

Le Monde de l'Agriculture Régénérative



Régénération des sols : 5 principes fondamentaux



Dr. Christine Jones

Régénération des sols : 5 principes fondamentaux

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



Imaginez un processus qui pourrait éliminer le dioxyde de carbone (CO_2) de l'atmosphère, le remplacer par l'oxygène source de vie, soutenir un microbiome du sol robuste, régénérer la couche arable, améliorer la densité nutritive des aliments, rétablir l'équilibre hydrique dans le paysage et la rentabilité de l'agriculture. Coup de chance, ça existe. Ça s'appelle la photosynthèse.

LE POUVOIR DE LA PHOTOSYNTÈSE

Dans le miracle de la photosynthèse, miracle qui se produit dans les chloroplastes des feuilles vertes, le CO_2 de l'air et le H_2O du sol se combinent pour capturer l'énergie de la lumière et la transformer en énergie biochimique sous forme de sucres simples.

Ces sucres simples - communément appelés photosynthate - sont les composants de base de la vie dans et sur la Terre. Les plantes transforment le sucre en une grande diversité d'autres composés carbone, notamment les amidons, les protéines, les acides organiques, la cellulose, la lignine, les cires et les huiles. Les fruits, les légumes, les noix, les graines et les grains sont de la lumière solaire conditionnée issue de la photosynthèse. L'oxygène que nos cellules et les cellules d'autres êtres vivants utilisent durant la respiration aérobie provient également de la photosynthèse.



Concrètement, un grand nombre de composés carbonés dérivés des sucres simples formés pendant la photosynthèse sont également essentiels à la création d'une terre végétale bien structurée issue d'un sol minéral sans vie, le sol que produit l'érosion des roches. Sans photosynthèse, il n'y aurait pas de sol. Des minéraux de roches, oui ... mais une terre fertile, non.

LA LIAISON PLANTES-MICROORGANISMES

Pour beaucoup il est quelque peu surprenant d'apprendre que plus de 95 pour cent de la vie sur terre réside dans le sol et que la plus grande partie de l'énergie de ce monde incroyable sous nos pieds provient du carbone végétal. Les exsudats des racines vivantes sont, de toutes les sources de carbone, les plus riches en énergie. En échange de «carbone liquide», les microorganismes proches des racines - et les microorganismes liés aux plantes via des réseaux de champignons - augmentent la mobilisation des minéraux et oligoéléments nécessaires au maintien de la santé et vitalité de leurs hôtes.

L'activité microbienne entraîne également un processus d'agrégation, améliorant la stabilité structurelle du sol, l'aération, l'infiltration et la capacité de rétention d'eau. Tous les êtres vivants - au-dessus et au-dessous du sol - en tirent bénéfices lorsque le pont plantes-microorganismes fonctionnent efficacement.

Hélas, la plupart des méthodes agricoles actuelles ont gravement compromis les communautés microbiennes du sol, réduisant de manière significative la quantité de carbone liquide transférée vers le sol et stabilisée dans celui-ci. Il en résulte des réactions négatives tout au long de la chaîne.

Au cours des 150 dernières années, une grande part des sols agricoles de premier plan dans le monde a perdu entre 30 et 75% de son carbone, ajoutant des milliards de tonnes de CO₂ à l'atmosphère (3).

Les pertes de carbone dans le sol réduisent considérablement le potentiel productif de la terre et la rentabilité de l'agriculture. La dégradation des sols s'est intensifiée au cours des dernières décennies, avec environ 30 pour cent des terres cultivées dans le monde abandonnées au cours des 40 dernières années à cause de l'épuisement des sols (4). Avec une population mondiale estimée à près de 10 milliards d'ici 2050, le besoin de restauration des sols n'a jamais été aussi pressant. La dysfonction du sol a également un impact sur la santé humaine et animale.

Il est inquiétant de constater qu'au cours des 70 dernières années, le niveau de tous les nutriments dans presque tous les types d'aliments a chuté de 10 à 100 pour cent. Aujourd'hui, un individu devrait consommer deux fois plus de viande, trois fois plus de fruits et quatre à cinq fois plus de légumes pour obtenir la même quantité de minéraux et d'oligo-éléments disponibles dans ces mêmes aliments en 1940.



Les exsudats des plantes nourrissent les microorganismes qui vivent dans la zone racinaire. En échange les microorganismes apportent des nutriments dans une forme bio-disponible à la plante.

Le Dr David Thomas (5,6) a fourni une analyse complète des changements historiques dans la composition des aliments à partir de tableaux publiés par le Conseil de la Recherche Médicale, le Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et des aliments et l'Agence des Normes Alimentaires (Food Standard Agency). En comparant les données disponibles en 1940 avec celles de 1991, Thomas a démontré une perte substantielle de teneur en éléments minéraux et en oligo-éléments dans chaque groupe d'aliments étudiés.

L'épuisement des nutriments résumé dans l'analyse de Thomas se manifeste par une moyenne pondérée des changements dans les minéraux et les oligo-éléments sur 27 types de légumes et 10 types de viande :

Diminution des minéraux dans les légumes

(1940-1991, moyenne de 27 sortes de légumes) :

déclin du cuivre de 76%

déclin du calcium de 46%

déclin du fer de 27%

déclin du magnésium de 24%

déclin du potassium de 16%

Épuisement des minéraux dans la viande

(1940-1991, moyenne de 10 sortes de viande) :

Le cuivre a diminué de 24%

Le calcium a diminué de 41%

Le fer à diminué de 54%

Le magnésium a diminué de 10%

Le potassium a diminué de 16%

Le phosphore a diminué de 28%

Une diminution significative des minéraux et des oligo-éléments a également été enregistrée dans les 17 variétés de fruits et les deux produits laitiers testés au cours de la même période (5). L'épuisement des minéraux dans la viande et les produits laitiers reflète le fait que les animaux consomment des plantes et/ou des grains qui sont eux-mêmes déminéralisés.

Au-delà de la baisse général de densité des nutriments, Thomas a pu constaté des changements significatifs dans les rapports entre minéraux. Sachant qu'il existe des ratios critiques de minéraux et d'oligo-éléments pour un fonctionnement physiologique optimale, il est plus que probable que ces rapports tronqués impactent la santé et le bien-être de l'homme (5).

RETROUVER LA QUALITE NUTRITIVE DES ALIMENTS

On pense généralement que la réduction significative de la densité nutritive des aliments produits de nos jours est due à un effet de dilution. Dit autrement, à mesure que le rendement augmente, la teneur en minéraux diminue. Pour autant, on n'observe pas de réduction des niveaux de nutriment dans les légumes, les cultures ou les pâturages à haut rendement lorsque les sols sont sains et biologiquement actifs. En fait, c'est tout le contraire qui s'applique.

Ce n'est que dans de rares cas que les minéraux et les oligoéléments sont complètement absents du sol. La plupart des «carences» observées dans les plantes, chez les animaux et les humains d'aujourd'hui sont dues au fait que les conditions du sol ne sont pas propices à l'assimilation des nutriments. Les minéraux sont présents, mais ne sont tout simplement pas disponibles pour les plantes. L'ajout d'éléments inorganiques pour corriger ces soi-disant carences s'avère une pratique inefficace. Nous devrions plutôt aborder les causes biologiques du dysfonctionnement.



La plupart des «déficiences» qu'on retrouve aujourd'hui chez les plantes, les animaux et les humains sont dues au fait que les conditions dans lesquelles on trouve les sols ne sont pas propices à l'absorption des nutriments par les plantes.

Environ 85 à 90 % des nutriments absorbés par la plante passent par les microorganismes. La capacité du sol à soutenir des cultures, des pâtures, des fruits et des légumes riches en éléments nutritifs et à haute vitalité requiert toute une palette de microorganismes du sol en provenance de divers groupes fonctionnels.

La majorité des microorganismes impliqués dans l'acquisition de nutriments sont dépendants de la plante. En fait, ils réagissent aux composés de carbone exsudés par les racines des plantes vertes en croissance active. Beaucoup de ces groupes importants de microorganismes sont perturbés par l'utilisation des différents «cides» - herbicides, pesticides, insecticides, fongicides.

En bref, le fonctionnement de l'écosystème du sol dépend directement de la présence, de la diversité et du taux de photosynthèse des plantes vertes en croissance active - ainsi que de la présence ou de l'absence de toxines chimiques.

Mais qui gère les plantes et les produits chimiques? Vous l'avez deviné ... c'est nous !

Heureusement, les consommateurs sont de plus en plus conscients que la nourriture est plus qu'une marchandise (7). C'est à nous de restaurer l'intégrité du sol, la fertilité, la structure et la capacité de rétention d'eau - non pas en appliquant des pansements aux symptômes, mais par notre façon de gérer nos systèmes de production alimentaire.

LE SOL COMME PUIT DE CARBONE

Le sol peut fonctionner comme une source de carbone - en envoyant du carbone vers l'atmosphère - ou comme puit de carbone en absorbant du CO₂ de l'atmosphère. La dynamique de l'équation source-puit est largement déterminée par la gestion du sol.

Au cours des millénaires, un cycle très efficace du carbone s'est développé, cycle dans lequel la capture, le stockage, le transfert, la libération et la récupération d'énergie biochimique sous forme de composés carbonés se répètent encore et encore. La santé du sol et la vitalité des plantes, des animaux et des personnes dépendent du bon fonctionnement de ce cycle.

Les développements technologiques depuis la Révolution Industrielle ont produit des machines capables d'extraire des quantités considérables de combustibles fossiles sous la surface de la Terre ainsi que des machines capables de mettre à nu de vastes étendues de prairies et de forêts.

Ces facteurs ont entraîné la libération de quantités croissantes de CO₂ dans l'atmosphère, tout en détruisant simultanément le plus grand puits naturel de carbone sur lequel nous avons un pouvoir de contrôle.

La baisse de capacité en puits naturels de carbone a amplifié les effets des émissions anthropiques. Actuellement, de nombreux sols de jardin, agricoles, horticoles et forestiers sont une source nette de carbone. Cela veut dire que tous ces sols perdent plus de carbone qu'ils n'en séquestrent.

La possibilité d'inverser le mouvement net du CO₂ dans l'atmosphère grâce à une meilleure gestion des plantes et des sols est immense. La gestion de la couverture végétale de manière à accroître la capacité du sol à séquestrer et à stocker de grandes quantités de carbone atmosphérique sous une forme stable offre une solution pratique et presque immédiate à certaines des questions les plus difficiles auxquelles l'humanité est actuellement confrontée.

La clé du succès de la séquestration est de bien en comprendre les bases.

PRINCIPES DE BASES POUR RESTORER DES SOLS

1. Du vert c'est bon - et du vert toute l'année c'est encore mieux.

Chaque année, la photosynthèse prélève des centaines de milliards de tonnes de CO₂ dans l'atmosphère. L'impact de cette baisse a été illustré de façon spectaculaire dans une stupéfiante communication publiée par la NASA en 2014 (8). Le déplacement du carbone de l'atmosphère vers le sol - via des plantes vertes - représente l'outil le plus puissant dont nous disposons pour restaurer le fonctionnement du sol et réduire les niveaux de CO₂ dans l'atmosphère.

Alors que chaque plante verte est une pompe à carbone et à énergie solaire, c'est la capacité photosynthétique et le taux de photosynthèse des plantes vivantes (plutôt que leur biomasse) qui conduisent à la bio-séquestration du carbone en sol stable.

Capacité photosynthétique : la quantité de lumière interceptée par les feuilles vertes dans une zone donnée (déterminée par le pourcentage de couverture végétale, la hauteur des plantes, la surface des feuilles, la forme des feuilles et leurs taux de croissance en fonction de la saison). Sur les terres agricoles, la capacité photosynthétique peut être améliorée par l'utilisation de cultures de couvert multi-espèces, l'intégration d'animaux, les pâturages multi-espèces et le broutage stratégique.

Dans les parcs et jardins, la diversité des plantes et la hauteur de tonte sont des facteurs importants.

Le sol nu n'a pas de capacité photosynthétique. Le sol nu est également une source nette de carbone et est vulnérable à l'érosion par le vent et l'eau.

Taux de photosynthèse: vitesse à laquelle les plantes sont capables de convertir l'énergie de la lumière en sucres (déterminée par de nombreux facteurs, dont l'intensité lumineuse, l'humidité, la température, la disponibilité des nutriments et l'action sur les plantes d'organismes symbiotes). La présence de champignons mycorhiziens, par exemple, peut augmenter significativement le taux de photosynthèse. Les plantes qui photosynthétisent à un taux élevé ont une forte teneur en sucre et en minéraux, sont moins sujettes aux parasites et aux maladies et contribuent à l'amélioration des gains de poids dans le bétail.

Le taux de photosynthèse peut être évalué en mesurant le degré Brix avec un réfractomètre. Une augmentation d'environ 5% de la capacité photosynthétique globale et/ou du taux de photosynthèse serait suffisante pour contrer le flux de CO₂ provenant de la combustion de carburants fossiles, à condition que le carbone supplémentaire soit séquestré dans le sol sous une forme stable. C'est faisable. En moyenne, les terres cultivées mondiales sont nues pendant environ la moitié de chaque année (9). Si vous pouviez voir le sol, il perd du carbone !

La capacité photosynthétique et le taux de photosynthèse sont fortement influencés par la manière dont les terres sont cultivées. Les agriculteurs de pointe développent des moyens innovants et hautement productifs pour garder les sols couverts et vivants, tout en produisant des aliments riches en nutriments et des fibres de haute qualité.

Gestion du pâturage

Ce sujet nécessiterait beaucoup plus d'espace que disponible ici, mais il est vital que moins de 50 pour cent de la feuille verte disponible soit pâturée (figure 1). Le fait de conserver une surface foliaire adéquate réduit l'impact du pâturage sur la capacité photosynthétique et permet la restauration rapide de la biomasse à des niveaux pré-pâturés.

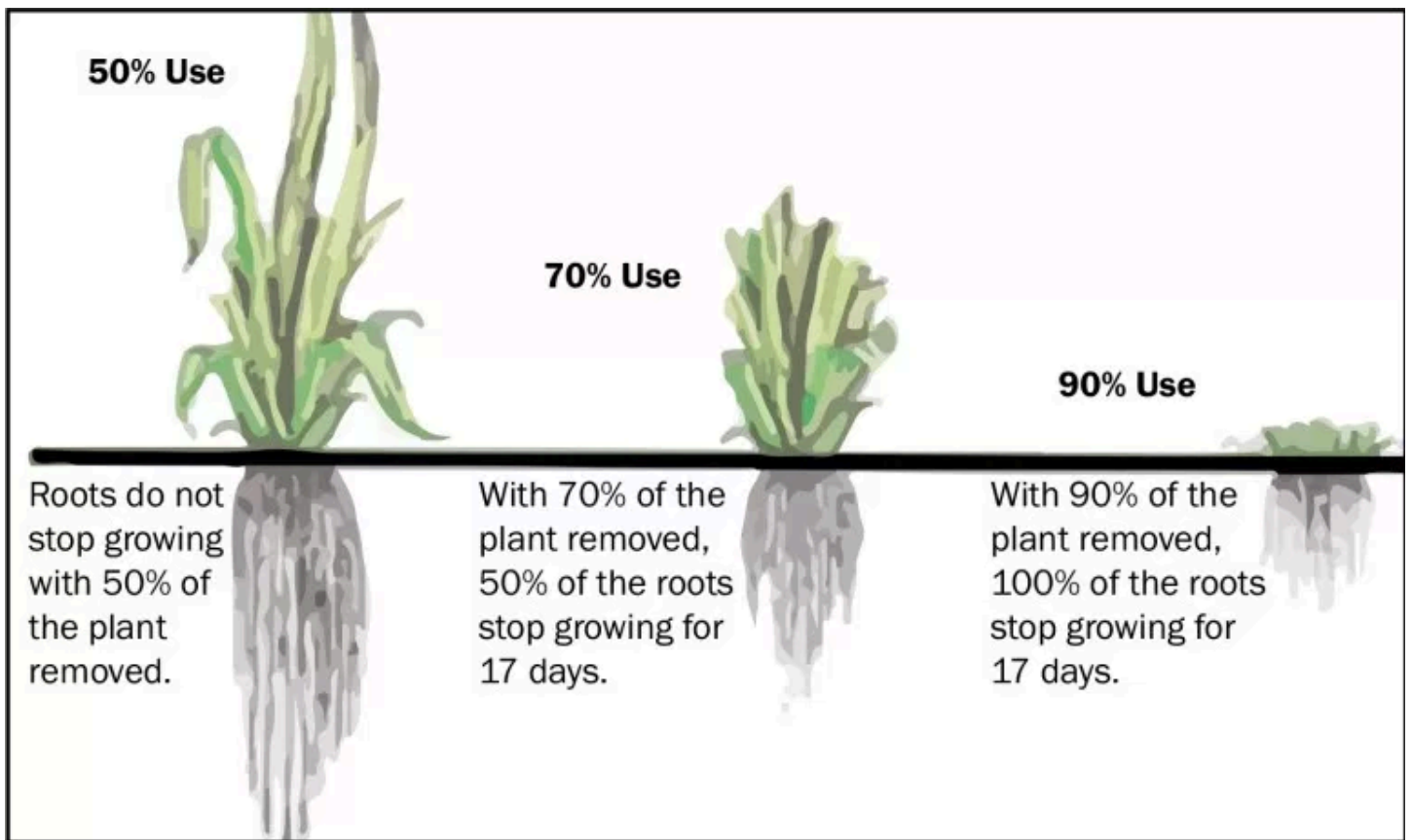


Figure 1: La croissance à la fois de la tête et de la racine est significativement réduite si plus de 50% de la feuille verte est enlevée en une seule pâture.

Sur une période de 12 mois, il y aura beaucoup plus de fourrage - et plus de carbone séquestré dans le sol - si les pâturages étaient broutés hauts plutôt que très courts.

En plus de la surface des feuilles, la hauteur des pâturages a un effet significatif sur la construction du sol, la rétention d'eau, le cycle des éléments nutritifs et la qualité de l'eau. Pour maintenir la capacité photosynthétique (et assurer une récupération rapide), le mieux est de retirer le bétail d'un pâturage avant qu'on puisse voir ses pieds.

Le pâturage régénératif peut être extrêmement efficace pour restaurer les niveaux de carbone du sol en profondeur. Plus le carbone est profond, plus il est protégé contre la décomposition oxydative et microbienne.

La séquestration significative est celle qui se produit en dessous de 30 cm.

Production végétale

Des machines de plus en plus sophistiquées et une pléthore de «cides» ont donné les moyens à une population en pleine expansion sur la planète de créer un sol nu sur des milliards d'hectares, réduisant de façon spectaculaire la capacité de photosynthèse globale. Des niveaux réduits de photosynthèse ont, à leur tour, entraîné une réduction du flux de carbone vers le sol, affectant de manière significative son fonctionnement et celui des écosystèmes naturels, mais aussi la productivité agricole.

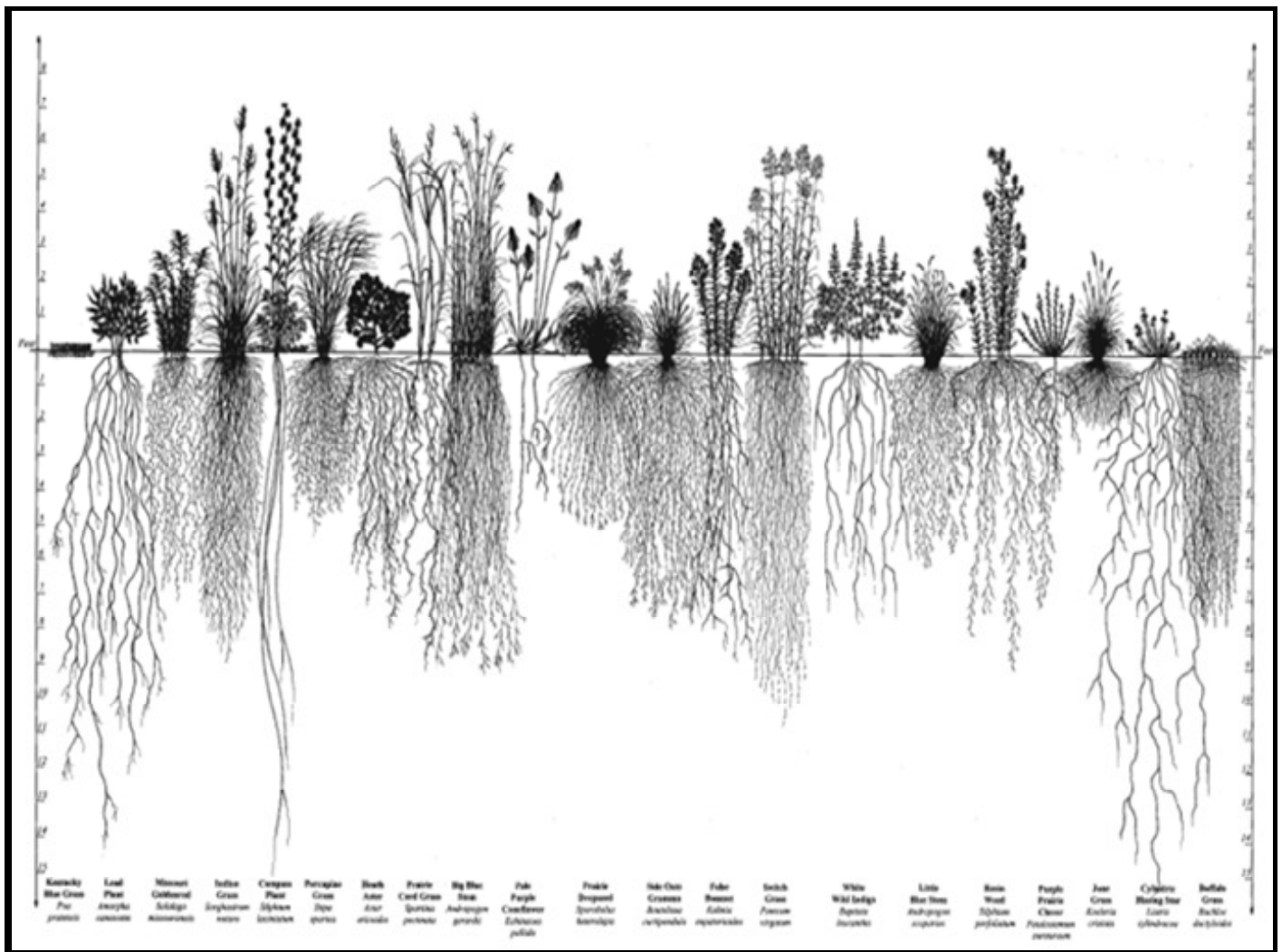


Figure 2 : Différentes architectures racinaires de plantes natives des prairies américaines, Illinois, USA (21)

Le carbone organique retient entre 4 et 20 fois son propre poids en eau. On peut donc comprendre que lorsque les stocks de carbone sont épuisés, la capacité de rétention d'eau du sol est fortement compromise.

La faible capacité de rétention d'eau entraîne une mauvaise stabilité structurale lorsque les sols sont humides et une moindre croissance des plantes lorsque les sols sont secs.

L'une des avancées les plus remarquables de ces dernières années a été l'amélioration de l'infiltration et de la capacité de rétention d'eau ainsi que la résilience par rapport à la sécheresse quand les jachères nues ont été remplacées par des couverts multi-espèces. Cette amélioration a été tout particulièrement évidente dans les régions à faible pluviométrie et dans les années de sécheresse.

2. Les microorganismes, ça compte énormément !

Un système agricole sain est un système qui soutient toutes les formes de vie. Trop souvent, beaucoup de formes de vie dans le sol ont été considérées comme superflues.

Ou, plus précisément, n'ont pas été considérés du tout.

L'importance du pont microbe- plante dans le transfert et la stabilisation du carbone dans le sol est de plus en plus reconnue, le microbiome du sol étant annoncé comme la prochaine frontière dans la recherche sur les sols.

Un des groupe de microorganismes parmi les plus importants qui, dépendants des plantes et responsables de la construction des sols, sont les champignons mycorhiziens. Ces extraordinaires ingénieurs de l'écosystème ont accès à l'eau, protègent leurs hôtes contre les parasites et les maladies et transportent des nutriments tels que l'azote, le phosphore, le soufre, le potassium, le calcium, le magnésium, le fer et les oligoéléments essentiels, notamment le cuivre, le cobalt, le zinc, le bore — en échange de carbone liquide.

Beaucoup de ces éléments sont essentiels par rapport à la résistance des plantes face aux parasites, aux maladies et aux extrêmes climatiques tels que sécheresse, engorgement hydrique et gel. Lorsque la symbiose mycorhizienne fonctionne, 20 à 60% du carbone fixé dans les feuilles vertes peuvent être canalisés directement vers les réseaux mycéliens du sol, où une partie est combinée avec l'azote fixé biologiquement et convertie en composés humiques stables. Plus ça se déroule en profondeur, mieux c'est. Les polymères humiques formés par les microorganismes améliorent la structure du sol, la porosité, la capacité d'échange de cations, la gestion de l'eau et la croissance des plantes.

Le bon fonctionnement du sol est également très influencée par sa structure. Or, pour qu'un sol soit bien structuré, il faut qu'il soit vivant.

Les organismes du sol produisent les colles et les gommes qui permettent aux particules de se coller ensemble en agglomérats de la taille d'un pois appelés agrégats. Les espaces entre ces agrégats permettent à l'humidité de s'infiltrer plus facilement. Retenue dans les agrégats du sol, celle-ci est protégée contre l'évaporation, de sorte que le sol reste humide plus longtemps après une pluie ou un passage d'irrigation. Ceci améliore la productivité et la rentabilité d'un domaine.

Les sols bien structurés sont également moins sujets à l'érosion et au compactage tout en assumant plus efficacement leur rôle de filtre biologique.

Malheureusement, beaucoup de microorganismes importants pour le bon fonctionnement du sol ont disparu. Pouvons-nous les récupérer ? Certains producteurs ont beaucoup amélioré la santé de leurs sols en un temps relativement court. Et que font-ils de si différent pour y arriver ? Ils se diversifient.

3. La diversité est indispensable !

Chaque plante dégage son propre mélange unique de sucres, d'enzymes, de phénols, d'acides aminés, d'acides nucléiques, d'auxines, de gibbérellines et d'autres composés biologiques, des nombres d'entre eux agissant comme des signaux pour les microorganismes du sol. Les exsudats racinaires varient continuellement en fonction



Figure 3 : La monoculture de triticale (à gauche) souffre d'un stress hydrique sévère alors que le celui semé avec d'autres espèces (à droite) est en bonne santé. En plus du triticale, la «culture cocktail» contient de l'avoine, du radis chinois perforateur, du tournesol, des pois de grande culture, des féveroles, des pois chiches, du millet commun et du millet sauvage.

des besoins ponctuels de la plante. Plus la diversité des plantes est grande, plus la diversité des microorganismes est grande aussi et plus l'écosystème sol est résilient.

La croyance que les monocultures et les systèmes gérés intensivement sont plus rentables que les divers systèmes basés sur la biologie ne tiennent pas dans la pratique. Les monocultures doivent être soutenues par des niveaux élevés et souvent croissants d'engrais, de fongicides, d'insecticides et d'autres produits chimiques qui inhibent l'activité biologique du sol. Il en résulte des dépenses encore plus importantes pour les produits agro-chimiques afin de lutter contre les parasites, les adventices, les maladies et les problèmes de fertilité qui en découlent.

Les prairies naturelles qui jadis couvraient de vastes étendues sur les continents Australien, d'Amérique du Nord, Amérique du Sud et Afrique subsaharienne - sans oublier les prairies d'Europe - contenaient plusieurs centaines d'espèces différentes de graminées et de plantes herbacées. Ces prés et prairies diverses étaient extrêmement productives avant la simplification par le surpâturage et/ou la culture.

Des agriculteurs innovateurs expérimentent jusqu'à 70 espèces de plantes différentes pour voir quelles combinaisons sont les plus efficaces pour la restauration des sols. Certains producteurs de céréales et de légumes mettent en réserve pour des précédents de cultures multi-espèces jusqu'à 50% de leur superficie consacrée aux cultures commerciales. Pour eux les avantages l'emportent largement sur les coûts. Il a été rapporté que deux saisons complètes d'un couvert multi-espèces peuvent faire des miracles en termes de santé du sol.

L'intégration des animaux dans les terres cultivées peut être aussi extrêmement bénéfique. Nul besoin pour autant de faire compliqué. Quelque chose d'aussi simple que d'inclure un ou deux compagnons avec une culture commerciale peut faire toute la différence.

En effet, il devient de plus en plus fréquent de voir des pois avec du canola, du trèfle ou des lentilles avec du blé, du soja et/ou de la vesce avec du maïs, du sarrasin et/ou des pois avec des pommes de terre et ainsi de suite.



L'utilisation d'engrais de synthèse, notamment NPK, réduit les exsudats racinaires, ce qui, à son tour, diminue les populations microbiennes du sol.

En plus d'améliorer le fonctionnement du sol, les plantes compagnes fournissent de l'habitat et de la nourriture aux prédateurs d'insectes. Des recherches récentes ont montré qu'à mesure que la diversité des insectes dans les cultures et les pâturages augmente, l'incidence des insectes ravageurs diminue, réduisant ainsi le besoin d'insecticides.

La présence de «réseaux mycorhiziens communs» (MCN) dans divers pâturages, cultures et jardins potagers est un aspect de la structure des communautés végétales qui attire de plus en plus l'attention de la recherche.

Il a été constaté que les plantes dans des communautés se soutiennent mutuellement en se reliant dans de vastes autoroutes souterraines à travers lesquelles ils peuvent échanger du carbone, de l'eau et des nutriments. Les MCN augmentent la résistance des plantes aux parasites et aux maladies, améliorent la vigueur des plantes et améliorent la santé du sol. Au cours de mes voyages, j'ai vu de nombreux exemples de monocultures souffrir d'un stress hydrique sévère alors que les diverses cultures multi-espèces à côté d'eux sont restées vertes (figure 2).

Dans les plantations d'espèces en mélange, les graminées de saison chaude (comme le sorgho et le maïs) sont les plus généreuses «donneuses» de réserves de carbone du sol, tandis que les plantes à feuilles larges profitent le plus de la disponibilité accrue de nutriments. Dans les systèmes de production animale, les problèmes de santé liés au manque de diversité végétale (et donc à la nutrition animale) peuvent souvent faire la différence entre profits et pertes.

4. Limiter l'utilisation de produits chimiques

Le cycle minéral s'améliore de manière significative lorsque les sols sont vivants. Il a été montré, par exemple, que les champignons mycorhiziens peuvent fournir jusqu'à 90% des besoins en N et P des plantes. En plus d'inclure des compagnons et des cou-

verts multi-espèces dans les rotations de cultures, maintenir un sol vivant nécessite souvent que les quantités d'engrais synthétiques concentré et autres produits chimiques soient réduits pour permettre aux microorganismes de faire ce que les microorganismes font de mieux.

Le profit c'est la différence entre les dépenses et les revenus. Dans les années à venir, nous nous demanderons peut-être pourquoi il a fallu si longtemps pour réaliser l'inutilité de cultiver des sols dysfonctionnels, en se basant uniquement sur des intrants synthétiques de plus en plus coûteux.

Aucune quantité d'engrais NPK ne peut remettre en état un sol compact, sans vie, avec une faible mouillabilité et une faible capacité de rétention d'eau. Le plus souvent les engrais chimiques ne vont qu'aggraver la situation. C'est particulièrement vrai pour l'inorganique (N) et le phosphore inorganique (P).

Une conséquence souvent négligée de quantités importantes d'azote et de phosphore est le fait que les plantes n'ont plus besoin d'envoyer du carbone liquide pour nourrir les communautés microbiennes du sol en échange d'éléments essentiels pour leur développement. Or, une réduction du flux de carbone a pour corollaire de limiter la formation d'agrégats de sol et de réduire l'énergie disponible pour les microorganismes impliqués dans l'acquisition d'autres minéraux et d'oligo-éléments importants. Le résultat est une plus grande sensibilité des plantes face aux parasites et aux maladies.

N inorganique : l'emploi d'engrais azotés hautement concentrés représente un coût important, et pour les agriculteurs, et pour l'environnement. Seulement 10 à 40 pour cent de ces engrais sont absorbés par les plantes, avec 60 à 90 pour cent de l'azote épandue perdu dans une combinaison de volatilité et de lessivage.

On suppose souvent que l'azote provient uniquement des engrais ou des légumineuses. Or, toutes les plantes vertes sont capables de fixer de l'azote en lien avec des bactéries. Même si on apporte des engrais azotés, les plantes continuent à se procurer une bonne partie de leur azote par le biais de la vie du sol. Les agriculteurs qui travaillent avec des techniques agricoles régénératives depuis plusieurs années ont découvert que leurs sols ont développé la capacité de fixer de l'azote atmosphérique. Mais, si des quantités importantes de ces engrais ont été utilisées pendant longtemps, il est important que le sevrage par rapport au N se fasse en douceur, étant donné qu'il faut un certain temps pour que les bactéries fixatrices d'azote naturelles puissent se mettre en place¹.

¹ Note du traducteur : Le **lien étroit entre l'assimilation du carbone et de l'azote de l'air** quant à la formation de matières organiques et d'humus stables remonte au tout début du développement de la vie sur Terre. C'est un processus biologique fondamental qu'on retrouve déjà dans les cyanobactéries (algues bleu-vertes p.ex.) il y a quelques trois milliards d'années, c'est à dire aux toutes premières heures de la vie terrestre. En association avec différents minéraux, il permet notamment l'assimilation, le stockage et la transmission de l'énergie solaire (source d'électrons e-) pour alimenter la vie sur la Planète. Cette réalité permet de mieux comprendre l'importance fondamentale de cette relation symbiotique pour la séquestration du carbone, la formation d'humus, le climat et notre sécurité alimentaire qui sont étroitement liés à une agriculture performante, rentable, autonome, écologique et durable.

L'un des nombreux résultats inattendus des engrais azotés employés à forte dose, est le dégagement d'oxyde nitreux (NO_2), un processus qui se déroule notamment dans les sols gorgés d'eau et/ou compactés. Cette molécule est un gaz à effet de serre qui contribue 300 fois plus au **réchauffement climatique** qu'une même masse de CO_2 .

P inorganique : l'application de grandes quantités de P soluble dans l'eau, comme c'est le cas pour le MAP, le DAP ou le superphosphate, inhibe la production de strigolactone, une hormone végétale importante. La strigolactone favorise la croissance des racines, le développement du chevelu racinaire et leur colonisation par les champignons mycorhiziens qui donnent aux plantes un meilleur accès au P du sol. Les conséquences à long terme de l'inhibition de la strigolactone comprennent la déstabilisation des agrégats du sol, l'augmentation de tassement du sol et une déficience minérale (comme une faible teneur en sélénium) des plantes et des animaux.

En plus d'avoir des effets néfastes sur la structure du sol et la densité nutritive des aliments, l'utilisation de phosphore inorganique facilement soluble dans l'eau est très inefficace. Au moins 80 pour cent du P épandu se forme des composés insolubles avec les oxydes d'aluminium et de fer et/ou forme des phosphates insolubles avec le calcium, l'aluminium ou le fer. En l'absence d'une activité microbienne, ces formes de P ne sont pas accessibles à la plante.

Il est largement reconnu que seulement 10 à 15% de l'engrais P sont absorbés par les cultures et les pâturages au cours de l'année d'épandage. Si l'engrais P a été appliqué au cours des 10 dernières années, il restera suffisamment de P pour les 100 années à venir, peu importe la quantité qu'il y a dans le sol au départ. Plutôt que d'ajouter plus de P, il est bien plus économique de développer la vie du sol pour pouvoir mobiliser le P déjà présent.

Les champignons mycorhiziens sont extrêmement importants pour augmenter la disponibilité du P. Leur abondance peut être améliorée de façon significative grâce aux couverts, à la diversité des plantes et à la bonne organisation du pâturage.

5. Éviter le travail du sol agressif

Le travail du sol peut fournir une solution rapide aux problèmes causés par le manque d'une couverture végétale à enracinement profond, mais le travail du sol répétitif et/ou agressif du sol augmente la vulnérabilité par rapport à l'érosion, diminue la teneur en carbone et en azote organique, minéralise rapidement le stock de nutriments (avec une forte poussée à court terme, mais un appauvrissement long terme) et est hautement préjudiciable quant aux microorganismes bénéfiques pour la construction du sol, tels les champignons mycorhiziens, et aux invertébrés clés tels les vers de terre.

La plus forte oxydation de la matière organique causée par un sol nu - en particulier lorsque celui-ci est malmené mécaniquement - couplée à une capacité photosyn-

thétique réduite, non seulement ajoute du dioxyde de carbone à l'atmosphère, mais peut également contribuer à la baisse de l'oxygène atmosphérique.

CONCLUSION

Tous les producteurs d'aliments et de fibres - qu'il s'agisse de céréales, de viande bovine, de lait, de viande de mouton, de laine, de coton, de sucre, de noix, de fruits, de légumes, de fleurs, de foin, d'ensilage ou de bois d'oeuvre - sont avant tout des cultivateurs de lumière.

Malheureusement avec la Révolution Industrielle, les activités de l'homme ont réduites considérablement la capacité photosynthétique des sols en diminuant la couverture végétale et en laissant les terres nues plus longtemps. Ces changements ont eu un effet négatif considérable sur la photosynthèse et donc sur la fixation de CO₂.

La diminution des surfaces couvertes de plantes et l'augmentation des terres laissées nues qui ont accompagnées la Révolution Industrielle, ont beaucoup réduit la photosynthèse et donc la fixation du CO₂ atmosphérique.

Notre rôle, en tant que membres de la communauté des êtres vivants de la planète, est de veiller à ce que notre manière de cultiver la terre produit autant d'énergie photosynthétique que possible et que celle-ci est transférée et stockée sous forme de carbone stable dans cette pile gigantesque qu'on appelle sol. L'augmentation du carbone stocké dans le sol améliore aussi la productivité agricole, rétablit le fonctionnement et les services environnementaux de la Nature, atténue l'impact des émissions anthropiques de carbone et augmente la résilience du système par rapport au changement climatique.

Il ne s'agit pas tant de savoir combien de carbone peut être séquestré par une méthode donnée et dans un lieu donné, mais plutôt combien de sols séquestrent du carbone. Si toutes les terres agricoles, potagères et publiques étaient des puits de carbone, nous pourrions prélever facilement suffisamment de CO₂ pour contrer les émissions provenant de la combustion des carburants fossiles. Tout le monde en profite si les sols agissent comme des puits de carbone, on est tous gagnant. De par nos choix alimentaires, nos pratiques agricoles et la manière de jardiner, nous avons tous la possibilité de peser sur la manière dont les sols sont gérés. Une agriculture rentable, des aliments de qualité riches en nutriments, de l'eau propre et des communautés dynamiques peuvent être les nôtres, ... si c'est bien ça que nous voulons.

L'auteur remercie tout particulièrement Sarah Troisi pour son assistance technique avec les photos utilisées dans cet article.

Le Dr Christine Jones, écologiste des sols et agronome de terrain, travaille avec des agriculteurs et des éleveurs innovants qui mettent en oeuvre des pratiques pour régénérer leurs sols, augmenter la biodiversité, mieux recycler les éléments nutritifs, augmenter la séquestration de carbone et la productivité ainsi que pour améliorer la qualité de l'eau, y compris des ressources en eau pour la consommation humaine (protection des bassins versants). Elle a lancé l'organisation Amazing Carbon (amazingcarbon.com) pour partager sa vision et inspirer un changement dans les pratiques agricoles. En 2005, le Dr Jones a tenu le premier des cinq forums «Gérer le cycle du carbone» pour faire comprendre les atouts liés au carbone stocké dans le sol. Elle est aujourd'hui reconnue au niveau international en tant que scientifique, enseignante et conférencière.

Liens :

L'original en anglais : [Five Principles for Soil Health](#)

D'autres articles du Dr. Christine Jones :

[La voie méconnue du carbone liquide](#)

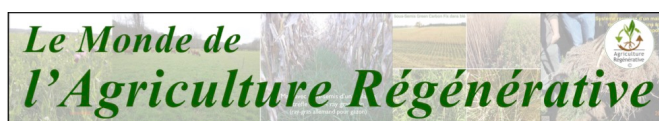
[L'azote, une épée à double tranchant](#)

[Le carbone, ça compte énormément !](#)

[Soil building through microbial processes - Diaporama en anglais](#)

Traduction de l'anglais par
Ulrich Schreier et
Hubert de Montmarin

Agriculture-Régénérative.net



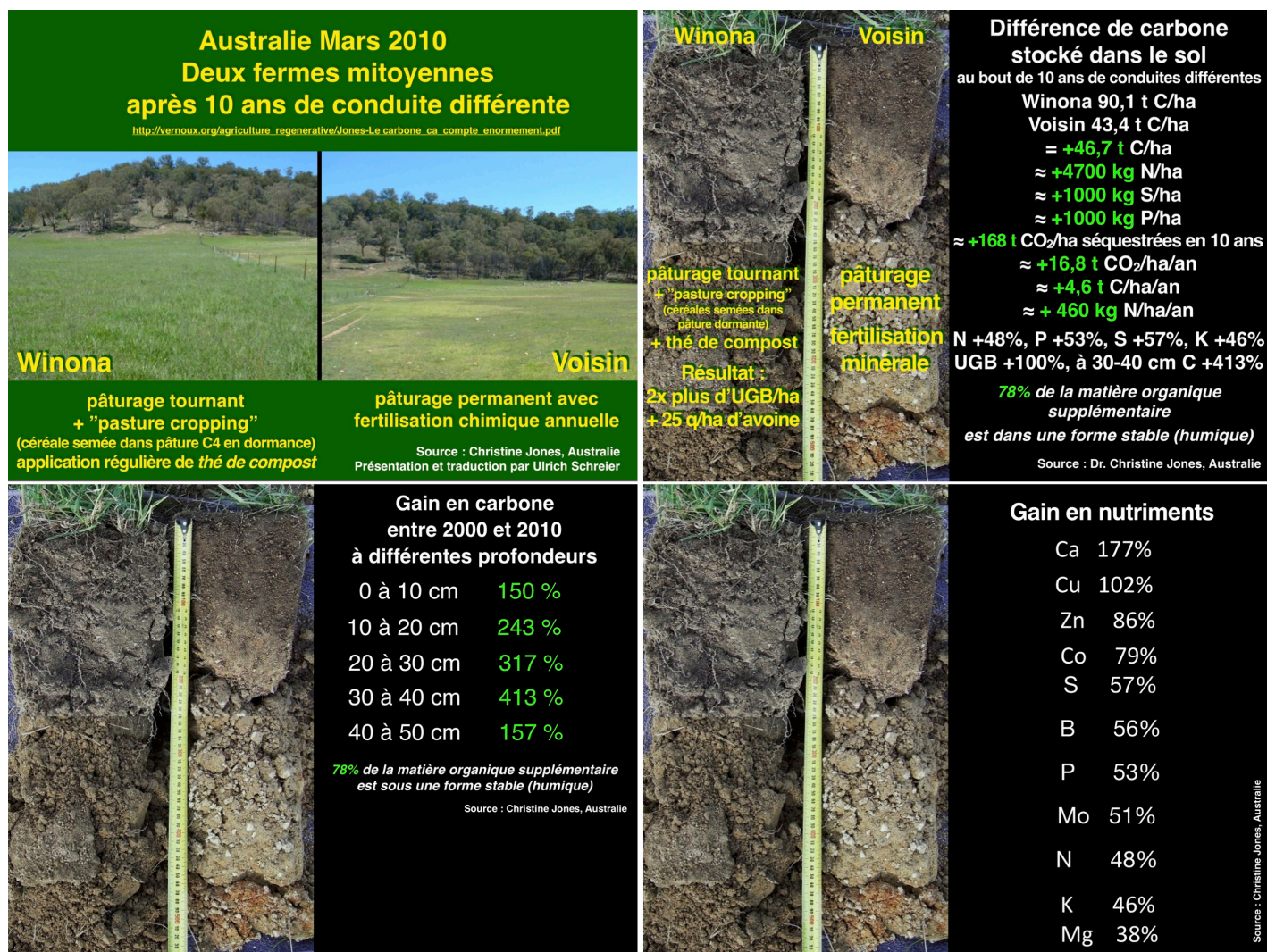
[Cliquer ici pour s'inscrire](#)



Références

1. Jones, C.E. (2008). Liquid carbon pathway. Australian Farm Journal, July 2008, pp. 15-17. amazingcarbon.com
2. Kaiser, C., Kilburn, M. R., Clode, P. L., Fuchslueger, L., Koranda, M., Cliff, J. B., Solaiman, Z. M. and Murphy, D. V. (2015), Exploring the transfer of recent plant photosynthates to soil microbes: mycorrhizal pathway vs direct root exudation. New Phytologist, 205: 1537–1551. doi:10.1111/nph.13138.
3. Lal, R., Follett, R.F., Stewart, B.A. and Kimble, J.M. (2007). Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advance food security . Soil Science, 172 (12), pp. 943-956. doi: 10.1097/ss.0b013e31815cc498
4. Pimentel, D. and Burgess, M. (2013). Soil erosion threatens food production. Agriculture 2013 , 3, 443-463; doi:10.3390/agriculture3030443

5. Thomas, D.E. (2003). A study of the mineral depletion of foods available to us as a nation over the period 1940 to 1991. *Nutrition and Health*, 17: 85–115.
6. Thomas, D.E. (2007). The mineral depletion of foods available to us as a nation (1940-2002) a review of the 6th Edition of McCance and Widdowson. *Nutrition and Health* , 19: 21-55.
7. Latham, J. (2016). Why the food movement is unstoppable. *Independent Science News*. <https://www.independentsciencenews.org/health/why-the-food-movement-is-unstoppable/>
8. Miller, P. (2014). Stunning NASA visualization reveals secret swirlings of carbon dioxide <http://news.nationalgeographic.com/news/2014/11/141118-nasa-video-carbon-dioxide-global-warmingclimate-environment/>
9. Siebert, S.; Portmann, F.T.; Döll, P. Global Patterns of Cropland Use Intensity. (2010). *Remote Sensing*, 2 (7), 1625-1643; doi:10.3390/rs2071625
10. Voth, K. (2015). Great “Grass Farmers” Grow Roots. National Grazing Lands Coalition. onpasture.com
11. Crider, F.J. (1955). Root growth stoppage resulting from defoliation of grass. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin 1102, 23 p. babel.hathitrust.org
12. Jones, C.E. (2011). Carbon that counts. New England and North West ‘Landcare Adventure’ 16-17 March 2011. amazingcarbon.com
13. Weller, J. (2015). Testimony to House of Representatives Committee on Agriculture bipartisan subcommittee on Conservation, Energy and Forestry hearing on the ‘Benefits of Promoting Soil Health in Agriculture and Rural America’.
14. Natura, H. (undated). Illinois Native Plant Guide. Root systems of prairie plants. nracs.usda.gov
15. Lundgren, J.G and Fausti S.W. (2015). Trading biodiversity for pest problems. *Science Advances* 1(6). doi: 10.1126/sciadv.1500558
16. The Plant Guy (2012). Plant “Social Networks”- is this why companion planting & inter-cropping work?
17. Walder, F., Niemann, H., Natarajan, M., Lehmann, M.F., Boller, T. and Wiemken, A. (2012). Mycorrhizal networks: Common goods of plants shared under unequal terms of trade. *Plant Physiology* , 159(2): 789–797. doi: 10.1104/pp.112.195727
18. Johnson, D. and Gilbert, L. (2014). Interplant signalling through hyphal networks. *New Phytologist*, 205(4): 1448-1453. doi: 10.1111/nph.13115
19. Kelly (2014). Who knew? Cover crop cocktails are commune hippies.
20. Smith, S.E, Read, D.J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*, 3rd Edition. Academic Press
21. Natura, H. (undated). Illinois Native Plant Guide. Root systems of prairie plants.



Différence de carbone
stocké dans le sol
au bout de 10 ans de conduites différentes

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** séquestrées en 10 ans
≈ **+16,8 t CO₂/ha/an**
≈ **+4,6 t C/ha/an**
≈ **+ 460 kg N/ha/an**

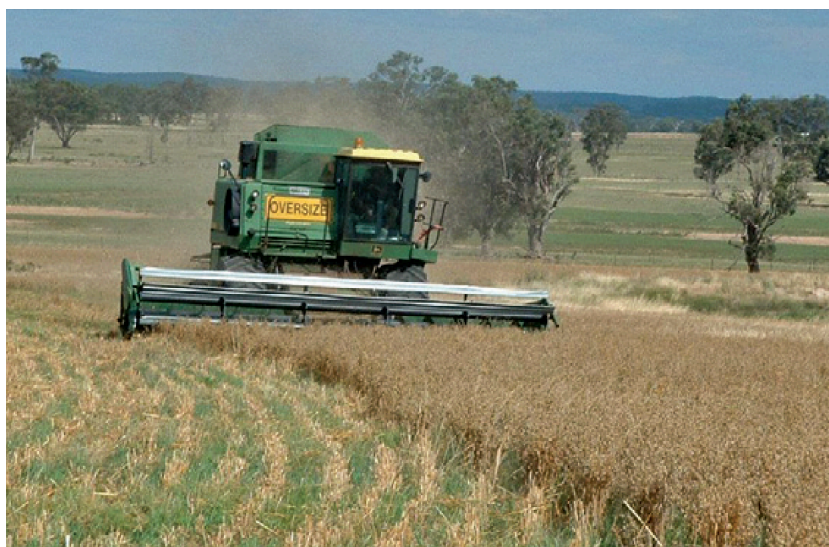
N +48%, P +53%, S +57%, K +46%
UGB +100%, à 30-40 cm C +413%

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

Source : Dr. Christine Jones, Australie

Pasture Cropping chez Colin Seis - photos d'un article de Courtney White

https://www.organicconsumers.org/sites/default/files/3_PastureCropping.pdf



Niveau de nutriments entre et sur les rangs (Région très aride de l'ouest de l'Australie)

Soil nutrient levels (0-30cm) from between and within
Gatton Panic crowns, Binu, WA, May 2009

	Between	Within	Change
Organic carbon (%)	0.24	1.04	433%
Phosphorus (Colwell ppm)	21	71	338%
Potassium (Colwell ppm)	44	150	341%
Sulphur (ppm)	2.7	7.9	293%
pH (CaCl)	5.8	7.1	1.3 units

Source: Tim Wiley, WA Department of Agriculture and Food
(increased soil C = sequestration of 123tCO₂/ha)



Source Dr Christine Jones

Eco-Dyn