



Méthodes à faible teneur en oxygène pour traiter les insectes dans des graines

par Tim Motis

Cet article résume plusieurs méthodes avec lesquelles j'ai fait des expériences pour traiter divers types de charançons dans des graines stockées. Les récipients de graines peuvent varier en taille, des petits pots aux barils/fûts, mais doivent être étanches à l'air pour que ces techniques fonctionnent. Les techniques sont pertinentes pour des graines stockées en vue d'une plantation domestique ou de la consommation des grains; elles peuvent également être appliquées par les banques de semences communautaires à la recherche d'alternatives de contrôle à faible coût aux protecteurs chimiques et aux fumigants toxiques.

Importance des dégâts causés par les insectes dans les graines stockées

Les graines sont généralement stockées pendant un certain temps avant d'être semées ou consommées. Tout insecte présent dans cette graine, s'il n'est pas traité, peut se multiplier rapidement et causer des dégâts importants (figure 1).

De nombreux ravageurs d'entrepôts proviennent du champ. Les graines peuvent sembler exemptes d'insectes au moment de la récolte, mais des œufs et des larves provenant du champ peuvent encore être présents. Les insectes peuvent également s'introduire lorsque les graines sont placées dans des récipients de graines ou des bacs à grains précédemment infestés. Les dégâts causés par les insectes réduisent la germination et la qualité des graines et sont une cause majeure de perte de graines après récolte. La plupart des pertes de graines post-récolte liées aux insectes sont causées par diverses espèces de scarabées (de l'ordre des Coléoptères) et des larves de mites et de papillons (de l'ordre des Lépidoptères). Cet article met l'accent sur les charançons, qui sont un type de scarabée spécifique.



Figure 1. Graines de maïs endommagées par les petits charançons. (*Rhyzopertha dominica*).
Source: Tim Motis

PRINCIPES À RETENIR

Les insectes meurent avec une faible teneur en oxygène (O₂) et une forte teneur en dioxyde de carbone (CO₂)

Sans suffisamment d'oxygène, les insectes cessent de se nourrir et meurent. La mortalité des insectes se produit à 5% ou moins d'oxygène (Njoroge *et al.*, 2019). Les insectes meurent également avec des niveaux élevés de CO₂. Selon Navarro *et al.*, (2012), une mortalité rapide d'un large éventail d'insectes ravageurs se produit avec 60% de CO₂. Avec un CO₂ élevé, il n'est pas aussi essentiel de réduire l'oxygène jusqu'à 5%.

La respiration réduit l'oxygène

Lorsque les graines et les insectes respirent, ils absorbent l'oxygène et libèrent du dioxyde de carbone. Les microbes à la surface des graines respirent également; c'est le cas, par exemple, de la croissance des moisissures sous une humidité élevée.

La respiration est un concept important sur lequel repose le **stockage hermétique**, une pratique consistant à conserver des graines dans un récipient scellé. Sans air venant de l'extérieur, l'oxygène dans un sac ou un récipient scellé diminue jusqu'à ce que l'activité des insectes ralentisse et / ou que les insectes meurent.

Le taux de diminution de l'oxygène varie avec la teneur en humidité des graines (les graines humides respirent plus vite que les graines sèches), la température (la chaleur favorise une respiration plus rapide), le volume des graines (plus il y a de graines dans un récipient, moins il y aura d'oxygène au départ), et la présence d'insectes (plus il y en a, plus la respiration se fait rapidement). En examinant deux rapports, il a fallu de <1 (Bbosa *et al.*, 2017) à 22 (Anankware et Bonu-Ire, 2013) jours pour que l'oxygène dans un récipient rempli de graines passe de 21% (le pourcentage d'oxygène dans l'atmosphère) à 5%.

Sommaire

- 1 Méthodes à faible teneur en oxygène pour traiter les insectes dans des graines
- 6 Conférence internationale 2019 de ECHO sur l'agriculture: Résumés des thèmes
- 10 Échos de Notre Réseau
- 11 Livres, Sites Web et Autres Ressources
- 11 Évènements à Venir

Honorer Dieu en donnant aux personnes sous-alimentées des solutions durables contre la faim.

ECHO

17391 Durrance Road
North Fort Myers, FL 33917 USA
p: 239-543-3246 | f: 239-543-5317
www.ECHOcommunity.org

Le stockage hermétique peut être combiné avec d'autres méthodes

Le stockage hermétique est la méthode la plus simple pour combattre les insectes dans des graines stockées et il convient à de nombreuses situations. Cependant, la combinaison du stockage hermétique avec d'autres approches peut être utile, comme dans les scénarios suivants:

1. Il n'y a pas assez de graines pour remplir complètement un sac ou un récipient. Comme mentionné précédemment, un récipient partiellement rempli a plus d'espace d'air—et donc plus d'oxygène—qu'un récipient plein.
2. Vous avez des graines de grande valeur et souhaitez traiter les insectes avant que les graines ne se détériorent.
3. Vous envisagez de partager des semences avec des agriculteurs et souhaitez prendre des précautions supplémentaires pour éviter la propagation d'insectes ravageurs.
4. Vous avez du mal à traiter les insectes en excluant uniquement l'air. La sensibilité des insectes à une faible teneur en oxygène peut varier selon le stade de vie (Mbata *et al.*, 2005). Les œufs ou les pupes qui pourraient autrement survivre longtemps dans un récipient scellé sont plus susceptibles de mourir rapidement lorsque le scellage hermétique est combiné avec d'autres méthodes.

Une approche liée au stockage hermétique consiste à retirer l'air d'un récipient scellé, créant un vide. Plus le vide est poussé, plus l'air—et l'oxygène—seront éliminés.

Une autre approche consiste à déplacer l'oxygène en permettant à l'air de s'échapper tout en introduisant un autre gaz dans le récipient. Dans cet article, nous décrivons l'utilisation du biogaz et du CO₂ pour y parvenir; tous les deux sont des alternatives aux insecticides chimiques.

Une faible teneur en oxygène prolonge la durée de vie des graines sèches

En plus de contrôler les insectes, une faible teneur en oxygène prolonge la vie des graines entreposées (Groot *et al.*,

2015). La respiration est ralentie par une faible teneur en oxygène et une faible humidité des graines, préservant les réserves énergétiques des graines. Une faible teneur en oxygène ralentit également l'accumulation de molécules instables contenant de l'oxygène qui contribuent au vieillissement et à la détérioration des graines (Jeevan Kumar *et al.*, 2015). **Tant qu'elles sont sèches, les graines orthodoxes ne mourront pas sous une faible teneur en oxygène.** (Les graines orthodoxes peuvent survivre au séchage ou au gel, contrairement aux graines récalcitrantes comme l'avocat qui mourront si elles sèchent ou gèlent.)

Une faible teneur en oxygène peut être obtenue avec des ressources locales

Les pots Mason, les jerrycans, les récipients d'huile végétale usagée et les fûts/barils sont tous des récipients appropriés, à condition qu'ils aient des couvercles ou des bouchons hermétiques et qu'ils ne soient pas percés. Comme autre option, Les sacs de stockage amélioré de céréales de Purdue (Purdue Improved Crop Storage bags - PICS) sont promus pour le stockage hermétique du grain; pour plus de détails sur les sacs PICS, veuillez consulter une publication d'Uys (2017) intitulée «[Using airtight bags to prevent post-harvest crop loss](#) [Utilisation de sacs hermétiques pour éviter les pertes agricoles post-récoltes]». Les sacs PICS sont fabriqués avec du polyéthylène haute densité (PEHD) qui est plus épais et meilleur que les sacs en polyéthylène basse densité en termes d'empêcher l'air de se diffuser à l'intérieur ou à l'extérieur.

De nombreuses technologies peuvent être utilisées pour créer un vide, allant des scellants sous vide commerciaux aux appareils à faible coût tels que les pompes à purge de frein ou les pompes à vélo modifiées. La *TN n°93 de ECHO (Note Technique, NDT)* explique comment modifier les pompes à vélo, les pompes à purge de frein et les seringues pour éliminer au moins une partie de l'air des récipients de graines.

Le biogaz, composé principalement de méthane (CH₄) et de CO₂, peut être produit avec des restes de cuisine ou du fumier animal dans des digesteurs anaérobies domestiques. Le CO₂ peut être produit avec des matériaux tels que les déchets organiques, le sucre et la levure.

Vous pouvez mettre en œuvre les méthodes décrites ci-dessous avec des matériaux facilement disponibles. Utilisez des approches qui conviennent le mieux à votre situation.

MÉTHODES ESSAYÉES À ECHO

Le scellage sous vide

Lawrence *et al.* (2017) ont traité des bruches (*Callosobruchus maculatus*) dans des graines de niébé avec 600 mm Hg (mercure) de vide aspiré avec un scellant sous vide commercial. Le vide n'a pas nui à la germination des graines.

Sur la base de cet essai, j'ai effectué une petite expérience pour savoir si les charançons pouvaient être traités avec un vide tiré par une pompe à purge de frein (figure 2). J'ai placé des charançons du maïs (*Sitophilus zeamais*) dans 5 ml de grain de maïs dans trois pots scellés de 225 ml sous un vide de 500 mm Hg. J'ai mis en place un traitement similaire dans un autre pot qui a été scellé mais pas sous vide. J'ai répété ces étapes avec des triboliums rouges de la farine (*Tribolium castaneum*) dans des graines d'oiseaux (mélange de divers grains utilisés pour cette expérience et d'autres présentées dans cet article) et de la farine. En trois jours, tous les charançons du maïs sous vide sont morts. Entre la deuxième et la cinquième semaine, tous les triboliums rouges de la farine sous vide sont également morts. À cinq semaines (heure actuelle), les deux types de charançons dans des bocaux scellés sans mise sous vide sont toujours en vie. Les résultats indiquent que, dans des récipients partiellement remplis, un vide aspiré avec des appareils bon marché peut tuer les insectes plus rapidement



Figure 2. Pompe à purge de frein à vide modifiée comme expliqué dans la *Note Technique* n°93 de ECHO. Source: Tim Motis



Figure 3. Récipient de graines modifié avec des tiges pneumatiques en bas et en haut du récipient de graines. La chambre à air était connectée à la tige pneumatique inférieure, dont le noyau de valve a été retiré pour permettre au gaz de s'écouler dans le récipient. Le noyau de valve a été retenu dans la tige pneumatique en haut de la bouteille afin qu'on puisse presser la tige du noyau de valve (pour permettre à l'air de s'échapper pendant que le récipient est rempli de biogaz) puis la relâcher (pour retenir le biogaz dans le récipient une fois plein). *Source:* Tim Motis

que le scellage hermétique uniquement; cependant, les espèces d'insectes varient dans le temps qu'il leur faut pour atteindre 100% de mortalité.

Comment sauriez-vous si vous avez aspiré suffisamment de vide pour réduire l'oxygène à 5% ou moins? Le pourcentage du volume de récipient occupé par l'oxygène peut être calculé comme expliqué dans [une mise à jour sur une recherche de ECHO](#). Avec un récipient rempli de graines de maïs aux trois quarts de sa capacité, j'ai calculé un niveau d'oxygène de 3,7% avec une lecture de 500 mm de mercure obtenue sur la jauge.

Notez que l'aspiration d'air d'un seau en plastique partiellement rempli ou d'un récipient similaire provoque un affaissement des côtés vers l'intérieur. Ce ne serait pas un problème avec le scellage hermétique «assisté par gaz», où l'oxygène est déplacé par un autre gaz. Voici quelques idées d'utilisation du biogaz et du dioxyde de carbone.

Le biogaz

Dans un essai réalisé en 2017, une collègue (Stacy Swartz) et moi avons tué des cucujides dentelés des grains (*Oryzaephilus surinamensis*) en utilisant du biogaz introduit dans une chambre à air à partir d'un digesteur anaérobie à tambour flottant (voir [Note Technique n°44 de ECHO](#)) rempli de fumier animal.

Lorsqu'on a serré la chambre à air, cela a fait passer le gaz en force dans une bouteille en plastique de 2 L remplie de graines de maïs infestées d'insectes (figure 3). Les scarabées ont cessé de bouger en quelques heures. Quelques semaines plus tard, nous n'avons vu aucun insecte vivant dans le récipient; si au départ il s'y trouvait des œufs ou des larves, ils n'ont pas survécu.

Des chercheurs en Inde ont déjà réalisé des expériences avec le biogaz pour lutter contre les charançons des grains (*Sitophilus granarius*), les triboliums rouges de la farine et les charançons du riz (*Sitophilus oryzae*) qui infestent généralement le riz et le blé stockés. Sur la base d'une revue de littérature et de leurs résultats expérimentaux, Hoysall *et al.* (2015) ont tiré des conclusions positives sur l'utilisation du biogaz pour combattre les charançons. Premièrement, de plus en plus d'agriculteurs indiens utilisent des sacs/récipients en PEHD (polyéthylène haute densité) pour le stockage des graines, à la place des structures traditionnelles en bambou et en adobe; ce changement se prête au stockage hermétique assisté par gaz. Deuxièmement, les systèmes de biogaz au niveau des ménages ont le potentiel de combattre les insectes, même dans des récipients de graines partiellement remplis. Troisièmement, le biogaz ne réduit pas la germination des graines.

Certaines précautions s'imposent lorsque vous travaillez avec du biogaz. D'une part, le biogaz est inflammable. Assurez-vous de surveiller la tuyauterie et les connexions, car les fuites de gaz peuvent provoquer des incendies. D'autre part, le biogaz peut contenir du sulfure d'hydrogène (H₂S), qui est plus lourd que l'air et pourrait

éventuellement s'accumuler dans un récipient de graines traité au biogaz. À de faibles concentrations (0,01-1,5 ppm), l'odeur d'œuf pourri du H₂S (OSHA, 2020) est détectable par l'homme. À des concentrations de 100 à 150 ppm, les niveaux de H₂S sont suffisamment élevés pour causer des problèmes respiratoires et autres, mais le H₂S ne sera pas détectable par l'odeur—il faut donc être prudent en tout temps. Le H₂S est dispersé par le vent, donc lorsque vous ouvrez un récipient de graines traitées au biogaz, faites-le dans un espace bien ventilé où l'air est soufflé loin de vous. Songez également à réduire le H₂S en filtrant votre biogaz à travers un épurateur contenant de l'oxyde de fer, comme une éponge de fer rouillée (Vögeli *et al.*, 2014; voir p. 55).

Le gaz carbonique

Voici quelques façons simples de fabriquer votre propre CO₂. Lorsque vous réalisez des expérimentations avec ces techniques, faites-le dans un espace bien ventilé pour éviter d'inhaler des quantités dangereuses de CO₂.

A partir des déchets de fruits

Les fruits libèrent du CO₂ lorsqu'ils mûrissent et se décomposent. Dans cette optique, j'ai rempli un seau de 19 L rempli aux deux tiers de caramboles (*Averrhoa carambola*) qui étaient tombés au sol sous nos arbres (figure 4). Le couvercle du seau avait un anneau en caoutchouc flexible, ce qui rend le seau étanche à l'air lorsqu'il est fermé. J'ai utilisé un tube en plastique flexible pour connecter le seau de fruits à un seau partiellement rempli de graines d'oiseaux. Dans le seau de graines d'oiseaux, j'ai placé un capteur de CO₂ et



Figure 4. Seau de caramboles (à gauche) relié à un seau de graines (à droite), avec un capteur pour mesurer le CO₂ dans le seau de graines. *Source:* Tim Motis

un pot Mason recouvert de tissu rempli d'un mélange de farine, de graines d'oiseaux et de triboliums rouges de la farine. En perforant le couvercle avec une punaise, j'ai créé un petit trou à travers lequel l'air pourrait s'échapper lorsque le CO₂ pénètre. Le CO₂ étant plus lourd que l'air, l'air est évacué lorsque le CO₂ pénètre (Saour et Yameogo, 1993). Une accumulation de pression, que l'on reconnaît par les côtés ou le couvercle de l'un ou l'autre seau poussé vers l'extérieur, montrerait un débit restreint.

Le niveau de CO₂ dans le seau à graines a atteint 80% une semaine après le début de l'essai. Une semaine plus tard, lorsque j'ai ouvert le seau à graines, le niveau de CO₂ était toujours à 80% et tous les scarabées étaient morts. Cette conclusion montre qu'il est possible, à l'échelle d'un seau, de tuer les triboliums rouges de la farine dans les deux semaines suivant l'exposition au CO₂ des fruits en décomposition. Une amélioration potentielle de cette méthode consisterait à écraser les fruits dans le seau, puis à ajouter de l'eau et de la levure commerciale.

A partir de la fermentation de levure

La levure ajoutée à de l'eau sucrée produit du CO₂. Voici quelques étapes de base pour générer du CO₂ de cette façon :

1. Reliez le tuyau au couvercle d'un récipient hermétique. Les tubes en vinyle peuvent être enfoncés dans un trou percé à un diamètre légèrement plus petit que le tube. J'ai préféré percer le couvercle d'un pot à lait ou d'un seau avec un clou, puis utiliser une pince pour pousser un raccord de tuyau barbelé (comme illustré [ici](#) et sur la figure 5) à travers le trou percé par le clou et pour le faire passer dans le couvercle. Utilisez du mastic ou de la



Figure 5. Connecteur de tuyau barbelé sur le couvercle du seau.
Source: Tim Motis

super-colle pour réaliser une connexion sans fuite entre le connecteur et le couvercle.

2. Mélangez du sucre avec de l'eau jusqu'à dissolution complète. La quantité de sucre affecte la durée pendant laquelle le CO₂ sera généré. Vous avez besoin d'au moins suffisamment d'eau pour dissoudre le sucre. Je suggère de remplir un récipient d'un quart à deux tiers de sa capacité. L'espace vide dans le récipient minimise la poussée de vapeur d'eau/de liquide dans le tuyau lorsque la levure devient active.



Figure 6. Levure de boulanger utilisée pour générer du CO₂. Source: Tim Motis

3. Ajoutez de la levure. J'ai utilisé une forme sèche de levure de boulangerie (*Saccharomyces cerevisiae*) illustrée à la figure 6 et généralement disponible dans les épiceries de Floride, aux États-Unis. La quantité de levure que vous utilisez influencera le taux et la durée de production de CO₂. Faites des expérimentations pour optimiser les quantités de sucre et de levure qui soutiendront adéquatement un taux de production de CO₂ souhaité pour vos besoins. Je suggère 1-1,5 ml de levure de boulangerie pour traiter les petits pots de graines; pour les seaux et les fûts, vous aurez probablement besoin de 15-25 ml de levure. Pour empêcher le liquide de pénétrer dans le tuyau et de pénétrer dans le récipient de stockage de graines, placez les récipients de sorte que l'endroit par lequel le CO₂ sort du récipient contenant de la levure soit plus bas que l'endroit par lequel le CO₂ pénètre dans le récipient de graines (figure 7).

4. Faites un petit trou, de la taille d'une épingle ou d'une punaise, dans le couvercle du récipient à graines. Cela empêchera l'accumulation de pression et permettra à l'air de s'échapper lorsque le CO₂ pénétrera.

Avec 2,5 ml de levure et 0,5 L de sucre, le CO₂ a pu maîtriser les charançons du niébé traités dans un petit pot (voir [l'affiche 2017 de ECHO](#)). Avec 15 ml de levure et 2 L de sucre, cette méthode a également traité les triboliums rouges de la farine dans un fût de 114 L à moitié plein de graines de maïs (figure 7). Pour cette dernière expérience, j'ai placé des scarabées avec un mélange de farine et de graines d'oiseaux dans deux flacons en plastique de 50 ml. Un flacon a été placé au fond du fût, recouvert de grains de maïs, et l'autre à mi-hauteur du fond du fût. J'ai ouvert le baril 19 jours après le début de l'expérience, et à ce moment-là les scarabées des deux flacons étaient morts. Avec plus d'expérimentation, la recette pourrait être ajustée pour réduire la quantité de sucre et le temps nécessaire pour traiter les charançons.

Étant donné qu'il est important de conserver les graines au sec pour maintenir la viabilité pendant le stockage, la réduction du temps de traitement des insectes avec cette méthode est un objectif important à prendre en compte. Dans l'essai mentionné ci-dessus avec le fût métallique, l'humidité relative dans le baril est restée près de 75%. Je n'ai observé aucune moisissure, une conclusion cohérente avec celle de Gupta *et al.* (2014) qui ont découvert que des niveaux élevés de CO₂ (60% -80%) inhibaient la croissance fongique; 80% de CO₂ ont inhibé l'aflatoxine (*Aspergillus flavus*) dans leurs recherches. Malgré cela, avec le CO₂ généré dans de l'eau ou



Figure 7. Dioxyde de carbone d'un seau s'écoulant dans un fût métallique récipient des graines de maïs. Des trous pour les tubes et l'évacuation de l'air ont été percés dans un couvercle modifié, fait de pièces de plomberie en PVC, pour éviter de percer le fût.
Source: Tim Motis

les déchets de fruits (riches en humidité), il semble préférable de déconnecter le récipient à graines de la source de CO₂ dès que possible. Ensuite, le couvercle du récipient à graines pourrait être brièvement ouvert pour évacuer l'humidité avant de le stocker (avec le couvercle fermé à nouveau) dans des conditions sèches (moins de 65% d'humidité pour empêcher la croissance de moisissures) ou avec un dessiccant. Le temps de traitement minimum avec du CO₂ dépendra des espèces d'insectes et de la rapidité avec laquelle le CO₂ s'écoule dans le récipient de graines.



Figure 8. Méthode de déplacement de l'eau pour mesurer le débit d'un gaz. *Source:* Tim Motis

Une méthode simple de déplacement de l'eau fonctionne bien pour déterminer le débit de CO₂ ou de biogaz. Vous aurez besoin d'une bouteille étroite marquée en millilitres; J'ai utilisé une éprouvette graduée en plastique (figure 8). Remplissez l'éprouvette d'eau et, la paume de la main sur le dessus (pour garder l'eau dedans), inversez l'éprouvette dans une casserole d'eau (4 ou 5 cm de profondeur). En gardant l'extrémité ouverte de l'éprouvette sous l'eau, retirez votre main. L'eau doit rester dans l'éprouvette. En gardant la bouteille verticale, avec l'extrémité ouverte sous le niveau de l'eau dans la casserole, placez l'extrémité du tube du générateur de CO₂ ou de biogaz sous l'ouverture de l'éprouvette. Lorsque des bulles de gaz pénètrent dans l'éprouvette, le niveau d'eau dans l'éprouvette baisse. Attendez une ou deux minutes pour que le taux de bouillonnement se stabilise sous l'eau. Notez ensuite combien de millilitres d'eau disparaissent après une minute. J'ai constaté que, dans les trois heures suivant le mélange des ingrédients, 15 ml de levure avec 0,5 L de sucre dissous dans 2 L d'eau produisaient 22 ml/min de gaz. Deux jours plus tard, le débit était tombé à 7 ml/min, suggérant qu'il aurait fallu plus de sucre pour maintenir le débit maximal

sur une plus longue période. Étant donné que le processus produit de l'alcool, qui devient nuisible à la levure à mesure qu'elle s'accumule, commencer avec plus d'eau pourrait aider à maintenir un débit souhaité en diluant l'alcool.

La bougie allumée

Une bougie allumée consomme de l'oxygène et libère du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau. Cela nous a amené à nous demander si une bougie allumée dans un espace clos et scellé consomme suffisamment d'oxygène pour maîtriser les insectes.

Avec une bougie allumée placée au fond d'un seau en plastique scellé et vide de 19 L, Stacy Swartz et moi avons mesuré la concentration en oxygène résultante avec un capteur d'oxygène. Les niveaux d'oxygène sont passés de 21% (normal en plein air) lorsque le couvercle a été fermé pour la première fois à 17% lorsque la flamme s'est éteinte (5 à 7 minutes selon la longueur de la mèche; dans une pièce avec les lumières éteintes, nous avons pu voir la flamme s'éteindre). Nous avons répété cela trois fois avec des résultats similaires à chaque fois. Notre constat est conforme à un rapport de Dowell et Dowell (2017) qui, de même, ont constaté que la combustion de bougies ne réduit l'oxygène de quelques points de pourcentage.

Nous avons constaté que la bougie produisait suffisamment de chaleur pour faire fondre un trou dans le couvercle en plastique. Cette quantité de chaleur tuerait au moins certains des insectes dans un récipient. Il semble probable que la chaleur pourrait également nuire à la viabilité des graines se trouvant près de la bougie; un test de germination pourrait le confirmer.

CONCLUSION

Nos résultats de recherche à ce jour, combinés aux résultats de la documentation scientifique, indiquent qu'un faible taux d'oxygène permet de combattre les ravageurs des graines et cela peut être réalisé de manière créative sans équipements coûteux. Le scellage hermétique est déjà largement promu et pratiqué. Les avantages du scellage sous vide ont également été bien documentés. Les méthodes au CO₂ et au biogaz

abordées dans cet article n'ont pas été suffisamment testées. J'ai constaté avec satisfaction que les triboliums rouges de la farine peuvent être traités à l'échelle du baril avec des ingrédients simples comme le sucre et la levure. J'espère que cet article va mieux faire connaître les avantages d'une faible teneur en oxygène pour le stockage des graines, et que les informations apportent des éclairages pour de nouvelles innovations. Toujours, lorsque vous essayez quelque chose de nouveau, faites des expérimentations pour vous assurer que cela fonctionne avant de le promouvoir auprès des agriculteurs.

REFERENCES

- Anankware, J.P et M. Bonu-Ire. 2013. Seed viability and oxygen depletion rate of hermetically stored maize infested by major insect pests [Viabilité des semences et taux de diminution de l'oxygène dans du maïs stocké hermétiquement infesté par les principaux insectes nuisibles]. *Scientia Agriculturae* 4:13-19.
- Bbosa, D., T.J. Brum, C.J. Bern, K.A. Rosentrater, et D. Raj Raman. 2017. Evaluation of hermetic maize storage in 208 liter (55 gal) Barrels for smallholder farmers [Évaluation du stockage hermétique du maïs dans des barils de 208 litres (55 gal) pour les petits agriculteurs]. Agricultural and Biosystems Engineering Publications 818. https://lib.dr.iastate.edu/abe_eng_pubs/818
- Dowell, F.E. et C.N. Dowell. 2017. Reducing grain storage losses in developing countries [Réduire les pertes dans les céréales stockées dans les pays en développement]. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* 9:93-100.
- Groot, S.P.C., L. de Groot, J. Kodde, et R. van Treuren. 2015. Prolonging the longevity of Ex Situ conserved seeds by storage under anoxia [Prolonger la longévité des graines conservées Ex Situ par stockage sous anoxie]. *Plant Genetic Resources* 13:18-26.
- Gupta, A., S.N. Sinha et S.S. Atwal. 2014. Modified atmosphere technology in seed health management: laboratory and field assay of carbon dioxide against storage fungi in paddy [Technique de l'atmosphère modifiée dans la gestion de la santé des semences: analyse en laboratoire et sur le terrain du dioxyde de carbone contre les champignons de stockage dans le paddy]. *Plant Pathology Journal* 13:193-199.
- Hoysall, C., P. Chandran, et H. Kumar. 2015. The efficacy of biogas to protect stored grains from insect pests [L'efficacité du biogaz à protéger les grains stockés contre les insectes ravageurs]. *Carbon – Science*

and Technology 7:42-52.

Jeevan Kumar, S.P., S. Rajendra Prasad, R. Banerjee, et C. Thammineni. 2015. Seed birth to death: dual functions of reactive oxygen species in seed physiology [Les graines de la naissance à la mort: double fonction des espèces réactives à l'oxygène dans la physiologie des graines]. *Annals of Botany* 116:663-668.

Lawrence, B., A.J. Bicksler, et K. Duncan. 2017. Local treatments and vacuum sealing as novel control strategies for stored seed pests in the tropics [Traitements locaux et scellage sous vide comme nouvelles stratégies de lutte contre les ravageurs des graines entreposées sous les tropiques]. *Agronomy for Sustainable Development* 37:6.

Mbata, G.N., M. Johnson, T.W. Phillips, et M. Payton. 2005. Mortality of life stages of cowpea weevil (Coleoptera: Bruchidae) exposed to low pressure at different temperatures [Mortalité des stades biologiques du charançon du niébé (Coleoptera: Bruchidae) exposés à une faible

pression à différentes températures]. *Journal of Economic Entomology* 98:1070-1075.

Navarro, S., B. Timlick, C.J. Demianyk, et N.D.G. White. 2012. Controlled or modified atmospheres. Chapter 16 in: *Stored Product Protection* [Atmosphères contrôlées ou modifiées. Chapitre 16 dans: *Protection des produits stockés*]. D.W. Hagstrum, T.W. Phillips, and G. Cuperus, Eds. Kansas State Research and Extension.

Njoroge, A.W., R.W. Mankin, B. Smith, et D. Baributsa. 2019. Effects of hypoxia on acoustic activity of two stored-product pests, adult emergence, and grain quality [Effets de l'hypoxie sur l'activité acoustique de deux ravageurs des produits stockés, l'apparition des adultes et la qualité des grains]. *Journal of Economic Entomology* 112:1989-1996.

Occupational Safety et Health Administration (OSHA). Hydrogen Sulfide [Sulfure d'hydrogène]. <https://www.osha.gov/SLTC/hydrogensulfide/hazards.html> Accessed 11 January 2020.

Saoura, S. et C.S. Yameogo. 1993. The CO₂ method to control insect infestation in tree seed. Danida Forest Seed Centre [La méthode au CO₂ pour contrôler l'infestation d'insectes dans les graines d'arbres. Centre de semences forestières de Danida]. Note technique, n° 42.

Uys, F. 2017. Using airtight bags to prevent post-harvest crop loss [Utilisation de sacs hermétiques pour éviter la perte de récolte après récolte]. *Africanfarming.com*

Vögeli Y., C.R. Lohri, A. Gallardo, S. Diener, et C. Zurbrugg. 2014. Anaerobic digestion of biowaste in developing countries: practical information and case studies [Digestion anaérobie des biodéchets dans les pays en développement: informations pratiques et études de cas]. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf, Switzerland [Institut fédéral suisse des sciences et technologies aquatiques (Eawag), Dübendorf, Suisse].

Conférence internationale 2019 sur l'agriculture de ECHO: résumés des thèmes

par le personnel de ECHO

La 26^e conférence annuelle internationale sur l'agriculture de ECHO s'est tenue en novembre 2019. Vous trouverez ci-dessous de brefs résumés de quelques-unes des sessions plénières et des ateliers. Ceux-ci et d'autres présentations, vidéos et diapositives sont disponibles sur ECHOcommunity.org.

CHE 25 ans plus tard (Bibiana MacLeod)

Bibiana MacLeod, médecin originaire d'Argentine, est engagée dans le développement communautaire partout en Haïti depuis 25 ans. Au départ, opérant de manière indépendante en tant que missionnaire, Dr MacLeod a découvert le programme «Community Health Evangelism [l'Évangile par la santé communautaire]» (CHE) de Medical Ambassadors International lors d'un voyage fatidique en République dominicaine. Le CHE est une approche de développement holistique qui répond aux besoins physiques, spirituels, émotionnels et sociaux des gens. Ayant eu du mal à initier le changement dans les communautés haïtiennes avec lesquelles elle servait, Dr MacLeod a vu la possibilité de progresser à travers les principes du CHE.

Le CHE utilise l'acrostiche «MÉTHOD» pour identifier les objectifs de son programme:

M comme dans 'multiplication'. Les praticiens devraient chercher à impliquer la communauté en question de manière à permettre la multiplication organique des principes de santé du CHE.

E comme dans 'equal dignity', la dignité égale. Bien qu'elle soit médecin, Dr MacLeod ne se considérait pas plus éclairée que les Haïtiens des milieux ruraux avec lesquels elle travaillait. Elle les considérait comme des égaux et eux-mêmes des enseignants auprès desquels elle pouvait apprendre.

T comme dans 'tools', les outils. La santé communautaire ne peut progresser sans fournir les outils appropriés pour l'éducation et l'application. Il s'agit notamment de l'apprentissage et de l'action participatives (AAP) et des méthodologies du leadership engagé.

H comme dans 'holistic understanding', la compréhension holistique. Le CHE engage les communautés physiquement,

spirituellement et émotionnellement. Chacun de ces aspects de la vie d'un individu affecte sa santé globale.

O comme dans 'ownership by locals', l'appropriation par la population locale. Dr MacLeod a parlé de la nécessité d'une stratégie de désengagement; les praticiens du développement devraient travailler de sorte à ne plus être nécessaires avec le temps.

D comme dans 'development instead of relief' le développement et non de l'aide sociale. Les praticiens du CHE n'apportent pas leur aide de manière à créer une dépendance. Au lieu de cela, les habitants sont pleinement les agents du changement dans le CHE.

L'aspect le plus convaincant de la présentation de Dr MacLeod était peut-être le récit des divers membres de la communauté avec lesquels elle a travaillé. Il y avait des histoires d'adoption, d'appropriation de la santé et de nourriture physique et émotionnelle.

Dr MacLeod a également été transparente avec ce qui n'a pas fonctionné dans ses programmes. Elle a appris de nombreuses leçons au cours de ses 25 années en Haïti, interagissant avec les complexités de la culture et de la dynamique familiale, et elle en a utilisé certaines pour éclairer et encourager les participants de la

conférence. Par exemple, elle a souligné l'importance des changements horizontaux (à travers une communauté) et verticaux (à travers les générations), afin que les problèmes résolus au cours d'une génération ne reviennent pas au cours des générations suivantes.

À la fin de la présentation, elle nous a laissé le texte suivant: «Lorsque [les membres de la communauté] disent: « Nous y sommes parvenus! », alors vous savez que vous avez réussi.»

Libérer la valeur de la diversité des cultures négligée et sous-utilisée (Nadezda Amaya)

De nombreux membres du réseau de ECHO s'emploient à introduire des cultures sous-utilisées dans leurs communautés. Faire pousser ces cultures est une chose; essayer de commercialiser de petites quantités d'une culture relativement inconnue en est une autre. Dans son discours en séance plénière, Nadezda Amaya a décrit un projet qui a contribué à mieux faire connaître le chaya au Guatemala, d'abord en utilisant une technique appelée Rapid Market Appraisal (Évaluation rapide du marché, RMA) pour analyser la chaîne de valeur du chaya, puis en introduisant une série d'interventions basées sur les résultats. Le projet, parrainé par le Fonds international de développement agricole (FIDA), a été mis en œuvre par Bioversity et des organisations partenaires au Guatemala.

Des milliers d'espèces négligées et sous-utilisées (ENSU) existent dans le monde. Elles ont tendance à croître même dans des conditions difficiles, et ont également tendance à être très nutritives. Ces cultures peuvent potentiellement combler un vide sur le marché, en fournissant des revenus aux petits agriculteurs. Cependant, les petits agriculteurs ont souvent un accès limité aux marchés.

Les cultures d'ENSU présentent certains inconvénients. Par exemple, elles peuvent être considérées comme «la nourriture des pauvres». Il n'existe peut-être pas de chaînes de commercialisation pour ces cultures. Étant donné que peu de reproduction et de sélection ont été

effectuées sur la plupart des ENSU, elles peuvent ne pas donner de bons résultats.

La résilience et les propriétés nutritives du Chaya sont reconnues depuis des décennies, mais il n'a pas été largement promu comme culture de rente. Le chaya est originaire du Mexique, où il est communément cultivé et apprécié en tant que partie intégrante des traditions et de la culture des populations. Le chaya est moins connu au Guatemala.

Dans le projet décrit par Amaya, une analyse de la chaîne de valeur a été effectuée au Guatemala pour déterminer les goulets d'étranglement, identifier les opportunités de marché, en apprendre davantage sur la participation des femmes à la production et à l'utilisation du chaya, et chercher des moyens d'autonomiser les femmes. Sur la base des résultats de l'analyse de la chaîne de valeur, des efforts ont été faits pour améliorer l'accès au marché et la demande.

À l'aide de la RMA, les données ont été collectées à travers une revue de la littérature, des entretiens avec des personnes à tous les niveaux de la chaîne de valeur du chaya, des visites de marché et une évaluation de l'acceptabilité du chaya par les consommateurs.

La chaîne de valeur du Chaya au Guatemala était courte (figure 9).

Les feuilles de chaya sont périssables et la chaîne de valeur n'était pas très organisée; cependant, le manque de demande était le plus gros problème. Du côté positif, la RMA a révélé que le chaya coûtait moins cher que les autres légumes verts.

Amaya a décrit plusieurs interventions visant à promouvoir le chaya:

1. Le chaya a été intégré aux programmes d'alimentation scolaire. Les feuilles ont été utilisées dans trois des 20 plats servis à l'école. Une difficulté logistique était que les écoles avaient besoin de reçus officiels des agriculteurs pour leurs dossiers, mais peu d'agriculteurs étaient équipés pour délivrer des reçus.
2. Le chaya a été utilisé dans des plats servis dans des restaurants haut de gamme (figure 10). Amaya a cité un chef passionné du chaya et qui a contribué à accroître sa visibilité: «Nous



Figure 10. Le chaya servi dans un plat de restaurant haut de gamme.

Source: Nadezda Amaya

devons utiliser la cuisine comme outil de développement.»

3. Le programme a travaillé avec l'industrie de transformation pour fabriquer des produits à valeur ajoutée à base de chaya. Amaya a déclaré que le moment était venu de profiter de la transition du secteur privé vers un approvisionnement responsable. De nombreuses entreprises recherchent des moyens d'investir dans des pratiques socialement responsables.
4. Les activités de promotion ont permis de faire connaître la chaya à travers des publications sur les réseaux sociaux, une conférence, des conférences de presse, des échantillons de nourriture sur les marchés et des vidéos en ligne.

Amaya a conclu son discours par une mise en garde. Le quinoa était une ENSU. Au cours des dernières décennies, la demande a été si élevée que la plupart des agriculteurs qui cultivent le quinoa ne le consomment plus eux-mêmes; au lieu de cela, ils le vendent pour générer un revenu et achètent des aliments moins nutritifs pour eux-mêmes. Amaya a indiqué que les familles d'agriculteurs devraient être encouragées à mieux manger elles-mêmes d'abord, puis à vendre leur surplus.

Produits à base de fruit à pain: un potentiel commercial inexploité (Mary McLaughlin)

Mary McLaughlin est présidente et fondatrice de [Trees that Feed Foundation](#) (TTFF), qui aide à planter des arbres pour nourrir les gens, créer des emplois et profiter à l'environnement.

Bien que TTFF travaille avec de nombreux types d'arbres fruitiers, ils font le plus souvent la distribution des arbres à pain. Dans son discours en plénière à la Conférence internationale 2019 de ECHO



Figure 9. La chaîne de valeur du Chaya au Guatemala était courte. Source: Cody Kiefer

sur l'agriculture, McLaughlin a parlé du potentiel commercial inexploité des produits à base du fruit à pain.

Les arbres à pain poussent le long de l'équateur, dans de nombreuses zones de grande insécurité alimentaire. McLaughlin a décrit l'arbre à pain comme une «pomme de terre sur un arbre», connu principalement comme une source de glucides, mais a déclaré que l'arbre à pain contient également du magnésium et des vitamines importantes.

Pour ceux qui ont un arbre à pain, le rendement a tendance à être «la disette ou la famine». Un arbre mature peut produire 300 gros fruits par an, mais ils mûrissent tous en même temps – trop de fruits pour qu'une famille puisse les consommer avant qu'ils ne se détériorent. Cependant, la chair d'un seul fruit, déshydratée et moulue, peut donner une livre de farine qui peut être utilisée pour faire de la bouillie et d'autres produits. La farine du fruit à pain a une durée de conservation de deux ans et présente de nombreux autres avantages. Par exemple, la farine est sans gluten, ce qui est un argument de vente à un moment où de nombreux clients recherchent des alternatives au blé et autres céréales qui contiennent du gluten.

Pourtant, exporter le fruit à pain ou de la farine de fruit à pain n'est pas facile. Vous devez être en mesure de fournir de grandes quantités de fruit à pain à qualité constante. Vous avez besoin d'équipements commerciaux, d'étiquettes et d'emballages. Vous devez également comprendre comment expédier et commercialiser

votre produit. En raison de certains de ces obstacles, lorsque TTFF aide à établir une usine, elle propose de leur acheter de la farine de fruit à pain pendant deux ans.

TTFF a travaillé avec les producteurs et les transformateurs pour voir le fruit à pain transformé en chips, en farine, en frites, etc. L'organisation tient à jour une liste de contacts pour les personnes qui cultivent des arbres à pain, y compris la latitude, la longitude et les coordonnées de chaque producteur. Cela permet aux entreprises à la recherche d'arbres à pain de trouver et de contacter facilement les personnes proches de chez elles qui les cultivent pour la vente.

La façon dont TTFF distribue les arbres est unique et encourage la création d'emplois au plan local. Lorsqu'une organisation contacte TTFF pour obtenir des arbres, elle fournit des arbres via un système de coupons. TTFF contacte et paie un fournisseur local pour fournir les arbres. (Une commande minimum est de 500 arbres si vous les importez de maisons de culture à grande échelle en Europe et aux États-Unis. La façon la plus simple d'acquérir des arbres est de s'en procurer auprès de quelqu'un qui les fait pousser dans votre propre pays, car des permis d'importation sont requis pour expédier des arbres vers un autre pays.)

TTFF recommande de planter l'arbre à pain à un espacement de 35 pieds (11 m) entre les arbres, avec des plantes intercalaires entre les arbres. Il faut généralement trois ans pour que les premiers fruits soient

prêts et cinq ans pour atteindre la pleine production.

TTFF a développé un **séchoir solaire hybride** (figure 11) pour sécher efficacement les fruits à pain et d'autres fruits. McLaughlin a indiqué que ce séchoir fonctionne bien dans une situation communautaire. Les membres de la communauté qui s'inscrivent pour utiliser le séchoir solaire apportent leurs propres plateaux métalliques (avec des trous dans le bas pour faciliter la circulation de l'air) et se relaient pour l'utilisation du séchoir.

Atelier sur les larves de mouches soldat noires (JC Barrios)

Fournir des protéines au bétail est un élément essentiel de la gestion de la nutrition animale dans les régions tropicales. Trouver des ingrédients alimentaires riches en protéines et / ou abondants peut être un obstacle majeur.

Les larves de mouches soldats noires (LMSN) sont un ingrédient alimentaire riche en protéines originaire des Amériques, mais que l'on trouve maintenant dans la plupart des tropiques en raison du commerce mondial. JC Barrios, responsable d'animaux chez HEART, a partagé ses échecs, ses succès et ses conseils pour la construction et l'entretien d'un système de LMSN approprié pour les aliments du bétail, lors de sa présentation de l'atelier de l'après-midi au cours de la conférence. Pour plus de détails sur le cycle de vie, la nymphose des LMSN, et des données numériques les concernant, voir la présentation de JC sur [ECHOcommunity.org](https://www.echocommunity.org).

Les systèmes des LMSN varient en taille, selon la quantité de matière disponible pour nourrir les larves et la quantité de larves que vous souhaitez produire. La figure 12 montre un système plus petit basé sur un seau (figure 12A) et une photo et un dessin d'un modèle beaucoup plus grand (figure 12B, C). Plus de photos du modèle plus grand peuvent être consultées dans la présentation de JC.

Au cours de son atelier, JC a partagé certains de ses échecs et «leçons apprises»:

Les aliments pour les LMSN:

- **De la bonne matière première:** tout ce qui est riche en protéines, en glucides/amidons ou en graisses. Il s'agit

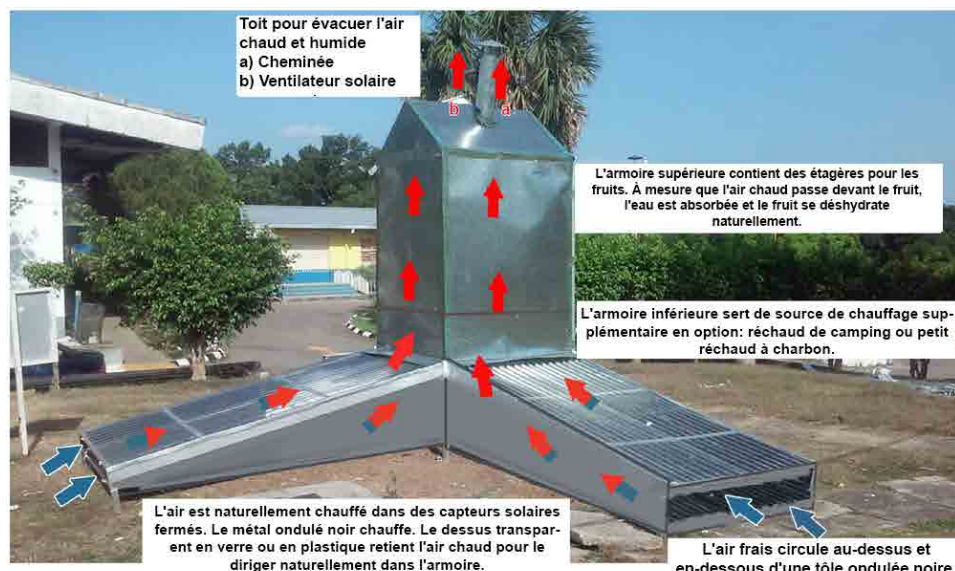


Figure 11. Séchoir solaire hybride avec des flèches montrant le flux d'air et les pièces décrites. Source: Trees that Feed Foundation (<https://www.treesthatfeed.org/resources/891-2>).

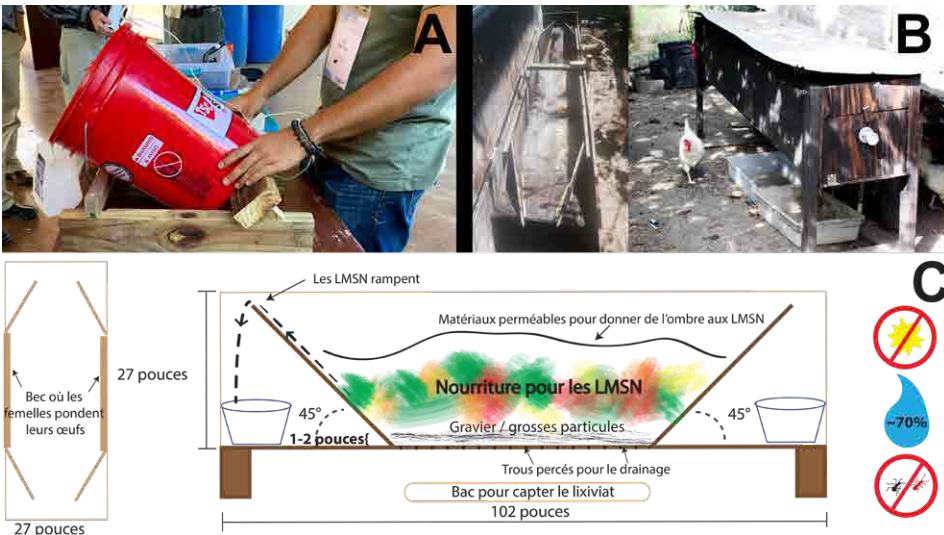


Figure 12. Systèmes de LMSN. A montre un système plus petit basé sur un seau, tandis que B et C montrent un système plus grand que JC a construit et placé à l'intérieur de la zone de production de poulets de HEART. Sources: JC Barrios et Stacy Swartz

notamment des restes de cuisine, des produits laitiers, des fruits, du marc de café, des abats et des aliments fermentés; l'oignon et l'ail peuvent être ajoutés en petites proportions.

- **Ne donnez pas en nourriture:** des animaux morts, des graines, du carton, des copeaux de bois, des lambeaux de papier, les objets riches en fibres, les objets contaminés par des pesticides.
- Assurez-vous de briser les amas d'aliments et de maintenir la matière première aérée.
- Assurez-vous que le bac d'alimentation s'égoutte bien. Le lixiviat peut être utilisé pour fertiliser des plantes.

Conseils pour réussir:

- Pour attirer les mouches soldats noires à pondre des œufs dans un système nouvellement construit, placez du maïs ou du carton aigre dans un pot (confère la présentation pour les photos). Les femelles pondent leurs œufs dans le carton ou sur les grains de maïs.
- Les LMSN font tout pour éviter la lumière. Gardez le bassin d'alimentation à l'ombre, à l'abri de la lumière directe du soleil. Vous pouvez mettre un tissu d'ombrage, un sac de nourriture ou un sac de jute sur la matière première pour la garder ombragée.
- Une mauvaise odeur est le signe d'un bac mal entretenu.
- Lorsque les larves se préparent à la nymphose, elles rampent loin de la zone d'alimentation. Sur la figure 12C, les extrémités angulaires du bac sont conçues pour canaliser les larves lorsqu'elles se préparent à la nymphose, afin qu'elles puissent être

collectées et données en nourriture aux animaux. Si les larves ne s'échappent pas en rampant, il se peut que le lit d'alimentation soit trop sec et / ou il se peut qu'il n'y ait pas suffisamment de nourriture. C'est aussi un mauvais signe si les larves rampent prématurément.

- Pour empêcher les fourmis de pénétrer dans le système, placez les pieds de la mangeoire dans des récipients remplis d'un mélange d'eau et de savon liquide.

Donner le biochar en nourriture au bétail (Noah Elhardt)

Noah Elhardt vit au Sénégal où il travaille avec le *Project Beer-Sheba*, une ferme de formation avec une exploitation commerciale de bétail. Lors d'une session dans la soirée au cours de la conférence de novembre en Floride, il a fait référence à une utilisation unique du biochar que nous lui avons demandé de développer pour EDN (Notes de Développement de ECHO, NDT).

Le charbon de bois et le biochar sont deux termes décrivant les charbons carbonisés dérivés du bois ou d'autres matières organiques telles que la fibre de coco, le bambou, les os ou les balles de riz. Le biochar a récemment attiré l'attention en tant qu'additif pour le sol qui peut augmenter la fertilité du sol et la teneur en matière organique. Cependant, le travail mis en jeu dans la production, la dissémination et l'incorporation du biochar peut décourager de nombreux agriculteurs à l'utiliser. Sur le site du projet Beer-Sheba, nous avons récemment découvert une utilisation

innovante du biochar qui présente des avantages en cascade dans plusieurs zones de notre ferme.

Historiquement, le charbon de bois a été utilisé dans le traitement médical des humains et des animaux. Plus récemment, certains éleveurs ont commencé à utiliser le biochar comme complément alimentaire régulier pour améliorer la santé du bétail et la prise alimentaire. Une revue de littérature récente (Schmidt *et al.*, 2019) a résumé les résultats de 112 articles scientifiques liés à l'utilisation du biochar comme complément alimentaire pour les bovins, les chèvres, les porcs, la volaille ou les poissons. Dans la plupart de ces études, le biochar a eu un effet positif: il a amélioré la digestion animale, réduit les toxines, augmenté l'efficacité alimentaire, amélioré la qualité de la viande, réduit les odeurs de fumier et / ou réduit les coûts vétérinaires. Ces avantages à eux seuls pourraient rendre l'utilisation du biochar attrayant et rentable dans de nombreux contextes. (Il est rare que le biochar se lie aux caroténoïdes ou à la vitamine E, ce qui les rend moins disponibles pour le bétail; cela pourrait limiter son utilisation à long terme dans certains cas.) Le biochar peut être ajouté à la plupart des rations alimentaires. En règle générale, les agriculteurs ajoutent du biochar à un pourcentage variant de 0,5% à 2% du poids total de la matière sèche.

Lorsque le biochar traverse le tube digestif d'un animal, il se lie aux éléments nutritifs utiles à la croissance des plantes. Ceci est bénéfique pour deux raisons principales. Premièrement, le biochar est déjà pré-chargé en éléments nutritifs lorsque l'animal l'excrète dans le fumier. Deuxièmement, certains de ces éléments nutritifs contenus dans le fumier sont généralement perdus dans l'atmosphère (par volatilisation) ou par lessivage; la présence du biochar aide à maintenir ces éléments nutritifs en place. Que le fumier soit composté ou appliqué directement sur un champ, sa valeur est améliorée par le biochar qu'il contient.

Au Sénégal, nous faisons paître intensivement notre bétail directement dans les pâturages. Pendant notre saison des pluies, les bousiers sont actifs. Ils incorporent le fumier dans des tunnels en dessous ou à proximité des galettes de vache, où leurs petits le décomposent davantage. Une étude réalisée en Australie a révélé que lorsque le biochar était administré aux bovins, les bousiers l'incorporaient jusqu'à 40 cm sous la

surface de leurs pâturages (Joseph *et al.*, 2015).

Selon les recherches en cours, les avantages du biochar pour la production végétale peuvent varier considérablement selon le type de sol, le climat et la biomasse utilisée pour fabriquer le biochar (Kalus *et al.*, 2019). Cependant, lorsque le biochar est utilisé comme complément alimentaire, l'amélioration de la santé des sols n'est qu'un des nombreux avantages en cascade dans toute la ferme. Mis à part la production de biochar, la plupart des travaux de chargement, de distribution et d'intégration

du biochar sont effectués par des animaux ou par le biais des utilisations existantes du fumier.

Références et lectures complémentaires

Joseph, S., D. Pow, K. Dawson, D. Mitchell, A. Rawal, J. Hook, S. Taherymoosavi, L. Van Zwieten, J. Rust, S. Donne, P. Munroe, B. Pace, E. Graber, T. Thomas, S. Nielsen, J. Ye, Y. Lin, G. Pan, L.I. Lian-Quing, and Z. Solaiman. 2015. Feeding biochar to cows: An innovative solution for improving soil fertility and farm productivity [Nourrir les vaches au biochar: une solution innovante pour améliorer la fertilité des sols et la productivité

agricole]. *Pedosphere* 25:666–679.

Kalus, K., J.A. Koziel, and S. Opaliński, 2019. A review of biochar properties and their utilization in crop agriculture and livestock production [Un examen des propriétés du biochar et de leur utilisation dans l'agriculture et l'élevage]. *Applied Sciences* 9:3494.

Schmidt H., N. Hagemann, K. Draper, and C. Kammann. 2019. The use of biochar in animal feeding [L'utilisation du biochar dans l'alimentation animale]. *PeerJ* 7:e7373 <https://doi.org/10.7717/peerj.7373>.

ÉCHOS DE NOTRE RÉSEAU

Après avoir lu la revue du Guide de l'agriculture syntropique dans *EDN* n°145, Roger Gietzen a eu d'autres réflexions à partager sur le sujet de l'agriculture syntropique.

Il a commencé par parler davantage de ce qu'il espère réaliser avec son modèle en Haïti. Il a déclaré ceci: «Un avantage important du modèle que j'utilise en Haïti, c'est qu'il produira une abondance de petits morceaux de bois qui peuvent être utilisés pour fabriquer du charbon de bois ou pour la construction. Et comme il provient d'arbres pouvant être taillés, il produira chaque année sans tuer les arbres. J'ai eu cette idée grâce à la Fondation Inga et j'ai intégré leur méthode de culture en allée dans le modèle, [ce qui permet d'avoir] plus de variétés d'arbres. Je pense que ce sera l'un des aspects les plus populaires du modèle en Haïti et dans d'autres pays en développement des régions tropicales où le bois est grandement nécessaire. C'est mon principal argument de vente auprès des agriculteurs.»

Gietzen nous a également parlé de certains documents qui développent ce qui a été présenté dans *EDN* n°145. Premièrement, il fait mention d'un livre de World Agroforestry, intitulé *Agroforestry Systems for Ecological Restoration* [Systèmes d'agroforesterie pour une restauration écologique], qui a été récemment traduit du portugais (disponible en ligne en [anglais](#) et en [portugais](#)). Il a écrit: «[Ce livre] parle des défis de l'initiation à la technique de l'agroforesterie dans les pays en développement.» Gietzen a mis en évidence un tableau dans le livre avec une partie à la page 38 (du fichier PDF) qui présente des bénéfices économiques encourageants pour des systèmes d'agroforesterie réussis.

Il a ajouté: «La lecture de [cet article](#), pourrait également vous plaire; il a été écrit par l'un des étudiants à long terme d'Ernst qui a fait des recherches.» L'article explique les expériences en cours pour faire pousser des céréales entre les lignes des arbres dans un système d'agriculture syntropique. Lorsqu'on lui a demandé de nouvelles perspectives, Gietzen a déclaré ceci: «Pour de nombreux agriculteurs, il est important de cultiver continuellement des cultures commerciales ou des cultures maraîchères. Les gens que j'ai consultés pour la première fois sur les systèmes syntropiques [m'ont dit] qu'ils devaient évoluer vers des systèmes forestiers pour vraiment entrer dans cette phase abondante et autosuffisante. Cela signifie que le champ finit par devenir ombragé et ne convient pas à la culture de nombreuses plantes annuelles ou maraîchères. Vous obtenez seulement environ quatre ans de bonne exposition au soleil dans la forêt vivrière, puis elle est ombragée. Cela me dérange depuis le début, car je sais que les annuelles sont les cultures que les agriculteurs préfèrent produire en Haïti. J'ai vraiment souhaité pouvoir trouver une sorte de compromis où je peux utiliser des arbres pour la régénération du sol, mais les tailler tous pour que le champ reste ensoleillé. De cette façon, les agriculteurs peuvent cultiver le maïs, le haricot, le blé, le riz ou autre chose. Je sais que c'est possible, parce que je connais le système de culture en allée. En fait, j'ai démarré quelques systèmes inga cette année en Haïti.» Le modèle d'agriculture syntropique offre un avantage au système de culture en allée inga en ce sens qu'il incorpore de nombreux types d'arbres plutôt qu'un seul.

L'agriculture syntropique est souvent annoncée comme ne nécessitant aucun

apport extérieur. L'article mentionné ci-dessus (et référencé ci-dessous) fait cas de certains intrants. Gietzen a ajouté ceci: «J'ai remarqué qu'ils utilisent parfois du fumier ou de la poussière de roche ou d'autres intrants. Ainsi, selon l'état du sol, il peut être judicieux de modifier le sol, vous n'avez donc pas à attendre des années pour que la fertilité s'améliore. Je pourrais mettre l'accent sur cela lorsque je réviserai mon manuel. C'est formidable de pouvoir développer un système sans intrants, mais chaque cas est différent et les agriculteurs ne devraient pas s'en priver lorsqu'ils ont la possibilité d'utiliser des engrais organiques pour donner un coup de pouce au système.»

Gietzen a également répondu aux questions de notre réseau sur l'agriculture syntropique. Cette conversation sur le forum peut être consultée [ici](#).

Références

Miccolis, A., F.M. Peneireiro, H.R. Marques, D.L.M. Vieira, M.F. Arcoverde, M.R. Hoffmann, T. Rehder, A.V.B. Pereira. 2016. *Agroforestry Systems for Ecological Restoration: How to reconcile conservation and production. Options for Brazil's Cerrado and Caatinga biomes* [Systèmes d'agroforesterie pour une restauration écologique: comment concilier la conservation et la production. Options pour les biomes brésiliens de Cerrado et Caatinga]. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/World Agroforestry Centre – ICRAF.

Rebello, J.F.d.S. and D.G. Sakamoto. 2019. *Large-scale syntropic farming: results and challenges* [L'agriculture syntropique à grande échelle: résultats et défis]. CEPEAS (Center for Research in Syntropic Farming Centre de Recherche en Agriculture Syntropique).

LIVRES, SITES WEB ET AUTRES RESSOURCES

Latrines au vétiver

Beaucoup de nos lecteurs n'ont pas accès à de bons choix d'assainissement. Une technique à envisager est la latrine à fosse ou à «longue chute»; il existe de nombreux modèles lorsqu'il s'agit de les construire. Dr Roger Gietzen a présenté une option utilisant des matériaux à faible coût qui comporte des capacités de compostage dans sa brochure « Vétiver Latrine Guide [Manuel des latrines au vétiver] ».

Le modèle de cette latrine au vétiver présente plusieurs avantages. D'une part, les matériaux sont moins chers que ceux utilisés pour construire des latrines plus classiques. D'autre part, le vétiver, qui fournit l'écran de protection d'intimité, peut également être coupé pour d'autres usages; entre-temps, les racines du vétiver

contribuent à renforcer les parois de la fosse.

La brochure de Gietzen est un guide très détaillé et amplement illustré pour la construction de latrines au vétiver. Le processus comprend le choix de l'emplacement du site, le creusement d'une fosse, la construction de la dalle de béton et des poutres de support, et la mise en place du vétiver. La brochure comprend également des plans pour incorporer un cercle de bananiers et de papayers autour des latrines.

Une latrine au vétiver est un bon choix pour l'assainissement, tant que les lois locales le permettent; l'herbe de vétiver est disponible et le modèle pourrait être localement accepté. La brochure est disponible sur <http://edn.link/vglatrin> en plusieurs langues.

Gid Latrin Vétivè



ÉVÈNEMENTS À VENIR

Événements de ECHO en Floride:

Lieu: ECHO Global Farm, USA

Initiation au développement de l'agriculture tropicale

Du 1er au 5 juin 2020

Gestion du bétail à petite échelle

Du 27 au 31 juillet 2020

Initiation au développement de l'agriculture tropicale

Du 14 au 18 septembre 2020

Événements de ECHO en Asie :

Cours sur la conservation et la banque de semences

Du 30 mars au 1er avril 2020

Ferme de ECHO en Asie, en Thaïlande

Le présent numéro est protégé par le droit d'auteur 2020. Une sélection du contenu des numéros 1 à 100 d'EDN est présentée dans le livre *Options Agricoles pour les Agriculteurs de Petite Echelle*, lequel est en vente dans notre librairie (<https://www.echobooks.net/> pour 19,95 \$ plus frais de poste. Les numéros individuels d'EDN peuvent être téléchargés de notre site Web (<https://www.echocommunity.org/>) en format pdf en anglais (numéros 51 à 146), français (91 à 146) et espagnol (47 à 146). La série des 51 premiers numéros d'EDN (de 1 à 51 en anglais) a été compilée dans le livre *Amaranth to Zai Holes*, lequel est également disponible dans notre site Web. ECHO est une organisation chrétienne à but non lucratif.

NOTE: ECHO cherche sans cesse à améliorer l'efficacité de son travail. Avez-vous des idées qui pourraient être utiles à d'autres? Avez-vous mis en pratique une idée que vous avez trouvée dans EDN? Qu'est-ce qui a fonctionné ou n'a pas fonctionné? Veuillez nous faire part de vos résultats!