

EDN *Notes de développement d'ECHO*

Octobre 2008
Numéro 101

Sous la direction de Dawn Berkelaar et de Tim Motis

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** Félicitations à Martin Price maintenant à la retraite!
- 1** Le carbure de calcium pour induire la floraison des ananas
- 3** L'inoculation des espèces légumineuses
- 6** Ressources en ligne : Community Development Library
- 6** Échos de notre réseau : Le séchage du moringa; La plantation de petites graines
- 7** Banque de semences d'ECHO : la féverole (*Vicia faba*)
- 8** Événements à venir : 15^e Conférence agricole d'ECHO

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>

Félicitations à Martin Price maintenant à la retraite!

M. Martin Price a pris sa retraite à la fin août. Au cours de ses 27 années à la tête d'ECHO, notre organisme s'est développé comme personne ne pouvait imaginer en 1981 lorsque le ministère mondial d'ECHO a été fondé. M. Price a commenté : « Après avoir terminé la rédaction du numéro 1 d'EDN, je me demandai : 'Où vais-je trouver suffisamment de matériel pour préparer le deuxième numéro?' Par ailleurs, j'ai eu énormément de plaisir à aider à la rédaction du numéro 100 juste avant de prendre ma retraite. » M. Price et son épouse Bonnie comptent maintenant profiter des nouvelles occasions de voyager et de servir qui se présenteront à eux. M. Price est déjà un bénévole actif à ECHO, se consacrant principalement à écrire, à prendre la parole, à rencontrer les visiteurs qui étudient à ECHO et à faire de la consultation au nom d'ECHO.

Nous profitons de cette occasion pour présenter M. Tim Motis, qui se joint à Dawn Berkelaar à titre de co-directeur d'EDN. M. Motis est également le nouveau directeur du service de ressources agricoles d'ECHO. Il a grandi au Libéria et a travaillé en Éthiopie pendant deux ans avant d'obtenir un doctorat en horticulture à l'université de Florida. Il a par la suite coordonné pendant trois ans un projet de développement de ressources pour petites fermes que dirigeait ECHO en Haïti. Depuis 2006, il travaille au siège social d'ECHO en Floride.

Le carbure de calcium pour induire la floraison des ananas

Par Brian Hilton
Vision mondiale, Mozambique

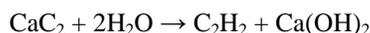
La culture de l'ananas, *Ananas comosus* L., est à la fois lucrative et flexible. Cette plante requiert un sol bien drainé et pousse bien dans les sols ayant une texture grossière. Nous obtenons les meilleurs résultats dans des sables loameux foncés riches en matière organique, mais l'ananas pousse même dans le sable grossier presque complètement infertile, là où peu d'autres plantes poussent bien. Même si les ananas y atteignent une taille plus petite, ils sont encore acceptables pour les paysans mozambicains. De plus, l'ananas résiste à la sécheresse.

Comme il y a surabondance de fruits au moment de la pleine récolte, le prix obtenu par les producteurs d'ananas mozambicains tombe de 0,90 \$US/ananas à 0,25 \$US/ananas pour des gros fruits de 2 kg (cultivar Smooth Cayenne). Les paysans aiment bien produire des ananas qui mûrissent avant ou après la période de la pleine récolte car ils obtiennent un prix jusqu'à trois fois plus élevé. Dans les régions où de nombreux paysans produisent et vendent le même produit périssable, il arrive souvent qu'il y ait surabondance de production durant la période de pleine récolte.

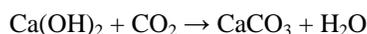
Pour éviter la surabondance, on peut allonger la saison de récolte (c.-à-d. produire de manière à récolter un peu avant et après la plupart des paysans) ou carrément produire hors saison. Dans la plupart des cultures, il n'est pas facile de cultiver les plantes hors saison. Cependant, il est facile d'induire la floraison des ananas à tout moment de l'année par l'application de produits chimiques peu coûteux. L'éthéphon est le produit chimique le plus couramment utilisé par les producteurs pour stimuler la floraison des ananas. Mélangé à l'eau, il produit du gaz éthylène, une hormone végétale induisant la floraison. Comme l'éthéphon est légèrement toxique, il faut porter des lunettes protectrices

lorsqu'on l'applique. Une méthode beaucoup plus ancienne d'induire la floraison consiste à appliquer du carbure de calcium. Dans ce cas, aucun équipement de protection spécialisé n'est requis. Nous avons observé que l'adoption des plus récentes technologies commerciales ne fonctionne pas toujours, étant donné que les variétés, les intrants et les méthodes ne sont pas tous adaptés à la situation spécifique des petits paysans. Les paysans mozambicains, lesquels disposent d'outils et de ressources limités, acceptent bien le carbure de calcium.

Lorsque mis en contact avec l'eau (ou l'humidité), le carbure de calcium produit de l'acétylène, un gaz qui induit la floraison. (Comme la molécule d'acétylène a la même forme et presque la même taille que celle d'éthylène, elle peut imiter cette hormone végétale naturelle.)



L'hydroxyde de calcium créé par la réaction chimique brûle légèrement les feuilles mais ne cause aucun dommage sérieux. La réaction chimique suivante le transforme en carbonate de calcium, un précipité (le calcaire est composé principalement de carbonate de calcium) :



Le carbure de calcium réagit immédiatement lorsqu'en contact avec l'eau et produit un gaz inflammable. Avant l'avènement de l'électricité, les mineurs portaient des lanternes à carbure à la tête. La lumière était produite par la combustion du gaz créé au contact de l'eau dégouttant lentement sur le carbure de calcium. L'ajout de beaucoup d'eau au carbure de calcium produit une quantité de gaz éthylène si grande qu'il y a risque d'explosion si celui-ci s'enflamme. Il faut garder le carbure de calcium au sec dans un contenant hermétique. Je manipule les très faibles quantités de ce produit à main nue, mais celui-ci absorbe rapidement l'humidité de mes mains, réagit et me brûle la peau. Cette brûlure est probablement causée par l'hydroxyde de calcium basique.

Il faut donc porter des gants ou utiliser une cuillère pour appliquer les granules séchées le carbure de calcium aux ananas. La plupart de nos paysans utilisent des cuillères.

On peut induire la floraison des ananas à n'importe quel moment de l'année. Nous avons connu beaucoup de succès à induire la floraison lorsque les plantes ont de 8 à 12 mois. Il est préférable de choisir les grandes plantes d'ananas pour cette opération car les petites produisent des plus petits fruits. Les paysans peuvent induire la floraison jusqu'à un mois avant la période de floraison normale pour profiter des prix hors saison élevés. Placez de 0,8 à 1,0 gramme de carbure de calcium dans le verticille de la plante (l'ouverture tout au haut) au lever du soleil (Figure

1). Après une nuit de rosée, l'eau que contient le verticille rend le carbure de calcium encore plus efficace. Les journées nuageuses et fraîches sont idéales pour appliquer le carbure de calcium. L'induction de la floraison est la plus difficile par temps chaud et sec. Le carbure de calcium brûle les feuilles légèrement et cause stress la plante. Nous avons songé à mettre un peu d'eau dans le verticille pour réduire ce stress par temps chaud et sec. Par ailleurs, nous recommandons une deuxième application de carbure de calcium si une forte pluie tombe quelques heures après la première application.

Une bouteille de 6,00 \$US (500 g) de carbure de calcium suffit pour induire la floraison de 500 ananas. Les ananas produits hors saison valent au moins deux fois plus que ceux de pleine saison. Nous avons estimé de manière conservatrice que la différence est de 0,30 \$US/ananas. Ainsi, un investissement de seulement 0,012 \$US par ananas donne 0,30 \$ de plus six mois plus tard. Il existe très peu d'investissements agricoles plus profitables que la stimulation de la floraison hors saison.

Problèmes imprévus lors de l'introduction de la technologie

Étant donné la forte rentabilité et la simplicité de la technologie, nous pensions pouvoir l'introduire et la faire adopter rapidement. Mais ce ne fut pas le cas. Dans certaines régions, le vol des ananas hors saison durant la nuit découragea considérablement les paysans. La nuit, des groupes organisés de voleurs armés de machettes s'emparaient d'autant de fruits mûrs hors saison qu'ils pouvaient transporter pour ensuite les vendre dans des marchés éloignés. De plus, les paysans qui avaient le plus de succès avec le carbure de calcium sabotaient les formations pratiques en critiquant fortement cette technologie afin de décourager les autres paysans de l'utiliser. Un vulgarisateur agricole bien informé expliqua que les paysans utilisant la technologie craignaient que le prix des ananas baisse si leurs voisins produisaient eux aussi des fruits hors saison. Pour dissiper cette préoccupation, nous avons tenté de convaincre les paysans qu'il y avait une forte demande en ananas (dans le marché des fruits frais) et de les aider à vendre selon des méthodes novatrices à l'aide de la publicité et en montant des petits kiosques en bordure de route.

Le problème le plus sérieux que nous avons connu fut le faible taux de floraison des ananas après l'application du carbure de calcium. Comme les stomates des plantes d'ananas s'ouvrent seulement la nuit, nous soupçonnions que la floraison était faible parce que les paysans appliquaient le

Tableau 1 : Taux de floraison induite par l'application de carbure de calcium à 3 moments différents de la journée sur des plantes d'ananas de différents âges. * À la date d'application, le soleil se levait à 4 h 29.

	Moment de l'application								
	5 h *			8 h			18 h		
Âge de la plante d'ananas (mois)	8	10	12	8	10	12	8	10	12
Taux d'induction de la floraison	70%	68%	81%	28%	3%	8%	47%	21%	32%

carbure de calcium au milieu de la matinée. Nous avons effectué quelques essais pour déterminer le meilleur moment d'application (voir Tableau 1).

Des paysans ont participé aux essais et durant une journée champêtre, ils comptèrent le taux de floraison des différentes plantations d'ananas. Une fois de plus, l'expérimentation pratique convint non seulement les paysans mais aussi le personnel de vulgarisation et moi-même qu'il faut effectuer l'application très tôt le matin. Le bout épineux des feuilles de l'ananas Smooth Cayenne graffigne les paysans. Nous croyons qu'une partie du produit chimique tombe à l'extérieur du verticille lorsque les paysans se penchent et tendent la cuillère de manière à éviter les égratignures aux jambes. C'est pourquoi nous estimons satisfaisant tout taux d'induction de floraison supérieur à 70 %. Les plantes qui ne fleurissent pas peuvent être induites à nouveau ou laissées à elles-mêmes pour qu'elles fleurissent normalement. La plupart des paysans préfèrent décaler la production de manière à obtenir des ventes hebdomadaires d'ananas frais. Plus l'ananas est près de sa période normale de floraison, plus il est facile d'en induire la floraison. Nous avons obtenu un taux de floraison supérieur à 90 % en appliquant le carbure de calcium à des ananas de 12 mois, un mois avant la période de floraison normale.



Figure 1 : Un paysan ajoute du carbure de calcium dans un champ d'ananas intercalé avec du maïs. La petite quantité d'eau dans les verticilles des ananas a réagi immédiatement avec le carbure pour produire la « fumée » visible dans la photo. Cette confirmation visuelle s'avère importante pour les paysans essayant cette technologie pour la première fois. Photo : Brian Hilton.

Il est également important de bien choisir la période de l'année pour l'application du carbure de calcium. L'ananas produit la majeure partie de ses sucres durant le dernier mois de maturation du fruit. Le temps très chaud durant le dernier mois produit des fruits sucrés alors que le temps frais donne un fruit moins sucré. Ici, dans la région côtière centrale du Mozambique, nous nous trouvons à 18° de latitude sud, à la même distance de l'équateur que Cuba et avec un climat semblable. Toutefois, comme nous nous trouvons dans l'hémisphère sud, juin et juillet y sont les mois les plus frais; ainsi, nous encourageons les paysans à décaler la production

de manière à produire moins d'ananas durant cette période plus fraîche.

Le carbure de calcium est un produit chimique très utile. Une faible quantité vaporisée sur les tomates peut provoquer un mûrissement uniforme. On peut également utiliser une faible quantité de carbure de calcium (placé sec dans un sachet de papier) pour faire mûrir les fruits comme la banane. Ces interventions permettent d'obtenir des prix plus élevés au marché pour les paysans. Mais le carbure de calcium a fait l'objet de beaucoup de critiques parce qu'il contient une infime quantité d'arsenic et produit des traces du gaz phosphine. Je crois que la préoccupation à propos du carbure de calcium est exagérée mais nous essayons à l'heure actuelle des méthodes naturelles de mûrissement des bananes.

Problèmes d'importation

En plus de démontrer l'utilité du carbure de calcium aux paysans, nous avons dû aider le semencier local à s'en approvisionner. Nous avons également aidé un importateur basé dans la capitale Maputo à importer le carbure de calcium d'Afrique du Sud. En tant que missionnaire, je n'ai jamais aimé travailler à assurer l'approvisionnement d'intrants. Je considère que cette activité m'écarte de mon travail avec les paysans. Mais elle est essentielle pour s'assurer que les intrants soient disponibles pour le développement d'un système agricole plus intensif. Nous avons téléphoné à de nombreuses reprises à l'usine en Afrique du Sud et préparé le devis pour l'importateur au Mozambique. Nous nous sommes assurés de payer un prix assez élevé pour que les importateurs et les détaillants fassent un profit. Les détaillants qui ne gagnent pas d'argent à vendre un produit cessent de l'offrir. Nous avons promu le carbure de calcium le plus largement possible parmi les paysans afin de créer une demande assez forte pour assurer la durabilité de ses ventes futures.



Figure 2 : Ananas sept semaines après l'application du carbure de calcium. Des résidus se sont trouvés sur la fleur et les feuilles. On peut observer le léger brullement des feuilles qui faisaient partie du verticille sept semaines auparavant. Photo : Brian Hilton.

Conclusion

J'aimerais dire que cette technologie est déjà durable mais ce n'est pas encore le cas. Nous étions trop confiants que l'induction de la floraison fonctionnerait alors que nous avions très peu d'expérience avec le carbure de calcium. Nous avons perdu environ deux années à promouvoir largement ce produit sans apprécier ou comprendre pleinement les problèmes qui surgissaient sur le terrain. Nous avons tardé à interagir avec les paysans. Mais lorsque nous avons finalement commencé à le faire, nous avons obtenu de bien meilleurs résultats. Les essais participatifs menés avec les paysans ont répondu à beaucoup de questions et nous ont remis sur la bonne voie. Maintenant, un noyau de paysans utilise le carbure de calcium avec succès pour induire la floraison des ananas.

L'inoculation des espèces légumineuses

Par Lindsay Watkins

Directrice de la banque de semences d'ECHO

L'azote du sol est une des contraintes les plus importantes en agriculture. L'azote est essentiel à la croissance des plantes, car il est un élément clé des protéines, de la chlorophylle, des enzymes et du matériel génétique. Bien qu'il soit abondant dans la nature — passant de l'atmosphère au sol et ensuite aux organismes vivants — il n'est directement disponible aux plantes que lorsqu'il est converti à certaines formes, principalement l'ammoniac (NH_4^+) et le nitrate (NO_3^-), au moyen de processus biologiques ou industriels. La décomposition de matière organique existante (par ex. les fumiers et les résidus de plantes) ou des résidus de cultures met de l'azote à la disposition des plantes. De plus, les éclairs « fixent » également une faible quantité d'azote atmosphérique qui est converti en NO_3^- . Mais en général, cet apport est trop faible pour remplacer l'azote absorbé par les cultures et exporté au moment de la récolte. Le remplacement adéquat de l'azote disponible aux végétaux dans le sol est donc obtenu par l'application d'engrais (engrais inorganiques, fumier, etc.) et la fixation biologique.

La fixation de l'azote dans le sol est principalement le produit de la relation symbiotique entre les plantes de la famille des légumineuses et des bactéries spécialisées (rhizobium, bradyrhizobium ou azorhizobium). La plupart des légumineuses se possèdent des gousses de graines dotées de doubles joints, par exemple le niébé, l'arachide, le trèfle, la crotalaria, le leucaena et le pois mascate. Lorsqu'une espèce de bactérie appropriée est présente dans le sol, celle-ci infecte les racines de la plante légumineuse et déclenche la production de nodules racinaires. Ces nodules abritent les bactéries et leur fournissent des sucres pour leur croissance. En échange, ces bactéries emprisonnent l'azote atmosphérique (N_2) et le transforment en ammoniac (NH_3), lequel est par la suite converti en NH_4^+ et en acides aminés utilisés par la plante. Différentes bactéries rhizobiennes permettent la

nodulation de différentes espèces légumineuses de sorte qu'il est important d'apparier les deux types d'espèces.



Figure 3 : Nodules racinaires d'une plante (*Aeschynomene* sp.) indiquant la colonisation par une bactérie rhizobienne.
Photo : Tim Motis.

Lorsqu'une légumineuse pousse dans son habitat naturel, la bactérie appropriée est habituellement déjà présente dans le sol. Si des nodules sont présents sur les racines, notamment au niveau de la racine pivotante près du collet, et si l'intérieur de ces nodules est rose ou rouge, une souche bactérienne appropriée vit dans le sol et fixe activement l'azote en symbiose avec la légumineuse (Figure 3). Dans le cas contraire, il faut inoculer les graines avec la bactérie correspondante. Notons que parfois, lorsqu'une légumineuse est cultivée dans un sol d'où elle a été absente depuis plusieurs années, elle peut encore former des nodules et même fixer de l'azote. Certaines bactéries rhizobiennes sont généralistes et peuvent fixer de l'azote en symbiose avec une large gamme de légumineuses. Mais l'appariement de la plante à sa bactérie de choix pour la nodulation pourrait avoir comme effet de fixer une plus grande quantité d'azote. Une façon d'encourager le développement de cette relation symbiotique consiste à introduire dans le sol des rhizobiums provenant de l'habitat natif de la légumineuse.

Il y a de nombreux avantages à avoir le type de rhizobium le plus approprié dans le sol. Le plus évident est la réduction des besoins en engrais (soit en azote inorganique). Cela a pour effet de réduire les coûts et d'améliorer l'efficacité des nutriments. L'azote fixé par les bactéries, qui est lessivé du sol moins rapidement que l'azote amendé, procure une réserve en azote plus stable. L'inoculation, qui encourage la diversité microbienne et l'accumulation progressive d'azote résiduelle, améliore également la qualité du sol. Finalement, l'inoculation des légumineuses améliore la qualité des fourrages car l'augmentation de la teneur en azote favorise une augmentation de la teneur en protéines des légumineuses.

La capacité qu'ont les légumineuses à fixer l'azote ne signifie pas que la fertilisation en azote soit inutile. Une application initiale d'engrais inorganique ou de fumier peut stimuler la croissance des plantes juste après la germination

et jusqu'au développement de nodules. Mais l'ajout d'une forte quantité d'azote au sol peut ralentir ou même arrêter la production d'azote par les rhizobiums. Il est plus important de combler les déficiences du sol en d'autres nutriments essentiels. La fixation de l'azote est un processus complexe exigeant une contribution tant de la plante que de la bactérie. Une plante en santé fixe plus d'azote qu'une plante stressée, de sorte qu'il est important d'éviter le stress causé par une déficience en nutriments, la sécheresse ou un autre facteur.

Méthodes d'inoculation

La plupart du temps, la meilleure méthode d'inoculation des légumineuses consiste à appliquer l'inoculant aux graines. Les préparations commerciales de bactéries rhizobiennes vivantes sont vendues sous diverses formes, la plus courante étant un mélange de tourbe ou d'humus. La tourbe maintient l'humidité des rhizobiums et aide les bactéries à se coller aux graines jusqu'à ce qu'elles germent. Les inoculants sont également vendus en liquide ou en granules.

Il est utile d'ajouter un « adhésif » aux inoculants à base de tourbe. Mélanger une partie de sucre, de miel ou de sirop à 9 parties d'eau et arroser ce mélange sur les graines. Ne pas trop mouiller les graines sinon l'inoculant partira avec le liquide. De plus, le sucre de l'adhésif constitue une source de nourriture temporaire pour les bactéries jusqu'à ce que les graines germent et commencent à produire leurs propres sucres. Ajouter l'inoculant lorsque les graines sont humides. Si l'emballage ne contient pas de recommandations d'application, environ six cuillérées à thé d'inoculant devraient suffire pour un kilogramme de graines.

Comme les rhizobiums se développent bien dans les milieux frais, humides et aérobies, il faut prendre soin d'avoir ces conditions au moment de l'ensemencement de graines inoculées. Le lit de semence doit être bien mouillé avant l'ensemencement; il est également préférable de semer durant une période fraîche de la journée (tôt le matin ou en soirée). Ne pas laisser l'inoculant ou les graines inoculées sécher ni les exposer au soleil. Dans les tropiques, il se peut qu'il faille accroître la quantité d'inoculant appliquée. Selon l'Extension Service de l'Université de Floride, la plupart des fabricants nord-américains ne tiennent pas compte des conditions tropicales dans leurs recommandations de quantités d'inoculant à appliquer. Si les températures sont élevées et les conditions sèches (particulièrement dans le sol), il se peut qu'il faille *doubler* les quantités recommandées dans le cas des grandes graines et les *quintupler* dans le cas des petites graines. Si l'inoculation ne semble pas fonctionner, l'augmentation de la quantité d'inoculant pourrait résoudre le problème.

Parfois, il est préférable d'appliquer l'inoculant au sol après l'ensemencement. Si le sol est chaud, sec ou acide, ou si les graines sont enrobées ou traitées avec un produit chimique, le rhizobium survivra probablement mieux s'il est appliqué directement au sol. Pour ce faire, le mélanger au préalable à une solution aqueuse ou, s'il est contenu dans de la tourbe, l'incorporer juste sous la surface du lit de semence. Ne pas

appliquer d'engrais inorganique, de pesticide ou tout autre produit chimique juste après l'inoculation, car ceux-ci pourraient tuer le rhizobium.

Comment savoir si l'inoculation a réussi

On peut vérifier la qualité de la nodulation des racines en déterrants la plante (non pas en la déracinant) de manière à éviter d'arracher les nodules. Les nodules devraient se trouver sur la racine pivotante et les racines latérales près de la couronne de la légumineuse ayant de 21 à 28 jours. Les nodules efficaces sont gros et, lorsque matures, leur chair est rosée ou rougeâtre. Cette couleur est produite par la leghémoglobine, un composé semblable à l'hémoglobine présente dans le sang humain, qui transporte l'oxygène. En fait, l'oxygène inhibe la fixation de l'azote et la leghémoglobine emprisonne l'oxygène qui autrement nuirait au processus.

La présence de nodules racinaires ne signifie pas nécessairement que ceux-ci soient efficaces. Les nodules improductifs sont petits et distribués dans l'ensemble du système racinaire. S'ils sont ouverts à l'aide d'une lame, leur chair est blanche ou de grise à vert pâle. Cependant, les jeunes nodules efficaces peuvent également avoir cette teinte blanchâtre ou verdâtre. Il faut observer le nombre de nodules qui ne sont pas rosés : une plante bien inoculée n'aura qu'une faible proportion de nodules blancs ou verts (jeunes) alors que presque tous les nodules (inefficaces) de la plante mal inoculée seront blancs ou verts.

Dépannage : pourquoi l'inoculation a-t-elle échoué?

L'inoculation peut échouer pour plusieurs raisons.

Mauvais inoculant : Tel qu'indiqué ci-dessus, il est important de choisir une bactérie appropriée qui peut noduler efficacement la légumineuse. Nous avons divisé les légumineuses en groupes d'inoculation croisée, en fonction des bactéries qui les colonisent. La plupart des fabricants produisent des mélanges de rhizobiums pour chaque groupe d'inoculation croisée. Ainsi, il n'est pas indispensable de savoir exactement quelle espèce de bactérie est requise. Néanmoins, le Tableau 2 présente une liste des groupes d'inoculation croisée et des rhizobiums qui les colonisent.

Mauvaises conditions du sol : Les bactéries rhizobiennes poussent le mieux à une température de 28 à 30 °C (de 82 à 86 °F). Si la température du sol est trop élevée, particulièrement durant l'établissement, la bactérie ne survivra pas. Le pH optimal pour la croissance des rhizobiums est de 6 à 7, alors que les conditions acides inhibent leur croissance. Mais dans la plupart des cas, si le sol convient à la plante, il conviendra également au rhizobium.

Inoculant inerte : L'inoculant est un produit biologique; en d'autres mots, il est fait d'organismes vivants. Par conséquent, sa durée de vie est courte. Un inoculant de qualité devrait normalement durer six mois s'il est bien conservé. Ainsi, la date d'expiration imprimée sur

l'emballage est très importante. Si cette date est échue, jetez l'inoculant et achetez du matériel frais. Même si la date d'expiration n'est pas encore passée, il se peut que les bactéries soient mortes en raison d'un mauvais entreposage ou d'une manutention inadéquate lors de l'expédition. Lorsque possible, il est probablement préférable d'acheter l'inoculant d'un fournisseur national bien que, dans ce cas, il se peut que le produit ait été entreposé dans des conditions moins qu'idéales.

La conservation de l'inoculant

Tel qu'indiqué ci-dessus, les bactéries rhizobiennes se développent bien dans les milieux frais et humides. Une bonne règle empirique consiste donc à conserver l'inoculant dans un milieu humide à l'intérieur d'un récipient hermétique et à une température de 20 °C/68 °F. Garder à l'ombre et loin des températures élevées. Si vous n'avez pas accès à un réfrigérateur, enterrez l'inoculant dans un récipient hermétique à l'ombre [voir EDN 86-3 pour des détails à propos de cette méthode d'entreposage].

Sources d'inoculant

De nombreuses entreprises aux États-Unis produisent des inoculants pour les légumineuses courantes. Certaines d'entre elles expédient leurs produits à l'étranger. Nous présentons ci-dessous les noms et coordonnées de quelques fournisseurs. Si vous connaissez d'autres entreprises internationales qui vendent des inoculants, nous aimerions en être informés.

Becker Underwood (www.beckerunderwood.com) possède des succursales dans plusieurs pays. Veuillez consulter leur site Web pour connaître leurs coordonnées. Leur site est également une excellente source d'information sur l'inoculation.

Le site Web à www.agstore.net est une autre source d'inoculants.

Correction et ressource en ligne

Dans EDN 100, nous avons mentionné que le CD « Humanity Development Library » était disponible. Ce CD contient une grande quantité d'informations. Nous avons depuis reçu plusieurs demandes d'exemplaires. Le CD que nous distribuons est en fait le « Community Development Library for Sustainable Development and Basic Human Needs », version 2.1, qui contient 1 785 documents, 55 000 images et 160 000 pages. Autant que nous sachions, il contient tous les documents du Humanity Library et plus encore.

Vous pouvez consulter ces deux bibliothèques en ligne à nzdl.sadl.uleth.ca/cgi-bin/library. Des copies du Community Development Library sont encore disponibles, pour ceux et celles qui n'ont pas une bonne connexion Internet. Écrivez-nous si vous en désirez un exemplaire.

Tableau 2. Liste générale de groupes à inoculation croisée avec leur rhizobium correspondant. Cette liste montée à partir de plusieurs sources documentaires est appelée à être modifiée à mesure que de nouvelles relations et bactéries seront étudiées. Lors de l'achat d'un inoculant, l'information la plus importante à donner au fabricant est l'espèce de légumineuse que vous désirez inoculer.

Groupe/Rhizobium	Espèces hôtes
Luzerne <i>Rhizobium meliloti</i>	<i>Medicago sativa</i> (luzerne) <i>M. lupulina</i> (lupuline) <i>M. polymorpha</i> (minette punaise) <i>M. orbicularis</i> (luzerne orbiculaire) <i>Melilotus</i> spp. (mélilots; p. ex. mélilot blanc et mélilot jaune)
Trèfle <i>Rhizobium trifolii</i>	<i>Trifolium</i> spp. (trèfles) <i>T. alexandrinum</i> (bersim) <i>T. grandiflorum</i> , <i>T. campestre</i> (trèfle houblon) <i>T. hirtum</i> (trèfle hérissé) <i>T. hybridum</i> (trèfle d'alsike) <i>T. incarnatum</i> (trèfle incarnat) <i>T. nigrescens</i> (trèfle noirissant) <i>T. pratense</i> (trèfle rouge) <i>T. repens</i> (trèfle blanc) <i>T. resupinatum</i> (trèfle de Perse) <i>T. subterraneum</i> (trèfle souterrain)
Niébé groupe du rhizobium du niébé ou <i>Rhizobium</i> sp.	<i>Aeschynomene</i> spp. <i>Albizia</i> spp. <i>Arachis hypogaea</i> (arachide) <i>Alysicarpus ovalifolius</i> <i>Cajanus cajan</i> (pois cajan) <i>Crotalaria</i> spp. <i>Indigofera hirsuta</i> (indigo poilu) <i>Lespedeza</i> spp. <i>Leucaena</i> spp. <i>Mucuna pruriens</i> (pois mascate) <i>Phaseolus lunatus</i> (haricot de lima) <i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i> (kudzu) <i>Stylosanthes humilis</i> <i>Vigna mungo</i> (urd, haricot mungo) <i>Vigna subterranea</i> (pois bambara) <i>Vigna unguiculata</i> (niébé)
Lupin <i>Rhizobium lupin</i>	<i>Lupinus</i> spp. (p. ex. lupin bleu, lupin blanc) <i>Lotus</i> spp.
Pois et vesce <i>Rhizobium leguminosarum</i>	<i>Lathyrus</i> spp. <i>Lens</i> spp. <i>Pisum sativum</i> (pois) <i>Vicia faba</i> (féverole) <i>Vicia grandiflora</i> (vesce à grandes fleurs) <i>Vicia sativa</i> (vesce commune) <i>Vicia villosa</i> (vesce velue)
Haricot <i>Rhizobium phaseoli</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i> (haricot commun)
Soja <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	<i>Glycine max</i> (soja)
<i>Rhizobium loti</i>	<i>Lotus corniculatus</i> (lotier corniculé)
Azarhizobium <i>caulinodans</i>	<i>Sesbania</i> spp. (p. ex. <i>Sesbania rostrata</i>)

Sources : « *Inoculation of Forage Legumes*, » University of Kentucky Cooperative Extension Service; « *Technical Paper 2: Biological Nitrogen Fixation*, » FAO; « *Legume inoculation in Florida*, » University of Florida, IFAS.

Le séchage des feuilles de moringa durant la saison des pluies

Jonathan et Alison Nichols
World Concern/SIM
Burkina Faso

Nous travaillons au Burkina Faso où les moringas produisent des feuilles de mai/juin à octobre, soit durant notre saison des pluies (de 800 à 900 mm). L'année dernière, nous avons établi un lopin de moringa comptant environ 150 arbres et avons commencé à faire sécher les feuilles pour la production de poudre. L'humidité élevée durant la saison des pluies complique considérablement le séchage des feuilles à l'ombre. Il faut compter jusqu'à une semaine à étendre les feuilles (sur une feuille de plastique, une bâche ou un drap), les ramasser avant la pluie et en fin de journée, les étendre à nouveau, etc. Un autre promoteur de moringa au Burkina nous a fait part qu'il utilise son four au gaz. Cette méthode fonctionne mais seulement à faible température, avec de très faibles quantités ou en retournant les feuilles souvent. Mais la plupart des villageois n'ont pas les moyens de se procurer un four et c'est dommage de gaspiller du combustible fossile dans une région qui a tant d'énergie solaire. Peut-être que notre expérience avec un séchoir solaire communautaire, que nous avons utilisé cette année avec d'excellents résultats, sera utile à d'autres personnes se trouvant dans une situation semblable à la nôtre.



Figure 4 : Séchoir solaire communautaire utilisé efficacement au Burkina Faso durant la saison des pluies humides. Photo : Jonathan et Alison Nichols.

Disposer sur le sol une natte de plastique de 1,5 par 3,0 mètres et étendre une couche de 1 à 3 cm d'épaisseur de feuilles de moringa (desquelles ont été enlevées la plupart des tiges). Sur les côtés longs de la natte, placer deux longues planches de 5 à 8 cm d'épaisseur pour supporter deux morceaux de tôle ondulée placés au-dessus de la natte en plastique. Les deux côtés courts de la natte sont laissés ouverts pour l'aération. Si le temps est venteux, on peut placer quelques pierres sur la tôle pour la maintenir en place (Figure 4).

Selon l'épaisseur de la couche de feuilles et le temps qu'il fait (temps ensoleillé ou nuageux), il faut retourner les feuilles une ou deux fois. Notre expérience a permis d'établir qu'un jour de temps surtout ensoleillé de 9 h à 15 h suffit pour produire 1 kg de poudre de feuilles. La température sous la tôle peut dépasser 50 °C, mais les feuilles sont évidemment toujours à l'ombre. La couleur vert vif de la poudre ainsi produite témoigne de sa qualité. Selon la physique, la tôle bloque les rayons UV du soleil qui détruisent les vitamines que renferment les feuilles. La surface inférieure de la tôle brûlante sèche les feuilles par radiation infrarouge et convection de l'air chaud. De la peinture noire enduite sur la surface supérieure de la tôle pourrait accroître ces deux effets.

Nos amis burkinabés nous ont fait part qu'il est particulièrement difficile de faire sécher le gombo (okra) durant la saison des pluies. Notre séchoir a assez bien séché un lot de gombo sur une période de deux ou trois jours plutôt nuageux et pluvieux. Nous voulons maintenant essayer de faire sécher des tomates et des mangues.

Le coût de ce type de séchoir n'est pas insignifiant — deux feuilles de tôle ondulée peuvent coûter 12 \$US ici au Burkina). Pour réduire les coûts, une feuille peut suffire pour le séchage de lots plus petits ou encore un groupe de familles pourrait partager deux feuilles ou plus pour réduire les

coûts. Cet investissement a comme principal avantage d'améliorer la nutrition durant la saison sèche, une amélioration réelle difficile à mesurer en termes économiques. [Note de la rédaction : Une autre solution consisterait à construire une étagère de séchage juste en-dessous d'un toit de tôle ondulé existant.]

La plantation de petites graines

Dans EDN 99, nous avons présenté quelques astuces pour ensemercer les très petites graines. Danny Blank, directeur de la ferme d'ECHO, a ajouté : « À ECHO, lorsque nous travaillons avec des graines minuscules (comme celles de la carotte), nous aimons utiliser des tortillons de lombric. Ceux-ci peuvent contenir beaucoup d'eau et sont 'collants' comparativement à la terre sablonneuse de la ferme. Les graines peuvent être enfoncées dans une étroite raie faite de tortillons de lombric qui pourra maintenir l'humidité élevée et les graines en place. De plus, ces tortillons contribuent à la fertilité à long terme du sol et à la santé de la plante. S'il n'y a pas de tortillons de lombric disponibles, on peut préparer une 'boue' riche en matière organique à la place. La matière organique bien décomposée est collante et possède une capacité de rétention d'eau extraordinaire qui favorise la germination. Cette technique nous a bien servi à ECHO. »

Martin Price a utilisé une autre technique utile pour l'ensemencement de petites graines de carottes dans les sols qui s'assèchent rapidement. Placez une planche sur le rang de carottes. Vérifiez chaque jour si les graines commencent à germer. Dès que vous voyez un ou plusieurs germes, enlevez la planche. [Vous pouvez obtenir le même résultat en saupoudrant de la sciure de bois sur le rang juste après l'ensemencement.]

BANQUE DE SEMENCES D'ECHO

La féverole (*Vicia faba*)

Par Sara Hendershot

Assistante à la banque de semences
d'ECHO



La féverole est une des plus anciennes espèces alimentaires et fourragères à

double usage. Son fève est riche en minéraux (calcium, phosphore) et vitamines. Avec environ 26 % de protéines, 2 % de gras et 50 % de glucides, la féverole est considérée dans certaines régions comme une source alimentaire humaine supérieure aux pois des champs et à d'autres légumineuses. C'est une des cultures d'hiver les plus importantes au Moyen-Orient.

Vicia faba est communément appelée **fève à cheval, féverole à gros grains, féverole à petits grains, fève des marais, gourgane, fève de Windsor et favelotte**. Elle serait originaire de l'Asie du sud-ouest ou du bassin méditerranéen et est aujourd'hui cultivée partout en Europe, en Afrique, en Asie centrale et dans les Amériques.

La féverole est une légumineuse de saison fraîche qui pousse bien dans les régions tempérées ainsi que dans les régions en altitude des tropiques. Dans les régions tempérées, on peut la semer tôt au printemps, dès que le sol est labourable. Plus rustique que le pois des champs, elle survit aux températures froides jusqu'à -10 °C (15 °F). Sa plage de température idéale est de 13 à 27 °C (de 55 à 80 °F). Elle pousse également bien en tant que « culture d'hiver. » Cependant, elle ne convient pas bien aux tropiques humides de faible altitude, où elle parvient parfois à fleurir mais ne grène pas. Bien que la féverole ne soit pas une légumineuse qui résiste bien à la sécheresse, l'ICARDA (Centre international de recherches agricoles dans les régions sèches) a développé des cultivars dotés d'une grande efficacité hydrique. La féverole

nécessite de 700 à 1 000 mm (de 28 à 40 po) de pluie par année et des types de sol moyens; elle tolère mieux les sols acides que la plupart des autres légumineuses.

Les variétés de féverole à gros grains produisent 1 ou 2 gousses à chaque nœud alors que celles à petits grains en produisent de 2 à 5 à chaque nœud. Les gousses peuvent atteindre 45 cm (18 po) de longueur et contenir de 3 à 12 grosses fèves. Les féveroles à gros grains produisent environ 15 gousses par plante alors que les féveroles à petits grains en comptent environ 60.

Cette plante annuelle procure une bonne couverture du sol durant les premiers 75 à 90 jours de croissance, fleurit après de 80 à 90 jours et produit des graines mûres de 100 à 150 jours après l'ensemencement. Cependant, notons que le déclenchement de la floraison dépend dans une grande mesure des conditions environnementales (température, photopériode), et peut se produire après de 1 à 7 ou 8 mois.

La féverole peut être cultivée seule ou intercalée avec d'autres cultures alimentaires. Une grande partie de la production mondiale de féverole provient de la Chine où elle est souvent intercalée avec le blé, le coton ou l'orge. En Éthiopie, elle est intercalée avec le pois alors que les Égyptiens la cultivent avec la canne à sucre.

On peut manger les jeunes gousses de féverole comme un légume, cuit ou cru. Les jeunes fèves tendres peuvent également être bouillies mais à la condition d'en enlever la peau qui est non digestible à ce stade de croissance. Les fèves mûres peuvent également être cuites au four et mangées comme des arachides ou moulues pour être ajoutées aux soupes. Parmi les plats de féverole populaires, on trouve le medamis (ragoût de fèves), le falafel (plat du Moyen-Orient préparé en ajoutant de la pâte de cotylédon frite en grande friture à des légumes et des épices), la bissara (pâte de cotylédon versée dans l'assiette) et la soupe nabet (fèves

germées bouillies). Rôtie et moulue, elle peut aussi servir comme matière de charge du café. *Mise en garde* : La consommation de jeunes féveroles partiellement cuites ou l'inhalation du pollen de féverole peut causer une forme d'anémie appelée « favisme » chez un faible pourcentage de la population génétiquement prédisposée à cette condition. Pour neutraliser les composés toxiques qui déclenchent cette condition, tremper les fèves avant de les cuire.

La féverole est également un excellent fourrage pour les volailles, les porcs et les bovins. La paille de féverole, par exemple, est un bon fourrage riche en protéines (de 5 à 20 %) ayant une bonne digestibilité (50 % de la matière sèche). Les fèves crues données aux animaux ont un goût amer en raison de leur teneur élevée en tannins (jusqu'à 9 %), mais des cultivars ayant une faible teneur en tannins (1 %) et une digestibilité élevée ont été développés. Les graines pulvérisées peuvent être ajoutées aux rations des animaux. Les feuilles sont une bonne source de protéines et d'énergie. Cette légumineuse peut également servir d'engrais vert pour améliorer la fertilité des sols peu fertiles. Cultivée en rotation, la féverole joue un rôle clé dans le maintien de la fertilité du sol; elle est souvent cultivée en rotation avec les céréales, notamment le blé et l'orge.

Le meilleur moment pour récolter les gousses est juste avant leur pleine maturité afin d'éviter leur éclatement et/ou pourrissement. Couper les plantes tôt le matin ou en fin d'après-midi pour éviter la période la plus chaude de la journée. Les gousses récoltées peuvent être placées en petits tas pour le séchage pendant quelques jours. Battre les gousses avec un bâton ou faire passer des animaux sur celles-ci pour les faire éclater. Les féveroles dont la teneur en humidité est de 11 à 14 % peuvent être entreposées pendant de 2 à 7 ans à de 5 à 10 °C (de 40 à 50 °F) ou pendant de 1 à 4 ans à de 10 à 20 °C (de 50 à 70 °F).

En ce qui concerne la fixation d'azote, les racines de la féverole sont efficacement nodulées par le *Rhizobium leguminosarum*. Dans une étude menée dans plusieurs sites des plateaux du sud-est de l'Éthiopie, la féverole inoculée avec cette bactérie fixa de 139 à 210 kg/ha (de 124 à 187 lb/acre) d'azote (voir l'article de ce numéro d'EDN sur l'inoculation des légumineuses).

Deux maladies fongiques courantes, la tache de chocolat et la rouille, ont causé des réductions de rendement de jusqu'à 50 % en Égypte. La féverole est bien connue pour sa susceptibilité à diverses

maladies virales, notamment le virus de la mosaïque jaune de la fève, l'enroulement des feuilles et le virus de la tache de la féverole. Cependant, plusieurs nouvelles variétés résistantes à toutes ces maladies ont été développées.

L'ICARDA a développé des souches plus performantes tolérantes de facteurs limitant les rendements comme l'orobanche (une mauvaise herbe parasitaire; *Orobanche* sp.) et certaines des maladies mentionnées ci-dessus. ECHO a reçu des échantillons de ces souches de l'ICARDA en 2007 et peut fournir des sachets d'essai contenant un

mélange de graines de ces différentes accessions aux membres de notre réseau à l'étranger qui le désirent. Voir la section « Seed Bank Policy » (en anglais seulement) de notre site technique (www.echotech.org) pour savoir comment vous inscrire à titre de membre du réseau d'ECHO. Nous invitons les personnes désirant mener des essais de rendement répétés sur des souches pures à communiquer avec l'ICARDA (courriel : A.N.Akintunde@Cgiar.org; téléphone : (963-21) 2213433, poste 2585).

ÉVÉNEMENTS À VENIR

15^e Conférence agricole annuelle d'ECHO

Fort Myers, Floride
Du 9 au 11 décembre 2008

Veillez prendre note que la conférence aura lieu en décembre cette année. Comme elle commencera mardi matin, nous vous recommandons d'arriver lundi après-midi.

Nous avons un group de conférenciers extraordinaire.

C'est Lowell Fuglie qui a eu l'idée très populaire de faire de la poudre de feuille de moringa pour l'utiliser comme supplément dans les centres nutritionnels. Travaillant maintenant au Ghana, il partagera avec nous les plus récentes nouvelles concernant le moringa et le monde en développement.

Grant Dryden, un des principaux vulgarisateurs de la technique de « Culture à la mode de Dieu » au Zimbabwe, nous montrera les fondements, la philosophie sous-jacente et l'importance de l'adoption de cette technique.

Laura Meitzner, ancienne stagiaire à ECHO et co-auteure d'*Amaranth to Zai Holes* qui est enseignante à Banda Aceh depuis le tsunami, abordera plusieurs sujets y compris les effets des réseaux sociaux, des régimes fonciers et des désastres naturels sur les initiatives en agriculture.

Ryan Haden, doctorant finissant à l'université Cornell et chercheur à l'IIRR, parlera de l'adoption de la technique de production rizicole SRI et nous présentera sa perspective de la controverse entre les praticiens et certains chercheurs entourant l'originalité et l'utilité véritables de cette technique.

Jim Goering a eu de nombreuses responsabilités importantes au cours de sa carrière. Il a notamment été directeur de la Banque mondiale en Chine. Aujourd'hui membre du conseil d'administration d'ECHO, il nous fera une présentation sur les grands dossiers de l'heure que sont les pénuries alimentaires mondiales, la concurrence entre les aliments et les biocarburants et les défis économiques mondiaux actuels en mettant l'accent sur le monde en développement.

Wayne Niles, un missionnaire qui a œuvré pendant plusieurs années en Haïti et qui travaille maintenant en République démocratique du Congo, nous parlera de quelques faits remarquables qu'il a observés dans le cadre de la reforestation du Sahel.

Martin Price, co-fondateur d'ECHO, nous fera part de quelques leçons pratiques apprises au cours des 27 années de croissance et de développement d'ECHO durant lesquelles il a été PDG et directeur de notre service de ressources agricoles.

Rick Burnette, fondateur du projet Upland Holistic Development Project (UHDP), partagera ses réflexions sur ce que l'équipe de l'UHDP a appris au cours des 14 années d'activité de son centre de ressources pour petites fermes dans le nord de la Thaïlande.

Dan Gudahl, directeur principal de programmes chez Winrock International et anciennement chez Heifer International en Afrique, fera la synthèse de la conférence. Dans une présentation de 40 à 45 minutes, il résumera les thèmes, les idées et les techniques les plus importants abordés lors de la conférence.

La Conférence agricole d'ECHO est une rencontre de réseautage. Cela signifie que vous, les délégués, en sont la ressource la plus importante. Même si nous avons déjà choisi tous nos conférenciers des sessions du matin, il y a encore des places disponibles pour des présentations de 20 minutes en soirée (dans une de trois sessions tenues simultanément à l'hôtel) et des ateliers pratiques de 60 minutes en après-midi sur notre ferme mondiale. Dans le passé, les délégués à la conférence ont fait des présentations sur : des projets qui ont bien fonctionné; pourquoi une « bonne idée » a réussi ou échoué; une plante prometteuse; etc. Demandez-vous : « Comment mon témoignage peut-il profiter aux autres délégués? » Si vous désirez participer, veuillez le spécifier dans votre formulaire d'inscription à la conférence, lequel est

disponible en ligne
(www.echoevents.org) ou sur demande
(téléphone : 239-543-3246; courriel :

echo@echonet.org). N'oubliez pas
d'indiquer vos suggestions de sujet de

discussion à considérer par notre
comité de sélection des conférenciers.

CE NUMÉRO D'EDN est protégé par le droit d'auteur 2008. 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. 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 101 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.