



No. 5 **Conservation des semences dans les régions tropicales**



Semences en conservation. Photo par le Personnel de ECHO en Asie.

INTRODUCTION

Une grande partie du contenu ci-dessous est tirée des publications précédentes de ECHO disponibles en ligne sur www.ECHOcommunity.org. Les références à celles-ci sont abrégées comme NA (Notes d'Asie), EDN (Notes de développement de ECHO) et TN (Notes techniques). Dans la mesure du possible, des liens vers des sites web sont jusqu'à présent (2016) fournis pour les références citées.

Pourquoi la conservation des semences est-elle nécessaire

La production annuelle de céréales, de légumineuses et de légumes dépend d'un approvisionnement fiable de semences de qualité. Cela est évident pour l'agriculteur produisant une culture pour nourrir sa famille, ainsi que pour l'agent agricole évaluant et cultivant des semences d'une nouvelle espèce de culture ou une variété qui pourrait améliorer des vies. Dans les deux cas, les

semences doivent être conservées dans l'intervalle entre la récolte d'une culture et la plantation d'une autre.

En mettant l'accent sur les besoins des agents de développement agricole, il pourrait y avoir plusieurs raisons de devoir en apprendre davantage sur la conservation des semences. Peut-être que des semences ou des cultures prometteuses sont envoyées dans une zone de projet, mais ne peuvent pas être cultivées immédiatement. Des semences provenant de précieuses variétés locales peuvent avoir besoin d'être conservées pour de futurs essais d'observation ou d'être cultivées en anticipation d'un événement communautaire d'échange de semences. Des techniques appropriées de conservation de semences peuvent être cruciales pour maintenir non seulement la viabilité des graines, mais aussi la crédibilité des agents de changement agricole et le succès ultime d'une introduction de plantes.

Les défis de la conservation des semences dans les régions tropicales

Les graines se détériorent rapidement sous la haute chaleur et l'humidité. Des variations saisonnières existent tant dans les zones arides que les régions tropicales humides; Cependant, les régions tropicales humides sont spécialement susceptibles d'avoir des extrêmes à la fois en termes de chaleur et d'humidité.

Dans le même temps, les ressources pour créer des conditions idéales de conservation sont limitées dans de nombreuses régions des tropiques. L'électricité pour le séchage des graines, le refroidissement par air et les chambres de conservation par déshumidification peuvent être inexistantes ou erratiques. Ce document décrit les étapes pratiques et les techniques qui peuvent être utilisées pour conserver des semences dans de telles conditions.

Sommaire

par le personnel d'ECHO

Publié en 2016

Introduction (p.1)

Principes (p.2)

Pratiques (p.3)

Références et Ressources (p.9)

PRINCIPLES

Structure de la graine

Une graine contient un embryon végétal vivant alimenté avec des réserves alimentaires composées de graisses et d'huiles, d'amidon, et/ou de la protéine (Figure 1). Selon la culture, ces réserves alimentaires sont concentrées dans les structures du cotylédon (comme dans les légumineuses/haricots) ou de l'albumen (comme dans les graminées telles que le maïs).

Autour des réserves alimentaires et de l'embryon végétal, il y a un tégument. Cette structure est essentielle à la longévité des semences, car elle joue un rôle dans l'échange de gaz, affecte la vitesse à laquelle les graines absorbent l'humidité et protège l'embryon et les réserves alimentaires des insectes et des agents pathogènes. Lors de la collecte et de la conservation des semences, il est important d'éviter d'endommager l'enveloppe de la graine et l'embryon à l'intérieur.

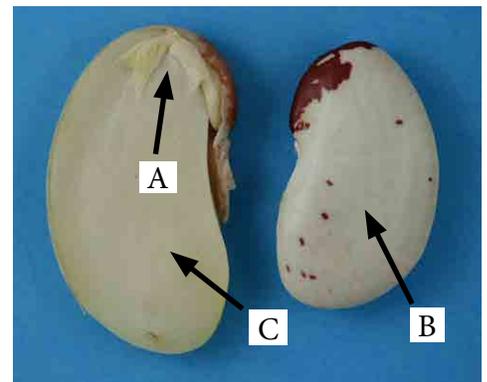


Figure 1. Embryon de graine (A), la pelure/du testa (B), et des réserves alimentaires/cotylédons (C) comme le montre ce haricot lima de sept ans (*Phaseolus lunatus*).
Source: Tim Motis

Durée de conservation de semences

La durée à laquelle les semences doivent être conservées dépend de facteurs tels que le moment où elles peuvent être mises en terre ou le temps qu'il faut pour acquérir de nouvelles semences une fois que les quantités existantes sont épuisées. En règle générale, la durée de conservation des semences se divise en trois catégories (FAO 1985) comme suit:

- 1) Jusqu'à un an. Ceci est approprié lorsque les stocks de semences sont renouvelés par des cycles réguliers de semis et de récolte.
- 2) Un à cinq ans ou plus. La conservation à long terme est nécessaire lorsque des graines collectées, pour diverses raisons, ne peuvent pas être cultivées au cours de la saison de croissance suivante. Comme la viabilité des graines varie selon les espèces de cultures, même dans des conditions idéales, toutes les graines ne restent pas viables pendant plus d'un an.
- 3) Plus de 10 ans. Ce type de conservation de semences est utilisé pour la conservation à long terme de ressources génétiques, dans lequel les graines sont conservées sous très faible humidité et à des températures inférieures au point de congélation. Les équipements et installations dans ce cas sont coûteux et au-delà de la portée de ce document.

En fin de compte, la meilleure façon de préserver des semences et de conserver la biodiversité consiste pour les gens à les semer et à les récolter régulièrement. Dans la plupart des projets agricoles, des semences sont continuellement distribuées/vendues et semées. Un Centre de ressources des petites exploitations agricoles peut vouloir fournir aux agriculteurs des quantités d'échantillons de semences viables sur une période de plusieurs années. A la Banque de semences de ECHO, les semences sont généralement conservées pendant un à cinq ans, étant donné que les semences sont constamment distribuées à des utilisateurs finaux. Par conséquent, le document ci-dessous se rapporte à des procédés pour la conservation de semences jusqu'à 10 ans.

Les facteurs qui influencent la durée de conservation des semences

La tolérance à la faible teneur en eau

Les graines sont appelées « orthodoxes » ou « récalcitrantes » en fonction de leur tolérance à la dessiccation. Les graines orthodoxes sont celles qui peuvent être séchées en toute sécurité à une faible teneur en eau (au moins 5%) et sont les mieux conservées dans des conditions d'humidité et de température faibles. Les grains de céréales et de la plupart des légumes entrent dans cette catégorie. La plupart des pratiques abordées dans le présent document se rapportent à des graines orthodoxes.

Les graines récalcitrantes sont celles qui vont mourir si elles sont séchées et / ou conservées, quelle que soit la durée de conservation. Elles comprennent la plupart des cultures fruitières comme la mangue (*Mangifera indica*), l'avocat (*Persea americana*), et le jacquier (*Artocarpus heterophyllus*).

Les graines de certaines plantes sont intermédiaires dans leur comportement lors de la conservation de leurs semences. Cela signifie qu'elles peuvent être conservées plus longtemps que la plupart des graines récalcitrantes, mais pas aussi longtemps que de véritables graines orthodoxes. Les graines du neem (*Azadirachta indica*) peuvent être conservées jusqu'à environ un mois, après quoi le pourcentage de germination diminue rapidement. Les graines du carambole (*Averrhoa caramboles*) et de la papaye (*Carica papaya*) peuvent être conservées avec succès dans des conditions sèches, mais pas de gel.

La génétique

Certaines cultures ont par nature une longévité supérieure à celle des autres. Les semences de l'oignon (*Allium cepa*), par exemple, sont naturellement de courte durée de vie. Les espérances de vie pour divers légumes sont répertoriées dans un document écrit par [Lindgren et Browning](#) (2011).

Caractéristiques des téguments

Des téguments durs et épais protègent l'embryon, et aident à exclure l'humidité et l'oxygène. C'est le cas de nombreuses graines dans la famille des légumineuses. En revanche, les graines enrobées de téguments minces sont sujettes à l'absorption rapide de l'humidité et à des lésions tissulaires.

Teneur en huile

Bien qu'il existe des exceptions, les graines riches en amidon durent plus longtemps en conservation que les graines d'oléagineuses telles que l'arachide (*Arachis hypogaea*). Les raisons de ce fait sont liées aux dégâts causés aux membranes cellulaires à mesure que les lipides se dégradent.

Conditions appropriées

L'embryon à l'intérieur d'une graine est vivant et respire, en utilisant l'oxygène et en libérant du dioxyde de carbone lorsque les réserves alimentaires sont converties en énergie. Lors de la conservation des semences, le but est de ralentir considérablement le taux de respiration. Cela garantit que l'embryon végétal reste en vie sur une période de temps plus longue et que, lorsque les semences sont retirées de la conservation et semées, il y a encore beaucoup de réserves alimentaires pour soutenir la croissance rapide des plantules.

Les facteurs qui affectent la respiration et le métabolisme global des semences comprennent les niveaux d'oxygène, la température de l'air, et la teneur des semences en humidité. La haute chaleur et l'humidité, en particulier réduisent la longévité des graines en accélérant la respiration et en causant potentiellement la pourriture des graines. Les graines sont mieux conservées dans des conditions fraîches et sèches à faible teneur en oxygène ([EDN 86](#)). La faible teneur en oxygène a également été liée à la réduction des radicaux libres (molécules instables), ce qui endommage les tissus de graines en vie.

PRATIQUES

Avant de placer les graines en conservation à long terme

Pratique: Eliminer les ravageurs et les maladies avant la récolte des graines

Les bruches du niébé (*Callosobruchus* spp.), les bruches du haricot (*Acanthoscelides obtectus*), les grands perceurs de céréales (*Prostephanus truncatus*), les petits perceurs de céréales (*Rhioerpertha nica nante*) et les charançons des céréales (*Sitophilus* spp.) sont tous des exemples d'insectes nuisibles qui affectent négativement des graines conservées quand des larves se nourrissent des noyaux internes. Les maladies qui affectent et sont propagées par des graines comprennent l'antracnose (*Colletotrichum* spp.), la tache des feuilles et de la gousse (*Ascochyta de phaseolorum*), la fusariose (*Fusarium oxysporum*), le virus de la mosaïque, et la brûlure bactérienne (*Xanthomonas* spp.). Le service d'information en ligne portant sur la lutte non chimique contre les



Figure 2. Chenille perçant un trou dans la gousse d'une légumineuse.
Source: Personnel de ECHO

ravageurs dans les régions (OISAT) a des photos et des informations sur un certain nombre de ravageurs et de maladies.

Les mesures de lutte antiparasitaire devraient commencer pendant le grossissement de la graine dans le champ (Figure 2), afin de minimiser le nombre de ravageurs et de maladies dans les semences dans les zones de grossissement et les graines récoltées. Un site Web appelé [Infonet-biovision](#) contient une mine d'informations sur la lutte contre les ravageurs et pathogènes dans le champ et dans les semences conservées. Les options de lutte antiparasitaires les plus connues par ECHO comprennent:

- Les principes de la lutte antiparasitaire intégrée (LPI) pour la détection précoce des ravageurs et une réponse appropriée.
- Le principe "push-pull", qui utilise des répulsifs et des cultures-pièges pour réduire les insectes nuisibles dans le champ ([ICIPE](#)).
- La planification des semis ou des activités de repiquage de telle sorte que la floraison se produit au cours d'un temps sec de l'année. Ceci réduit l'exposition des graines mûres à la pression de l'humidité et de la maladie.
- L'élimination des plantes malades ou rabougries des champs avant qu'elles ne portent des graines.
- L'élimination des mauvaises herbes qui hébergent des organismes nuisibles particuliers.
- La récolter des graines le plus tôt possible quand elles arrivent à maturité. La récolte en temps opportun minimise l'exposition des graines aux parasites dans le champ.
- L'utilisation responsable des insecticides, en reconnaissant les questions de sécurité et l'importance de préserver les insectes bénéfiques. Les savons insecticides ou les pulvérisations botaniques (par exemple, le neem ou le tephrosia [*Tephrosia vogelii*]) ont été utilisées avec un succès variable.

Pratique: Nettoyer les graines récoltées

Les techniques pour le nettoyage des graines dépendent de la culture. Les graines de fruits charnus sont humides lorsqu'elles sont retirées du fruit. D'autres graines sont sèches à maturité, y compris de nombreuses légumineuses à grains telles que le niébé (*Vigna unguiculata*) et le lablab (*Lablab purpureus*)

Nettoyage de graines humides

Pour les fruits charnus, couper le fruit mûr pour l'ouvrir et rincer les graines avec de l'eau ou légèrement frotter contre une grille pour enlever la pulpe. La fermentation réussit bien pour les fruits dont la pulpe n'est pas facile à retirer de la graine (par exemple les tomates). Cela implique la compression des graines—avec la pulpe—dans un récipient placé dans un endroit chaud (24-29 °C; 75-85 °C) (Figure 3). Une moisissure blanche se développe qui décompose alors le gel entourant les graines. Après un à quatre jours, lorsque la moisissure a couvert la pulpe en grande partie, verser le contenu du récipient dans un tamis ou sur une grille et rincer à l'eau. Les graines nettoyées peuvent être placées sur



Figure 3. La fermentation des graines de tomates.
Source: le personnel d'ECHO

une serviette en tissu ou en papier pour sécher. La fermentation réduit le risque de transmission par des graines de maladies de plantes (Hopkins 1996; Lovic et Hopkins, 2003) et fonctionne bien pour le nettoyage des graines de tomate (*Lycopersicon esculentum*), du concombre (*Cucumis sativus*) et du fruit de la passion (*Passiflora edulis*). D'autres graines (par exemple de la papaye) avec la pulpe rattachée peuvent être évidées, mélangées avec du sable, frottées avec le sable, et rincées à l'eau dans une grille à mailles fines. Le sable récupère la pulpe des graines et est emporté avec l'eau, laissant les graines dans la grille.

Nettoyage des graines sèches

Après la récolte des graines sèches, s'assurer d'enlever la saleté, les débris végétaux, et les graines de mauvaises herbes. Les grains de céréales ou les récoltes de haricots sont battus ou décortiqués pour séparer les amandes de graines des porte-graines, des épis ou des cosses. Le vannage (en utilisant le vent ou un ventilateur) ou le criblage sépare les graines des débris indésirables. Que ces activités soient effectuées à la main ou à la machine, il faut veiller

à ne pas endommager le tégument de protection. Dans la mise en application des pratiques de nettoyage mentionnées ci-dessus, de nombreux insectes sont également éliminés.

Pratique: Sécher les gaines avant la conservation

Les graines ayant un taux d'humidité élevé ne restent pas viables pendant de longues périodes de temps et peuvent même germer prématurément ou pourrir pendant la conservation. Par conséquent, les graines ayant une teneur en humidité élevée (par exemple, plus de 10%) doivent être séchées avant d'être placées en conservation. Cela pourrait être le cas de graines récemment récoltées qui sont mures, mais encore humide en raison des conditions humides dans le champ.

L'option la plus simple consiste à sécher les graines naturellement à l'air libre. Cela réussit mieux pour des graines qui sont déjà presque sèches. Les graines séchées en plein air ont besoin de protection contre les animaux et la pluie. Si la pluie ou l'humidité est un problème, et qu'il y a de l'électricité, les graines peuvent également être séchées artificiellement sur des étagères dans une armoire ou une chambre à température contrôlée (Figure 4).

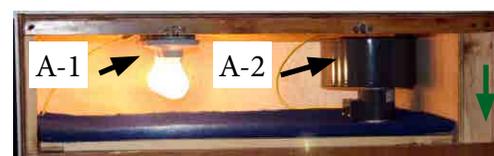
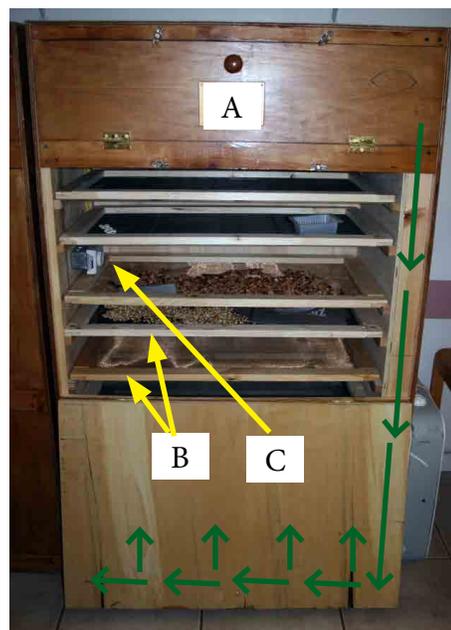


Figure 4. Armoire de séchage de semences à ECHO. La chambre supérieure (A) contient une source de chaleur (A-1; des ampoules incandescentes) et un ventilateur (A-2). L'air pénètre depuis la chambre supérieure (bouche d'aération non affichée) et est dirigé par le ventilateur, comme indiqué par les flèches vertes, dans un canal sur le côté droit de l'armoire qui débouche au bas de l'armoire pour permettre à l'air de circuler autour et à travers les étagères grillagées (B). Un thermostat en option (C) active ou désactive la source de chaleur si nécessaire pour éviter une surchauffe. L'air repart également jusqu'à la chambre supérieure quand il passe à travers un filtre à poussière (la bande bleue de mousse au fond de la chambre supérieure). Il est possible d'intégrer une vanne ou un déviateur dans la bouche d'aération pour régler la quantité d'air évacué (pour retirer l'humidité) par rapport à la quantité d'air ré-circulée (pour réchauffer l'air).
Source: Personnel de ECHO

Peu importe la façon dont les graines sont séchées, il ne faut pas les exposer à des températures élevées. La tolérance des graines à la chaleur dépend de la culture, de la teneur des semences en humidité, et du temps de séchage. Cependant, une ligne directrice générale préconise de maintenir les températures de séchage inférieures à environ 40 °C (110 °F) (Silva, 1998; FAO, 1994); les graines de céréales peuvent résister à des températures légèrement plus élevées. Si le séchage des graines se fait à l'air libre, la surchauffe peut être évitée par le séchage des graines dans un endroit ombragé. Une bonne circulation de l'air est également importante, car cela aide à éviter le développement de moisissures au cours du processus de séchage.

Les graines récoltées à ECHO sont généralement séchées dans une armoire de séchage de graines pendant trois jours à une température égale ou légèrement inférieure à 38 °C (100 °F). Nos armoires sont équipées d'une source de chaleur (peut être aussi simple que quelques ampoules à incandescence), un thermostat pour assurer que les températures ne deviennent pas fatales, un ou deux ventilateurs pour faire circuler l'air, et un endroit pour faire entrer de l'air frais tout en évacuant l'air humide hors de l'armoire.

Pratique: Conserver des semences sèches

Après que les graines récoltées ont été nettoyées et séchées, elles doivent être conservées dans un environnement sec afin de ne pas se réhydrater. Idéalement, la teneur en humidité des semences doit être maintenue entre 3% et 8%. Cela peut être difficile à atteindre dans les régions tropicales, mais donne un optimum à atteindre.

La façon la plus précise pour déterminer la teneur en humidité est de noter le poids frais d'un petit échantillon de graines, puis de les sécher à une température allant de 100 à 130 °C (utiliser une température plus basse pour les graines ayant une teneur élevée en huile) jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de perte de poids (Hanson, 1985). Le taux d'humidité est alors calculé comme suit:

$$\text{(Poids des graines fraîches - le poids des graines sèches / le poids des graines fraîches) X 100}$$

Pour éviter d'avoir à détruire (par séchage au four) un échantillon de graines, on peut plutôt vérifier des tableaux développés pour montrer ce que la teneur en humidité des semences sera sur la base du taux d'humidité relative (voir le chapitre 3 de [Procedures for Handling Seeds in Genebanks](#) (procédures de manipulation des semences dans les banques de gènes, Hanson 1985). Des tableaux pour de nombreuses autres cultures se trouvent aux pages 40-44 de [Principles and Practices of Seed Storage](#) (principes et pratiques de conservation des semences (Justice and Bass 1978). Une calculatrice de l'humidité des semences en ligne pour de nombreuses cultures est également fournie par [Kew Royal Botanic Gardens](#).

La teneur en humidité des graines est réduite et/ou maintenue basse en réduisant l'humidité dans les chambres ou les récipients de conservation de semences. A quel niveau devrait être l'humidité? La banque de semences de ECHO suit la "règle de 100," qui dit que:

Taux d'humidité relative + température de l'air en degrés Fahrenheit = 100 ou moins

(Harrington 1972; McDonald et Copeland 1997)

Par conséquent, si la température d'une installation de stockage est de 80 °F, le taux d'humidité idéal à atteindre est de 20% (80 + 20 = 100). Cependant, l'humidité est le facteur le plus important en raison de son impact sur la teneur en humidité des semences. Cela s'explique par le fait que lorsque l'humidité se rapproche de 70%, la teneur en humidité des graines augmente à environ 13% ; c'est le point où des taux plus élevés de respiration des graines et les champignons de stockage posent des problèmes importants (McCormack 2004; la justice et Basse 1978).

Comment peut-on maintenir un lot de graines dans des conditions assez sèches? Cette question est particulièrement importante pendant la saison des pluies, quand, dans de nombreuses régions des tropiques, l'humidité relative peut atteindre bien au-dessus du seuil de 65% à 70% où la moisissure peut se former. Si l'électricité est disponible et fiable, un/des déshumidificateur(s) peut être utile en gardant une chambre de stockage à sec. Cela a été fait pendant de nombreuses années à la banque de semences de ECHO en Floride pour contrôler l'humidité dans un conteneur d'expédition adapté pour être utilisé comme une installation de stockage.

Qu'en est-il quand il n'y a pas d'électricité, quand l'électricité est irrégulière, ou si elle n'est pas pratique pour déshumidifier une pièce entière? Voici quelques idées que ECHO a utilisées avec succès:

Conserver les semences avec un déshydratant dans un récipient hermétiquement fermé

Tout ce qui absorbe l'eau contribuera à réduire l'humidité dans un espace clos. La section « Lectures complémentaires » à la fin de ce document fournit des sources d'information sur les choix de déshydratants.

Le riz est mis en évidence ici parce qu'il est largement disponible. Nous avons découvert que, avec le riz comme déshydratant dans des récipients fermés hermétiquement, il est possible d'atteindre des niveaux aussi bas que 20% d'humidité. Il est essentiel de chauffer le riz, juste avant de le placer dans un récipient pour chasser l'humidité existante. Cela peut être fait dans un four (par exemple, étaler le riz sur un plateau placé dans la grille du milieu pendant une heure à environ 150 °C [300 °F]) ou même dans une casserole sur une flamme nue (voir la vidéo par Seth Morgan [2013] appelé [Parched Rice Desiccant](#) [riz desséché comme déshydratant]). Une fois que les grains de riz sont légèrement dorés ou arrêtent de perdre du poids, les placer dans le récipient destiné à la conservation des semences. Le séchage à un poids constant est le meilleur moyen d'être sûr que le riz est complètement sec.

Pour ce faire, prendre le riz hors du four toutes les 15 minutes ou plus, le peser, le remettre dans le four et répéter le processus jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de perte de poids. Laisser le récipient refroidir pendant environ 20 minutes avant d'y placer des graines. Un bon point de départ, en termes de volume de riz, est de remplir un récipient au 1/4 de sa capacité avec du riz chauffé. Afin de maintenir l'efficacité du riz, garder le récipient fermé/scellé; fermer également à nouveau tout de suite après avoir enlevé des graines. Une petite quantité de sel placé dans un petit récipient (avec des trous dans le couvercle) dans le récipient de semences peut servir à indiquer la façon dont

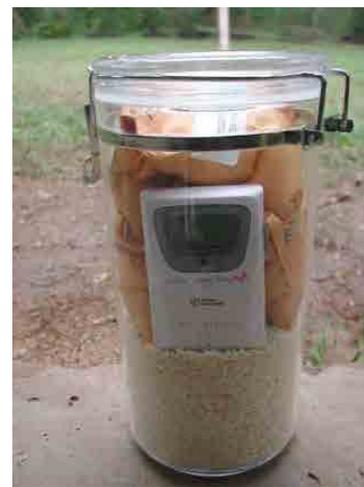


Figure 5. Riz séché dans un récipient de graines fermé avec un hygromètre sans fil (pour contrôler l'humidité). Source: Tim Motis

le riz travaille au fil du temps; si les cristaux de sel s'agglutinent, le riz n'est probablement plus en mesure d'absorber l'humidité de l'air et doit être renouvelé. Alternativement, un hygromètre sans fil peut être utilisé pour surveiller l'humidité à l'intérieur d'un contenant.

Lorsque l'humidité ambiante est élevée, et qu'il n'y a pas d'électricité pour faire fonctionner un déshumidificateur, les graines sont mieux conservées dans des récipients étanches à l'humidité avec un déshydratant. De cette manière, l'humidité environnante de la chambre/l'installation de conservation est exclue, et l'humidité présente dans le récipient fermé est absorbée par le déshydratant. Des bouteilles en plastique ou en verre sont souvent utilisées pour conserver de petites quantités de semences. Une chemise ou un sac en plastique à l'intérieur des bocaux en verre serait une bonne idée, au cas où le verre se brise. Les sacs Ziploc™ peuvent convenir, mais utiliser le plastique plus épais que celui utilisé pour les sacs à sandwich. Les sacs en plastique conviennent mieux pour des graines lisses sans bords pointues ou sans épines qui peuvent percer des trous dans le plastique. Éviter d'utiliser des récipients poreux tels que les enveloppes ou un carton de papier dans des environnements humides. Dans un climat sec en continu, des récipients et des déshydratants résistants à l'humidité ne sont peut-être pas nécessaires. Dans les régions de mousson, où l'humidité fluctue considérablement entre la saison des pluies et la saison sèche, les récipients fermés hermétiquement et les déshydratants peuvent garder les graines sèches durant toute l'année.

Utiliser l'étanchéité sous vide



Figure 6. Pompe à vélo modifiée pour une aspiration sous vide.
Source: le Personnel de ECHO en Asie

L'étanchéité sous-vide permet de garder une faible teneur en humidité des semences en réduisant l'exposition à l'humidité ambiante. Elle diminue également la présence de l'oxygène, ce qui ralentit la respiration des graines, réduisant les radicaux libres, et augmentant ainsi la longévité des semences en conservation. Elle pourrait être utilisée seule ou en association avec un déshydratant.

Les semences peuvent être mises sous vide en utilisant une technologie aussi simple qu'une pompe de pneu de bicyclette ([EDN 126](#)). Les éléments clés d'une conception utilisés avec succès par le personnel de ECHO en Asie comprennent

- 1) l'inversion du piston et des valves de la pompe à vélo,
- 2) l'utilisation d'une tige de pneu avec une valve inversée pour veiller à ce que l'air évacué ne pénètre pas dans le pot pendant le pompage, et
- 3) l'utilisation d'un bouchon en PVC avec joint pour assurer un joint étanche sans fuite sur le couvercle du pot tout en évacuant l'air de celui-ci. Des détails pour la modification d'une pompe de pneu de bicyclette pour vider un récipient de semences de son air sont disponibles par le biais d'une présentation [PowerPoint](#) disponible sur [ECHOcommunity.org](#).

A la banque de semences de ECHO en Asie, un pot de graines de lablab (*Lablab purpureus*) a été scellé sous vide en utilisant la pompe décrite ci-dessus. Un an plus tard, ces graines avaient une teneur en humidité de 10,3% et un taux de 97% de germination, ce qui entraîne une viabilité similaire (à savoir la capacité de croissance après conservation) à celle de graines soumises à vide en utilisant un scellant à vide coûteux disponible sur le marché. Par comparaison, les graines de lablab dans des sacs en papier sur le plancher d'une structure humide, avec des parois en terre se sont détériorées en raison de champignons et d'agents pathogènes.

L'étanchéité sous-vide contribue également à lutter contre les insectes dans des semences conservées ([AN 14](#); Chiu *et al.* 2003; Croft *et al.* 2013;). Des insectes ou des œufs d'insectes peuvent être présents qui n'ont pas été détectés au cours des activités de nettoyage. Ils sont tués par suite d'une réduction de l'oxygène dans le récipient (Chiappini *et al.* 2009; Shivaraja *et al.* 2013). Les semences elles-mêmes utilisent lentement l'oxygène et libèrent le dioxyde de carbone, si bien que le remplissage complet des récipients de semences contribue probablement à réduire la teneur en oxygène au-dessous du seuil minimum des 3% à 5% dont les insectes ont besoin pour survivre.

Pratique: Garder les semences au frais

Lorsque des sources d'électricité ou d'autres énergies sont disponibles, la réfrigération mécanique est le moyen le plus fiable pour garder les semences au frais. Les possibilités vont des réfrigérateurs ou climatiseurs ordinaires aux chambres froides. Les climatiseurs ordinaires ne sont pas configurés pour fonctionner à des températures bien en

deçà de 16 °C (60 °F). Ils peuvent être faits, cependant, pour fournir de la fraîcheur jusqu'à 2 °C (35 °F) à travers l'utilisation d'un CoolBot. Évalué à environ 315 USD par unité, le [CoolBot](#) est une alternative beaucoup moins cher qu'une chambre froide.

Lorsqu'il n'y a pas d'électricité, il est possible de conserver les semences dans le sous-sol, dans des structures bien isolées, ou dans la partie la plus fraîche d'un bâtiment qui ne reçoit pas la lumière du soleil. Ce sont toutes des façons d'éviter de soumettre les semences à de grandes variations entre les températures diurnes et nocturnes. Indépendamment de la façon dont un espace de conservation est refroidi, s'assurer que l'humidité autour des graines est maintenue basse. Il est bon de garder les semences dans un réfrigérateur domestique tant qu'elles sont dans un récipient hermétiquement fermé avec un peu de déshydratant pour les garder au sec. Même sans capacités de refroidissement mécaniques, les semences peuvent être conservées pendant des années en les gardant à l'abri de l'humidité et en respectant de ce fait autant que possible, la «règle de 100» mentionnée ci-dessus.

Pratique: Tester la viabilité des semences au fil du temps

Il est essentiel de tester la viabilité des semences de façon régulière. La crédibilité d'un agent ou d'un organisme de développement peut être inutilement compromise si les semences dont il fait la promotion germent mal (TN 39). Les tests de germination sont méthode la plus couramment utilisée pour mesurer la viabilité des semences; La banque de semences de ECHO effectue des tests de germination au moins une fois par an pour chaque lot de semences.

Des résultats précis pour un test de germination dépendent de l'obtention d'un échantillon de semences qui soit typique (représentatif) de l'ensemble du sac ou du contenant de semences. Plus le nombre de graines testées est grand, plus le test sera précis. Cependant, avec des tests de germination utilisant davantage de graines (par exemple 100). Un espace de travail propre est important pour réduire la contamination et de faux résultats.

Un test de germination consiste à noter le nombre de graines qui germent sur un intervalle de temps présélectionné, en fonction du temps que les graines de cette culture prennent généralement pour germer. Puis, une fois qu'il est clair qu'il n'y a pas plus de graines qui vont germer, on peut calculer le pourcentage qui a germé sur la base du nombre de graines semées à l'origine.

Voici plusieurs techniques pour tester la germination des semences:

La méthode Ragdoll

Faire tremper l'échantillon de graines dans de l'eau de Javel à 10% pendant deux minutes (vous pouvez prendre plus de temps pour les grosses graines comme le moringa, les cucurbitacées, et les haricots), les égoutter et rincer à placer le sac quelque part hors de la lumière directe du soleil, sinon le contenu va surchauffer. Au lieu d'utiliser un plateau pour conserver les rouleaux, on peut utiliser des verres; placer une extrémité d'un rouleau individuel dans un verre contenant une petite quantité d'eau. S'assurer d'étiqueter chaque verre /rouleau. Pour les petites graines, une autre méthode consiste à utiliser des boîtes de Pétri, avec des graines placées au-dessus du laboratoire humide ou du filtre à café en papier.

Chambre consacrée à la germination des semences

Les tests de germination des semences seront plus précis si on peut réduire la variance incontrôlée (par exemple, la température fluctuante, l'arrosage irrégulier, les spores fongiques, etc.). Dr. Abram Bicksler, à la banque de semences de ECHO en Asie, a modifié une armoire de cuisine en métal bon marché avec de la mousse (pour l'isolation) et des lumières (à incandescence pour la chaleur et/ou fluorescentes pour la lumière) pour créer une chambre consacrée à la germination dans laquelle des températures appropriées et une humidité relative pour les graines germées peuvent être maintenues. Sur la base de la conception de Bicksler, une armoire similaire a été construite à la banque de semences de ECHO en Floride (Figure 7). Les graines peuvent germer en utilisant soit la boîte de Pétri ou les méthodes Ragdoll, et l'armoire est assez grande pour mener des expériences à petite échelle. En



Figure 7. Armoire de germination des semences. Source: Banque de semences de ECHO en Floride

outre, l'armoire est modulaire et peut être utilisée pour le séchage de semences et de matières végétales en plus de

la germination des semences. Des minuteurs ou des thermostats peuvent être utilisés conjointement avec des sources de lumière et de chaleur pour offrir un plus grand degré de contrôle sur les conditions de germination.

Le sol

Il est également possible d'utiliser le sol, une bonne approche pour les espèces qui prennent plus de dix jours pour germer. Avec ces espèces, la moisissure peut devenir un facteur lors de l'essai dans des boîtes de Pétri ou des serviettes en papier. Un test de germination dans le sol a aussi l'avantage de fournir des informations sur la vigueur des semences; après tout, une graine peut germer, mais ne pas nécessairement avoir suffisamment de vigueur pour pousser à travers le sol et produire un plant sain. À ECHO, nous utilisons des plateaux multi-cellules en plastique avec une graine semée par cellule de plantation. Des cartons d'œufs ou d'autres contenants propres peuvent être utilisés si les plateaux multi-cellules en plastique ne sont pas disponibles.

CONCLUSION

La conservation des semences pour toute durée de temps dans les régions tropicales peut être difficile sans électricité fiable pour le refroidissement et le séchage. Cependant, les technologies et les pratiques concrètes et relativement peu coûteuses existantes peuvent être utilisées par les agents de développement, les banques de semences, ou les agriculteurs entrepreneurs. Avant de choisir les pratiques et les techniques à mettre en œuvre, il faut examiner les principes discutés dans le présent document, ainsi que les conditions et les contraintes locales. Nous vous invitons à utiliser www.ECHOcommunity.org comme un moyen de contribuer à une base de connaissances sans cesse croissante de ECHO dans le domaine de la conservation des semences.

REFERENCES ET RESSOURCES

- Chiappini, E., P. Molinari, et P. Cravedi. 2009. [Mortality of *Tribolium confusum* J. du Val \(Coleoptera: Tenebrionidae\) in controlled atmospheres at different oxygen percentages](#) (La mortalité de *Tribolium confusum* J. du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) en atmosphères contrôlées à différents taux d'oxygène). *Journal of Stored Products Research* 45:10-13.
- Chiu, K.Y., C.L. Chen, et J.M. Sung. 2003. [Partial vacuum storage improves the longevity of primed sh-2 sweet corn seeds](#) (La conservation sous vide partielle permet d'améliorer la longévité des semences amorcées du maïs sucré sh-2). *Scientia Horticulturae* 98:99-111.
- Croft, M., A. Bicksler, J. Manson, et R. Burnette. 2013. [Comparison of Appropriate Tropical Seed Storage Techniques for Germplasm Conservation in Mountainous Sub-Tropical Climates with Resource Constraints](#) (Comparaison des techniques appropriées de conservation de semences dans les régions tropicales pour la conservation de matières génétiques dans les climats montagneux des régions subtropicales avec des contraintes de ressources). *Experimental Agriculture* 49:279-294.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1985. [A Guide to Forest Seed Handling](#) (Guide de la manutention des semences forestières).
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1994. [Grain storage techniques: Evolution and trends in developing countries](#) (Techniques de conservation des céréales: Evolution et tendances dans les pays en développement).
- Hanson, J. 1985. [Procedures for Handling Seeds in Genebanks. Practical Manuals for Genebanks: No. 1](#) (Les procédures de manutention des semences dans les banques de gènes. Manuels pratiques pour les banques de gènes). Rome, Italy: International Board for Plant Genetic Resources. 115 pp.
- Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity (Conservation et la longévité des semences). In T.T. Kozlowski, (Ed) *Seed Biology*, Vol 3 pp. 145-245 Academic Press, Inc., New York.
- Hopkins, D.L. 1996. [Wet Seed Treatments for the Control of Bacterial Fruit Blotch of Watermelon](#) (Traitement des semences humides pour la lutte contre tacheture bactérienne de la pastèque). *Plant Disease* 80:529-532.
- Justice, O.L., L.N. Bass, et United States Science and Education Administration. 1978. [Principles and Practices of Seed Storage](#) (Principes et pratiques de conservation des semences). United States Department of Agriculture, Science and Education Administration. Agriculture Handbook No. 506.

- Lindgren, D.T. et S.J. Browning. 2011. [Vegetable Garden Seed Storage and Germination Requirements](#) (Conservation et exigences de germination des semences de légumes de jardinage). University of Nebraska-Lincoln Extension.
- Lovic, R.B. et D.L. Hopkins. 2003. [Production Steps to Reduce Seed Contamination by Pathogens of Cucurbits](#) (Étapes de production pour réduire la contamination des semences par des agents pathogènes de cucurbitacées). *HortTechnology* 13:50-54.
- McDonald, M.B. et L.O. Copeland. 1997. "Drying and Storage," in Chapter 7 of [Seed Production Principles and Practices](#) («Séchage et Conservation », dans le chapitre 7 de Principes et Pratiques de Production de Semences). Springer Science+Business Media Dodrecht.
- McCormack, J.H. 2004. [Seed Processing and Storage: Principles and practices of seed harvesting, processing, and storage: an organic seed production manual for seed growers in the Mid-Atlantic and Southern U.S.](#) Traitement et conservation des semences: Principes et pratiques de récolte, de traitement, et de conservation des semences: un manuel de production de semences biologiques pour les producteurs de semences dans les régions centrales du littoral de l'Atlantique et du Sud des USA). Carolina Farm Stewardship Association.
- Online Information Service for Non-Chemical Pest Management in the Tropics [Le service d'information en ligne portant sur la lutte non chimique contre les ravageurs dans les régions tropicales ([OISAT](#))].
- Shivaraja, D.B., J. Mekali, A. Naganagoud, A.G. Sreenivas, et M. Kapasi. [Studies on the effect of O₂ and CO₂ gases at different concentrations on the development of pulse beetle *Callasobruchus analis* \(Fabricius\) \(Coleoptera: Bruchidae in chickpea](#) (Etudes sur l'effet des gaz O₂ et CO₂ à différentes concentrations sur le développement du dendroctone de la gousse *Callasobruchus analis* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae dans le pois chiche). *Journal of Biopesticides* 6:63-67.
- Silva, W.R. 1998. [Seed Performance after Exposure to High Temperatures](#) (Rendement de semences après exposition à des températures élevées). *Scientia Agricola* 55:102-9.

DOCUMENTS DE ECHO

Informations générales

[Introduction de nouvelles semences à l'étranger \(TN 39\)](#)

[Allonger la vie de vos semences \(EDN 86\)](#)

[Techniques et étapes dans la conservation des semences \(TN 63\)](#)

Informations sur l'étanchéité sous vide (Recherche menée par ECHO en Asie)

L'étanchéité sous-vide par opposition à la réfrigération: Quelle est la manière la plus efficace de conserver des semences? ([AN 14](#))

La scelleuse sous vide avec pompe à vélo pour la conservation des semences ([EDN 126](#))

[Scelleuse sous vide avec pompe à vélo](#) (avec des photos et des instructions pour le montage)

POUR EN SAVOIR PLUS

Ressources sur les protocoles des banques de semences

Une page web par [Crop Genebank Knowledge Base](#) Base de connaissances des banques de gènes de cultures contient des liens vers une série de guides, manuels et bulletins techniques sur les principes et pratiques pour la conservation des semences.

Outils de Prédiction de l'humidité et de la viabilité des semences par [Kew Royal Botanic Gardens](#).

Aperçus sur l'entreposage des céréales

Publication de Agromisa ([Agrodok 31](#))

Quentin, M.E., J.L. Spencer, et J.R. Miller. 1991. [Bean tumbling as a control measure for the common bean weevil, *Acanthoscelides obtectus*](#) (Fouillage au tonneau du haricot comme moyen de lutte contre le charançon du haricot commun) *Entomologia Experimentalis et Applicata* 60:105-109.

Informations sur le séchage des semences avec desséchants

Silica Gel: Yoshinaga, A. 2010. [Guidelines for Successful Seed Storage](#) (Lignes directrices pour réussir la conservation des semences). Centre de Recherche et de Formation sur la conservation.

Gel de silice desséchant (avec les coordonnées de [Rhino Research Group](#), un distributeur en Thaïlande): [Simple and Effective Drying and Storage of Seeds and Horticultural Products for Developing World Farmers](#) (Méthodes simples et efficaces de Séchage et de Conservation des semences et des produits horticoles pour les agriculteurs des pays en développement). HortCRSP/USAID.

Morgan, S. 2013. [Parched Rice Desiccant](#) (Riz desséché comme déshydratant). Une vidéo de ECHO sur le chauffage du riz brun sur une flamme nue.