**Nourrir et guérir le monde. Grâce à l'agriculture régénératrice et la permaculture (p 345-378.) (Rapport)**

Christopher J. Rhodes. *progresser la science* , le 22 décembre 2012.

RÉSUMÉ

L'étude des sols est une science mature, alors que les méthodes pratiques connexes de l'agriculture régénératrice et la permaculture ne le sont pas. Cependant, malgré la rareté des pairs des recherches détaillées en revue publiée sur ces sujets, il ya des preuves accablantes à la fois que les méthodes de travail et ils peuvent offrir les moyens de répondre à un certain nombre de dominants défis environnementaux, par exemple, le pic pétrolier, le changement climatique, la capture du carbone, non viable l'agriculture et les pénuries alimentaires, pic phosphore (phosphate), pénurie d'eau, pollution de l'environnement, le désert de remise en état, et de la dégradation des sols. Ce qui manque est une étude scientifique adéquate, faite à la main avec des projets de développement réels. En élucidant la base scientifique de ces phénomènes remarquables, nous pouvons obtenir les moyens de résoudre certains des problèmes autrement insurmontables confrontée l'humanité, simplement en observant, et de travailler avec, les modèles et les forces de la nature. Cet article est destiné comme un appel aux armes pour faire des investissements sérieux dans la recherche et actualisant ces méthodes à l'échelle mondiale. Malgré les affirmations que le pic pétrolier est plus une menace en raison de vastes ressources de gaz et de pétrole de schiste (huile serré) peuvent maintenant être récupérés par fracking (fracturation hydraulique) combiné avec le forage horizontal, la réalité est que les réserves prouvées réelles ne sont suffisantes pour retarder le pic que de quelques années. En outre, en raison des taux d'épuisement rapide des flux de puits de gaz et puits de pétrole qui sont accessibles par la fracturation, il sera nécessaire de percer de façon continue et sans relâche pour maintenir la production, et il ya des limites matérielles de l'équipement, de la technologie et de personnel qualifié pour ce faire.

En outre, pour faire une différence raisonnable de la crise du carburant liquide, qui est la conséquence la plus immédiate du pic pétrolier, il serait nécessaire de convertir un milliard de véhicules dans le monde pour fonctionner au gaz naturel plutôt que les combustibles liquides raffinés du pétrole brut, et ce serait prendre un certain temps et des efforts considérables. La perte de transport personnalisé répandue est donc inévitable et imminente, ce qui signifie une perte de la civilisation mondialisée et un retour obligatoire à vivre dans des collectivités plus petites localisées. Permaculture et l'agriculture régénératrice offrent potentiellement les moyens de fournir de la nourriture et des matériaux à petite échelle, et de régler les problèmes plus généraux des émissions de carbone, et les pénuries de ressources. Depuis plus de la moitié de la population mondiale vit dans les villes, il semble probable que le renforcement de la résilience de ces environnements, en utilisant la permaculture urbaine, peut être une stratégie cruciale pour atteindre une descente mesurée dans notre utilisation de l'énergie et d'autres ressources, plutôt que d'un brusque effondrement de la civilisation.

Mots-clés: permaculture, l'agriculture régénératrice, jardin forestier, la dégradation des sols, la désertification, le pic pétrolier, fracturation, fracturation hydraulique, gaz de schiste et de pétrole, la nutrition des plantes, capture du carbone, biochar, glomaline, champignons du sol, ville de transition, traitement de l'eau, une carence en minéraux, carence en vitamine, l'épidémie d'obésité

1. Introduction

"La nation qui détruit son sol se détruit." Franklin D. Roosevelt (président américain, 1933, 1945).

La citation ci-dessus est tirée d'une lettre (1), en date du 26 Février 1937, écrit par Roosevelt aux gouverneurs d'Etat, exhortant les lois de conservation de sol uniforme, en référence à la période tristement célèbre scène dans "Les Raisins de la colère" de John Steinbeck, et publié en 1939, qui attire en détail douloureuse les tribulations de familles tentent de survivre dans les poussières bols de la mi-Ouest au cours de l'époque de la Grande Dépression des années 1930, luttant vers la Californie dans une recherche d'emploi et de la terre, mais surtout terrain sur lequel les cultures seraient croître. Les Raisins de la colère a remporté le Prix annuel national du livre et le Prix Pulitzer et a été cité en bonne place quand Steinbeck a remporté le prix Nobel de littérature en 1962.

L'étude du sol (2,3) est un sujet mature, et est devenue une science, bien que beaucoup de notre connaissance pratique de la façon d'utiliser le plus efficacement le sol, découle de l'observation empirique - de découvrir directement ce qui fonctionne et ce qui échoue. Tout au long de l'histoire, les civilisations ont prospéré ou diminué en fonction de la qualité de leurs sols, puisque ce dernier est un facteur crucial dans la capacité des humains à nous-mêmes et nos animaux nourrir. Au 18ème siècle, le gentleman farmer anglais, Jethro Tull (1674-1741) a introduit une amélioration de semoir qui a permis une plantation efficace et cohérente de graines, de telle sorte que celui-ci ont été utilisées moins de gaspillage. Il a également inventé une houe à cheval qui a permis aux champs une fois étouffés par les mauvaises herbes à être ramenés dans la production. Il était Tull, cependant, qui a conçu la croyance erronée que les graines de mauvaises herbes ont été introduites à partir du fumier, et que les champs doivent être fortement labouré afin de pulvériser le sol et de libérer les nutriments de lui. Guidé par cette ligne de pensée, dans le 20e siècle, les agriculteurs ont labouré les champs bien au-delà de la mesure nécessaire pour contrôler les mauvaises herbes, et par une combinaison de ces plus-labour et la sécheresse, les poussières bols ont été créés dans la région des Prairies de la Central United Unis et au Canada.

Les anciens philosophes grecs, qui ont cru qu'ils pouvaient comprendre l'univers par la seule logique, et sans recourir à l'expérimentation, ont conclu que les plantes obtenues tous leurs éléments constitutifs du sol dans lequel ils ont grandi. Au 17ème siècle, Jan Baptist van Helmont (1577-1644) a grandi un saule, pesant 5 livres, dans des conditions soigneusement contrôlées, dans lequel seule l'eau a été ajouté à elle, et découvert après cinq années de croissance, que son poids total, y compris ses racines, était de 165 livres. Le poids de la terre séchée au four d'origine était de 200 livres, et quand il a de nouveau été séché et pesé, à seulement deux onces avait été perdu. Ce, van Helmont supposé, était une question de l'erreur expérimentale et a conclu que le sol avait rien perdu. Depuis l'eau de pluie était le seul ingrédient supplémentaire, il en a déduit que l'eau était l'élément essentiel de la croissance unique. En fait, la technique expérimentale de van Helmont était mieux que ce qu'il pensait: les deux onces qu'il avait observé à perdre du sol était authentique, car il représentait la quantité de sol-minéraux prises par l'arbre durant sa croissance. En 1771, le chimiste anglais noté Joseph Priestley a effectué une série d'expériences qui impute un rôle pour les gaz atmosphériques à la croissance des plantes. A cette époque, on pensait que une substance nocive, phlogistique, a été libéré dans l'air quand une flamme brûlait. Dans une de ses expériences, Priestley a brûlé une bougie dans un récipient fermé jusqu'à ce que la flamme a été éteinte, et a constaté que lorsque la souris a été placée dans le "phlogistated" air du récipient, il est mort. En revanche, l'air a été en mesure de soutenir la vie d'une souris quand un brin de menthe a été introduite dans le conteneur, qui at-il conclu avait changé l'air en retirant le phlogistique de lui. Le médecin néerlandais Jan Ingenhousz (1730-1799) puis a prouvé que les plantes "dephlogistate" l'air que dans la lumière du soleil, et pas dans les ténèbres, et que les parties vertes des plantes sont nécessaires pour ce processus de dephlogistation; la lumière du soleil seul être inefficace pour la tâche. La théorie du phlogistique a ensuite été démentie par le chimiste français, Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794). Lavoisier a montré que les deux bougies et les animaux consomment une respiration gaz dans l'air qu'il nomma oxygène, conduisant à la conclusion que les plantes produites oxygène lorsqu'il est éclairé par la lumière du soleil.Tragiquement, Lavoisier a été condamné à mort et décapité pendant la Révolution française. Ingenhousz étendu son travail plus tôt et a proposé que les plantes utilisent la lumière du soleil pour décomposer le dioxyde de carbone (C [O2]), intégrant ainsi sa carbone pendant leur croissance, tout en expulsant l'oxygène de contrepartie ([O2]) comme des déchets .

Ce une sophistication considérable dans la compréhension de la croissance des plantes et de leurs relations avec le sol et avec des gaz atmosphériques avaient été atteints peut être vu de la description suivante (4) donnée par William Allen Miller dans ses Éléments de Chimie, publié en 1857:

"Il a déjà été remarqué que la nourriture des plantes est dérivé de deux sources, à savoir., L'atmosphère et le sol. De l'atmosphère, des acides carboniques et nitrique, l'ammoniac et l'eau sont fournis," tandis que dans le sol sont meublées divers matériaux nécessaires pour la croissance saine de la plante salines. Maintenant, dans certains cas, tous ces matériaux, à l'exception générale de l'acide carbonique et de l'eau, peuvent être présents en quantité trop rares pour produire une récolte luxuriante, et le grand problème pratique soumis à l'agriculteur pour la solution est la découverte de la nature des matériaux manquants dans un cas donné; et des moyens par lesquels ces matériaux peuvent être plus peu coûteuse et efficace fourni.

Quand une culture est effectuée hors de la terre, il faut nécessairement avec elle une certaine quantité de matières minérales. Si ces corps minéraux soient présents dans le sol en petite quantité, et si les nouvelles récoltes être continuellement emportés sans provision pour le retour des questions si éloigné, la terre avec le temps sont épuisés d'un ou plusieurs de ces ingrédients nécessaires et stérilité sera le résultat inévitable. "

Ainsi, au milieu du 19ème siècle, les engrais chimiques ont commencé à être délibérément appliquée aux sols pour aider les rendements des cultures. Il est devenu clair que l'azote est un élément essentiel pour la croissance des plantes et, en 1880, la présence de bactéries Rhizobium dans les racines des légumineuses a été jugée responsable de l'augmentation de l'azote dans les sols, dans lequel ils ont grandi. Ainsi, il a été démontré que la fertilité du sol dépend des espèces vivantes (organiques) qu'elle contenait, et pas seulement sur ses composantes (inorganiques) minérale. Par une combinaison de la rotation des cultures, l'introduction de Fanning mécanisée, et l'utilisation d'engrais chimiques et naturels, les rendements surfaciques de blé en Europe occidentale a doublé dans la période 1800-1900.

2. sol

Le sol est constitué de couches (horizons du sol) qui se composent principalement de minéraux qui diffèrent de leurs matières premières dans la texture, la structure, la couleur, la porosité, la cohérence, la réactivité (fosse, le comportement redox), et dans l'industrie chimique, les caractéristiques physiques biologiques et autres. Le sol est le résultat final des conséquences, en combinaison, du climat (température, précipitations), le relief (pente), les organismes (flore et faune), matières premières (minéraux d'origine), et le calendrier. Le matériel que nous savons que le sol (Figure 1) se compose de particules de roche qui ont été modifiés par des procédés chimiques et mécaniques, notamment l'altération (désintégration) et les mécanismes d'accompagnement de l'érosion (mouvement). Sol forme une structure poreuse et peut être envisagé comme un système à trois états: solide (s) (minéraux d'argile, de limon et de sable), liquide (eau), et le gaz (air). La densité de la plupart des sols se situe dans la gamme 1-2 g [cm-3].

Un sol de bonne qualité contient (en volume) 45% de minéraux, 25% d'eau, 25% d'air et 5% de matière organique. Dans un sol donné, les composants minéraux et organiques sont considérés comme étant constant, tandis que les pourcentages d'eau et d'air peuvent varier, de sorte que l'augmentation de l'une est compensée par la réduction de l'autre, à savoir l'air peut être chassé par l'eau, ou de l'eau est remplacée par de l'air que les drains de sol. Le mélange de minéraux simples de sable, de limon et d'argile va évoluer, comme le temps passe, dans un profil de sol qui contient deux ou plusieurs horizons, qui diffèrent dans certaines propriétés, comme indiqué ci-dessus. La profondeur des horizons peut varier considérablement d'un à l'autre et les frontières entre elles sont rarement nettement définie. Depuis l'espace poreux du sol contient à la fois des gaz et de l'eau, l'aération du sol influence non seulement la santé de la flore et de la faune qu'il contient, mais aussi les émissions de gaz à effet de serre.



Le processus sol-évolution est le plus fortement influencé par la présence de l'eau, puisque ce milieu peut favoriser la croissance de la vie végétale, le lessivage des minéraux à partir du profil du sol, ainsi que le transport et l'immobilisation des divers éléments constitutifs. L'argile et d'humus sont des particules colloïdales (<1 micron) présents dans le sol, les deux agissant en tant que référentiel pour les nutriments et l'humidité, et servent à amortir les variations dans la nature et la concentration des cations et des anions qui sont présents dans le sol. Ainsi, la contribution apportée par ces matériaux sur la santé et les propriétés des sols est bien au-delà de ce qui pourrait être déduite de leur proportion relative de la masse du sol. Colloïdes sont capables de solubiliser, d'abord immobile, ions en réponse aux changements de pH du sol, et le comportement des racines des plantes. La disponibilité des nutriments est également influencée par le pH du sol. La plupart des nutriments proviennent des minéraux et sont stockés dans la matière organique, à la fois vivant (par exemple des bactéries) et les morts, et sur des particules colloïdales sous forme d'ions. L'action de microbes sur la matière organique et des minéraux susceptibles de libérer des éléments nutritifs, les rendre immobile, ou les amener à se perdre dans le sol par lessivage quand ils sont convertis en formes solubles, ou par leur conversion au gaz. La plupart de l'azote disponible dans les sols provient de la "fixation" d'azote gazeux atmosphérique par des bactéries. De toutes les composantes, il ya de l'eau qui a la plus grande influence sur la formation et la fertilité du sol, plus encore que matière organique du sol (SOM).

2.1. Organismes

Les activités de plantes, les animaux, les insectes, les champignons, les bactéries et les humains aussi, jouent tous un rôle dans la formation du sol. Faune, tels que les vers de terre, mille-pattes, et les coléoptères et les sols des micro-organismes de mélange en formant des terriers et les pores, qui permettent à l'humidité et les gaz diffusent à travers la matrice du sol. Comme les racines des plantes poussent dans le sol, les canaux sont également créés. Les plantes à racines pivotantes profondes peuvent pénétrer les différentes couches du sol de plusieurs mètres et de nutriments tirer-up à des profondeurs considérables. La matière organique est contribué au sol par les racines des plantes qui étendent près de la surface, où ils sont très facilement décomposés. Les micro-organismes, y compris les champignons et les bactéries, facilitent les échanges chimiques entre racines et le sol et d'agir comme une réserve de nutriments. L'érosion des sols peut provenir de l'élimination mécanique, par les activités humaines, des plantes qui fournissent la couverture de surface naturelle. Les différentes couches du sol peuvent être mélangés ensemble par des micro-organismes, un procédé qui stimule la formation du sol, étant donné que beaucoup moins altérée matériau est mélangé avec des couches bien développées plus proches de la surface. Certains sols peuvent contenir jusqu'à un million d'espèces de microbes par gramme (la plupart de ces espèces étant non classés), ce qui rend le sol de l'écosystème le plus abondant sur la planète Terre. Il est dit que une cuillerée à café de terre peut contenir jusqu'à un milliard organismes.

La végétation peut empêcher l'érosion des sols causée par l'excès de pluie et de surface résultant de ruissellement. Les plantes sont aussi capables de sols de l'ombre, en les gardant plus frais et réduire les pertes par évaporation, l'humidité du sol; Mais à l'inverse, par la transpiration, les plantes peuvent aussi causer des sols à perdre l'humidité. Les plantes peuvent synthétiser et libérer des agents chimiques (y compris les enzymes) - "exsudats" - à travers leurs racines-systèmes étendus, qui sont capables de décomposer minéraux et ainsi améliorer la structure du sol. Les plantes mortes, feuilles mortes et les tiges commencent leur décomposition à la surface, où les organismes se nourrissent sur eux et mélanger la matière organique dans les couches supérieures du sol; ces composés organiques supplémentaires deviennent partie intégrante du processus de formation des sols.En plus des caractéristiques essentielles d'un sol particulier, par exemple, sa densité, la profondeur, la chimie, le pH, la température et l'humidité, le type précis et la quantité de végétation qui peut être cultivé à un endroit particulier dépend d'une combinaison du climat qui prévaut, la terre topographie, et les facteurs biologiques ("Section 21").

2.2. Temps

La formation des sols est un processus dépendant du temps qui dépend de l'interaction de divers facteurs interdépendants. Le sol est un milieu en constante évolution, et il nécessite environ 800-1.000 années pour former une couche de sol fertile de 2,5 cm (un pouce) d'épaisseur. Le matériau frais, par exemple comme l'a récemment déposé à partir d'une inondation, ne montre aucune trace de développement du sol parce que le manque de temps a passé pour la matière pour former une structure qui peut être défini comme plus tard sol. Plutôt, la surface du sol d'origine est enterré, et le nouveau dépôt doit être transformé à nouveau. Sur une période allant de quelques centaines à des milliers d'années, le sol va développer un profil qui dépend de la nature et le degré du biote et le climat. les mécanismes de formation des sols continuent de procéder, même sur les paysages «stables» qui peuvent supporter parfois des millions d'années. Dans un processus implacable, certains matériaux sont déposés sur la surface tandis que d'autres sont soufflées ou lavés de la surface. À la demande de ces ajouts, les suppressions et modifications, les sols sont toujours soumis à de nouvelles conditions. Il est une combinaison de climat, la topographie et l'activité biologique qui décide si ces changements sont rapides ou prolongée.

2.3. L'absorption d'eau par les plantes

90% de l'eau est absorbé par les plantes à travers "l'absorption passive", qui est le résultat de la force de traction vers le haut de l'évaporation (transpiration) de la longue colonne d'eau qui se prolonge à partir des racines de la plante de ses feuilles. Un gradient de pression osmotique est en outre généré par la forte concentration de sels dans les racines, et cela agit pour forcer l'eau dans les racines dans le sol. Ce dernier processus devient plus important en période de faible transpiration de l'eau, lorsque la température ambiante est inférieure (par exemple la nuit) ou lorsque l'humidité est élevée. D'une étude (5) d'une usine de seigle d'hiver simple, cultivé pendant quatre mois dans un pied cube de sol limoneux, il a été déterminé que l'usine développé 13800000 racines avec une longueur combinée de 385 miles (616 kin) et une surface de 2550 pieds carrés (237 [m2]); en outre 14 milliards de racines de cheveux ont été formés à une longueur combinée de 6.600 miles (10560 km) et une surface de 4320 pieds carrés (402 [m2]). Depuis la surface totale du système racine équivaut à 6870 pieds carrés (639 [m2]), et la superficie totale de la surface du sol de limon a été estimée à 560 000 pieds carrés (52 080 [m2] ), on peut en déduire que les racines ont été en contact avec seulement 1,2% de la terre. Depuis l'écoulement de l'eau dans le sol est seulement d'environ 2,5 cm par jour, les racines doivent constamment chercher l'humidité, et ainsi meurent constamment et de plus en plus comme ils essaient de localiser cette humidité à des concentrations élevées. Lorsque l'humidité du sol est si faible que ce que les plantes flétrissent, ils peuvent être endommagés de façon permanente avec une perte de rendement des cultures.

2.4. La consommation et l'efficacité d'utilisation de l'eau

La plupart de l'eau absorbée par une plante est finalement perdu par la transpiration. La perte par évaporation substantielle de la surface du sol se produit également. La combinaison de la transpiration et la perte par évaporation de l'humidité du sol est appelé évapotranspiration. La quantité totale d'eau consommée (utilisation rationnelle) dans la croissance d'une plante est la somme de l'évapotranspiration, plus la quantité d'eau a eu lieu à l'usine. Ceci est pratiquement identique à l'évapotranspiration car une telle petite fraction (0,1-1,0%) de l'eau utilisée est en fait contenue dans la plante. En plus de l'utilisation de consommation, le ruissellement et de drainage doivent être ajoutés à déterminer la quantité totale d'eau nécessaire pour cultiver.Application de paillis en vrac réduit d'abord les pertes par évaporation d'un champ suivants irrigation, mais finalement la perte par évaporation totale est proche de celle d'un sol à découvert; le principal avantage de l'utilisation de paillis est que l'humidité est maintenue pendant le stade plantule. Dans certaines conceptions de la permaculture (voir la section sur l'écologisation du désert), les systèmes de rigoles de drainage qui sont installés, avec paillage lourde, réduire considérablement la quantité d'eau utilisée pour faire pousser des cultures, peut-être de 90% ou plus. L'efficacité de l'utilisation de l'eau est mesurée par le ratio de la transpiration, qui est le rapport entre la quantité totale d'eau transpirée par une usine au poids sec de la plante récoltée à un endroit particulier. Ainsi, la luzerne peut avoir un taux de transpiration de 500 (selon le lieu où elles sont cultivées) et, par conséquent 500 kg d'eau va produire 1 kg de luzerne sèches. Ratios de transpiration typiques pour les cultures se situent dans la gamme de 300 à 700.

2.5. atmosphère du sol

En comparaison avec l'atmosphère au-dessus, la composition de gaz d'un sol vivant est généralement diminuée de sa concentration en [O 2] et a augmenté en ce que C [O 2], parce que l'oxygène est consommé par les microbes et les racines des plantes, avec la sortie simultanée de C [O2]. Ainsi, dans l'espace des pores du sol, la concentration C [O2] peut être 10-100 fois plus élevé que sa concentration atmosphérique de 0,04%; les pores sont également saturé de vapeur d'eau. Si la porosité du sol est suffisante, [O2] peut diffuser dans le sol où elle est consommée, et C [O2] (dont la concentration pourrait autrement devenir élevée à des niveaux toxiques) peut diffuser hors, avec d'autres gaz et de l'eau. Le degré de porosité et par conséquent la capacité du sol pour diffuser des gaz est déterminée en grande partie par sa texture et sa structure. Le flux de gaz est entravée par lamellaire et un sol compacté, et quand [O2] niveaux tombent, les bactéries anaérobies peuvent être encouragés à réduire anions nitrates à [N2], [N2] O et NO - l'effet de serre qui échappent alors dans l'atmosphère. En conséquence, alors que [O2] riche (gazeux) sol est un puits net de méthane C [H 4] - réduisant ainsi la concentration d'un gaz avec un forçage radiatif instantané facteur (potentiel de réchauffement global ) environ 100 fois celle de C [O2] - lorsque les sols sont épuisés de [O2] et soumis à des températures élevées, ils peuvent devenir des émetteurs nets de gaz de serre.

2.6. La densité du sol (3)



la densité des particules est la densité des particules minérales qui forment un sol, sauf à-dire l'espace des pores et organiques, et cette moyenne d'environ 2,65 g [cm-3] (165 lb [ft.sup.-3]). La masse volumique apparente du sol (tableau 1) comprend également le volume d'air de l'espace et des matériaux organiques. Une densité apparente élevée indique soit que le sol est compacté ou qu'il a une haute teneur en sable. La densité apparente de loam cultivée est d'environ 1,1-1,4 g [cm-3] (pour comparaison, l'eau est de 1,0 g [cm-3]). Une faible densité apparente seul ne signifie pas qu'un sol est approprié pour faire pousser des plantes dans, depuis sa texture et la structure sont également des facteurs importants.

2.7. la porosité du sol

"Espace des pores" peut être défini comme la proportion de volume en vrac qui est ouvert l'espace occupé par l'air ou l'eau.Idéalement, cela devrait occuper 50% du volume du sol, parce que l'espace aérien est nécessaire pour fournir de l'oxygène aux micro-organismes de sorte qu'ils peuvent se décomposer racines matière, humus, et végétales organiques. Un espace de pores adéquat est également une condition préalable à l'entreposage et la diffusion de l'eau et de ses nutriments dissous dans le sol.

Les quatre catégories de pores sont:

(1) des pores très fins: <2 microns ([micro] m); (2) Beaux-pores: 2-20 [micro] m;

(3) moyen des pores: 20-200 [micro] m; (4) gros pores:> 200 [micro] m.

En comparaison, les poils absorbants sont 12.08 [micro] m (1 [micro] m = [10 ~ 6] m) de diamètre (un cheveu humain a un diamètre de l'ordre de 70 [micro] m). Lorsque la dimension des pores est inférieure à 30 [micro] m, les forces d'attraction qui retiennent l'eau dans les pores sont supérieurs à ceux agissant pour le vider, après quoi le sol devient incapable de respirer-connecté eau et. Ainsi, pour une plante qui pousse, taille des pores du sol est plus important que l'espace total de pores. Un loam texture moyenne offre l'équilibre idéal entre taille des pores. Loam est le sol composé de sable, de limon et d'argile dans une proportion relativement équilibrée d'environ 40:40:20, respectivement. De grands espaces de pores qui permettent à l'air rapide et le mouvement de l'eau sont plus efficaces que les petits pores. Le travail du sol augmente initialement le nombre de pores plus grands, mais ceux-ci sont finalement dégradée par la perte de l'agrégation entre les particules du sol.

2.8. La texture du sol

Les composants minéraux de terre, de sable, de limon et d'argile de déterminer la texture d'un sol (figure 2). Dans le triangle de classification texturale illustrée, la seule terre qui ne présentent pas l'un de ceux à prédominance est appelé «loam». Alors que même pur sable, de limon, ou de l'argile peut être considéré comme un sol, un sol limoneux, avec une petite quantité de SOM, est considéré comme idéal pour la culture en. Texture du sol affecte le comportement d'un sol, en particulier, sa capacité de rétention pour nutriments et l'eau. Sable et de limon sont les produits de l'altération physique et chimique; argile, d'autre part, est un produit de l'altération chimique mais il est souvent précipité à partir de minéraux dissous comme un minéral secondaire. La fertilité d'un sol dépend de la surface spécifique de ses particules et leur capacité d'échange de cations (CEC). Ainsi, dans l'ordre décroissant de la taille des particules (voir infra), le sable est le moins efficace, suivi de limon, de l'argile étant le plus efficace.Selon son aire de surface spécifique plus élevée, de limon est plus actif que le sable chimiquement, mais pour l'argile, l'aire de surface spécifique très élevée et, en général un grand nombre de charges négatives surface, apporte une grande capacité de rétention des nutriments et de l'eau. La présence de sable résiste à la compression et augmente la porosité du sol. En raison de fortes interactions entre ses particules, les sols argileux résister au vent et l'érosion de l'eau mieux que les sols limoneux et sablonneux. Il ya un peu différentes classifications pour les limites de taille des particules selon lesquelles sable, de limon et d'argile peuvent être classés, mais en gros, un limon est dans la gamme 4-63 [micro] m, avec du sable étant plus grande (jusqu'à 250 [micro ] m pour "sable fin"), tandis que l'argile est <4 [micro] m. Clay est identifié comme un colloïde à <1 [micro] m. Lorsque le composant organique d'un sol est importante, le sol est appelé un sol organique plutôt que d'un sol minéral, par exemple,

1. 0% d'argile; SOM> 20%.

2. 0-50% d'argile; SOM 20-30%.

3.> 50% d'argile; SOM> 30%.

2.9. La structure du sol

Agglutination des sols composants de texture de sable, de limon et d'argile forme des agrégats et l'autre association de ces agrégats en unités plus grandes forme des structures du sol appelés peds. Les agrégats évoluent en unités qui peuvent avoir différentes formes, tailles et degrés de développement. Une motte de terre, cependant, ne sont pas singé mais plutôt une masse de sol qui résulte de perturbation mécanique. La structure du sol affecte l'aération, le mouvement de l'eau, la conduction de la chaleur, résistance à l'érosion et de la croissance des plantes racine. L'eau a le plus d'effet sur la structure du sol en raison de sa solution et la précipitation des minéraux et son effet sur la croissance des plantes. La structure du sol donne souvent des indices à sa texture, teneur en matière organique, l'activité biologique, l'évolution des sols passé, usage humain, et l'chimiques et minéralogiques des conditions dans lesquelles le sol a été formé. Alors que la texture est définie par les constituants minéraux d'un sol et est une propriété intrinsèque, la structure du sol peut être améliorée ou détruit par le choix et le calendrier des pratiques agricoles.



Une classification des structures de sol ".

1. Types: La forme et la disposition des peds

a. Platy: Peds sont aplaties l'une sur l'autre 1-10 mm d'épaisseur. Trouvé dans la A-horizon des sols forestiers et la sédimentation lacustre.

b. Prismatique et cylindrique: agrégats de prisme sont longues dans la dimension verticale, 10-100 mm de large. Agrégats prismatiques ont hauts sommets plats, peds colonnaires ont arrondies. Ont tendance à se former dans l'horizon B dans le sol de sodium haute où l'argile a accumulé.

c. Angulaire et subangulaire: peds polyédriques sont cubes imparfaits, 5-50 mm, être tranchantes angulaires, subangulaire ont des bords arrondis. Ont tendance à se former dans l'horizon B où l'argile a accumulé et d'indiquer la pénétration d'eau pauvres.

d. Granulaire et miettes: peds Spheroid de polyèdres, 1-10 mm, souvent trouvés dans l'horizon A, en présence de matière organique. agrégats de Crumb sont plus poreux et sont considérées comme idéales.

2. Classes: Taille de pédiatrie dont gammes dépendra du type ci-dessus

a. Très bien ou très mince: <1 mm lamellaire et sphérique; <5 mm en forme de bloc; <10 mm en forme de prisme.

b. Fins ou clairsemés: 1-2 mm lamellaire, et sphérique; 5 10 mm en forme de bloc; 10-20 mm en forme de prisme.

c. Medium: 2-5 mm plaquettes, granulés; 10-20 mm en forme de bloc; 20-50 prisme.

d. Grossier ou épais: 5-10 mm plaquettes, granulés; 20-50 mm en forme de bloc; 50-100 mm en forme de prisme.

e. Très grossier ou très épais:> 10 mm plaquettes, granulés; > 50 mm en forme de bloc; > 100 mm en forme de prisme.

3. les qualités: Une mesure du degré de développement ou de cimentation dans les agrégats qui se traduit par leur force et leur stabilité.

a. Faible: Faible cimentation permet peds à se désagréger dans les trois constituants du sable, de limon et d'argile.

b. Modéré: Peds ne sont pas distinctes dans le sol non perturbé mais quand ils cassent enlevé en agrégats, certains agrégats brisés et peu de matière non agrégée. Ceci est considéré comme idéal.

c. Forte: Peds sont distincts avant retirés du profil et ne se cassent pas part facilement.

d. Sans structure: sol est entièrement cimenté ensemble dans une grande masse, tels que les dalles d'argile, ou pas de la cimentation du tout, comme avec du sable.

Sur l'échelle pratique, la structure d'un sol est déterminée par un gonflement et des effets de retrait dont les forces ont d'abord tendance à agir dans une direction horizontale, et entraîner des agrégats prismatiques orientées verticalement. Comme il ya un taux de séchage de différentiel par rapport à la surface, pour les sols argileux, fissures horizontales sont formées qui réduisent colonnes à peds polyédriques. Les agrégats sont subdivisées en des formes sphériques par les actions des cycles racines, rongeurs, vers, et de congélation / décongélation. À plus petite échelle, les racines des plantes se prolongent dans les vides où ils causent des espaces ouverts pour augmenter et de réduire davantage la taille de l'agrégation physique, tandis que les racines, les hyphes fongiques et les vers de terre créent tunnels microscopiques et briser les agrégats. Vu à une dimension encore plus petite, l'agrégation du sol continue que les bactéries et les champignons respirent polysaccharides (exsudats) qui lient le sol en petits agrégats. La formation de cette structure du sol souhaitable est encouragée par l'ajout de matière organique brute à fournir de la nourriture pour les bactéries et les champignons. A la dimension moléculaire, l'agrégation ou la dispersion des particules du sol est influencée par la composition chimique du sol. En raison de la présence de cations polyvalents, les visages des couches d'argile portent une charge négative nette, tandis que les bords des plaques d'argile portent une légère charge positive; ainsi les bords de certaines particules d'argile sont attirés vers les faces des autres et floculation peut se produire. Cependant, des cations monovalents tels que le sodium peut déplacer les cations polyvalents: ainsi, la charge positive sur les bords est diminué, tandis que les charges de surface négatives deviennent effectivement plus fort. Cela laisse une charge négative nette sur les particules d'argile, qui ont tendance à se repousser et ainsi la floculation des particules d'argile dans de plus grands assemblages est déconseillée. En conséquence, l'argile se disperse et se dépose dans les vides entre les agrégats, les obligeant à se fermer. De cette façon, l'agrégation est altérée et le sol est fait impénétrable à l'air et de l'eau. Ces sols sont appelés "sodique" et ont tendance à former des structures en forme de colonne près de la surface.

2,10. consistance du sol

La consistance d'un sol se réfère à sa capacité à se serrer les coudes et de résister à la fragmentation et donne une indication de problèmes potentiels avec la matière dans la culture des plantes et dans l'ingénierie des fondations des bâtiments. Cohérence est mesurée à trois conditions d'humidité: l'air sec, humide et humide. Ces mesures de la cohérence sont dans une certaine mesure subjective, car ils utilisent la "sensation" du sol dans ces États, plutôt comme le fait "labour", qui peut être déterminé par la sensation du sol comme il se déplace à travers les doigts d'un agriculteur. Un sol avec une bonne couche arable signifie qu'il a la structure correcte et de nutriments pour pousser des cultures saines. Les agriculteurs font parfois en sorte que leur rotation des cultures est telle pour permettre une bonne literie de semences, ainsi que le développement d'un système racinaire puissant qui permet aux nutriments d'être distribués dans les différentes profondeurs du sol. La résistance d'un sol à la fragmentation et l'effritement est déterminée en frottant un échantillon de sol sec, tandis que sa résistance aux forces de cisaillement est estimé en appliquant le pouce et une pression du doigt sur un échantillon humide du sol; plasticité est mesurée par moulage manuellement un échantillon de sol humide. Tout en sachant la consistance du sol est utile pour évaluer sa capacité à soutenir des bâtiments et des routes, des mesures plus précises de la résistance du sol sont généralement faites avant la construction réelle.

2.11. La température du sol

La température d'un sol régule la germination des graines, la croissance des racines, et la disponibilité des nutriments, et peut varier de pergélisol à quelques pouces au-dessous de la surface, jusqu'à 38 [degrés] C (100 [degrés] F) dans le sol à des climats plus chauds . La couverture de neige sera de réfléchir la lumière, et la vitesse à laquelle le réchauffement du sol peuvent être réduits par le paillage lourd, qui atténue aussi l'influence des fluctuations de la température de surface. A une profondeur de 50 cm (20 pouces) et ci-dessous, la température du sol est pratiquement constante et peut être approchée en ajoutant 1,8 [degrés] C (3.2 [degrees] F) pour la température annuelle moyenne de l'air à un endroit particulier. Les activités agricoles sont normalement adaptés à la température du sol qui prévaut dans le but de: (1) maximiser la germination et la croissance par moment de la plantation; (2) optimiser l'utilisation de l'ammoniac anhydre en appliquant au sol inférieure à 10 [degrees] C (50 [degrés] F); (3) éviter un échauffement et de dégel en raison de gelées à partir de cultures de racines peu profondes dommageables; (4) prévenir les dommages à la couche arable du sol par le gel des sols saturés; et (5) d'améliorer l'absorption de phosphore par les plantes. Si nécessaire, les températures du sol peuvent être soulevées par séchage ou par l'utilisation de paillis de plastique transparent, tandis que, comme l'a noté, les paillis organiques ont tendance à réduire le taux de réchauffement du sol.

2,12. La couleur du sol

La couleur du sol dépend principalement sur les minéraux qu'elle contient. Beaucoup de couleurs sont dus à la présence de divers minéraux de fer (Figure 3), et le développement et la distribution des couleurs dans un profil de sol sont une conséquence de l'altération chimique et biologique des minéraux primaires présents, notamment à travers les réactions d'oxydoréduction.Quand le fer est présent, minéraux secondaires peuvent être produits avec des couleurs rouge ou jaune, tandis que la matière organique se décompose en composés colorés noirs et bruns, noirs tandis que les dépôts peuvent également être formés à partir de Mn, S et N. Les composants nombreuses et diverses, en agissant comme pigments, peuvent produire une variété de motifs colorés dans un sol. Uniforme ou des changements de couleur progressives ont tendance à être le résultat de (oxydants) des conditions aérobies, tandis anaérobie (réduction) des environnements provoquent un flux rapide de la couleur, avec des motifs et des points complexes, marbrée où la couleur est très concentré.

2,13. Ion-échange par des sols

2.13.1. L'échange de cations.

L'échange de cations entre les particules du sol et de l'eau du sol, des tampons (modérés) le pH et modifie la structure d'un sol.Le procédé peut également «purifier» l'eau par adsorption des cations de tous types, dont certains peuvent être souhaitables ou non, en passant d'autres cations dans la phase aqueuse que l'eau percole à travers le sol.

Cations sont liés à la surface des particules en raison de la présence de charges négatives là-bas du sol - il ya quatre sources de ce dernier.

1. substitution isomorphe se produit dans l'argile quand inférieure valence cations substitut à la hausse des cations de valence dans la structure cristalline (par exemple, lorsque A1 occupe une position qui serait contraire prise par un atome de silicium - argiles sont des aluminosilicates - une charge négative est créée, [ (O) 4] [A1.sup.-]). En termes de création d'un changement de surface efficace sur une particule de sol, une telle substitution dans les couches les plus externes est plus efficace que dans les couches les plus profondes parce que la force de charge diminue avec le carré inverse de la distance.

2. Sur les bords d'une particule, il n'y a des atomes d'oxygène avec des valences non saturés, car il existe des discontinuités dans la structure, ce qui laisse une partie des structures tétraédriques et octaédriques partiellement collées. Ces atomes d'oxygène portent une charge négative ([O.sup.-])

3. groupes hydroxyle sur les surfaces d'argile peuvent être ionisés, cédant [H +. +] Dans une solution, laissant atomes d'oxygène avec une charge négative.

4. De même, les groupes hydroxyles sur des particules d'humus peut être ionisé, en passant [H +. +] Dans une solution, laissant atomes d'oxygène avec une charge négative.

La liaison de cations aux particules tend à les sauver d'être emporté, préservant ainsi la fertilité des sols dans les zones où les précipitations sont modérées. Différents cations ont une affinité plus ou moins pour les particules de sol, et si elles étaient présentes en concentrations égales, seraient conservés dans l'ordre suivant:

[Al3 +]> [H +. +]> [Ca2 +]> [Mg2 +]> [K +. +] = N [H.sup.4 +]> [Na. +]



Toutefois, une concentration beaucoup dominant d'un seul type de cation peut submerger le système, comme cela se produit, par exemple, quand de grandes quantités d'engrais sont ajoutés au sol. Une augmentation de l'acidité des sols (plus de protons [H +. +]), Peut entraîner les autres cations à échanger dans la solution, tandis que la surface associée changements négatifs sont compensés par [H +. +]. Ceux-ci sont considérés comme des charges dépendant du pH, qui, contrairement charges permanentes développées par substitution isomorphe, sont variables et augmentent avec l'augmentation du pH. Les charges sur les atomes d'oxygène ([]) deviennent O.sup.- efficacement neutralisées par l'addition de proton pour former un groupe OH. Les racines des plantes peuvent libérer [H +. +] pour le sol mobilisant ainsi les cations de sorte qu'ils peuvent être absorbés par eux. Une fois en solution, cependant, les cations peuvent être emportés, appauvrissant ainsi la fertilité du sol.

2.13.2. capacité d'échange de cations

L'aptitude d'un sol à échanger des cations avec la solution d'eau du sol est désignée par la capacité d'échange de cations (CEC).Cela peut également être considérée comme la capacité du sol pour éliminer les cations de la solution de l'eau du sol et de tenir ceux pour l'absorption par les plantes plus tard que la libération des racines des plantes [H +. +] À la solution. Plus précisément, la CCE est la concentration de protons échangeables ([H +. +]) Qui combinera avec 100 grammes (poids sec) de sol et dont la mesure est un milliéquivalent par 100 grammes de sol (1 mequiv. / 100 g) . [H +. +] Cations ont une seule charge et un millième de gramme d'ions d'hydrogène par 100 g sol sec donne une mesure de 1 mequiv. des ions hydrogène. La stérilité de nombreux sols tropicaux peut être expliqué par une absence de deux colloïdes d'argile et d'humus (qui sont responsables de la CCE) dans les climats chauds, humides, mouillées, dues au lessivage et à la décomposition, respectivement. Certaines valeurs typiques de la CCE pour différents sols et les argiles sont énumérés dans le tableau 2.

2.13.3. capacité d'échange d'anions

La capacité d'échange d'anions (AEC) d'un sol peut être utilement considéré comme reflétant sa capacité à éliminer les anions de la solution de l'eau du sol et les séquestrer pour l'échange plus tard que les racines des plantes libération carbonate anions à la solution. Des argiles amorphes et ont la plus forte sesquioxyde AEC, suivie par des oxydes de fer. Fer et argiles d'hydroxyde d'aluminium sont en mesure d'échanger leurs anions hydroxyde (O [H.sup.-]) pour d'autres anions, y compris les phosphates, qui ont tendance à se tenir sur des sites d'échange d'anions. L'ordre d'affinité en termes d'échange d'anions est:

[H2] P [O.sub.4.sup.-]> S [O.sub.4.sup.2]> N [O.sub.3.sup.-]> [Cl.sup .-]

Colloïdes avec un faible CEC ont tendance à avoir une certaine AEC, bien que les valeurs sont toujours beaucoup plus faible que pour la CCE, et sont de l'ordre de quelques dixièmes à quelques milliéquivalents par 100 g de sol sec. Comme le pH du sol augmente, la concentration des anions hydroxyle (OH) augmente, et ceux-ci déplacent d'anions à partir de leurs points de stockage sur la surface des colloïdes et en solution; par conséquent, l'AEC se trouve à diminuer avec l'augmentation du pH (par exemple comme la solution devient plus alcalin).

2,14. Le pH du sol

La réactivité du sol est exprimée en termes de pH, qui est une mesure de l'ion hydrogène ([H +. +]) De la concentration dans une solution aqueuse et dans les plages de valeurs dans l'intervalle de 0 à 14 (acide de base). Un pH neutre est 7, et ainsi de sols avec un pH <7 sont acides, tandis que ceux à pH> 7 sont alcalines. Dans la pratique, les valeurs de pH du sol mesurées gamme allant de 3,5 à 9,5, et les sols mesurées en dehors de ces limites sont toxiques pour les formes de vie. Pour placer cela dans le contexte, à 25 [degrés] C une solution aqueuse avec un pH de 3,5 contient 10 ~ [3,5] moles de [H +. +] Par litre de solution (et aussi [10.sup. -10,5] moles par litre de O [H.sup.-]). A un pH de 7, la solution contient 10 ~ [7] taupes [H +. +] Par litre et également [10 ~ 7] moles de O [H.sup.-] par litre, donc sa neutralité. Un pH de 9,5 contient 10 ~ [9,5] moles de [H +. +] Par litre de solution (et aussi [10.sup.2.5] mole par litre OH). À un pH de 3,5, une solution contient un million de fois plus [H +. +] Par litre d'une solution avec un pH de 9,5 (9,5 à -3,5 = 6 ou [106]) et est en conséquence plus acide par ce même montant. Hautement sols acides ont tendance à contenir des niveaux toxiques de l'aluminium et de manganèse. Plantes qui ont besoin de calcium exigent un sol modérément alcalin, mais la plupart des minéraux sont plus solubles dans les sols acides. Une forte acidité a un effet négatif sur les organismes du sol, tandis que la plupart des cultures agricoles font le mieux sur des sols minéraux avec un pH de 6,5 et sols organiques avec un pH de 5,5, par échange de [Na. +] Pour [Ca. 2+]

Dans les régions où les précipitations sont fortes, les sols ont tendance à devenir acide parce cations basiques (par exemple [Mg2 +], [Ca2 +]) sont hors participé et échangé des colloïdes du sol par l'action de masse de [H +. +] de l'eau. La raison pour laquelle ces cations sont décrits comme «de base» est leur association avec des anions de carbonate (C [O.sub.3.sup.2-]), qui donnent des anions hydroxyles par l'équilibre: [H2] O + C [O.sub.3.sup.2-] [??] HC [O.sub.3.sup.-] + O [H.sup.-]. Persistante, de fortes pluies peut ensuite laver nutriments laissant le sol stérile. Une fois que les colloïdes sont saturés avec [H +. +], L'ajout de plus de [H +. +] (Ou cations aluminium) entraîne le pH encore plus bas, car le sol est laissé sans capacité tampon. Dans les zones de pluies extrêmement lourd, et où les températures sont élevées, l'argile et l'humus peuvent être lavés ou dégradées, ce qui réduit encore la capacité tampon du sol. En revanche, dans les zones où la pluviométrie est faible, [Ca2 +] ions restent non lessivé et le pH peut augmenter à 8,5; avec l'ajout de "sodium échangeable" (qui agit en attirant efficacement anions carbonate dans la solution, par exemple CaC [O 3] [??] [Ca2 +] + C [O 3. sup.2-]), les sols peuvent atteindre un pH de 10. A un pH> 9, la croissance de la plante est réduite en raison de la mobilité des oligo-éléments est réduite; cependant, solubles dans l'eau de ceux-chélates peuvent être ajoutés comme agents de compensation. Les niveaux de sodium peuvent être réduits par l'ajout de gypse (sulfate de calcium) par échange de [Na. +] Pour [Ca2 +].



2,15. l'humus du sol

L'humus est un matériau colloïdal et représente l'état avant-dernier de la décomposition de la matière organique; si elle peut persister pendant un millier d'années, pris sur l'échelle de plus l'âge des autres composants du sol, il est temporaire. Il est composé des lignines très stables (30%) et les sucres complexes (polyuronides, 30%), et sur une base de poids sec, la CEC de l'humus est plusieurs fois supérieure à celle de l'argile; les sites d'échange de cations sont également présents sur les racines des plantes.

2,16. résistivité du sol

La résistivité électrique du sol peut déterminer le taux de corrosion galvanique de structures métalliques en contact avec elle. La conductivité peut être augmentée par une teneur en humidité supérieure ou augmentation de la concentration de l'électrolyte, ce qui diminue la résistivité, et donc d'augmenter la vitesse de corrosion. Valeurs de résistivité du sol typiques varient dans la gamme 2-1000 [ohms] m, mais des valeurs plus extrêmes sont assez fréquents.

3. La dégradation des sols (6,7)

En 2011, la population mondiale de l'homme a adopté la barre des 7 milliards de dollars, et on estime que d'ici 2050, il y aura 9 milliards d'entre nous. Sol, non seulement nous fournit la nourriture, de fibres et de carburant, mais il prend en charge la faune et une gamme d'activités rurales et urbaines. De la fin des années 1940 au début des années 1990, plus de 90% de la dégradation des terres productives est produite par le surpâturage, la déforestation et d'autres pratiques agricoles dégénératives. Ces pertes pour la santé des sols nous affectent tous, en particulier les 3,7 milliard de personnes qui souffrent de malnutrition et 3 milliards vivent dans la pauvreté. Parmi toutes les autres considérations de relever le défi de nourrir une telle multitude, la qualité et la fertilité du sol est un aspect critique et une bonne terre doivent être considérées comme une ressource fondamentale qui exige la conservation d'urgence. Le sol peut être dégradée par différents procédés: érosion hydrique, érosion éolienne, les changements dans sa composition du matériau et de la dégradation physique.

3.1. La situation actuelle

Selon les données de l'ISRIC World Soil Information (8), 46,4% de la terre du monde est moins productive qu'elle ne l'était.Environ 33% de cette perte d'une fonction biologique dans le sol est en cours en Asie, et environ 20% en Afrique. Globalement, 15,1% des sols sont impropres à l'agriculture, mais pour régénérer nécessiterait des investissements financiers très importants.Environ 9,3 millions d'hectares (0,5%) du sol est complètement biologiquement inactif (morts). Plus de 50% des sols qui ont été dégradés par la déforestation sont situés en Asie et 15% en Amérique du Sud. La déforestation est la principale cause de la dégradation des sols à la fois en Amérique du Sud (41%) et en Asie (40%) et aussi en Europe (38%). 36% des sols de la planète qui ont été dégradés par le surpâturage sont en Afrique. En effet, le surpâturage est la principale raison de la dégradation des sols en Afrique (50%), dans le Pacifique Sud et en Australie (80%). 37% des sols dégradés par des pratiques agricoles inadaptées sont en Asie, et ceux-ci sont la cause la plus fréquente de la dégradation des sols dans le Nord et l'Amérique centrale (58%), la et la deuxième cause la plus fréquente de la dégradation des sols en Afrique (25%). 50% des 133 millions d'hectares dégradés par la surexploitation du couvert végétal à des fins domestiques est en Afrique. Ce noté, presque tous les sols dégradés par la pollution industrielle est en Europe. Comme solution, l'importance de la gestion de l'écosystème du sol, en particulier dans la recherche de solutions pour lutter contre la désertification et de certaines formes de dégradation du sol doit être souligné. Cela implique de prendre une vue globale du système du sol comme un élément qui fait partie d'un ensemble plus grand, plutôt que de considérer de façon isolée, comme cela a été fait traditionnellement.

3.2. Les causes humaines de la dégradation des sols

Le sol est principalement dégradée par les activités humaines, principalement ceux de l'agriculture. Défrichement, l'irrigation, la pulvérisation d'engrais chimiques et de pesticides, le surpâturage et l'effet mécanique de l'équipement agricole lourd passant au-dessus du sol, tous font des ravages. La formation des sols, et la composition de l'humus, sont profondément influencés par le défrichement et la déforestation des terres à cultiver, parce que la végétation primitive varié est remplacé par la végétation secondaire, dont la monoculture est l'exemple le plus sévère. Les couches supérieures du sol, ainsi que celle de l'humus, sont endommagés par le travail du sol et une couche compactée (labourer unique) peuvent se former si les charrues traversent régulièrement le sol à la même profondeur. Lorsque la machinerie agricole lourde à environ 5 tonnes est utilisé, le compactage du sol peut être un autre résultat. En menaçant la capacité productive de la végétation, les sols et le surpâturage bandes augmente leur sensibilité à l'érosion hydraulique (56% de la dégradation des sols) et l'érosion éolienne (28% de l'érosion des sols). Au cours de l'application de pesticides et d'engrais artificiels peuvent tuer la faune du sol et de diminuer le degré d'aération du sol, résultant dans le sol ruissellement qui provoque des inondations et des coulées de boue. Le surpâturage et le labour excessive peut conduire à des tempêtes de poussière graves est survenu en URSS en 1960 et en Afrique où 2-3000000000 tonnes de sol est soufflé libre du continent et Skyward chaque année, ce qui a érodé progressivement la fertilité de son sol. La capacité du sol à fixer le C [O2] peut être entravée par des méthodes agricoles qui changent sa structure et de la composition, et la conversion des prairies, des forêts et des tourbières dans les champs entraîne une réduction de la quantité de carbone dans le sol. La dégradation des sols entraîne la perte de la biodiversité, et a également un impact sur le réchauffement climatique grâce à des changements dans l'albédo locale et l'émission de gaz de serre tels que le méthane et l'oxyde nitreux, que la tension en oxygène du sol devient diminuée.

4. Permaculture (9,10) - en résumé

Depuis la permaculture est implicite à une grande partie de la discussion qui suit, il semble approprié de donner un bref aperçu du sujet maintenant, avant de décrire plus en détail au point 12. Le terme «permaculture» (un mot-valise issu de l'agriculture ou de la culture permanente) était inventé par Bill Mollison et David Holmgren au milieu des années 1970, pour décrire un «système intégré, l'évolution des espèces animales et végétales pérennes ou autoperpétués utiles à l'homme." Selon Holmgren, "Une définition actuelle plus de la permaculture, ce qui reflète l'expansion de la mise au point implicite dans Permaculture One, est« paysages consciemment conçus qui imitent les modèles et les relations trouvés dans la nature, tout en fournissant une abondance de nourriture, de fibres et d'énergie pour la fourniture des besoins locaux. » Les gens et leurs bâtiments et les moyens qu'ils organisent eux-mêmes sont au cœur de la permaculture. Ainsi la vision permaculture de l'agriculture (durable) permanente a évolué à l'un de la culture permanente (durable) ". Globalement, la permaculture peut être classée (dans la mesure où une telle entité holistique peut être) comme une branche de la conception écologique et ingénierie écologique qui vise à développer des établissements humains durables et des systèmes agricoles autonomes maintenu modélisées des écosystèmes naturels. Masanobu Fukuota (11) (1913-2008) était un fermier japonais et philosophe qui a établi une approche de l'agriculture écologique appelé "agriculture naturelle", qui a été attribué par certains comme contenant les racines essentielles de la permaculture. La méthode est parfois aussi appelé "la méthode Fukuoka", "la façon naturelle de l'agriculture» ou «l'agriculture ne rien faire": celle-ci ne se réfère pas à un manque de main-d'œuvre, mais à un évitement des intrants et des équipements manufacturés. Le système exploite la complexité des organismes vivants qui sculpte chaque écosystème particulier. Fukuoka a vu l'agriculture comme pas purement un moyen de produire de la nourriture mais comme une démarche esthétique ou spirituelle à la vie, le but ultime de ce qui était, "la culture et de la perfection des êtres humains". L'agriculture naturelle est un système fermé, qui exige pas entrées et imite la nature, et diffère également de l'agriculture biologique classique, qui Fukuoka considéré comme une autre technique moderne qui perturbe la nature. Fukuoka a affirmé que son approche empêche la pollution de l'eau, la perte de la biodiversité et l'érosion des sols et pourtant il n'y a pas de compromis dans la quantité de nourriture qu'il peut fournir. Permaculturists modernes font des demandes similaires, et même que la méthode peut produire des rendements supérieurs à l'hectare que l'agriculture conventionnelle peut. Quoique, nous devrions peut-être faire le point sur le fait que l'agriculture moderne a seulement été «classique» depuis environ 60 ans! Un changement majeur encouru par la conversion à la permaculture est que les céréales ne peuvent être produites à l'échelle de l'agriculture industrialisée, et les modifications dans notre alimentation, de consommer plus de légumes, de fruits, de baies, etc. serait nécessaire, qui peut être produite de manière efficace par ses moyens.

Les principes de base de la permaculture sont:

\* Prenez soin de la terre ("soins de la terre"): Provision pour tous les systèmes de vie à poursuivre et à multiplier. Ceci est le premier principe, parce que sans une terre saine, les humains ne peuvent pas prospérer.

\* Travailler avec la nature.

\* Loi opposent destruction et les dommages.

\* Envisager les choix que nous faisons.

\* But pour un impact environnemental minimal.

\* Concevoir des systèmes sains pour répondre à nos besoins.

\* Prendre soin des gens ("les gens se soucient"): Provision pour les gens d'accéder à ces ressources nécessaires à leur existence.

\* Prenez soin de soi et des autres.

\* Travailler ensemble.

\* Aider ceux qui sont encore sans accès à la nourriture et de l'eau propre.

\* Développer des modes de vie respectueux de l'environnement.

\* Concevoir des systèmes durables.

\* Partager l'excédent («actions justes»): les systèmes naturels sains utilisent sorties de chaque élément pour nourrir les autres.Les êtres humains peuvent faire de même; en prenant le contrôle de nos propres besoins, nous pouvons mettre de côté des ressources pour promouvoir les principes ci-dessus.

\* Les ressources sont limitées et seulement en limitant notre consommation et de la population y seront assez pour tous, maintenant et dans l'avenir.

\* Construire des canots de sauvetage économiques.

\* Développer une unité commune.

\* Modifier notre mode de vie maintenant - ne pas attendre: faire partie de la solution et non une partie du problème.

\* Besoin pour devenir reconnecté avec le monde naturel: changement dans la pensée et l'être.

La permaculture est de faire une conception efficace, mettant l'accent sur les modèles de paysage, de la fonction, et l'assemblage des espèces. Il pose les questions: Où est cet élément aller? Comment peut-il être placé avec d'autres éléments pour le bénéfice maximum de l'ensemble du système? Le principe fondamental de la permaculture est, par conséquent, afin de maximiser les connexions utiles entre les composants de réaliser leur meilleure synergie dans la conception finale et optimale. Permaculture ne se concentre pas sur des éléments individuels, dans l'isolement, mais plutôt sur les relations créées entre ces éléments dans la façon dont ils sont placés ensemble; l'ensemble devient plus grande que la somme de ses parties. Par conséquent, la conception de la permaculture vise à minimiser les déchets, le travail humain, et les entrées de l'énergie et d'autres ressources, par des systèmes avec des avantages maximaux entre les éléments de conception des bâtiments pour atteindre un niveau élevé d'intégrité globale et la résilience. Permaculture dessins sont "bio" et évoluent au fil du temps en fonction de l'interaction de ces relations et des éléments et peuvent devenir des systèmes extrêmement complexes, capables de produire une forte densité de nourriture et de matériaux avec un apport minimal.

5. L'agriculture régénératrice (12,13): la transition

Une grande partie de l'énergie impliquée dans l'agriculture régénératrice et la permaculture est fourni tout naturellement par la faune du sol indigènes, et provient de la photosynthèse, où le carburant pour les microbes du sol est livré à partir de plantes comme les usines qui fournissent des nutriments riches en carbone. La principale différence entre les deux approches est que la permaculture suit une conception initiale, tandis que l'agriculture régénératrice tend à être plus pragmatique et est une adaptation des méthodes d'agriculture de terrain existants. La santé du sol est améliorée dans les deux processus depuis sa composante organique devient régénéré. Dans une merveilleuse symbiose, les microbes du sol vivant, notamment des champignons, peuvent tirer d'autres nutriments et l'eau du sol pour nourrir les plantes. Les différents éléments de la vie alimentent un de l'autre d'une manière mutuellement dépendants et bénéfique. Alors que les stratégies des deux méthodes peuvent être définies et envisagées très clairement, les moyens intermédiaires de la transition de l'industrie à l'agriculture régénératrice et la permaculture est un peu plus nébuleux, car il n'a pas été fait avant, ou du moins pas dans la mesure où la nécessité maintenant demandes. Alors, comment pourrions-nous accomplir cette révolution dans la manière la moins douloureuse? Sans aucun doute, un décolonisatrice et la restructuration de l'agriculture industrialisée présente est nécessaire, avec une appréciation et le grossissement des systèmes alimentaires indigènes et traditionnels. Dans l'ensemble, un changement dans la pensée et le concept est nécessaire d'un conflit et la limite de la coopération et de l'abondance. L'ampleur de la transition peut être comparé avec d'autres transitions d'étape à travers l'histoire humaine, comme les chasseurs-cueilleurs deviennent agriculteurs, et la progression en fin de compte à des sociétés industrielles modernes. Ce sont ces derniers qui sont sous la menace et insoutenable, et une dévolution de compromis à un collectif plus localisée de petites communautés (gousses) est nécessaire, fourni par les exploitations agricoles et les infrastructures locales, avec des liaisons ferroviaires entre eux pour mouvement essentiel des biens et des personnes. Le maintien de l'internet et les communications électroniques serait souhaitable puisque les idées et les connaissances peuvent être transmises d'épaulards à et entre les pays et les continents.

Dans les années 1970, des études ont été menées qui a évalué l'inefficacité massive des besoins en énergie pour la production alimentaire. Il a été conclu que 10 calories d'énergie sont dépensés pour apporter une calorie de nourriture sur la plaque de dîner. Il a été souligné que la production agricole essentielle est nécessaire pour fournir de la nourriture et de fibre-à-dire les produits essentiels de la biomasse. Biocarburant peut également être considéré comme un produit, si l'examen comprend également fermentation de sucres dérivés de l'amidon dans de l'éthanol, ou la production hydrothermique de combustibles liquides et gazeux à partir de biomasse par chauffage sous pression en présence d'eau. La contrainte imminente de "changement climatique" est bien reconnu, par exemple, hausse du niveau de la mer et de la désertification des terres anciennement propagation vert, mais son impact sur l'agriculture est rarement mentionné par les modélisateurs du climat.Cependant, à titre d'exemple, il est supposé que le bassin du fleuve Colorado peut s'assécher. Ses puissants barrages seraient alors ressembler à quelque chose comme les pyramides d'Egypte, laissant peut-être des générations futures de spéculer sur ce que leur but était, et sur la nature de la civilisation qui les a créés. Comme zones climatiques changent, il est la variabilité de la météo qui aura plus d'impact que ramping "températures moyennes» à l'énorme investissement fait par les humains dans l'agriculture. Les dépenses en capital nécessaires pour les nouveaux barrages, des fournitures d'irrigation et de la reconversion des agriculteurs devront être mis en contraste avec celui de de digues à des endroits vulnérables (par exemple la Nouvelle-Orléans et de la côte est de l'Angleterre). Très probablement, les deux ne peuvent être pris en charge, et il peut se révéler opportun de simplement laisser certaines régions "vont à la mer".

La biodiversité est un moyen naturel pour nivellement-les gains et pertes de système vivant (figure 4). Il est coopératif dans le sens que les parasites ne sont pas encouragés car ils sont de plus en plus par des souches uniques de cultures, et que les plantes convenablement appariés aider mutuellement à grandir - l'ensemble holistique étant plus robuste que la simple mesure de ses composants. Le terme «village global» tend à signifier une unité interconnecté du commerce ou de communication électronique, alors que les aspects de la diversité culturelle et la biodiversité sont ignorés. Cependant, il est une nécessité pour préserver et étendre les systèmes de production alimentaire et de fibres traditionnelles qui ont fait leurs preuves et dont les capacités de régénération ont été démontrées au cours des millénaires. Nous pouvons adapter à, ou réadopter, les cultures qui ont été perdus, que la civilisation industrielle les a supplanté, et ce sont ces derniers que nous devons chercher à rompre pour arriver à un avenir durable, si nous voulons survivre en tant qu'espèce humaine c'est. Si «village global» signifie «supermarché mondial», le terme prête acceptation à la règle concomitante de sociétés multinationales. Si nous restructurons les sociétés à devenir autonome, plutôt que dépendant d'intrants et même les sorties, comme ils sont maintenant, nous devons aussi abandonner «responsabilité limitée» et la désignation juridique de «corporations» comme «personnes» avec les mêmes droits que les particuliers citoyens. Systèmes alimentaires traditionnels sont des réservoirs à la fois de la diversité biologique et la diversité culturelle. Il est dommage que les semences banques à travers le monde ne contiennent pas d'informations sur la culture, l'économie, les détails des méthodes de culture, de saveur ou d'autres aspects humains des cultures et des aliments qu'ils produisent. Y compris mes propres réflexions sur le sujet, la plupart des commentateurs sur le monde du pétrole poste de crête se réfèrent à la nécessité de localiser les systèmes alimentaires, tels que les petites populations sont prévues localement par des moyens de fermes communautaires. Toutefois, l'établissement de systèmes de régénération à cultiver des aliments et des fibres doit inclure les villes aussi, la conception de ce qui doit être analysée en termes de mécanismes naturels qui les entrelacent.



Il est rarement rendu compte que le développement rural ou le réaménagement poussé par les pays industrialisés pour le monde en développement sont précisément ceux dont ils ont besoin pour se adopter. "Économie bouddhiste» de Schumacher dont il décrit dans le bestselling14 «Small is beautiful - une étude de l'économie comme si les gens importaient", vaut également pour le monde industrialisé comme il doit dé-industrialiser, et de prendre des leçons de sociétés simples qui consomment beaucoup moins par tête de la population. L'exemple de Cuba peut être établi-comme une source d'optimisme par d'autres nations, car il a survécu et même prospéré grâce à la mise en œuvre d'un système de jardins communautaires, et en utilisant des méthodes de la permaculture, pour faire face à la perte brutale du pétrole pas cher et copieux , les engrais et les pesticides doués de l'Union soviétique, lorsque ce dernier régime effondré en 1989. Bien qu'il existe des problèmes économiques considérables actuellement à Cuba, la population a été en mesure d'adapter et de se nourrir au cours de ce qui était initialement dénommé «la période spéciale en temps de paix ", et maintenant simplement comme« la période spéciale ". Ceci étant dit, le nombre moyen de calories consommées par jour est passé de 2908 à 1863 dans cinq ans, et le Cubain moyen a perdu 20 livres en poids au cours de cette période (13). L'hypothèse Gaia, originaire par James Lovelock dans le 1960s15, a agi comme un phare emblématique du mouvement environnemental, en tirant dans une gamme de gens insatisfaits de la façon industrielle et matérialiste de la vie, et qui cherchent alternative plus naturelle et plus ou spirituellement modes de vie enrichissantes, et avec moins de nuire à la planète et de la vie sur elle. "Gaia" est de nature holistique et est basé sur l'écologie. Plutôt que d'un «village global» industrialisé elle implique un «globe de villages". L'alimentation et la production de fibres est l'une des caractéristiques les plus importantes de la transition vers une ère de carburant post-fossile, à laquelle la mise en place de systèmes alimentaires régénératrices est essentiel.

6. Les pénuries d'eau

Avec pétrole brut pas cher, l'eau est une ressource qui ne commencera à courir à court-en quelques décennies, comme cela est adoptée dans le livre (16) intitulé "Mirage", écrit par Barnett, qui se concentre sur l'utilisation des eaux aux Etats-Unis et notamment en Floride. Il est bien connu que, à l'est de la ligne longitudinale le long du 100e méridien, les précipitations sont abondantes, tandis qu'à l'ouest de celui-ci le climat est relativement aride. En effet, il a déjà cru que les agriculteurs à "l'Est" ne jamais avoir à vous soucier de l'arrosage de leurs cultures, mais au cours des dernières années, la demande pour l'eau a fait un bond avec des conséquences environnementales désastreuses. Barnett se réfère à une maison de tomber dans un "gouffre", qui est un effondrement dans la roche calcaire qui sous-tend la Floride comme une conséquence naturelle de sa dissolution par l'eau souterraine. Ceux-ci peuvent être ouverts en place à la suite d'activités humaines, y compris le forage de puits et de plus le pompage excessif des eaux souterraines. Elle discute de la politique complexes impliqués dans le "développement", et la surpopulation de cette pointe sud de la péninsule de la Floride en particulier par les retraités («personnes âgées»), nécessitant ainsi une infrastructure - y compris les pelouses très vertes et donc fortement arrosées et golfs, etc .-- à un degré qui dépasse même ce qui peut être fourni par les précipitations abondantes grandement là. Relever le déficit nécessite l'extraction de l'eau souterraine à grande échelle avec des conséquences environnementales, économiques, politiques et sociaux, y compris au moins un mort comme Barnett décrit dans le chapitre «guerres de l'eau". En effet, l'histoire de l'approvisionnement en eau aux États-Unis est ironiquement inscrit dans la citation (attribuée à Mark Twain), "whisky est pour Drinkin 'et de l'eau est pour bagarre". "

Un thème central du livre est que l'eau est une marchandise. Souvent, les coûts réels de la fourniture d'eau sont supportés par les États ou les municipalités plutôt que par des sociétés, qui cash-in sur une ressource pas cher pour lesquels aucun égard est par conséquent imprégnés, ni pour les actions environnementales telles que barrages sur les rivières aussi puissant que le Colorado pour divers " «projets aquatiques. "Printemps" eau embouteillée est un designer de jouets immensément cher, coûte environ 10 000 fois plus que l'eau du robinet, et souvent avec la même composition analytique. En effet, l'eau de source pas tout fait en fait provenir d'un ressort, et est dans une large mesure, pompé les eaux souterraines. L'aquifère Ogallala flux de 174 000 miles carrés sous les grandes plaines du Dakota du Sud à destination de l'enclave du Texas, et il est la principale source d'eau pour le grenier collectif national des États-Unis, fournissant comme il le fait d'un tiers de toutes les eaux souterraines utilisées pour l'irrigation dans le pays tout entier. Cependant, Ogallala est pas réapprovisionné comme la plupart des aquifères sont. Au lieu de cela, il contient «eau fossile", situé dans le sol à partir de la fusion de la dernière période glaciaire il ya 10.000 ans, et une fois qu'il est utilisé en place il ya plus. L'accès à des pompes électriques bon marché dans les années 1950 a permis aux agriculteurs de tirer vers le haut cet héritage à accroître les taux avec le résultat que l'Ogallala a diminué de 100 pieds dans les parties du Nouveau-Mexique, Kansas, l'Oklahoma et le Texas. Il est inévitable et une question de temps que tous les puits creusés dans cette immense aquifère se tariront, avec des impacts sur l'agriculture ensemble, y compris la grande récolte de maïs cultivé pour produire de l'éthanol de maïs, comme combustible de remplacement pour ceux qui sont actuellement du raffinage du pétrole brut. Le stockage et la récupération (ASR) La technologie de l'aquifère est donné une mention spéciale.L'idée est que pendant les périodes humides, où l'eau est abondante, l'eau est pompée dans les aquifères souterrains gigantesques enfoncés dans le calcaire de la Floride, et qui peut être pompé-up à nouveau durant les mois secs. Quelque 36 millions de gallons par jour sont tirées de Peace River, qui commence en Floride Central Green marais et se termine 105 miles plus au sud dans le port de l'estuaire de Charlotte. Il ya près de 1700 puits ASR aux États-Unis tout à fait, la plupart d'entre eux dans les états de Californie, le Nevada, le Texas et la Floride, et chacun d'eux en particulier à court d'eau. Toutefois, la prudence est invité, comme le premier puits creusé à Peace River est devenu gravement contaminé à l'arsenic, présents naturellement dans l'aquifère. Le dessalement est une autre technologie souvent invoqué comme une solution à la pénurie d'eau notamment dans les régions à proximité du littoral, même si il est très coûteux de mettre en place une usine de dessalement en premier lieu, et exécutant l'un nécessite des quantités considérables d'énergie. Ni est la technologie garanti: par exemple une usine à Tampa Bay construit au coût de 110 M $ souffert toutes sortes de difficultés et enfin les membranes de haute technologie nécessaires pour séparer l'eau de sel par osmose inverse bouché. Pompage des eaux souterraines a été effectivement réduite d'un tiers dans la région, sans le besoin d'eau dessalée, uniquement par des moyens plus conventionnels de réservoir et de traitement des eaux de surface combinée à des mesures de conservation d'eau agressives.

Alors que la concurrence sur l'utilisation de terres arables pour les cultures, soit de nourriture ou de carburant est un facteur bien établi et critique dans la fabrication de biocarburants à grande échelle, il ya moins de prise de conscience à propos de l'eau nécessaire pour irriguer la terre sur laquelle les cultures sont destinées à être cultivées. Il est sans équivoque que la Chine est la nouvelle nation industrielle, dans une phase sans précédent de son développement économique et social. Cela pourrait être devrait se poursuivre aussi longtemps que l'Occident ne peut se permettre d'acheter ses produits bon marché, mais dans la récession actuelle, cette durée est discutable. À la base de la croissance industrielle chinoise, comme pour toute croissance industrielle, est de l'énergie, et en reconnaissance du pic pétrolier, l'accent est sur les biocarburants (et tous les autres types de ressources énergétiques en Chine, y compris le charbon à-liquides, CTL conversion) que les produits doivent être transportés pour la vente. Il vise, d'ici 2020, 12 millions de tonnes de biocarburants seront produits en Chine. Pour mettre cela en contexte, ce qui équivaut à environ un cinquième du carburant dérivé du pétrole utilisé au Royaume-Uni chaque année. Le carburant est d'être bioéthanol, fermenté à partir de maïs (maïs), qui est une culture de l'amidon relativement efficace de l'eau. Selon une analyse (17) afin d'irriguer le maïs suffisante pour produire 12 millions de tonnes de bioéthanol, une quantité d'eau équivalente à la décharge annuelle du fleuve Jaune (Figure 5) serait nécessaire. 64% des terres arables (culturales) la terre de la Chine est dans la partie nord du pays, et est déjà sous pression depuis l'utilisation actuelle de l'eau dépasse ses réserves et nappes phréatiques sont en baisse (18). Nous avons ni terre ni eau suffisante pour maintenir l'illusion que nous pouvons continuer comme nous le sommes, et certainement pas en termes de carburant de transport liquide et se transporter ainsi, simplement en remplaçant la baisse des réserves de pétrole et de gaz naturel par les biocarburants. La demande massive d'eau doit être prévu en conséquence d'étendre la production de biocarburants dans d'autres pays aussi. Par exemple, en Inde et dans l'ouest des États-Unis, les nappes phréatiques sont en baisse. Comme déjà indiqué, l'agriculture aux États-Unis mi-Ouest est maintenue en drainant "eau fossile" de l'aquifère Ogallala, qui sous-tend huit États américains. Une fois qu'il est utilisé, cet apport d'eau ne peut être réapprovisionné. Il est probable que le changement climatique et le déplacement des régions tempérées vers le nord pourrait influer encore davantage sur l'Ouest américain. En Australie, un autre grand producteur de cultures d'amidon, l'approvisionnement en eau sont également sous stress. Il a été compté (19) que certains 5,000-6000 [km.sup.3] d'eau seraient nécessaires pour irriguer des cultures suffisante pour supplanter le pétrole à base de carburant du monde par de l'éthanol produit à partir de maïs. On peut comparer ce chiffre avec l'ensemble de la fourniture d'eau douce disponible sur Terre de 13.500 [km.sup.3]-à-dire la culture exigerait environ la moitié de celui-ci. Autres cultures potentielles de carburant, par exemple le blé, le soja et de colza ont une demande encore plus grande pour l'eau que ne le maïs. Ceci est un avertissement clair et d'expression supplémentaire des limites de biocarburants à base de cultures.



La quantité d'eau que nous utilisons dans notre vie quotidienne est trompeuse. Par exemple, un Britannique moyen est dit d'utiliser 150 litres d'eau par jour, et pourtant les véritables hausses totales plus près 3.400 litres par jour (20), une fois que le montant de "l'eau embarquée" (eau cachée) est inclus, qui est la l'eau utilisée pour développer et produire divers produits. 65% de l'eau que nous utilisons est dans notre alimentation, et les quantités d'eau intégré qui sont utilisés pour fournir des articles très banales sont stupéfiantes. Par exemple, il faut 3000 litres d'eau pour produire un steak haché, et en Grande-Bretagne quelques 10 milliards de hamburgers sont consommés par an, ce qui nécessite donc la consommation de 30 billions de litres, ou 30 [km.sup.3] d'eau. Une tomate a environ 13 litres d'eau noyé dans la masse; une pomme dispose d'environ 70 litres; une pinte de bière à propos de 170 litres; un verre de lait d'environ 200 litres. Il faut 27 000 litres d'eau pour produire une barre de chocolat, 100 litres d'eau sont utilisés pour faire une tasse de café. Il faut 4 litres d'eau pour faire une bouteille en plastique d'un litre d'eau ... qui est, avant même l'eau est mis en elle. Pour faire un T-shirt en coton besoin 2.000 litres d'eau, 15 000 litres, soit pour une paire de jeans, ou 1 kg de steak. Pour faire un chat prend 400.000 litres (20). La quantité d'eau utilisée pour produire des aliments et des produits importés par les pays développés est l'aggravation des pénuries d'eau dans le monde en développement, et cela soulève des questions morales, par exemple si elle est appropriée pour développés (anciens) pays d'importer les haricots et les fleurs des pays souffrant de stress hydrique comme le Kenya. Si la population du monde augmente de 8 milliards d'ici 2030, 50% plus de nourriture et d'énergie seront nécessaires, et la demande sur l'eau douce vont augmenter de 30%. Ce ne reflète pas seulement l'augmentation de la population en soi, mais que les personnes plus aisées mangent plus de nourriture - en particulier la viande - et la société de consommation devrait se développer au sein de son numéro.

7. la nutrition des plantes (21-24)

Comme dans le cas de tous les organismes vivants, y compris les humains, les plantes ont besoin de matières premières essentielles à fournir à la fois l'énergie et les blocs de construction pour la croissance. C [O 2] est absorbée à partir de l'air avec l'eau provenant de diverses sources, notamment le sol et l'ensemble des éléments de carbone (C), l'hydrogène (H) et l'oxygène (O) sont prévus. Comme on le verra par la suite, en plus de ces éléments de base, quelques 16 éléments nutritifs essentiels sont également nécessaires pour une culture pour prospérer: trois principaux éléments nutritifs, quatre éléments secondaires et 12 oligo-éléments (21). Au cours du dernier demi-siècle, il ya eu une diminution du niveau de micronutriments présents dans les plantes et donc disponibles à ces créatures qui les consomment, y compris les humains. Il ya une citation sanguine (22) du prince Charles, qui dirige une exploitation agricole biologique sur son domaine de Highgrove, dans le Gloucestershire:

"Le New Scientist a récemment rapporté des résultats de recherche alarmants d'une étude des effets à long terme de la soi-disant« révolution verte »en Asie du Sud. Nouvelles variétés végétales, nourris avec des niveaux élevés d'engrais artificiels ont considérablement augmenté la production alimentaire, à aucun-un surprise. Mais il devient maintenant clair que ces cultures intensivement cultivées sont nutritionnellement déficient. Ils manquent des éléments et des oligo-éléments essentiels, en particulier le fer et le zinc. Cette lacune a été transmise par la nourriture à un point tel qu'une perte de 10 points de QI a été observé dans toute une génération d'enfants qui ont un régime composé essentiellement de cultures produites de cette manière ".

Potentiellement, cela est très grave, et je note que le Dr Elaine Ingham, de l'Institut Rodale, prétend que les valeurs nutritives d'aliments sont plus bas par un facteur de 10 que ceux cultivés dans les années 1920 (23). Elle attribue (24) l'épidémie d'obésité aux Etats-Unis, et plus largement le monde occidental, à une envie de corps humains pour les éléments nutritifs essentiels, qui ont besoin de consommer plus (micro-) des aliments nutritionnellement déficientes afin de les obtenir, mais l'ingestion de plus calories dans le processus. D'autres facteurs sont probablement trop importante, y compris les changements de la société, la grande disponibilité de la nourriture pas cher riche en sucre et en gras, et une tendance moderne à «brouter», ainsi consommer continuellement calories.

Comme les plantes poussent, ils enlèvent ces éléments essentiels à un degré variable du sol, l'eau de pluie et infiltre de plus, donc de temps en temps, ils ont besoin d'être réapprovisionné. Dans l'agriculture conventionnelle / jardinage, cela se fait généralement par l'ajout d'engrais artificiels. Dans les systèmes de permaculture, les plantes meurent et pourrissent-bas et les éléments nutritifs sont retournés au sol dans le cadre du processus de recyclage naturel. La disponibilité de nutriments et de leur absorption par les plantes est assisté par des champignons mycorrizal (figure 6) qui se trouvent dans les ballons de la plupart des plantes. Les trois éléments nutritifs majeurs sont l'azote (N), le phosphore (P) et potassium (K). L'azote est nécessaire pour une saine tiges et les feuilles, et est une composante essentielle des acides aminés qui constituent les protéines, et des molécules de chlorophylle qui récoltent lumière pour conduire la photosynthèse. Il est normalement repris dans les plantes sous la forme de nitrate (N [O.sub.3.sup.-]) et dans une moindre mesure que les ions d'ammonium (N [H.sub.4.sup. +]). Les nitrates sont facilement lessivés du sol par les pluies pendant l'hiver, mais au printemps, lorsque le sol se réchauffe, l'azote est extrait de l'air et convertis en nitrates par des bactéries fixatrices d'azote. Lorsque le sol est gorgé d'eau, la dénitrification par bactéries anaérobies se produit. Pour cette raison, les plantes poussent mieux dans un sol bien drainé où l'air peut percoler à travers elle.Les vers de terre jouent un rôle vital aussi, en creusant à travers et le traitement des sols. Cela augmente la disponibilité des nutriments du sol et crée des canaux de drainage et des espaces pour les systèmes racinaires de croître en.



Le phosphore est repris sous forme d'ions orthophosphates ([H 2] P [O.sub.4.sup.-]), et est une composante essentielle de la acides nucléiques, ADN et l'ARN. Le processus de transfert d'énergie ATPADP dans les cellules végétales nécessite phosphore.L'élément est déplacé à l'intérieur de l'usine, qui est recyclé à partir de pièces anciennes à des points de la nouvelle croissance.Le C [O2], publié lors de la respiration, réagit avec l'eau pour produire de l'acide carbonique et cela aide l'absorption de P [O.sub.4.sup.3-] par les racines des plantes. Un facteur essentiel dans la mobilisation du phosphore dans le sol est la conversion de P [O.sub.4.sup.3-] à des formes protonées plus solubles, HP [O.sub.4.sup.2-] et [H. sub.2] P [O.sub.4.sup.-], qui dépend de la disponibilité des protons. Ainsi, la présence de l'acide carbonique et d'autres, peut solubiliser le phosphate de formes insolubles, par exemple en combinaison avec [Ca2 +], [Mg2 +], [Al3 +], [Fe .sup.2 + / 3 +] et avec d'autres cations métalliques. Le système racinaire secondaire fournie par les champignons mycorrizal étend considérablement la portée des racines primaires et plus efficacement élimine les anions phosphate à partir des sels insolubles du sol. Des types particuliers de champignons et des bactéries sont connus qui peuvent solubiliser le phosphate, et il ya des preuves d'une relation symbiotique entre les champignons endomycorhiziens et phosphate de solubilisation aux bactéries du phosphate doit être absorbé rapidement, avant qu'il ne soit reconverti en une forme insoluble. Si endomycorhizes sont dans le voisinage, une partie de ce phosphore est absorbée et livrés aux plantes hôtes. En outre, les bactéries peuvent voyager avec le hyphes à la recherche de phosphates, et éventuellement les endomycorhizes sont capables de stimuler la plante pour créer plus exsudats (molécules messagères) pour attirer plus de bactéries de solubilisation. Le potassium est pas un élément essentiel des plantes, mais joue un rôle central dans la synthèse des protéines et dans le maintien de l'équilibre de l'eau. Il rend également hardy plantes d'hiver et améliore leur résistance aux maladies. Pris comme [K + +.] Ions, le rapport de N à K a un effet important sur la croissance des plantes, l'idéal étant N: K = 1 pour la plupart des cultures et 2: 3 pour les plantes racines et les légumineuses. Ions magnésium ([Mg 2+]) en concurrence avec [K + +.] Pour l'absorption, mais, tant que le rapport K: Mg est d'environ 3: 1 ou 4: 1, il n'y a pas de problème. Les quatre éléments secondaires sont le magnésium, le calcium, le soufre et le silicium. Le magnésium, sous forme d'ions [Mg2 +], est l'élément clé de métal en chlorophylle, où il forme le centre de la molécule et son dispositif d'absorption de lumière. Il est également impliqué dans la production de la molécule de transfert d'énergie cellulaire ATE calcium, sous la forme de [Ca2 +] ions, est nécessaire pour la croissance saine de nouvelles tiges car il est utilisé pour donner des parois cellulaires leur force . Le soufre est repris en tant que ions sulfate (S [O.sub.4.sup.2]), et est un constituant essentiel de toutes les protéines, y compris les enzymes. Les légumineuses ont des exigences plus élevées pour S que la plupart des autres plantes le font. Silicon renforce parois cellulaires des plantes.

Comme son nom l'indique, de plus petites quantités des 12 micronutriments sont nécessaires, mais ils, néanmoins, ne peuvent être ignorés pour la croissance des plantes en bonne santé, et sont habituellement présents suffisamment dans la plupart des sols. Ceux-ci sont le sodium, les ions Na + [.]; le nickel, sous forme d'ions [Ni2 +]; cobalt, sous forme d'ions [Co2 +]; l'aluminium, les ions Al3 [+]; bore, comme [H2] B [O 3] ions; le chlore, sous forme d'ions C1; cuivre, sous forme d'ions Cu2 [+]; fer, sous forme d'ions Fe2 + []; le manganèse, sous forme d'ions [Mn2 +]; le molybdène, le molybdate (MO comme []) O.sub.42 ions; sélénium, comme séléniate (Se)] [O.sub.42 ions; et le zinc, en tant que [Zn2 +] ions. Les engrais artificiels sont fabriqués en utilisant des combustibles fossiles et ont été responsables de l'augmentation massive du rendement des cultures réalisées dans le siècle dernier: "la révolution verte" (article 20). Il existe des estimations que le rendement de la récolte mondiale pourrait baisser d'environ 75% si l'on cessé de les utiliser. En conséquence, il est soutenu dans certains milieux que l'alimentation de la population mondiale, sans méthodes agricoles modernes et ses entrées de l'énergie et des engrais, il faudrait beaucoup plus de terres que ce qui est disponible. D'autres, cependant, y compris de nombreux aficionados de la permaculture, contestent cela, et font valoir que si le sol est ramené à son état naturel, il y aura beaucoup de nourriture pour tous, mais pas le régime alimentaire à base de céréales, nous sommes maintenant habitués. Fait intéressant, il semble que la plupart d'entre nous dans le Royaume-Uni sont déficients en sélénium (25) du pain parce que, pour les 30 dernières années, nous avons mangé à base de blé européen plutôt que de blé importé du Canada et des États-Unis. Le problème est différent sol, ce qui de ce côté de l'Atlantique est faible en sélénium, mais est riche en l'élément en Amérique du Nord et au Canada. Apparemment, les niveaux de sélénium peuvent être restaurés dans le sol par l'ajout d'engrais enrichie en sélénium, mais cela fait partie du processus intensif de l'énergie que nous cherchons à éviter, en préparation de la baisse des fournitures de pétrole et de gaz. Sur une base personnelle, manger une poignée quotidienne de noix du Brésil maintient des niveaux de sélénium sains, mais puisque ceux-ci sont cultivés et importés, au moyen de gaz et de pétrole, ce ne sont pas une solution à long terme. Si nous convertissons en permaculture et l'agriculture régénératrice en général, nous devrons changer notre régime alimentaire pour un peu de céréales et de fournir plus de celui-ci à partir de noix, fruits et légumes, et d'animaux dont le pâturage contribue à cultiver et à nourrir la terre naturellement ouverte plaines. Une autre bonne source de sélénium est l'ail, à condition qu'elle ne soit pas cuit trop longtemps qui dénature les composés qui en contiennent.

8. glomaline - colle durable de carbone

Le nom glomaline (26) dérive de Glomalis, un ordre de champignons mycorhiziens vivant communs tels que mycorhizes qui colonisent le système racinaire de plantes, (article 10) et a été découvert que récemment, en 1996. glomaline lui-même est une protéine de la colle-comme qui construit une gaine riche en carbone autour de la hyphes (des vrilles filiformes) qui se développent à partir du champignon pour former un système racinaire secondaire. Glomaline contient 30-40% de son poids de carbone, et on pense que cela pourrait représenter jusqu'à un quart de tout le carbone contenu dans les sols fertiles. Glomaline est également un matériau très résistant et peut survivre dans le sol pour une décomposition n'importe où dans la gamme de 7 à 42 ans, ce qui le rend potentiellement importante pour le stockage du carbone par les sols. Glomaline contribue également à coller ensemble des agrégats du sol d'autres organique (humus) et les composants minéraux, et il est censé aider à la formation de l'humus - un processus complexe appelé humification. Glomaline donne le sol "labour", la texture discrète qui permet aux agriculteurs expérimentés et les jardiniers de la bonne terre "savoir" juste en sentant ses granules lisses. On pense que glomaline peut aussi rendre les hyphes suffisamment rigide qu'ils peuvent couvrir les air-espaces entre les particules de sol. On croit que les hyphes ont une durée de vie de quelques jours ou semaines, mais la plus grande longévité de glomaline suggère que la technique actuelle de la pesée des échantillons de hyphes pour estimer le stockage du carbone fongique peut sous-estimer grossièrement la quantité de carbone stocké dans le sol. Sara Wright, le découvreur de glomaline, et ses collègues ont découvert que glomaline fait une contribution bien plus importante de l'azote et du carbone dans le sol que ce qui est fait par des hyphes ou d'autres microbes du sol (26).

Dr Christine Jones, qui est un scientifique indépendant basé en Australie, propose que les changements dans les méthodes agricoles à celles de "l'agriculture régénératrice" sont nécessaires pour que le potentiel de capture du carbone complète des sols à réaliser, en particulier pour les sols australiens. Elle fait la promotion de "voies de carbone liquide", dans lequel les plantes pompent composés riches en carbone stables dans le sol (27), dans le cadre d'une symbiose avec des champignons des racines, ce qui, en retour, siphon nutriments et l'eau du sol de retour à l'usine via leurs systèmes extensifs hyphes. La relation entre le glomaline et l'humus est également symbiotique, depuis le glomaline contribue au processus d'humification et l'humus augmente la fertilité globale du sol. L'humus est un matériau important dans la conservation de l'eau dans le sol. Dr Jones pense que l'aide du processus d'humification par glomaline est une raison que l'accumulation du carbone dans certains sols australiens est beaucoup plus élevé que ce qui avait été précédemment pensé possible. Toutefois, elle souligne que les agriculteurs peuvent avoir besoin de repenser leurs pratiques de Fanning, pour tirer pleinement parti de ce processus. Elle est d'avis que la réponse réside dans l'établissement à faibles intrants "agricoles verts long de l'année" méthodes qui maintiennent verts, les plantes qui poussent dans une grande partie de l'année '

Dr David Johnson, qui est un spécialiste des champignons mycorhiziens, à l'Université d'Aberdeen a dit (27):

"Beaucoup de cultures cultivées de façon conventionnelle ont peu ou pas de dépendance sur les champignons mycorhiziens parce qu'ils reçoivent beaucoup de inorganicfertilisers qui ne justifient pas le" coût "de carbone deformation de la relation avec les champignons, faute d'une meilleure expression. Donc, le passage à faible niveau d'intrants systèmes agricoles est de nature à encourager les plantes pour former des mycorhizes et donc d'augmenter l'allocation de carbone à ce groupe d'organismes ".

Il est également connu que de longues périodes de jachère, le labourage du sol lourd, et un certain nombre de produits chimiques agricoles (y compris les engrais azotés) peuvent endommager les champignons et d'autres formes de la vie du sol.Maintenant, il ya une ligne corollaire de penser des Etats-Unis, qui propose qu'il est sol-profondeur qui est essentielle pour savoir si ou non des méthodes de semis se traduisent effectivement dans le stockage de carbone. En substance, sans labour consiste à laisser les résidus de culture à la surface du sol, plutôt que de l'enfouir dessous. Cela permet d'économiser sur le travail, l'usure des machines, l'érosion des sols, les combustibles fossiles et artificielle (pétrole et gaz dérivé) engrais et de pesticides, rend le sol plus productif (l'amène "à la vie"), améliore les habitats pour la faune et la biodiversité globale et conserve l'eau dans le sol. Si l'entrée de carbone (stockage) dépasse la production de carbone (perdu), la méthode peut être considérée comme réussie, ou l'inverse si plus est perdu que gagné. Résultats du sans labour études sont trouvés à varier d'une région à et, par exemple, 40% des terres cultivées de l'Ohio est bon pour le stockage du carbone. Où sans labour (pratiquée sur seulement 6% des terres cultivées du monde global, et la plupart de ce que dans les Etats-Unis et au Canada, en Australie et en Amérique du Sud et le Brésil, l'Argentine et le Chili) ne prouve pas efficace, d'autres méthodes de capture du carbone peuvent être appliquée à la place;par exemple, le paillage de résidus, des cultures de couverture, la rotation des cultures complexes, les systèmes agricoles mixtes, l'agroforesterie et le biochar. Une enquête a été réalisée du non-labour des terres dans l'Ohio, Michigan, Indiana, en Pennsylvanie, Kentucky, la Virginie-Occidentale et le Maryland par Rattan Lal et ses collègues de l'Ohio recherche et le développement agricole Centre de l'Etat de l'Ohio, où il est directeur du carbone Capturez gestion et Centre de séquestration.Selon Lal (28):

"Fondamentalement, ces sols qui sont bien drainés, sont limon / argilo-limoneux, dans la texture, réchauffer rapidement et avoir des caractéristiques de pente sujettes à l'érosion sont d'excellents candidats pour les non-labour. Sols argileux ou d'autres sols lourds qui drainent mal sont sujettes à compactage et sont dans les zones où le sol séjours refroidisseur peut pas toujours encourager le stockage du carbone à travers sans labour ".

Lal conclut que, à une profondeur de seulement 8 pouces, en général, les cultures sans labour aura stocker le carbone mieux que les champs labourés. Cependant, à des profondeurs de 12 pouces et plus, la situation peut être inversée. Il est nécessaire de «connaître votre sol», comme le font traditionnellement les agriculteurs. "Sol" fait partie d'un système interactif complexe, et il n'y a pas de stratégie simple et unique pour tous les cas. Les moyens doivent être adaptés pour atteindre le résultat optimal sur tout terrain est en cours d'élaboration. La vraie solution est susceptible de se trouver dans la somme de nombreuses «solutions» plus petites.

**Texte intégral:** COPYRIGHT 2012 Science Reviews 2000 Ltd.

**Citation de la source**

Rhodes, Christopher J. "Alimentation et guérir le monde. Grâce à l'agriculture régénératrice et la permaculture" *progresser la science* 95,4 (2012):. 345+ *Référence mondiale de l'environnement, de l'énergie et des ressources naturelles* . Web. Le 23 mai 2015.

URL http://find.galegroup.com/grnr/infomark.do?&source=gale&idigest=bd8aed67c33020b5b3b73d6dda3b2958&prodId=GRNR&userGroupName=acd\_grnr&tabID=T002&docId=A320589587&type=retrieve&contentSet=IAC-Documents&version=1.0

**Nombre de documents Gale:** A320589587

Source : <http://find.galegroup.com/grnr/infomark.do?&source=gale&idigest=bd8aed67c33020b5b3b73d6dda3b2958&prodId=GRNR&userGroupName=acd_grnr&tabID=T002&docId=A320589587&type=retrieve&contentSet=IAC-Documents&version=1.0&digest=bd8aed67c33020b5b3b73d6dda3b2958>