

Le carbone, ça compte énormément !

New England and North
West 'Landcare Adventure'
16-17 March 2011

Dr. Christine Jones
Fondatrice de Amazing Carbon
www.amazingcarbon.com



A défaut d'une collision cataclysmique avec un astéroïde ou d'une explosion volcanique propre à secouer la planète entière, la mince couche de roche altérée que nous appelons sol peut voir sa population augmenter de 50% dans peu de temps. Ce problème n'est pas passé inaperçu.

Des hommes et des femmes éduqués se sont réunis, des livres ont été écrits et des conférences ont été organisées. De quoi a-t-on parlé ? Comment produire de la nouvelle terre arable ? Bien sûr que non. On a discuter de tout sauf de ça.

Le degré de connaissance de l'espèce humaine est extraordinaire sur presque tous les sujets, des particules subatomiques jusqu'aux galaxies lointaines. Mais, par rapport au sol nous savons si peu. Ce monde sous nos pieds, est-il donc si banal, si insignifiant ? Cette matière pleine de vie qui nous porte ?

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



Figure 1. Dans cette comparaison de deux sites voisins, le sol, la pente, les précipitations et la production agricole sont les mêmes. Le niveau de carbone du sol au départ aussi.

LHS: profil de sol sur 0-50 cm d'une parcelle conduite en vue d'améliorer sa capacité photosynthétique (pâturage tournant, "pasture cropping" {culture dans pâturage dormante}, thé de compost).

RHS: profil de sol sur 0-50 cm de la parcelle voisine (clôture à 10 mètres), conduite de manière conventionnelle avec pâturage classique et une longue histoire de fertilisation phosphatée.

NOTES :

i) Le niveau de carbone dans **horizon supérieur de 0-10 cm** est très similaires. Le carbone de surface résulte de la décomposition de la matière organique (feuilles, racines, bouses, etc.), formant des composés carbonés « labile », un carbone instable à chaîne courte.

ii) Le carbone **en-dessous des 30 cm** du profil **LHS** a 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**.

'Winona', le domaine de Colin et Nick Seis

Photo: C. Jones

Les pratiques agricoles et leur incidence sur le carbone du sol

Le profil du sol RHS de la figure 1 s'est formé sous pâturage conventionnel, cultures intermittentes et épandage d'engrais standard. A contrario, le profil du sol LHS nous montre 50 centimètres de terre bien structurée, fertile, riche en carbone, le résultat de la 'voie de séquestration de carbone' par des pratiques culturales et pastorales duites qui permettent de maximiser la capacité photosynthétique d'une parcelle. Aucun superphosphate n'a été apporté à la parcelle LHS depuis plus de trente ans. Au cours des 10 dernières années, le sol LHS a séquestré 164 t / ha de CO₂ (44,7 t C / ha). Le taux de séquestration au cours des deux dernières années (2008-2010) a été de 33 tonnes de CO₂ par hectare et par an (9 t C / ha / an).

De par l'augmentation du niveau de carbone et l'augmentation correspondante de la fertilité, la parcelle LHS supporte maintenant deux fois plus d'animaux (UGB) que la parcelle RHS.

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

Résultat, le taux de polymérisation a augmenté aussi, de sorte que 78% du carbone nouvellement séquestré est du type non-labile. Formées grâce au pont de séquestration plantes-microorganismes, les substances humiques stables, à chaîne longue et poids moléculaire élevé, ne vont pas disparaître en cas de sécheresse. L'humus présent dans le profil LHS s'est en fait formé en dépit de 13 ans de précipitations déficitaires dans la partie est de l'Australie

Une des principales causes du dysfonctionnement d'un sol, telle qu'il est illustré dans le profil RHS de la figure 1, est la suppression d'un couvert pérenne et/ou la réduction de la capacité photosynthétique des pâturages en raison d'une conduite inappropriée. Dans l'après-guerre, toute une gamme d'engrais chimiques a été utilisée pour tenter de masquer l'appauvrissement des sols. En fait, cette démarche n'a fait qu'accélérer la perte de carbone, particulièrement en profondeur. L'effet net de la dégradation de la structure du sol s'est traduit par un dysfonctionnement des terres, surtout 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 ainsi qu'une augmentation des risques de maladies métaboliques. C'est une situation qui 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 terres naturellement fertiles, il ya des pertes de carbone en profondeur sous des pâturages lourdement fertilisés, une conséquence directe de l'inhibition de la voie de séquestration. Jusqu'à maintenant, les pratiques 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 son fonctionnement, comme le montre le profil LHS de la figure 1, dépendent de l'augmentation du pouvoir photosynthétique qui accompagne les pratiques régénératives dont bénéficient les cultures et le pâturage.

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 CO₂ 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 que les plantes puissent en profiter) 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 premier mètre de sol contient des milliers de tonnes de minéraux par hectare. Des groupes microbiens spécifiques ont accès à cette fraction minérale, tandis que d'autres sont capables 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 atmosphérique nouvellement fixé (48% de plus de N total dans le profil LHS), favorisent une humification rapide du carbone labile. Cependant, le carbone liquide nécessaire à ce processus manquera si jamais des engrais à forte teneur en N et/ou P solubles inhibent la formation d'un pont plante-microorganismes.

Les minéraux récemment utilisés, en particulier le fer et l'aluminium, plus le N nouvellement fixé (48% de plus de N total dans le profil de sol du LHS), permettent une humification rapide du carbone labile. Cependant, le carbone liquide nécessaire pour conduire le processus ne sera pas disponible si les engrais N et / ou P à haute analyse inhibent la formation d'un pont plante-microbe.

Les modèles 'classiques' de la dynamique du carbone s'appuient sur des données obtenues liés à des pâtures et des cultures fertilisées de manière conventionnelle - c'est à dire liés à un contexte où le pont plante-microorganismes est perturbé. Ils font donc abstraction de la fraction de minéraux brutes et de la fixation d'azote atmosphérique. En conséquence, ces modèles sont incapables d'expliquer une humification rapide des sols en profondeur. Une telle aberration tient à ce que l'establishment scientifique se cramponne à des modèles dépassés, donnant à croire que les faits observés dans le monde réel sont sans conséquence. Les mesures effectuées en dehors de la 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 ?

Liens :

L'original en anglais : [Carbon that counts](#)

D'autres articles du Dr. Christine Jones :

[Régénération des sols : 5 principes fondamentaux](#)

[La voie du carbone liquide](#)

[L'azote, l'épée à double tranchant](#)

New England and North West
'Landcare Adventure'
16-17 March 2011

Traduction de l'anglais par
Ulrich Schreier et Hubert Montmarin

Annexe : Résumé des données du domaine Winona

2000-2010: 164 tonnes de CO₂ séquestrées par hectare (44,7 tC / ha)

2008 à 2010: Taux de Séquestration 33 tonnes de CO₂ 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 CO₂ / ha / an seraient de 660 \$ x 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.

Slides issus d'une présentation du Dr. Christine Jones ajoutés par le traducteur

**Australie Mars 2010 :
pâtures mitoyennes
2 méthodes - 2 résultats**
<http://soilcarboncoalition.org/files/JONES-Carbon-that-counts-20Mar11.pdf>

**pâturage tournant
plus fauchage pour faire du foin
pulvérisation foliaire
avec du thé de compost**

**pâturage permanent avec
fertilisation chimique annuelle**

Source : Christine Jones, Australie
Présentation et traduction par Ulrich Schreier

**Pâtures australiennes
Winona Voisin**

**Carbone stocké dans le sol
après 10 ans de gestion différente**

Winona 90,1 t C/ha
Voisin 43,4 t C/ha
= +46,7 t C/ha
≈ +4700 kg N/ha
≈ +1000 kg S/ha
≈ +1000 kg P/ha
≈ +168 t CO₂/ha séquestré en 10 ans
≈ +16,8 t CO₂/ha/an
≈ +4,6 t C/ha/an
≈ + 467 kg N/ha/an

**N+48%, P+53%, S+57%K+46%
à 30-40 cm +400%C**

**78% de cette matière organique
supplémentaire
est dans une forme stable (humique)**

Source : Dr. Christine Jones, Australie

Pâtures australiennes

**Gain en carbone
entre 2000 et 2010
à différentes profondeurs**

0 - 10cm 150%

10 - 20cm 243%

20 - 30cm 317%

30 - 40cm 413%

40 - 50cm 157%

**78% de la matière organique supplémentaire
est sous une forme stable (humique)**

Source : Christine Jones, Australie

Pâtures australiennes

Gain en nutriments

Ca 177%

Cu 102%

Zn 86%

Co 79%

S 57%

B 56%

P 53%

Mo 51%

N 48%

K 46%

Mg 38%

Source : Christine Jones, Australie