

D'autres techniques, telle le rayon-X fluorescent (XRF), sont nécessaires pour déterminer la composition de la fraction minérale acide-résistante, insoluble, qui englobe à elle seule 96 à 98% de la masse du sol et contient infiniment plus de minéraux que ce que veut bien donner un test de sol standard.

En effet, le mètre de sol supérieur contient des milliers de tonnes de minéraux par hectare. Des groupes de micro-organismes aux fonctions spécifiques ont accès à cette fraction minérale, tandis que d'autres sont à même de fixer l'azote atmosphérique, à condition de recevoir du carbone liquide des plantes.

L'accès à ces nouvelles ressources minérales, le fer et l'aluminium en particulier, plus le N nouvellement fixé (48% de plus de N total dans le profil de sol du LHS), favorisent une humification rapide du carbone labile. En revanche, le carbone liquide nécessaire pour conduire le processus ne sera plus disponible si des engrais à forte teneur en N et/ou P inhibent la formation d'un pont plante-microbe.

Les modèles 'classiques' de la dynamique du carbone du sol s'appuient sur des données collectées à partir de pâturages fertilisés conventionnels et/ou de sols sous des cultures fertilisées conventionnelles - là où le pont plante-microbe est perturbé -. Ils omettent d'inclure l'acquisition de nutriments de la fraction minérale brute et la fixation de N qui en découle. Ces modèles ne sont donc pas en mesure d'expliquer la formation rapide d'une couche arable en profondeur. Une telle aberration tient à ce que l'établissement scientifique se cramponne à des modèles dépassés, donnant à croire que les données de la vie réelle sont sans conséquences. Les mesures effectuées en dehors d'une science institutionnalisée sont généralement étiquetées 'anecdotiques', et largement ignorées.

## **Faire du monde un meilleur endroit**

Lorsque les pâturages, diverses cultures de couverture et les cultures semées en pâtures visent à utiliser les cadeaux gratuits de la nature - la lumière du soleil, les microbes de l'air et du sol - pour former rapidement une nouvelle terre fertile et riche en carbone, le processus est d'un bénéfice immense, non seulement pour le fermier lui-même, mais aussi pour la communauté rurale du monde entier.

Colin Seis, propriétaire, n'a aucune envie de revenir à la gestion et aux pratiques antérieures maintenant qu'il est en mesure de doubler sa production pour un coût moindre. Il n'empêche, si la gestion des terres devait changer pour des raisons improbables, le niveau d'humus plus élevé (carbone non-labile) qu'il a produit restera dans le sol beaucoup plus longtemps que la durée de vie moyenne du carbone dans les arbres.

En plus de réduire les niveaux de dioxyde de carbone atmosphérique, l'activation de la voie de séquestration du sol entraîne la libération de nutriments végétaux de la fraction minérale théoriquement insoluble, qui représente de loin la plus grande proportion (96-98%) de la masse du sol. Cette disponibilité accrue de minéraux améliore la santé des pâturages, des cultures, du bétail et des personnes qui consomment des produits agricoles. Tout le monde en profite quand la nourriture est plus nourrissante.

Les disponibilités minérales sont davantage déterminées par le débit de carbone des plantes que par le stock de carbone dans le sol. La «clé» de la gestion des minéraux réside dans une bonne gestion des couverts. Lorsque la voie de séquestration plante-sol a été activée, il est possible de nourrir plus de gens avec moins de terres.

## **Agir sur le carbone du sol**

Ceux qui persistent à soutenir que le carbone du sol a un 'coût' et/ou disparaît au cours d'une sécheresse et/ou exige l'utilisation d'engrais coûteux et/ou amène à une baisse de rendement - auraient mieux fait de demander 's'il vous plaît expliquez moi'. La réalité du terrain est que lorsque le processus de séquestration du carbone non labile a été activé, c'est tout le contraire qui est vrai.

Pendant combien de temps encore faudra-t-il que les fermiers subissent les mythes, les faux concepts et les modèles fallacieux mises en avant par ceux mêmes qui sont en charge de résoudre le problème de la régression du carbone dans le sol, de la baisse de fertilité et des pertes de fonctionnalités du sol.

Est-ce que les décideurs politiques vont faire montre de quelque initiative, rechercher la vérité et agir ?

## Résumé des données du domaine Winona

2000-2010: 164 tonnes de CO<sub>2</sub> séquestrées par hectare (44,7 tC / ha)

2008 à 2010: Taux de Séquestration 33 tonnes de CO<sub>2</sub> par hectare et par an (9 tC / ha / an).

**Permanence:** 78% du carbone nouvellement séquestré se trouve dans la fraction non labile (humique) du sol - ce qui le rend très stable. Localisation: La plus grande augmentation en carbone du sol s'est produite en profondeur, en surmontant les agressions du sous-sol. Le carbone non labile a doublé dans les 10-20cm, triplé dans les 20-30cm et multiplié par quatre dans les 30-40cm. Nitrogen: un extra-2 t/ha (augmentation de 48%) en N total, chose impossible sauf à ce que des bactéries associées propre à fixer le N ne soient supportées par la voie du carbone liquide.

Minéraux: les progressions ont été les suivantes - calcium 177%, magnésium 38%, potassium 46%, soufre 57%, phosphore 53%, zinc 86%, fer 22%, cuivre 102%, bore 56%, molybdène 51% , cobalt 79% et sélénium 17%. Les bénéfices en cash : à un prix du carbone de 20 \$ la tonne, et en supposant un paiement pour le carbone non-labile (stable) seulement, la valeur de la séquestration de 33 t CO<sub>2</sub> / ha / an seraient de  $660 \$ \times 78\% = 515 \$ / ha / an$ .

Un prix sur le carbone du sol non labile serait motivant pour pousser les agriculteurs progressistes à reconstruire nos précieux sols agricoles.