

Juillet 2007
Numéro 96

Sous la direction de Martin Price
et de Dawn Berkelaar

ECHO est un organisme chrétien à but non lucratif qui vise à rendre gloire à Dieu et à apporter des bienfaits à l'humanité en utilisant la science et la technologie pour aider les pauvres.

Sommaire

- 1 Regard original sur la faune du sol
- 3 Rappel : Conférence agricole d'ECHO
- 9 Banque de semences d'ECHO : Moringa PKM-2

ECHO
17391 Durrance Rd
North Ft. Myers, FL 33917
États-Unis d'Amérique
Téléphone : (239) 543-3246
Télécopieur : (239) 543-5317
echo@echonet.org
http://www.echonet.org
http://www.echotech.org

Regard original sur la faune du sol

par Danny Blank
Directeur de la ferme d'ECHO

Trop souvent, les pratiques agricoles et l'utilisation des terres contribuent à la dégradation des sols et du même coup à l'insécurité alimentaire et à la pauvreté. Le présent article porte un regard original sur ce qui se passe dans le sol, particulièrement en ce qui concerne la matière organique et les organismes vivant dans le sol, ainsi que les effets des pratiques de protection des sols sur ces organismes et la productivité de nos fermes.

Depuis de nombreuses années, ECHO fait la promotion de pratiques agricoles qui augmentent la teneur en matière organique du sol (MOS) à un niveau optimal de manière à améliorer et à maintenir la production alimentaire. L'automne dernier, j'ai suivi un cours d'une semaine sur le réseau trophique du sol sous la direction de Mme Elaine Ingham de Soil Foodweb Inc. (<http://www.soilfoodweb.com/>). Le cours était axé sur la diversité, l'équilibre et l'abondance des organismes du sol en tant qu'éléments de base des sols fertiles. Les nouvelles perspectives et les applications pratiques que j'y ai acquises ont été des plus stimulantes. Cette formation nous a aidés à comprendre certaines choses que nous avons observées sur la ferme d'ECHO et nous a fait connaître des approches nouvelles en matière de traitement des sols et de préparation de compost.

Dans le présent article, je partage les principales perspectives et informations nouvelles que j'ai acquises durant la formation. Je veux vous aider à mieux comprendre les liens entre la vie sous la surface du sol et la vie au-dessus du sol, les pratiques de protection des sols qui

permettent de restaurer les sols endommagés en maximisant et en maintenant la MOS et la diversité de la vie dans ce qui est appelé le « réseau trophique du sol. »

Les manuels décrivent souvent le sol comme un milieu formé de pierres et de minéraux, d'air, d'eau, d'organismes vivants et de matière organique en décomposition. Même si la faune du sol, c'est-à-dire l'ensemble des organismes vivant dans le sol, est incluse dans cette définition, elle est souvent reléguée au second plan par rapport à la chimie et à la physique du sol. En effet, les sols sont généralement classés en fonction de la présence ou de l'absence de certains types et tailles de minéraux. Pourtant, les organismes du sol jouent un rôle considérable et sous-estimé dans la productivité et la santé des sols. Lorsqu'une forêt tropicale humide est coupée à blanc et brûlée et que son sol est soumis chaque année au labourage et au brûlis, l'on observe souvent que, très rapidement, cette terre autrefois très productive parvient à peine à produire une récolte de maïs. Que s'est-il passé ? Un consensus de plus en plus large veut que les réponses à cette question trop courante se trouvent dans l'abondance et la diversité de la vie cachée sous la surface du sol.

Le concept de réseau trophique du sol

Le réseau trophique du sol est fondamentalement la communauté des organismes qui vivent dans le sol. Chaque champ agricole, forêt, prairie ou pâturage possède son propre réseau trophique avec un ensemble unique d'organismes du sol. Les sols en santé contiennent des populations massives de bactéries, de champignons, de protozoaires, de nématodes, d'arthropodes terricoles et de lombrics (Figure 1). Une cuillère à thé (soit

environ un gramme) de terre productive contient de 100 millions à 1 milliard de bactéries. Elle contient environ 25 000 espèces de bactéries et 8 000 espèces de champignons !

Si la composition des plantes à la surface du sol diffère d'un endroit à l'autre, il en va de même pour les organismes du sol. Ceux-ci varient selon la région, le climat, la succession végétative et la perturbation du sol. Les pâturages et les champs agricoles ont généralement un réseau trophique dans lequel prédominent les bactéries alors que les forêts ont généralement des sols dominés par les champignons. Les sols agricoles en santé et très productifs tendent à avoir des masses à peu près équivalentes de bactéries et de champignons (*Soil Biology Primer*).

La vie du sol est dynamique et complexe. Il est important de comprendre ce réseau trophique du sol – la vie dans le sol – pour comprendre comment la végétation pousse et s'épanouit. C'est un préalable de base pour déterminer comment rétablir les terres endommagées, améliorer la production agricole et en fin de compte améliorer la santé et les moyens de subsistance des gens. Les microorganismes du sol contribuent énormément à la bonne santé des plantes en retenant et en recyclant les nutriments, en éliminant les maladies et en améliorant la structure du sol ainsi que l'infiltration, l'absorption et la capacité de rétention de l'eau.

Fonctions du réseau trophique du sol

Rétention des nutriments. La capacité du sol à retenir les nutriments est souvent exprimée par ce qui est appelé la capacité d'échange de cations (CEC) – une mesure de la charge négative du sol (que l'on trouve habituellement dans les argiles et la matière organique). On tient rarement compte du rôle des organismes du sol dans la rétention des nutriments. Pourtant, lorsque le réseau trophique du sol est en santé, d'immenses réserves de nutriments essentiels pour les plantes sont stockées dans les corps des bactéries, des champignons et des autres organismes du sol. Par exemple, aucun organisme connu sur la planète n'a une teneur en azote plus élevée que les bactéries. Les champignons sont généralement le deuxième type d'organisme vivant ayant la plus forte teneur en azote (Ingham, *An Introduction to the Soil Foodweb*). En plus de l'azote, ces organismes contiennent de fortes concentrations d'autres nutriments essentiels aux plantes : phosphore, potassium, soufre, magnésium, calcium, etc. La décomposition est effectuée presque exclusivement par ces deux types d'organismes, lesquels accumulent et immobilisent dans leur propre corps les nutriments provenant de la matière organique en décomposition, réduisant du même coup le lessivage. Le calcium constitue un autre exemple. Le calcium est très fortement retenu par les hyphes fongiques dans le sol. En l'absence d'une biomasse fongique en santé, le calcium est facilement lessivé dans le sol. La présence de matière organique en décomposition dans le sol (feuilles, racines, organismes morts, etc.) ainsi que de diverses populations de bactéries et de champignons joue un rôle clé dans l'immobilisation et le stockage des nutriments. Ces

organismes riches en nutriments deviennent alors la base essentielle du cycle des nutriments auquel participent les plantes.

Cycle de nutriments. Tel qu'indiqué ci-dessus, les champignons et les bactéries ont une teneur en azote beaucoup plus élevée que les autres organismes. Le ratio entre le carbone et l'azote que contiennent les bactéries est d'environ 5:1 et celui des champignons est de 20:1 (Ingham, *Overstory* #81). Le cycle de nutriments se produit lorsque d'autres types d'organismes du sol (principalement les protozoaires, les nématodes qui s'alimentent de bactéries et de champignons, les microarthropodes et les lombrics) sont présents pour consommer les bactéries et les champignons et libérer les fortes concentrations de nutriments qu'ils contiennent sous des formes que les plantes peuvent assimiler. Un sol en santé contient diverses espèces et d'énormes populations de protozoaires, de nématodes bénéfiques, de micro arthropodes et de lombrics (Figure 1). Par exemple, un gramme de sol en santé contient 1 million de protozoaires (*Soil biology Primer*). Chaque protozoaire, dont le ratio C:N est de 30:1, peut manger 10 000 bactéries par jour. Comme les protozoaires n'ont besoin que d'une faible partie de l'azote des bactéries qu'ils mangent, ils excrètent les surplus d'azote sous forme d'ions ammoniums. Les ions ammoniums sont retenus de manière plus serrée aux particules du sol que les ions nitrates, la forme la plus courante (et lessivable) d'azote que l'on trouve dans les engrais chimiques. Cette relation prédateur-proie entre les protozoaires et les bactéries peut fournir de 40 à 80 % de l'azote des plantes. (FAO *Soil Bulletin* #78). Une relation semblable a été observée chez les nématodes qui s'alimentent de bactéries et de champignons. Il a été estimé que ces nématodes bénéfiques (à ne pas confondre avec les nématodes cécidogènes), qui peuvent consommer jusqu'à 5 000 cellules/minute produisent jusqu'à de 20 à 130 kg/ha/an d'azote, soit une part considérable de l'azote disponible aux plantes. (FAO *Soil Bulletin* #80). Ces interactions rapides et ces innombrables échanges de nutriments entre les organismes du sol se produisent principalement dans les zones racinaires des plantes où l'on trouve les concentrations les plus élevées d'organismes (les bactéries et les champignons s'alimentent des exsudats des racines et leur présence attire à son tour les prédateurs – protozoaires, nématodes, micro arthropodes et lombrics).

Ce cycle de nutriments auquel participent ces prédateurs vaut également pour d'autres nutriments de plante essentiels comme le potassium, le phosphore, le calcium, le soufre et le magnésium, lesquels se trouvent alors sous des formes généralement moins lessivables que lorsqu'ils sont contenus dans les engrais synthétiques.

D'autres organismes du sol participent également de manière plus directe au recyclage des nutriments. Les bactéries fixatrices d'azote qui colonisent les racines des légumineuses transforment l'azote de l'air en une forme utile pour les plantes. Les champignons mycorhiziens colonisent les systèmes racinaires des plantes pérennes comme le café, des

cultures au-dessus du sol. Le sol contient des concentrations bien plus grandes d'organismes. Le maintien d'un réseau trophique du sol sain est essentiel pour la production durable à long terme de cultures saines.

Un sol mature en santé avec une teneur suffisante en matière organique et comprenant un ensemble complet et diversifié d'organismes du sol génère des avantages inestimables. Nous avons inclus quelques ressources documentaires de qualité et hautement recommandées dans la version en ligne de ce numéro d'EDN. Après avoir décrit le réseau trophique du sol, nous allons maintenant nous pencher sur des questions probablement très pertinentes dans votre travail pratique sur le terrain.

Où devrait-on commencer pour mettre en pratique l'approche du réseau trophique du sol ?

Il est essentiel de comprendre l'importance de l'habitat des organismes du sol. Les bactéries, les champignons, les protozoaires, les nématodes, les acariens du sol, les lombrics, etc. ont besoin de nourriture, d'air, d'eau et d'un « milieu » ou habitat dans lequel ils peuvent vivre. Les **aliments** appropriés varient selon l'espèce, mais la base de la chaîne alimentaire du sol est la présence d'une diversité de bactéries et de champignons qui décomposent des feuilles, des tiges, des racines et des organismes morts. En l'absence de résidus de culture ou si aucune matière organique n'est ajoutée au sol, il y aura peu de nourriture pour alimenter ce réseau de vie. Par conséquent, les populations d'organismes du sol, ainsi que tous les avantages qu'elles apportent en matière d'enrichissement du sol, diminueront. La matière organique est la ressource alimentaire à long terme des bactéries et des champignons.

J'ai déjà mentionné que les racines des plantes profitent des canaux d'air et d'eau. Ces mêmes pores fournissent des espaces pour que les organismes aient accès à **l'air** et à **l'eau** dont ils ont besoin. Les microorganismes, les lombrics et les populations d'insectes diminuent en même temps que diminue le niveau d'oxygène dans le sol, un phénomène souvent causé par le compactage du sol, l'engorgement et une structure de sol déficiente en l'absence d'une quantité suffisante de MOS et de vie dans le sol.

Durant la saison sèche, les sols couverts demeurent plus humides que les sols nus. De nombreux organismes « vont en hibernation » durant la saison sèche intense, mais lorsque la saison des pluies arrive, l'activité microbienne s'intensifie aussitôt, ce qui relance le cycle des nutriments et les périodes d'abondance de nutriments disponibles pour les plantes récemment semées.

En termes **d'habitat**, les sols en santé (par exemple ceux d'une forêt ou d'un champ cultivé sans labour) sont couverts d'une litière organique (mulch) qui agit comme un parapluie et un sanctuaire contre les températures et les taux d'humidité extrêmes et amortit l'impact des gouttes de pluie. Sous le toit que forme la litière, il y a un réseau de transport extraordinaire – une véritable ville souterraine – comprenant des tunnels, des micropores et des macropores qui transportent tant l'air que

l'eau. Idéalement, 50 % du volume du sol est composé de pores, 45 % de substances minérales et environ 5 % de matière organique (matières en décomposition et organismes vivants). (Coder, K.D. *Soil Compaction and Trees*) En général, un sol qui est bon pour les racines l'est également pour les organismes du sol.

Quels sont les effets des pratiques agricoles sur l'habitat du réseau trophique du sol ?

L'habitat et les ressources alimentaires de la faune du sol s'améliorent lorsqu'il y a 1) une perturbation minimale du sol; 2) le maintien d'une couverture du sol; 3) une rotation des cultures; et 4) pas d'application abusive d'engrais et de pesticides (ACT Info. Series No. 1). Planter des cultures de couverture, laisser les résidus de récolte sur place et planter des systèmes de polyculture diversifiés ont également des effets positifs sur la faune du sol.

Inversement, les travaux du sol 1) injectent des quantités considérables d'oxygène dans les sols qui accélèrent la décomposition de la MOS ; 2) coupent et segmentent les champignons filamenteux délicats, ce qui permet aux bactéries unicellulaires plus petites de dominer le sol ; 3) endommagent la structure du sol (ce qui réduit considérablement les populations d'arthropodes et de lombrics) ; et 4) créent souvent une croûte, une zone de compactage, sous l'action de la base de la charrue qui étale le sol, qui nuit à la croissance des racines et réduit l'infiltration de l'oxygène et de l'eau dans les couches plus profondes du sol. La plupart des champs labourés sont dénudés et exposés au soleil pendant une certaine période de temps. À divers degrés, la terre labourée est soumise à l'érosion hydrique et éolienne, aux températures extrêmement chaudes et au scellement causé par l'impact violent des gouttes de pluie et qui entraîne le ruissellement de l'eau et du sol. Les monocultures répétées année après année réduisent également le niveau de MOS et la faune du sol.

L'élimination des résidus de culture par brûlis est particulièrement nuisible à la faune du sol. De nombreux organismes du sol sont tués et leur nourriture est détruite. Une fois de plus, le sol est laissé nu et exposé. Il est clairement établi que les engrais contribuent à augmenter les rendements agricoles. Cependant, les engrais chimiques contiennent un mélange de sels et endommagent la faune du sol s'ils sont appliqués à des concentrations trop élevées. De plus, les engrais azotés, comme l'urée et les phosphates d'ammonium (le PMA et l'hydrogénophosphate de d'ammonium par exemple), sont rapidement convertis en nitrates par les bactéries, ce qui libère des acides et accroît l'acidité de la surface du sol (*FAO Soil Bulletin #80*). Si l'acidité du sol est déjà une source de problèmes, il se peut que tant la production culturale que la diversité de la faune du sol soient réduites (lorsque le pH est inférieur à 5). Les pesticides, notamment les types à large spectre et fumigènes comme le bromométhane, tuent les organismes tant bénéfiques que nuisibles dans le sol.

Pourquoi la condition aérobie (abondance d'oxygène) est-elle si importante pour le sol ?

C'est parce qu'elle est un élément essentiel de l'habitat des organismes du sol. Toutes sortes de problèmes surgissent lorsque le sol devient compacté ou engorgé d'eau et anaérobie (c.-à-d. le niveau d'oxygène devient très bas). Le sol est compacté lorsque les pores d'aération (macro-pores) sont détruits et que le volume du sol est réduit, ce qui cause une réduction du niveau d'oxygène (Coder, K.D.). L'anaérobie (qui commence lorsqu'il y a moins de 16 % d'oxygène dans le sol) favorise un ensemble complètement différent d'organismes dont plusieurs sont des bactéries et des champignons pathogènes, par exemple les pourridés des racines *Pythium* et *Phytophthora*. Elaine Ingham écrit : « Les bactéries anaérobiques attaquent et consomment les champignons dans ces milieux faibles en oxygène.

L'anaérobie favorise les champignons pathogènes soit parce que ceux-ci ne sont plus soumis à la concurrence des champignons bénéfiques ou parce qu'ils ont besoin d'un milieu anaérobie pour bien pousser. Dans les deux cas, l'anaérobie permet aux organismes pathogènes de « gagner » la lutte pour les tissus des plantes. » (*The Soil Foodweb Approach*).

Les sols anaérobiques causent un autre problème sérieux. La rareté de l'oxygène est propice à la réduction (transformation chimique) de certains nutriments des plantes à des formes qui se volatilisent dans l'atmosphère et ainsi perdus pour les plantes et les organismes du sol. L'azote contenu dans les composés inorganiques, par exemple, peut être transformé en gaz ammoniac qui s'évapore dans l'atmosphère. La décomposition anaérobie du fumier dans les parcs d'engraissement et les poulaillers libère des quantités massives d'azote précieux sous forme de gaz ammoniac, sans parler des odeurs nauséabondes. Il en va de même pour le soufre et le phosphore, lesquels sont libérés sous forme de sulfure d'hydrogène (qui dégage une odeur d'œuf pourri et produit dans le sol une couche noire toxique pour les racines des plantes) et de phosphine respectivement.

Les acides organiques (par exemple les acides acétique, valérique et butyrique) sont produits dans les milieux anaérobiques et abaissent le pH. Cela peut nuire à la faune du sol et réduire la disponibilité de certains nutriments. Les sols et les composts anaérobiques produisent également d'autres substances toxiques comme l'alcool, le formaldéhyde et les phénols. Ceux-ci peuvent détruire les membranes des organismes du sol.

De plus, l'anaérobie a des répercussions directes sur les plantes car celles-ci deviennent confinées à une « couche aérobie de plus en plus petite. » Dans *Soil Compaction and Trees*, Kim Coder explique « ... à mesure que la couche anaérobie s'étend vers la surface, l'espace physique disponible pour les racines vivantes diminue. Ces volumes réduits [d'espace dans lesquels les racines peuvent pousser] signifient que les racines et leurs ressources sont soumises à des fluctuations plus intenses d'eau, de chaleur et de dommages mécaniques. Les stress de sécheresse et de chaleur peuvent rapidement endommager les racines dans cette petite couche de sol oxygéné. » Les mauvaises herbes, qui ont

généralement des systèmes racinaires peu profonds et des cycles de vie courts, sont de plus en plus favorisées sous ces conditions.

Peut-on remettre en état les sols endommagés ?

Oui, si les pratiques agricoles sont modifiées pour encourager l'augmentation de la MOS et la faune du sol. En plus des pratiques déjà mentionnées (réduire au minimum les perturbations du sol, laisser les résidus de culture sur place, maintenir le sol couvert, pratiquer la rotation des cultures et utiliser les pesticides et les engrais avec modération), on peut également rétablir l'habitat de la faune du sol. L'application de composts de qualité permet de réintroduire les organismes du sol manquants dans les champs et les jardins.

Que sont les composts de qualité ?

Le compost est le produit de la décomposition aérobie de la matière organique par les bactéries et les champignons. Cependant, contrairement aux idées courantes actuelles, le compost est bien plus qu'un engrais contenant des nutriments, des enzymes et des hormones. En plus, *le compost de qualité est un inoculant* d'organismes du sol bénéfiques essentiels aux sols en santé. Le compost de qualité est le résultat de l'activité d'une population microbienne active et diversifiée.

Description de la fabrication du compost.

La fabrication du compost ressemble à celle du pain. Les organismes du sol jouent le rôle de la levure et les tiges d'herbe sèches, les feuilles et le fumier sont la farine, les œufs et le sucre. Il faut que les « aliments » des organismes, les conditions et les organismes appropriés soient tous présents. Les bactéries et les champignons consomment rapidement les fortes concentrations de sucres simples et de protéines dans les tas de compost en générant de la chaleur à mesure qu'ils se développent et se multiplient à des rythmes exponentiels. Lorsque ces « super » aliments sont consommés, l'activité et la multiplication microbiennes peuvent devenir si élevées que l'oxygène s'épuise et qu'il faille tourner le tas pour éviter que le milieu devienne anaérobie. On peut déterminer le moment propice pour tourner le tas en contrôlant soigneusement la température de l'intérieur du tas. Si possible, vérifiez la température tous les jours. Il ne faut pas que la température à l'intérieur du tas dépasse 71 °C (160 °F). Si vous ne possédez pas de thermomètre de sol, vous devrez apprendre à déterminer la température au toucher à l'aide d'un long bâton placé dans le tas. Il faut tourner le tas jusqu'à quatre ou cinq fois s'il contient beaucoup d'aliments riches en azote ou seulement une ou deux fois s'il en contient peu. Essayez de maintenir la température à 57 °C (135 °F) pendant au moins trois jours pour tuer les graines et les pathogènes.

Lorsque les fortes concentrations d'aliments simples ont été consommées, le tas de compost se stabilise pendant que les composés complexes comme les gras, la cellulose et la lignine continuent d'être décomposés. Un tas stable est une indication qu'un réseau trophique en santé est présent et que peu de nutriments sont perdus par lessivage ou volatilisation. Une diversité maximale est obtenue après environ six mois. Le compost peut être entreposé durant plus d'un an mais les

niveaux de biologie et de nutriments commenceront alors à diminuer.

Maintenez le taux d'humidité à environ 50 %. Le test de « pression » permet de contrôler l'humidité. Prenez une poignée de matière de compost et pressez-la. Lorsque le taux d'humidité est adéquat, une ou deux gouttes d'eau seront exprimées. Si vous faites un tas de compost durant la saison des pluies ou lorsqu'il y a sécheresse, vous devrez probablement le couvrir pour obtenir un taux d'humidité adéquat. Une quantité trop élevée d'eau remplira les pores d'aération, produira des conditions anaérobiques et nuira à l'activité microbienne.

Idéalement, pas plus de 5 % des particules du tas devraient mesurer plus de 2,5 cm (1 pouce) de diamètre mais il est important d'avoir des textures et des tailles variables afin de fournir les pores d'aération initiales. La production de particules de petite taille exige beaucoup de travail à la machette (à moins, évidemment, d'utiliser une déchiqueteuse ou de passer sur la matière avec une tondeuse à gazon), mais cet effort en vaut la chandelle. Lorsque le compost est prêt, vous ne devriez pas pouvoir reconnaître la matière végétale originale (Ingham, *An Introduction to the Soil Foodweb*).

Choix du type de compost qui convient le mieux à nos besoins.

Selon Mme Ingham : « Chaque combinaison de culture, de climat, de région, de type de sol et de quantités de matière organique et d'eau a son propre 'réseau trophique idéal'. » (*The Soil Foodweb Approach*). En général, les arbres préfèrent les sols où prédominent les champignons, les légumes comme les brassicas (par exemple les choux et le brocoli) et les carottes préfèrent les sols où prédominent les bactéries et les cultures vivrières comme le maïs et le blé préfèrent les sols dans lesquels il y a des quantités plus ou moins équivalentes de champignons et de bactéries (Ingham, *The Soil Foodweb Approach*). On peut maximiser la diversité et sélectionner les organismes les mieux adaptés aux besoins des cultures en choisissant avec soin les types et les rapports d'aliments ajoutés au tas de compost. Les aliments des bactéries sont généralement verts et faciles à digérer avec des sucres simples et une teneur élevée en azote : on y trouve notamment le fumier, les légumineuses, les tiges minces et succulentes, les restes de table, le marc de café ainsi que l'herbe et les feuilles vertes. Les aliments fongiques sont généralement des matières végétales brunes ligneuses ou fibreuses comme les tiges de maïs séchées, les mauvaises herbes sèches, le bran de scie, la paille, le papier journal déchiqueté et les copeaux de bois.

Pour obtenir un compost bactériologique, mélanger par volume 25 % de matières à forte teneur en azote (fumier, légumineuses), 45 % de matières vertes (diverses matières comme l'herbe, les feuilles et les tiges succulentes) et 30 % de matières ligneuses (matières végétales ligneuses). Pour un compost fongique, mélanger 25 % de matières à forte teneur en azote, 30 % de matières vertes et 45 % de matières ligneuses.

Ajoutez ces matières dans ces proportions et selon cet ordre. Par exemple, si vous fabriquez un compost bactériologique pour la culture de chou, ajoutez 1 pelletée (25 %) de matière à forte teneur en azote comme le fumier. Ajoutez ensuite deux pelletées (45 %) de matière verte comme de l'herbe fraîchement coupée ou des mauvaises herbes succulentes coupées finement. Ajoutez ensuite une pelletée comble (30 %) de matière ligneuse brune comme de l'herbe ou des mauvaises herbes sèches. Répétez à plusieurs reprises et dans cet ordre : matières à forte teneur en azote, matières vertes et matières brunes. Si vous travaillez avec des quantités plus importantes (par exemple une brouette ou plus), il est recommandé de mélanger les couches.

Quelques méthodes de compostage.

1) *Le compostage thermique* est une méthode rapide utilisée pour produire un compost de qualité en un mois ou plus. C'est une méthode de choix pour la production commerciale. Une recette à haute teneur en azote est habituellement utilisée pour générer la chaleur requise pour tuer les graines de mauvaises herbes, les agents pathogènes des plantes et des humains et les nématodes qui s'alimentent de végétaux. Une fois préparé, le tas se réchauffe rapidement à plus de 57 °C (135 °F), la température requise pour tuer la plupart des graines de mauvaise herbe et les organismes ravageurs et pathogènes. Lorsque la température du tas s'approche de 71 °C (160 °F) (habituellement le deuxième ou troisième jour), il est tourné (c.-à-d. le contenu est bien mélangé) et le cycle recommence. Le tournage est effectué quatre ou cinq fois et l'intervalle entre chaque tournage augmente graduellement jusqu'à ce que les sucres simples et les protéines soient consommés et que la température se soit stabilisée. Les tas sont souvent des andains longs et doivent atteindre une hauteur minimum de 1 m (3 pieds) pour générer suffisamment de chaleur. Idéalement, essayez de faire des andains de 1,5 m (5 pieds) mais assurez-vous qu'ils ne soient pas de plus de 2,4 m (8 pieds) de hauteur.

2) *Le lombricompostage*, ou vermicompostage, est une méthode de compostage « à froid » dans lequel les lombrics, ou vers de terre, se chargent de tourner le tas en déchiquetant la matière organique et en consommant les bactéries et les champignons. Les lombrics rejettent des excréments (appelés déjections) riches en nutriments, et la matière organique réapparaît sous forme de fragments plus petits inoculés avec des microorganismes provenant de l'intestin du lombric. Ce processus accroît l'activité microbienne en même temps qu'il augmente la superficie des surfaces exposées de la matière organique. Une importante population de lombrics est requise pour produire une grande quantité de compost. Le lombricompostage est habituellement fait dans une structure confinée (grande caisse ou plate-bande surélevée) et dans un endroit frais et à l'ombre. Les lombrics préfèrent une teneur en eau plus élevée (de 60 à 70 %) que celle des tas de compost standard (environ 50 %). La nourriture, qui est composée à 50 % de matière verte et 50 % de matière brune (souvent du papier journal déchiqueté), est habituellement appliquée par couches minces à la surface. La fréquence des applications et la quantité de matière ajoutée dépend des besoins des

ensemble complet de bactéries, de champignons, de protozoaires, de nématodes bénéfiques, de lombrics et d'arthropodes. La matière organique est l'aliment de base de ces organismes. C'est la biologie vivante qui permet au sol d'être productif. Pour restaurer les innombrables sols agricoles appauvris, particulièrement ceux des tropiques où la radiation solaire est intense l'année durant, il faut maintenir le sol couvert, réduire au minimum le labourage, pratiquer la rotation des cultures, augmenter au maximum la matière organique et réintroduire la faune du sol requise pour leur redonner leur souffle et leur vie.

La vie dans le sol est intimement liée à **la vie** à la surface. Je m'émerveille que Dieu utilise ce qui semble être de petites (très petites dans le cas des bactéries et des champignons) et humbles créatures (les bestioles et les lombrics) pour réaliser des œuvres vivantes extraordinaires comme les séquoias géants ou les forêts tropicales. C'est une grande nouvelle – nous pouvons développer un réseau trophique du sol diversifié dans lequel les microbes, les insectes et les lombrics jouent leur rôle dans la création pour améliorer le sol pour que celui-ci appuie une vie abondante à la surface.

Références choisies et documents recommandés disponibles en ligne

African Conservation Tillage Network—ACT *Information Series* No. 1-9. Ces documents succincts sont extrêmement bien faits et je recommande fortement aux personnes travaillant avec les paysans de prendre le temps de les lire. Disponibles en ligne (en anglais seulement). <http://www.act.org.zw/infoseries.html>

Coder, K. D. 2000. *Soil Compaction & Trees: Causes, Symptoms & Effects*, University of Georgia. Ce document est très utile pour expliquer les subtilités du compactage des sols et l'importance de ce problème. Disponible en ligne (en anglais seulement). http://www.forestry.iastate.edu/ext/roadside_tree_management/for00-003.pdf.

Conservation agriculture: Case studies in Latin America and Africa, FAO Soil Bulletin 78. Ce document contient de nombreuses études de cas utiles ainsi qu'une superbe annexe sur le réseau trophique des sols. Disponible en ligne (en anglais ou espagnol seulement). http://www.fao.org/DOCREP/003/Y1730E/y1730e00.htm#P-1_0

Cooperband, L. R. 2000. *Composting: Art and Science of Organic Waste Conversion to a Valuable Soil Resource. Laboratory Medicine. Vol. 31:283-*

290. Ce document est un bon guide général sur le compostage disponible en ligne (en anglais seulement). <http://www.region18.com/composting.htm>

Guerena, M. 2006. *Nematodes: Alternative Controls*. <http://attra.ncat.org/attra-pub/nematode.html>. Cet article (en anglais) a été utile pour la section portant sur les nématodes. ATTRA est une source extraordinaire d'information sur l'agriculture durable. Son site Web s'est avéré l'une des ressources les plus utiles pour l'exploitation de la ferme d'ECHO. <http://attra.ncat.org/> (le site comprend des informations en anglais et en espagnol).

Haynes, R.J. et Mokolobate M.S. 2001. « Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. » *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. J'ai inclus cet article parce que je m'y réfère dans la section sur l'acidification des sols. Même si je n'ai eu accès qu'à un bref résumé de l'article, celui-ci m'a beaucoup aidé. Disponible en ligne (en anglais). <http://www.springerlink.com/content/g52v9p31n6728582/>

The Importance of Soil Organic Matter: Key to Drought Resistant Soil and Sustained Food Production, FAO Soil Bulletin 80. Soil Bulletin est une des séries de publications sur l'agriculture de conservation de la FAO. Ce numéro n'est pas aussi détaillé que ce que j'espérais ; néanmoins, il contient des informations utiles provenant d'une source réputée qui met en évidence l'importance de la matière organique du sol. Disponible en ligne (en anglais). <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/sb80e.pdf>

Ingham, E. *The Soil Foodweb Approach*. Ce document est disponible dans le site Web officiel de Soil Foodweb, Inc. (en anglais). Ce site constitue un bon endroit pour obtenir des informations et connaître où les prochaines formations de cet organisme auront lieu. http://www.soilfoodweb.com/03_about_us/approach.html

Ingham, E. *The Overstory* #81, The Soil Food web: Its Role in Ecosystem Health. Résumé concis de l'approche axée sur le réseau trophique du sol. Disponible en ligne (en anglais). <http://www.agroforestry.net/overstory/overstory81.html>

Ingham, E. 2002. *An Introduction to the Soil Foodweb*, CD 1 et 2. Excellent enregistrement audio d'un cours de Mme Ingham, disponible dans le site Web.

Ingham, E. 2001. *The Compost Foodweb*. CD 1 et 2. Excellent enregistrement audio d'un cours de Mme Ingham, disponible dans le site Web.

Soil and Water Conservation Society (SWCS). 2000. *Soil Biology Primer*. Édition revue. Ankeny, Iowa: Soil and Water Conservation Society. Ce petit livre peut être acheté ou lu en ligne. Il explique clairement les divers rôles et fonctions des principaux groupes d'organismes du sol. Publication de l'USDA extrêmement bien faite (en anglais). http://soils.usda.gov/sqi/concepts/soil_biology/biology.html

BANQUE DE SEMENCES D'ECHO

Ramification et production de gousses de la variété PKM-2 de *Moringa oleifera*

Par Tim Motis
Directeur, Banque de semences d'ECHO

Le *Moringa oleifera* (généralement appelé moringa ou pois quénique) continue d'être l'espèce la plus populaire de notre banque de semences. Pour ceux et celles qui ne le connaissent pas, *M. oleifera* est un arbre à croissance rapide originaire de

l'Inde qui est cultivé dans de nombreuses régions tropicales et sous-tropicales. Utilisé avant tout comme légume pérenne, la valeur nutritionnelle de ses feuilles, gousses et fleurs comestibles est remarquable. La plupart des membres du réseau d'ECHO choisissent d'utiliser les feuilles, fraîches ou sous forme de poudre sèche, en tant que supplément vitaminique et minéral de leurs aliments.

M. oleifera a tendance à croître rapidement en hauteur et à produire peu de branches, ce qui complique la

récolte de ses feuilles. Après un ou deux ans, une grande partie des feuilles peuvent être hors de portée. C'est pourquoi nous proposons l'élagage afin d'encourager la ramification et la production de feuilles. Le pinçage du bourgeon au bout de la tige principale lorsque la plante a atteint 75 cm (30 po) de hauteur encourage la ramification latérale et une réduction de la hauteur de l'arbre. Malheureusement, la plupart des moringas de la collection d'ECHO produisent des branches latérales presque verticales au lieu d'horizontales. Cela complique la

récolte des feuilles (et ne produit pas un arbre d'ombrage attrayant).

Une solution de rechange consiste à trouver une variété de *M. oleifera* dotée d'une ramification plus horizontale. Il y a plusieurs années, nous avons mis de côté un lopin de terre pour élever plusieurs accessions de moringa provenant d'un peu partout dans le monde. Ces essais nous ont permis d'identifier une accession très prometteuse : Periyakulam2 (ou PKM-2). La figure 2 montre le tronc d'un PKM-2 avec le type de ramification que nous recherchions. Dans nos essais, le PKM-2 a aussi produit des branches abondantes après l'élagage. Par ailleurs, PKM-2 a invariablement été sélectionné parmi les différentes accessions de notre collection pour le goût supérieur de ses feuilles crues.



Figure 2 : Photo illustrant la ramification horizontale du PKM-2.

PKM-2 a été développé par le Horticultural College and Research Institute, de Periyakulam, Tamil Nadu dans le sud de l'Inde. En 2001, des chercheurs ont rapporté que le PKM-2 (ainsi qu'une variété apparentée baptisée PKM-1, développée pour sa production particulièrement élevée de gousses) avait remplacé environ 60 % des plantations de moringa existantes dans le sud de l'Inde. Le PKM-2 a été sélectionné après le croisement des accessions MP-31 et MP-28. (un article sur ce sujet est accessible à http://www.moringanews.org/seminaire_en.html)

Même si le PKM-2 est considéré comme un « dérivé hybride » du croisement décrit ci-dessus, il serait facile à propager par semence (il en va de même pour le PKM-1). Nous n'avons trouvé aucune remarque concernant des désavantages de ces variétés même si au moins un article affirme que les arbres de moringa se croisent facilement. Lorsque vous récoltez vos propres semences de moringa, la meilleure chose à faire consiste probablement à les récolter d'un ou de plusieurs arbres choisis qui poussent de manière isolée.

Fait intéressant, les PKM-1 et PKM-2 ont été développés pour la production annuelle et non pérenne. Cependant, ils sont appropriés pour au moins deux cycles de repousse (coupe et repousse) dans lesquels la tige est coupée à 1,2 m (4 pi) de hauteur ou plus après la récolte. Ces deux variétés ont bien fait à ECHO en tant que plantes pérennes. Malgré la ramification horizontale du PKM-2, il se peut qu'il faille tout de même l'élaguer et/ou en pincer le bourgeon supérieur.

Même si à ECHO, nous nous sommes intéressés principalement au type de ramification de la PKM-2, cette variété produit des rendements exceptionnellement élevés (98 t/ha comparativement à de 50 à 54 t/ha pour la PKM-1) de gousses très longues qui peuvent atteindre jusqu'à environ 125 cm (49 po) de longueur. Ici à ECHO, certaines des gousses ont atteint 60 cm (24 po) et sont deux fois plus longues que les gousses de la plupart des autres accessions (Figure 3). Dans le sud de l'Inde, les gousses sont un légume populaire consommé lorsqu'il est vert et tendre. Un article du National Newspaper de l'Inde cite des scientifiques qui affirment que la cuisson des gousses de PKM-2 les rend tendres avec moins de fibres. Dans leur description des variétés PKM-1 et PKM-2, les scientifiques ont indiqué

que les gousses de PKM-2 contiennent moins de graines et plus de chair.



Figure 3 : Longues gousses de moringa PKM-2. Photo de Tim Motis.

Les membres de notre réseau de spécialistes du développement travaillant à l'étranger peuvent demander un sachet gratuit d'environ 10 semences de PKM-2. Nous répondrons aux demandes dans la mesure de nos moyens. Notre banque de semences contient encore quelques sachets de PKM-2 et nous comptons en acheter d'autres. Plusieurs arbres de notre ferme de démonstration produisent des gousses. Ces arbres sont isolés des arbres de l'essai sur les accessions mais nous ne pouvons pas garantir que leurs semences sont pures à 100 %. Nous n'avons pas de semences de PKM-1 à l'heure actuelle mais avons récemment planté plusieurs arbres de cette variété et espérons acheter d'autres semences. Nos notes techniques décrivent de manière plus détaillée les avantages et les usages du moringa. Pour obtenir des copies papier de ces notes, écrivez-nous ou envoyez-nous un courriel à echo@echonet.org. Vous trouverez également dans notre site Web technique (www.echotech.org) les fichiers pdf de ces documents que vous pouvez télécharger gratuitement.

CE NUMÉRO D'EDN est protégé par le droit d'auteur 2007. Abonnement : 10 \$US par année (étudiants, 5 \$US). Les personnes qui travaillent avec des paysans ou des jardiniers urbains du tiers-monde peuvent soumettre une demande d'abonnement gratuit. Les numéros 1 à 51 d'EDN (révisés) sont disponibles dans le livre *Amaranth to Zai Holes : Ideas for Growing Food under Difficult Conditions* (en anglais seulement). Coût : 29,95 \$US plus frais de poste en Amérique du Nord. Nous offrons un prix réduit aux missionnaires et aux travailleurs en développement dans les pays en développement (25 \$US en Amérique du Nord, frais de poste aérienne inclus, 25 \$US ailleurs, frais de poste de surface inclus, et 35 \$US, frais de poste aérienne inclus). Le livre et tous les numéros ultérieurs sont disponibles sur CD-ROM au prix de 19,95 \$US (frais de poste aérienne inclus). Les numéros 52 à 96 sont en vente à 12 \$US, plus 3 \$US pour frais de poste aux États-Unis et au Canada, ou 10 \$ pour frais de poste aérienne ailleurs. ECHO est un organisme chrétien sans but lucratif qui vous aide à aider les pauvres dans le tiers-monde à produire leurs aliments.