

GUIDE PRATIQUE

**pour le séchage et le stockage
de semences potagères biologiques**

**dans des structures artisanales ou
fermières**



Co-funded by
the European Union

Funded by the European Union, the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI contract number 22.0412) and UK Research and Innovation (UKRI). Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or REA, nor SERI or UKRI.



UK Research
and Innovation





AUTEUR·RICES

Steven Groot (WUR, NL), Matthias Gudinchet (PSR, CH), Stephanie Klaedtke (ITAB, FR)

EDITEUR·RICES

Matthias Gudinchet (PSR, CH), Stephanie Klaedtke (ITAB, FR), Gabriele Maneo (ECLLD, BE)

RELECTURE:

Frank Adams (SEED, LU), Klaus Brugger (Arche Noah, AU), Steven Groot (WUR, NL), Loes Mertens (RMRM, BE), Matteo Petitti (RSR, IT), Lionel „Wallace“ Vellas (Semences de Pays, CH)

COORDINATION (Projet & *Workpackage*):

Gyöngyi Györéné Kis (ÖMKi, HU), Mariano Iossa (FiBL, BE), Jan Kodde (WUR, NL), Monika Messmer (FiBL, CH)

POUR CITER CE DOCUMENT:

Klaedtke S, Gudinchet M, Groot S. Guide pratique pour le séchage et le stockage de semences potagères biologiques dans des structures artisanales ou fermières, projet Liveseeding, 2023, 40 p (version : novembre 2023)





Le contenu peut être distribué mais ne peut pas être modifié. Veuillez mentionner les auteurs. Pas d'utilisation commerciale sans l'autorisation des auteurs.

**Booklet
design**

IPS Konzalting Ltd.

Contact

stephanie.klaedtke@itab.asso.fr

Les rédacteurs remercient Steven Groot, qui a inspiré la rédaction de ce guide et nous a transmis comment ne pas « gaspiller nos efforts ».



1. Résumé du projet

LiveSeeding est une Action d'Innovation de 4 ans, travaillant sur les semences biologiques et la sélection végétale pour renforcer les systèmes alimentaires durables et diversifiés en Europe, qui a débuté en octobre 2022. LiveSeeding s'appuie sur des données scientifiques et propose de meilleures pratiques pour aider à atteindre 100 % de semences biologiques. Le projet dispose d'un budget de 6,6 millions d'euros, financé par l'Union européenne, le Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation en Suisse (SEFRI) et *UK Research and Innovation* (UKRI). Pour atteindre un objectif aussi ambitieux, LiveSeeding rassemble 37 organisations issues d'un large éventail de secteurs et opérant dans 16 pays européens.

LiveSeeding contribue à la transition vers des systèmes alimentaires respectueux de l'environnement, climatiquement neutres, sains et équitables grâce à une stratégie PUSH-PULL-ENABLE (pousser – tirer – activer) visant à

- Améliorer la disponibilité et l'adéquation des semences biologiques de cultivars adaptés à l'agriculture biologique (**PUSH**),
- Augmenter et stabiliser la demande du marché pour les semences biologiques de cultivars adaptés à l'agriculture biologique (**PULL**),
- Favoriser un environnement politique et réglementaire propice où la demande et l'offre peuvent négocier de manière harmonieuse et productive sans contraintes inutiles dues à des restrictions juridiques et/ou à une fragmentation réglementaire (**ENABLE**).

LiveSeeding adopte une **approche holistique multi-acteurs** et **participative** impliquant diverses parties prenantes tout au long de la chaîne de valeur :

- **17 Living Labs** (LL ; laboratoires vivants) **locaux**, où l'innovation sera co-générée en impliquant l'ensemble de la



chaîne de valeur, des sélectionneurs aux consommateurs et aux citoyens ;

- **3 réseaux établis** de sélectionneurs biologiques (ECO-PB), de réseaux de gestion dynamique de semences (ECLLD) et du Pacte de Milan pour une politique alimentaire urbaine (MUFPP).
- **15 cultures** seront ciblées **au sein des Living Labs** pour la sélection, l'évaluation variétale et la production de semences, à savoir : 4 céréales (blé, riz, avoine, maïs) et 1 pseudo-céréale (sarrasin), 1 oléagineux (tournesol), 4 légumineuses à graines (fève, lupin, haricot et soja), 4 potagères (poivron, carotte, tomate et brassicacées) et 1 plante fourragère (luzerne).

Ces activités se déroulent dans **16 pays européens** couvrant



différentes zones pédoclimatiques et contextes socio-économiques, y compris des pays où les secteurs des semences et de la sélection biologiques sont peu développés, en Europe de l'Est et du Sud.

2. Résumé du cahier

Le taux de germination et la vigueur des semences influent sur la qualité de la levée et sur l'établissement d'une culture. Il s'agit d'un aspect crucial de la qualité des semences, car une faible vigueur des semences se traduit par des plantules plus sensibles aux stress abiotiques (par exemple un sol compact ou un stress hydrique) et biotiques (les pathogènes, en particulier ceux transmis par le sol) et peut même affecter les performances de la culture jusqu'à la récolte !

Pendant le stockage des semences, celles-ci vieillissent par oxydation et leur qualité diminue. Ce phénomène est influencé par le niveau d'humidité des semences, la présence d'oxygène et la température, par ordre décroissant d'importance. Ce guide explique et met en évidence les principales questions à prendre en compte lors du séchage et du stockage des semences. Il propose des solutions économes en temps et financièrement abordables pour le séchage et le stockage de semences à la ferme :

- ▣ Comment sécher efficacement les graines ?
- ▣ Comment les maintenir sèches pendant le stockage
- ▣ Comment les protéger de l'oxygène

De nombreux producteurs de semences savent qu'il faut sécher correctement les semences après la récolte et les stocker dans un environnement sec, frais et sombre. Pourtant, l'expérience montre que ces précautions évidentes ne sont pas toujours prises, par manque de temps et de ressources ou en raison de difficultés organisationnelles. En fournissant des exemples pratiques, des cas et des conseils pour réfléchir à votre propre contexte et à vos objectifs, nous espérons que ce cahier contribuera à lever certains des défis pratiques associés au séchage et au stockage des semences potagères dans les entreprises semencières artisanales et dans les fermes.

Ne gaspillez pas vos efforts !

Une fois que vous avez consacré du temps et des ressources à la production de bonnes semences, veillez à ce qu'elles soient conservées dans les meilleures conditions possibles, afin que vous et le monde puissiez en profiter le plus longtemps possible !



SOMMAIRE

| | | |
|------|--|----|
| 1. | Résumé du projet | 5 |
| 2. | Résumé du cahier | 7 |
| 3. | Objectifs | 9 |
| 4. | Bases théoriques & lignes directrices..... | 12 |
| 4.1. | Récolte et stockage temporaire | 12 |
| 4.2. | Vieillessement des semences | 13 |
| 4.3. | Séchage des semences | 15 |
| | Teneur en eau, humidité relative d'équilibre | 15 |
| | Méthodes de séchage..... | 15 |
| | Mesure de l'humidité relative d'équilibre (HRE) d'un lot de semences | 17 |
| 4.4. | Stocker les semences | 19 |
| | Garder les semences au sec pendant le stockage..... | 19 |
| | Réduction du niveau d'oxygène | 21 |
| | Conditionnement en sous-lots | 22 |
| | Température de stockage | 23 |
| | Cas particuliers : état ultra sec et congélation | 25 |
| 4.5. | Au semis : éviter les dégâts liés à l'imbibition..... | 25 |
| 4.6. | RECAP : stockage des semences..... | 26 |
| 5. | Mettre en place votre plan d'action..... | 28 |
| 6. | S'équiper et s'organiser | 32 |
| 7. | Conclusion | 33 |
| 8. | Références & ressources..... | 43 |



3. Objectifs

Il est important de qualifier et de quantifier vos objectifs de stockage des semences, en fonction du contexte, des espèces cultivées, de la diversité et de la quantité des semences produites, ainsi que de leur utilisation finale. Avant de définir vos propres objectifs en matière de séchage et de stockage des semences, voici 3 exemples de cas, représentant un éventail de contextes et d'objectifs possibles.

Exemple 1 : Josette sélectionne et multiplie des semences de 10 variétés de tomates pour un réseau d'échange entre jardiniers amateurs.

Pour extraire les graines, elle les fait fermenter à température ambiante pendant environ 24 heures (ou selon la température), puis les nettoie et les sèche sur une étagère composée de plusieurs claies (fabriquée « maison » ; sans chauffage ni ventilation) sur des torchons pendant quelques jours. Elles sont ensuite emballées séparément par variété, dans des bocaux en verre de 150 ml, et ensachées dans des enveloppes en papier à la demande pendant l'hiver pour être envoyés à d'autres membres du réseau d'échange.

Chaque année, en janvier, Josette effectue des tests de germination sur du papier buvard dans sa cuisine, avec 25 graines par variété. Lorsque le taux de germination est inférieur à 85 %, elle décide de cultiver à nouveau la variété cette année-là. Après avoir récolté les nouveaux lots de semences, elle jette ou donne les anciens lots.

Dans le contexte actuel, les conditions de stockage sont suffisantes pour conserver et distribuer les cultivars de tomates dans le réseau de semences : la capacité de germination reste élevée pendant plusieurs années. Les utilisateurs ne rencontrent pas de problèmes, car ils repiquent leurs semis manuellement. La conservation des semences est une activité bénévole et Josette ne gagne pas d'argent avec, les stocks jetés n'entraînent donc pas de pertes de revenus.

- ⇒ **Objectif** : Tant que Josette est satisfaite de la fréquence à laquelle elle doit cultiver chaque variété pour renouveler le stock de semences et qu'elle ne souhaite pas ajouter de cultivars supplémentaires à sa collection, il n'est pas nécessaire de consacrer des ressources et des efforts à l'amélioration de la qualité de ses semences et des conditions de stockage. Si son réseau est satisfait de la qualité des semences qu'elle fournit, elle peut probablement continuer comme avant.



Exemple 2 : Bohuslav multiplie des oignons et des carottes pour un réseau régional de semences paysannes.

Bohuslav a repris la ferme biologique de ses parents dans une région de moyenne montagne traditionnellement consacrée à l'élevage et au pâturage. Outre l'élevage de 40 vaches, il cultive quelques hectares de sarrasin et de fèverole. Il pratique également le maraîchage, à petite échelle, pour sa propre consommation et pour la vente à la ferme.

Il participe à un réseau régional de semences paysannes. Les agriculteurs choisissent les cultivars qu'ils trouvent les mieux adaptées à leur région, répartissent les multiplications au sein du groupe et partagent les semences produites. La sélection se fait de manière participative, avec des visites dans les champs pour choisir les plantes sur lesquelles récolter les semences.

Bohuslav multiplie habituellement des oignons et des carottes. La première année, il sélectionne environ 300 plants de chaque espèce dans la parcelle de maraîchage. Ils sont hivernés dans sa cave et replantés au printemps pour monter en fleur et produire des graines sur un petit terrain près du rucher.

Comme il plante beaucoup de porte-graines, il récolte plus de semences qu'il n'en faut pour le réseau. La germination des semences de carotte reste suffisante pour quelques années, mais celle des semences d'oignon n'est satisfaisante que pour deux années de stockage au maximum, ce qui signifie qu'une multiplication régulière est nécessaire.

C'est un problème car, pour éviter l'hybridation, une seule variété peut être multipliée par an, alors que les agriculteurs de la vallée travaillent avec quatre variétés d'oignons. Si Bohuslav pouvait augmenter la durée de conservation des semences d'oignons à 6 ans, il n'aurait pas à jeter le stock restant au bout de deux ans et pourrait optimiser ses rotations.

⇒ **Objectif** : Obtenir un bon stockage des semences d'oignons pendant 6 ans, à raison de 2 kg par an, répartis entre 6 agriculteurs.



Exemple 3 : Spore de Haut Niveau est une Société Coopérative d'Intérêt Collectif (SCIC) qui sélectionne, conserve et multiplie des semences biologiques de variétés locales traditionnelles en agriculture biologique, dans des conditions artisanales.

Les semences sont vendues principalement à des jardiniers amateurs par l'intermédiaire d'une boutique en ligne, mais aussi à quelques petites et moyennes fermes maraîchères de la région. Ces jardins maraîchers sont en majorité des structures collectives commercialisant des paniers de légumes biologiques, mais incluent aussi des fermes familiales avec maraîchage conventionnel.

Les semences sont utilisées en semis direct, ou des plants sont produits par une pépinière de la région. Cette pépinière accepte de travailler avec de petits lots de semences, mais requiert une germination élevée, homogène et fiable.

Certains lots de semences sont vendus sur une période assez longue et les stocks sont progressivement prélevés sur plusieurs années pour être ensachés et expédiés. Dans certains cas, les prélèvements sont fréquents et irréguliers.

Chaque hiver, la germination de tous les lots est testée. Si la germination ne répond pas aux exigences minimales pour l'espèce en question, les lots respectifs sont jetés ou donnés à des écoles de la région.

⇒ Objectif : Optimiser les conditions de stockage pour l'ensemble du stock afin d'augmenter la durée de conservation et le délai de commercialisation de toutes les semences.



A vous de jouer : Fixez vos objectifs !

Sur la base de ces trois exemples, fixez maintenant vos propres objectifs d'amélioration de la conservation pour chacune des espèces et variétés que vous produisez.

Pour ce faire, vous pouvez utiliser le tableau en annexe : Fiche 1



4. Bases théoriques & lignes directrices

Pour mieux comprendre les enjeux du séchage et du stockage des semences, nous allons maintenant examiner de plus près les processus sous-jacents, en soulignant les aspects clés et les moyens d'action. Cette compréhension vous permettra d'élaborer votre propre plan d'action pour optimiser vos pratiques de séchage et de stockage des semences, en fonction des objectifs que vous vous êtes fixés dans la section précédente.

4.1. Récolte et stockage temporaire

Ce cahier ne traite pas des conditions de culture et de la récolte des semences. En résumé, les règles de base pour la récolte sont les suivantes :

- ⇒ Les semences sont récoltées le plus proche possible de leur pleine maturité. C'est à ce stade de développement qu'elles disposent des meilleures ressources physiologiques pour leur protection et conservation.
- ⇒ Les cultures de semences à extraction sèche doivent être récoltées lorsque les graines commencent à se dissocier de la plante mère. Il est souvent nécessaire de récolter des plantes entières ou parties de plantes, de les faire sécher davantage et de les battre plus tard, en particulier pour les cultures de semences qui mûrissent progressivement et ont tendance à égrainer au champ. La matière récoltée doit être sèche, mais pas trop, afin d'éviter de perdre (égrainage) ou casser des graines (en particulier lors de la récolte de légumineuses avec une moissonneuse-batteuse).
- ⇒ Les fruits des cultures à graines humides doivent être à pleine maturité avant d'être traités (extraction, parfois fermentation). Pour les citrouilles et autres courges d'hiver, il est recommandé de conserver les fruits pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois, avant l'extraction des graines.

Par la suite, nous partirons de l'hypothèse que les semences étaient suffisamment mûres et sèches lors de la récolte, ce qui est une condition préalable à une bonne qualité.

Les végétaux récoltés pour être séchés et battus ultérieurement doivent être placés dans les meilleures conditions possibles d'humidité et de température. Cependant, il arrive souvent que l'on n'ait pas d'autre choix que de laisser la récolte volumineuse dans une serre ou une grange vide. Il y a un risque de chaleur excessive, de soleil direct, d'humidité et de parasites. Il est donc



essentiel que le battage ait lieu le plus tôt possible, une fois que les végétaux ont séché et que les graines sont arrivées à maturité.



S'il n'est pas possible immédiatement de trier et nettoyer rigoureusement des semences, vous pouvez envisager un pré-nettoyage rapide et grossier, suivi d'un séchage supplémentaire afin de conserver les semences en de bonnes conditions en attendant l'étape finale de tri et de nettoyage.

4.2. Vieillesse des semences

Comme tout être vivant, les graines vieillissent. À la fin du processus, les graines meurent et ne germent plus. Auparavant, les graines se dégradent progressivement, à cause de l'oxydation. Lorsque les graines sont semées, qu'elles s'imbibent d'eau et réactivent leur métabolisme, elles doivent réparer les dommages accumulés avant de germer. Cela prend du temps et de l'énergie, ce qui entraîne une germination plus lente et une levée plus hétérogène. Si les dommages accumulés sont trop importants, la réparation n'est plus possible et les graines ne germent pas du tout.

Les trois principaux facteurs moteurs de l'oxydation et du vieillissement des semences sont les suivants, dans l'ordre d'importance :

1. Humidité
2. Présence d'oxygène
3. Températures élevées

L'objectif du stockage des semences est de réduire les processus d'oxydation afin de ralentir le vieillissement des semences et d'en préserver la qualité le plus longtemps possible. Le facteur le plus important est le taux d'humidité.

La figure 1 montre l'effet du niveau d'humidité sur l'oxydation des lipides, sur l'activité enzymatique et sur le développement de moisissures dans les

C'est bon à savoir !

Avant même qu'une diminution du taux de germination ne devienne, les graines commencent à vieillir et leur vigueur diminue, ce qui signifie que les graines lèvent plus lentement. Une moindre vigueur des semences peut se traduire par des plantules moins résilientes - voire déformées - qui seront moins tolérants aux facteurs de stress. En garantissant des conditions de stockage appropriées, vous augmentez non seulement la durée de conservation de vos semences, mais vous en préservez également la qualité !



semences. Entre 20 et 35 % d'humidité relative d'équilibre, l'oxydation des lipides est la plus faible et l'activité enzymatique est insignifiante. Il s'agit donc de la fourchette de taux d'humidité idéale pour le stockage des semences. La section suivante fournit les bases pour comprendre ce que l'on entend par humidité relative d'équilibre.

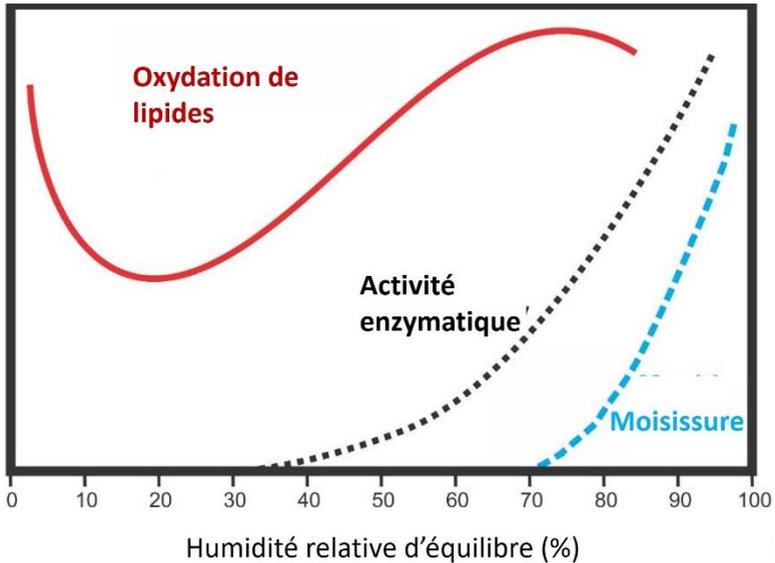


Figure 1: Oxydation, activité enzymatique et moisissures en fonction du taux d'humidité des graines. D'après Labuza, TP (1971) : Kinetics of lipid oxidation in food. CRC Critical Reviews in Food Science and Technology, 2 : 355/405.

Le séchage et le maintien au sec de vos semences sont prioritaires. Si vous souhaitez optimiser davantage leur durée de conservation, vous pouvez limiter le flux d'oxygène autour des semences. Nous verrons plus loin comment procéder. La température n'est que le troisième facteur d'oxydation et de vieillissement des semences. Des températures ambiantes plutôt stables dans un endroit frais comme une cave conviennent au stockage régulier des semences. Des températures plus basses, voire la congélation, permettent un stockage à plus long terme.



4.3. Séchage des semences

Teneur en eau, humidité relative d'équilibre

Les graines contiennent une certaine quantité d'eau. C'est ce qu'on appelle la **teneur en eau**, exprimée en %, et qui correspond à la proportion d'eau dans le poids frais de la graine.

L'atmosphère dans laquelle les graines sont conservées (dans un bocal, un grenier, un réfrigérateur, ...) contient également de l'humidité : l'**humidité relative (HR)** de l'air est également exprimée en %. Elle exprime la quantité de vapeur d'eau dans l'air par rapport à son maximum. L'humidité relative varie fortement en fonction de la température. Si la température d'une masse d'air diminue, l'humidité relative de l'air augmente.

L'humidité relative d'un environnement dépend également du type de climat d'une région donnée. En Europe, l'humidité relative moyenne de l'air ambiant est généralement de l'ordre de 70 %.

Au cours du stockage dans un contenant hermétique, les semences s'équilibrent à l'humidité relative de l'air dans lequel elles sont stockées. L'humidité de la semence influencera l'humidité de l'air dans le contenant, et l'humidité de l'air pénétrera la semence, jusqu'à ce que les deux s'équilibrent à leur humidité relative d'équilibre (HRE).

L'humidité relative d'équilibre est une mesure plus fiable des conditions de stockage que la teneur en eau : les graines à forte teneur en huile (comme les graines de chou) auront une teneur en eau inférieure à celle des graines à faible teneur en huile (comme les graines de pois) lorsqu'elles sont stockées à la même humidité relative (parce que l'huile ne peut pas contenir d'eau). En outre, il est plus facile de mesurer l'humidité relative dans la pièce ou le récipient où se trouvent les graines que de mesurer la teneur en eau des graines.

Méthodes de séchage

20-35% (40% maximum) HRE sont idéal pour la conservation des semences. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour sécher un lot de semences jusqu'à environ 30 % d'humidité relative avant le stockage. La ventilation et la chaleur accélèrent le processus de séchage. Des matériaux déshydratants peuvent également être utilisés pour sécher les semences.





Séchage naturel : Soleil et vent

À la fin de la période de végétation, lorsque les températures ambiantes sont encore assez élevées et le taux d'humidité faible, le soleil et le vent peuvent suffire à sécher les lots de semences récoltés. Il est préférable d'éviter les rayons directs du soleil. Les graines peuvent être étalées sur des claies ou des toiles dans une serre ou une grange. La ventilation à l'aide d'un ventilateur accélère encore le processus de séchage. De cette manière, les graines peuvent être séchées en dessous du niveau d'humidité relative ambiant. N'oubliez pas que les semences sont toujours exposées à l'humidité relative de l'air. La nuit, lorsque les températures baissent, l'humidité relative ambiante augmente. Il faut veiller à ce que les semences ne réabsorbent pas l'humidité. Si le séchage s'étale sur plusieurs jours, il est possible de rassembler les graines en tas, de les couvrir pendant la nuit et de les étaler à nouveau le lendemain matin. Attention au risque de condensation si vous couvrez le tas. Une fois sèches, les graines doivent être ramassées avant que le taux d'humidité ambiante n'augmente (généralement en milieu ou en fin d'après-midi).

Si l'humidité de l'air est trop élevée ou les températures trop basses, les graines ne sécheront pas suffisamment dans les conditions ambiantes naturelles. Un processus de séchage actif devient alors nécessaire.



Séchage forcé à l'air chauffé

Les lots de semences peuvent être placés dans de grandes boîtes ou chambres et aérés à l'aide d'un ventilateur. De réchauffer l'air entrant abaissera son taux d'humidité et accélérera le processus de séchage. Attention à ne pas endommager les graines avec des températures trop élevées, surtout au début, lorsque les graines sont encore humides. Il est conseillé de ne pas dépasser les 35°C.

C'est bon à savoir !

Quand les graines sèchent, l'eau doit diffuser du milieu vers les couches extérieures. Cela prend du temps. Aussi, les téguments peuvent retarder l'évacuation de l'eau hors de la graine. C'est pourquoi le séchage par intervalles - qui consiste à ne pas chauffer l'air en permanence, mais par intervalles - est plus efficace sur le plan énergétique, en particulier pour les grosses graines.





Séchage forcé à l'aide de produits asséchants

Des absorbeurs d'humidité ou des dessiccants peuvent être utilisés pour sécher les graines. Cette méthode est pratique pour les petits lots de graines qui tiennent dans un bocal en verre, une boîte ou un fût en plastique. Cette technique est également recommandée dans les régions (sub)tropicales, où les taux d'humidité élevés rendent le séchage des graines difficile. Le gel de silice est facilement disponible et pratique à utiliser. Des billes de zéolite sont également disponibles. L'utilisation du chlorure de calcium (CaCl_2) est également une option, bien que moins pratique, car il ne peut pas être régénéré pour être réutilisé et produit une solution saline liquide en absorbant l'humidité.

La fiche 2 présente une boîte de séchage de semences comme une solution efficace pour le séchage des semences, qui peut également être utilisée pour le stockage. Elle peut être adaptée à un bocal en verre ou à un fût hermétique pour répondre aux différents besoins en termes de volumes.

La fiche 3 vous donne un aperçu des 3 principaux matériaux déshydratants disponibles, de leur fonctionnement, de leurs avantages et de leurs inconvénients.

Mesure de l'humidité relative d'équilibre (HRE) d'un lot de semences

Une fois qu'un lot de semences a séché, il est conseillé de mesurer son taux d'humidité avant de le stocker, afin de s'assurer qu'il est suffisamment sec pour une bonne conservation.

Lorsqu'elles sont placées dans un récipient hermétique, l'humidité relative des graines s'équilibre avec l'humidité relative de l'air qui les entoure. Ceci permet de mesurer l'humidité relative d'un échantillon de graines avec la méthode suivante, simple et abordable. Vous n'aurez besoin que d'un récipient hermétique (bocal en verre ou boîte hermétique) et d'un hygromètre (instrument de mesure de l'humidité relative).

Il existe différents types d'hygromètres, qui sont décrits dans la [fiche 4](#).





*Figure 2 : Exemple de mesure de l'humidité relative de deux échantillons de blé. Une fois l'équilibre atteint, l'échantillon de gauche a une humidité relative d'environ 20 % et peut être stocké en toute sécurité. Celui du milieu a une humidité relative d'environ 90 % et doit impérativement être séché.
Photo : S. Groot.*

Le protocole est simple :

- ⇒ Remplissez le récipient hermétique avec votre lot de semences ou un échantillon. Le récipient doit être rempli de semences, en laissant le moins d'air possible ;
- ⇒ Ajoutez un hygromètre et fermez le récipient. S'il s'agit d'un hygromètre non numérique (fonctionnant avec une bonne vieille aiguille), assurez-vous que vous pouvez le lire à travers le récipient ou le couvercle lorsqu'il est fermé ;
- ⇒ Placer le récipient dans le local de stockage à la température de stockage ;
- ⇒ Vérifiez régulièrement l'hygromètre et attendez que l'humidité relative se stabilise. En général, l'humidité relative d'équilibre est atteinte dans les 24 heures, si le récipient est complètement rempli de graines ;
- ⇒ Si l'HRE indiquée est supérieur à 35 %, la semence doit être séchée à nouveau. N'oubliez pas que les hygromètres commerciaux ont souvent une précision de +/- 2 %.





Si vous mesurez l'HRE d'un échantillon de semences, veillez à ce que le reste du lot de semences soit entre-temps stocké dans des conditions stables ou dans un récipient hermétique. Dans le cas contraire, votre échantillon pourrait ne plus être représentatif de votre lot de semences !

4.4. Stocker les semences

Le premier et principal objectif du stockage des semences est de les garder au sec (20-40 % d'humidité relative). Pour améliorer encore la conservation et la durée de vie de vos semences, il est conseillé de limiter le niveau d'oxygène. Les températures chaudes favorisent l'oxydation, mais la température n'est que le troisième facteur, après l'humidité et l'oxygène.

Garder les semences au sec pendant le stockage

Il existe deux stratégies différentes pour maintenir vos semences à un faible taux d'humidité. Vous pouvez soit les emballer dans des matériaux perméables (papier ou sacs tissés) et veiller à ce que l'atmosphère qui les entoure ne dépasse pas 40 % d'humidité relative dans une chambre, une boîte de stockage ou un fût, soit utiliser des emballages imperméables à l'air et à la vapeur d'eau (bocaux en verre, sacs de scellage sous vide en trilaminé plastique-aluminium).



Chambre de stockage, boîtes et fûts

Si vous avez accès à une chambre de stockage où l'humidité relative est maintenue à des niveaux appropriés (généralement 30-40%), le plus simple est d'y placer vos semences dans des sacs perméables (en papier ou tissés) pour le stockage. Ces chambres où l'humidité relative et la température sont contrôlées sont coûteuses et ne sont pas souvent disponibles dans les petites entreprises semencières, les maisons des semences locales ou les réseaux de semences paysannes.



Pour les petits volumes de semences, vous pouvez maintenir un faible taux d'humidité dans une boîte de stockage de semences, un fût ou un congélateur débranché, comme le montre la [fiche 2](#).

Conservez vos semences dans une boîte ou un fût en plastique étanche à l'air, avec un absorbeur d'humidité (gel de silice ou billes de zéolite) et un hygromètre que vous pouvez vérifier sans avoir à ouvrir la boîte ou le fût.

Vérifiez régulièrement l'hygromètre (par exemple, une fois par semaine) pour vous assurer que l'humidité relative reste inférieure à 40 %. Lorsque l'humidité relative commence à augmenter, remplacez ou régénérez l'absorbeur d'humidité.

C'est bon à savoir !

Si le récipient de stockage est étanche et de petite taille (boîte hermétique, congélateur débranché, etc.), un équilibre d'environ 30 % d'HR peut être stabilisé à l'aide de chlorure de calcium (CaCl_2). A 20°C, ce sel donne à l'air une HRE de 32%. Il est facilement disponible dans les magasins de bricolage et couramment utilisé comme absorbeur d'humidité (déshumidificateur) dans les caravanes, par exemple. Le chlorure de calcium absorbe l'eau et maintient l'HRE, jusqu'à ce que tous les cristaux soient dissous dans une solution aqueuse.

Il peut être utilisé à la fois pour sécher et pour conserver les graines. Bien qu'il puisse être utile pour stabiliser l'HR à un niveau connu, l'utilisation de CaCl_2 est moins pratique que le gel de silice ou les billes de zéolite, car il y a un risque de renverser accidentellement la solution saline aqueuse sur les graines et le sel ne peut pas être facilement régénéré.



Récipients et pochettes hermétiques

Une fois que vos graines sont sèches, il vous suffit de les conserver dans un récipient hermétique pour éviter qu'elles ne prennent à nouveau l'humidité. Les boîtes, sacs ou pochettes en plastique ne sont pas hermétiques à la vapeur d'eau et à l'oxygène. Les bocaux en verre munis d'un joint en caoutchouc ou les bouteilles et pots avec un bouchon métallique recouvert de plastisol empêcheront l'humidité de pénétrer. Vous pouvez également emballer les graines sous vide. Cela présente l'avantage supplémentaire d'éliminer l'oxygène contenu dans l'air pour optimiser la conservation des semences dans des conditions anoxiques. Les sachets en plastique généralement utilisés pour emballer les denrées alimentaires sous vide ne conviennent pas. Les sachets combinant des couches de polymère et d'aluminium (également appelés sachets mylar) conviennent à la conservation des semences.





Avant de stocker des semences dans un récipient hermétique, il faut s'assurer qu'elles soient sèches, avec une HR inférieure à 35%. Dans le cas contraire, l'excès d'humidité sera enfermé dans le récipient hermétique avec les semences.

Réduction du niveau d'oxygène

La plupart des producteurs de semences expérimentés connaissent bien les effets de l'humidité sur les semences et la nécessité de les conserver au sec. L'oxygène, le deuxième facteur de vieillissement des semences (principalement causé par l'oxydation), est moins bien connu. Le stockage des semences dans une atmosphère protégée, sans oxygène ou presque, est un moyen efficace d'améliorer la durée de conservation des semences.

Une machine sous-vide - telle qu'utilisée dans les cuisines, les restaurants ou les boucheries - est utile pour sceller sous vide les semences afin de limiter le niveau d'oxygène, à condition d'utiliser des sachets appropriés (tri-laminé polymère-aluminium). Cette méthode est simple et polyvalente. L'outil est relativement peu coûteux et facile à mettre en commun. Un autre avantage : les conditions de vide ralentissent le développement, voire tuent, certains ravageurs des semences, tels que les bruches des légumineuses. L'inconvénient est que ces matériaux, alliant plastique et l'aluminium, sont actuellement très peu recyclés.

C'est bon à savoir !

Une graine bien séchée et emballée sous vide ne sera pas asphyxiée ! En effet, les enzymes respiratoires ne sont pas actives dans une graine sèche. Cependant, lorsqu'une graine est encore humide (plus de 70 % d'humidité relative), elle est métaboliquement active et sera endommagée si elle est privée d'oxygène.

Les équipements pour la mise sous vide sont décrits dans la [fiche 5](#).

Pour les grands volumes, des techniques ont également été mises au point pour stocker les semences sous vide dans des big-bags. Le rinçage à l'azote, fréquemment pratiqué dans l'industrie alimentaire, permet d'éliminer complètement l'oxygène, mais nécessite un équipement spécialisé. Pour les céréales, le conditionnement en big bags est souvent réalisé avec du CO₂. Le big bag est enveloppé d'un sac étanche et le gaz est injecté à l'aide d'une



bouteille de gaz et d'une buse d'application spéciale, ou de glace carbonique. Outre l'élimination de l'oxygène, ce traitement présente l'avantage supplémentaire de tuer tous les insectes présents dans le sac et d'empêcher leurs œufs d'éclore, de se développer et d'endommager les semences.

En l'absence de machine sous-vide, il est possible d'utiliser des bocaux en verre munis d'un couvercle étanche (joint en caoutchouc ou plastisol) pour réduire les niveaux d'oxygène, lorsqu'ils sont emballés avec une quantité d'air très limitée dans le bocal. Remplissez complètement le bocal de verre avec les graines avant de le fermer. Les sacs en Mylar (polymère-alu) peuvent également être scellés à chaud. La quantité limitée d'oxygène sera progressivement consommée par les antioxydants naturellement présents dans les graines, ce qui limitera les dégâts. Des absorbeurs d'oxygène peuvent également être insérés dans le bocal ou le sac pour piéger l'oxygène et créer un environnement anaérobie dès le départ. Ils sont disponibles sous la forme de petits paquets de papier contenant de la poudre de fer. Ils ne doivent pas être utilisés avec des échantillons de semences de moins de 50 g, car ils contiennent souvent un agent hydratant qui accélère l'oxydation du fer. L'hydratant augmente l'HRE dans le bocal. Pour les petits échantillons situés à proximité d'un absorbeur d'oxygène, il convient donc d'ajouter un peu de gel de silice sec afin de maintenir l'humidité relative à l'intérieur du bocal à un niveau bas. N'oubliez pas que de l'oxygène pénètre à nouveau dans le récipient chaque fois que vous l'ouvrez.

Conditionnement en sous-lots

Pendant le stockage, il est essentiel d'ouvrir le récipient le moins souvent possible, car l'humidité et l'oxygène sont réintroduits à chaque fois. Idéalement, il ne devrait jamais être ouvert avant son utilisation finale.

Si des lots de semences doivent être préparés à plusieurs reprises (ensachage pour expédition annuelle, etc.), il faut veiller à conditionner les quantités au plus près de l'utilisation finale. Par exemple,

- Un lot de semences de 1 kg destiné au semis direct sur un seul champ peut être conditionné dans un sac de 1 kg.
- Un lot de semences de 1 kg destiné à des sachets individuels de 1 g, ensaché au début de l'année, avec une livraison prévue de 250 sachets chaque année, pourrait être emballé dans 4 sachets de 250 g, un pour chaque année d'utilisation.
- Un lot de semences de 1 kg destiné à une banque de semences, avec de petits échantillons à distribuer, pourrait être conditionné comme suit : 10 X 1g, 5 X 100 g, 1X 500g



Température de stockage

La température n'est que le troisième facteur de vieillissement des semences. Si vos semences sont emballées et stockées à faible humidité, elles seront plus tolérantes à des températures plus élevées, comme l'illustre la règle de James. Il s'agit d'une règle empirique pour estimer si un environnement donné est approprié pour le stockage des semences :

Temp (°C) + HR (%) < 60

Selon cette règle, les semences conservées à 35 % d'humidité relative peuvent tolérer des températures allant jusqu'à 25 °C sans être trop endommagées. En revanche, des conditions de stockage des semences supérieures à 10°C peuvent être préjudiciables aux semences stockées à 50 % d'humidité relative. Si vous avez séché vos semences et que vous les conservez au sec, vous pouvez les stocker dans un endroit frais, comme une cave ou un sous-sol.

Vous vous demandez s'il est judicieux de conserver les semences au réfrigérateur ? N'oubliez pas que l'humidité relative de l'air augmente lorsque la température diminue. Dans un réfrigérateur ou une chambre froide (sans

extraction d'humidité), l'humidité relative peut être assez élevée, trop élevée pour un stockage correct des semences ! Si les semences sont emballées dans un sac en papier ou en tissu perméable, l'humidité pénétrera dans les semences. Si les graines sèches sont placées dans un récipient imperméable à l'humidité, elles peuvent être placées dans un réfrigérateur ou une chambre froide sans problème. Soyez prudent lorsque vous retirez votre échantillon de la chambre froide. L'eau peut condenser sur une surface froide : à l'extérieur du bocal, ce n'est pas un problème si vous ouvrez le bocal après l'avoir réchauffé jusqu'à la température ambiante, de sorte que les graines restent sèches.



Figure 3 : Dans ce réfrigérateur, l'humidité relative est d'environ 65% - trop élevée pour le stockage de semences dans des sacs perméables.

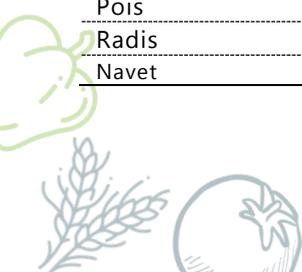


Le **tableau** ci-dessous indique la durée de conservation des semences dans de bonnes conditions de stockage, en fonction des espèces. Si vous obtenez déjà des durées de conservation similaires à celles indiquées, vos conditions de stockage sont probablement assez bonnes. Si vous souhaitez conserver les semences plus longtemps, vous devrez envisager de les mettre sous vide ou même de les congeler.

Le nombre indicatif de grains par gramme de graines vous aidera à conditionner les graines en sous-lots qui répondront à vos besoins.

Tableau 1 donne une indication de la durée de vie prévue des semences de différentes espèces de légumes dans de bonnes conditions de stockage, ainsi que le nombre moyen de grains par gramme de semences. Adapté de Semae Pédagogie, 2023.

| Espèces | Durée de vie indicative des graines en bonnes conditions, sèches (années) | Nombre de grains dans un gramme |
|------------------------------|---|---------------------------------|
| Aubergine | 6 - 7 | 250 |
| Betterave potagère | 6 - 9 | 50 - 80 |
| Carotte | 4 - 5 | 700 - 1200 |
| Céleri | 8 | 2500 - 3000 |
| Chicorée | 6 - 8 | 600 - 800 |
| Choux | 4 - 5 | 300 - 800 |
| Concombre | 6 | 30 - 35 |
| Courge / courgette / potiron | 5 - 7 | 3 - 10 |
| Epinard | 5 | 90 - 100 |
| Fève | 6 | 2 |
| Haricot | 3 | 2 - 6 |
| Laitue | 5 | 800 - 1100 |
| Mâche | 5 | 600 - 1000 |
| Melon | 5 - 10 | 35 |
| Navet | 5 | 450 - 700 |
| Oignon jaune | 2 | 250 - 300 |
| Persil | 3 - 5 | 400 - 800 |
| Poireau | 2 - 3 | 300 - 400 |
| Pois | 3 - 4 | 3 |
| Radis | 5 | 80 - 120 |
| Navet | 5 | 450 - 700 |



Cas particuliers : état ultra sec et congélation

En dessous de 15% d'HRE, les graines sont dans un état **ultra sec**. Cette situation, en présence d'oxygène et à température ambiante, induit une dégradation plus rapide des graines et une perte de pouvoir germinatif. Il n'est donc pas recommandé de sécher excessivement les graines si elles doivent être conservées dans des conditions normales.

Toutefois, cela ne pose pas de problème si les semences sont scellées sous vide et congelées. Dans tous les cas, les semences destinées à la **congélation** doivent avoir une humidité relative inférieure à 40%, et de préférence inférieure à 30%. La conservation des graines en paquets hermétiques dans un congélateur de cuisine ordinaire (-20°C) est un moyen efficace de conserver des graines sèches et bien conditionnées pendant une très longue période. Lorsque vous prélevez un échantillon dans le congélateur, attendez quelques heures que les semences soient réchauffées avant d'ouvrir l'emballage, afin d'éviter la condensation de la vapeur d'eau sur les semences. La congélation est appropriée pour le stockage à long terme, mais pas pour les lots de semences dans lesquels vous devrez puiser régulièrement, car la décongélation et recongélation répétées risquent d'endommager les semences.

4.5. Au semis : éviter les dégâts liés à l'imbibition

Les graines sèches dont l'HRE est inférieure à 35 % ne peuvent pas être semées immédiatement ! Si vous les sortez du stock pour les semer immédiatement dans un sol humide, vous risquez d'endommager les graines par imbibition lorsque le sol est froid. Si vous sortez un lot de semences de la réserve un ou deux jours avant le semis et que vous le placez dans un sac ou autre récipient ouvert ou perméable, les semences auront le temps d'absorber de l'humidité et de s'équilibrer avec l'air ambiant. Si vous êtes pressé, placez les graines pendant la nuit dans son emballage ouvert ou dans un gobelet à l'intérieur d'une boîte fermée avec un chiffon humide.





4.6. RECAP : stockage des semences

Si vous finissez régulièrement par jeter des graines qui étaient initialement vigoureuses et saines, il serait judicieux d'améliorer leurs conditions de séchage, d'emballage et de stockage. Commençons par l'ordre d'importance des variables :

- ⇒ Il est **essentiel** que les graines soient sèches et qu'elles le restent !
- ⇒ Il est **bénéfique** qu'elles soient protégées de l'oxydation !
- ⇒ Il est **préférable** de les conserver à une température constante et relativement fraîche.

- ⇒ Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour sécher les lots de semences : le séchage naturel avec le soleil et le vent, le séchage forcé avec de l'air chauffé et une ventilation ou l'utilisation de dessiccants. Il est bien sûr possible de combiner différentes méthodes, en fonction des conditions météorologiques et du volume de semences.
- ⇒ Vérifiez l'HRE de vos semences avant de les stocker, en vous assurant que l'hygromètre affiche moins de 35 % d'HRE.
- ⇒ Si vous ne disposez pas d'une chambre froide avec un taux d'humidité contrôlé inférieur à 40 %, prenez soin de sécher les graines et de les maintenir au sec. Il suffit ensuite de les placer dans l'endroit le plus sec, le plus frais, le plus sombre et le plus stable possible. Par exemple, le séchage et la mise sous vide des graines sont de loin préférables à un bocal qui est régulièrement ouvert - laissant entrer l'humidité - puis remis au réfrigérateur.
- ⇒ La réduction du niveau d'oxygène est un bon moyen d'améliorer la conservation des semences. Une machine sous-vide et un stock de sachets en polymère-alu peuvent être un bon investissement. Un ensemble de bocaux en verre de différentes tailles et des absorbeurs d'oxygène constituent une autre alternative.
- ⇒ Conditionnez les semences en fonction de leur utilisation, par exemple en fonction des quantités que vous distribuerez chaque année.

La figure 4 résume les options et les décisions à prendre lors du séchage et du stockage des semences.

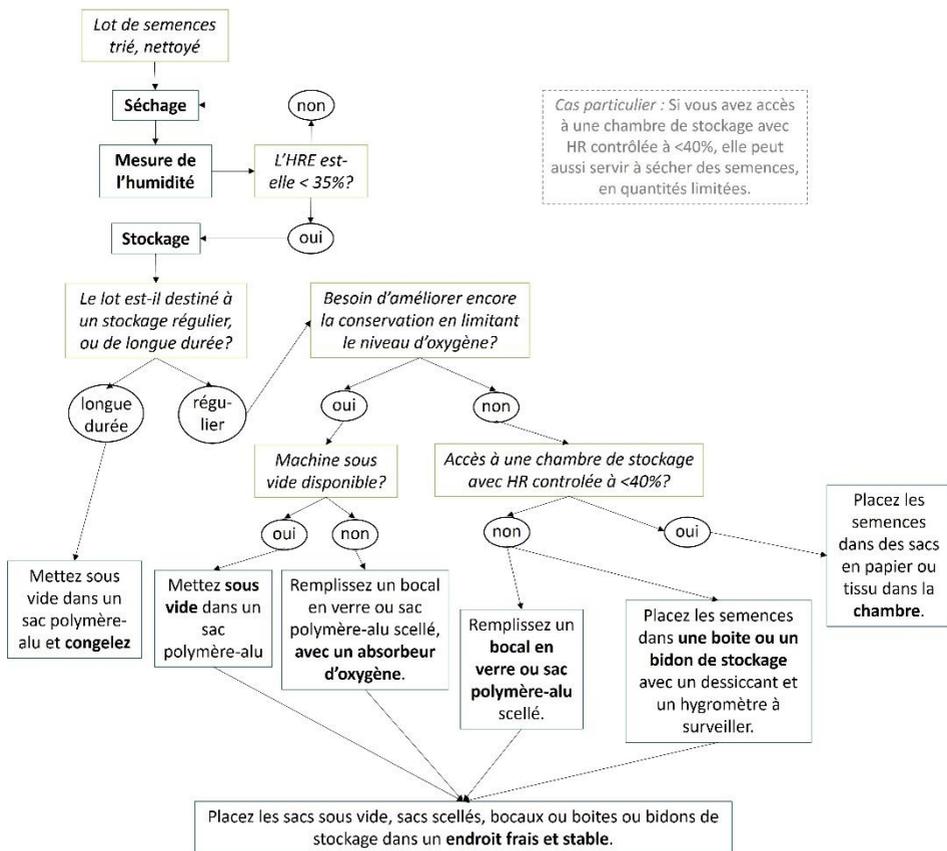


Figure 4 : Schéma décisionnel pour le séchage et le stockage des semences résumant les différentes options en fonction de l'équipement disponible.



5. Mettre en place votre plan d'action

Maintenant que les différents enjeux relatifs au séchage et au stockage sont identifiés, nous disposons des connaissances de base nécessaires pour optimiser la conservation des semences selon les contextes. Avant de mettre en place votre propre plan d'action, revenons aux exemples de la section 1 et voyons ce qu'ils ont mis en œuvre pour atteindre leurs objectifs.

Exemple 1 : Josette sélectionne et multiplie des semences de 10 variétés de tomates pour un réseau d'échange entre jardiniers amateurs.

Objectif : Il n'y a pas d'objectif de conservation supplémentaire à mettre en œuvre, car ce serait une perte de temps et de ressources.

Plan d'action : Rien à faire.

Exemple 2 : Bohuslav multiplie des oignons et des carottes pour un réseau régional de semences paysannes.

Objectif : Obtenir un bon stockage des semences d'oignons pendant 6 ans, à raison de 2 kg par an, répartis entre 6 agriculteurs.

Plan d'action :

- ⇒ Après la récolte, le préséchage des ombelles et le battage de 15 kg de graines d'oignon, premier séchage en grange sur des claies pendant une semaine.
- ⇒ Après le séchage, les graines sont placées dans un **fût hermétique avec 8 sacs en tissu contenant chacun 500 g de gel de silice sec**, jusqu'à ce que l'hygromètre soit descendu à 35 % pendant au moins quatre jours.
- ⇒ Après le séchage, le fût fermé est transporté en voiture jusqu'à l'épicerie du village pour **mettre les semences sous vide** (il n'y a pas d'électricité à la ferme mais il y a une Machine sous-vide à l'épicerie). Bohuslav n'oublie pas de prendre rendez-vous et d'apporter du miel en échange. Il utilise des sachets en polymère-alu étanches à l'humidité et à l'oxygène.
- ⇒ La récolte de 15 kg de graines est suffisante pour 6 ans. Elles sont **emballées selon le plan de culture de 6 ans** : 4 agriculteurs à 250g et 2 à 500g par an. A partir des 3 kg restants, 10 x 2g sont préparés



pour les tests de germination. Le reste est subdivisé en 6 sacs d'environ 500 g, en guise de réserve supplémentaire.

- ⇒ Les sacs sous vide sont ensuite étiquetés avec l'année de production et le nom de la variété.
- ⇒ Ils sont placés dans 6 sacs en papier, étiquetés avec l'année où ils seront utilisés, et amenés dans le stock du réseau, où elles seront **stockées à température ambiante ou plus fraîche**. Le stockage des semences de cette manière, dans des conditions sèches et à faible teneur en oxygène, est généralement suffisant pour conserver les semences pendant 6 ans à température ambiante. Néanmoins, Bohuslav congèle les sacs de semences pour les deux dernières années, juste pour être sûr.

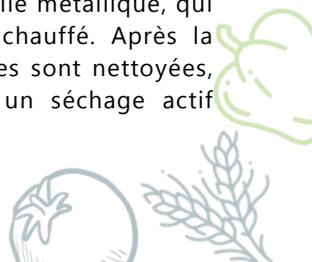
Exemple 3 : Spore de Haut Niveau est une Société Coopérative d'Intérêt Collectif (SCIC) qui sélectionne, conserve et multiplie des semences biologiques de variétés locales traditionnelles en agriculture biologique, dans des conditions artisanales.

La situation économique actuelle de l'entreprise ne permet pas d'investir dans une chambre froide avec une humidité relative contrôlée inférieure à 40 % pour le stockage des semences.

- **Objectif** : Optimiser les conditions de stockage pour l'ensemble du stock afin d'augmenter la durée de conservation et le délai de commercialisation de toutes les semences.

Plan d'action :

- ⇒ La récolte de chaque variété est planifiée au plus près de la maturité des semences et de la disponibilité du personnel et du matériel de battage et de triage.
- ⇒ Après la récolte et le battage, les semences sont séchées dans une serre. S'il n'est pas possible de procéder immédiatement à un nettoyage et à un tri minutieux, les graines sont au moins pré-nettoyées afin d'éliminer les résidus végétaux et la plupart des graines d'adventices, puis séchées et stockées temporairement dans des conditions qui les maintiennent au sec.
- ⇒ Spore de Haut Niveau a construit un **séchoir à palox**, composé de plusieurs grandes boîtes en bois avec un fond en toile métallique, qui peuvent être empilées et ventilées avec de l'air chauffé. Après la première étape de séchage dans la serre, les graines sont nettoyées, triées et placées dans le séchoir par lots pour un séchage actif supplémentaire, si cela s'avère nécessaire.



- ⇒ Après séchage, l'**HRE des graines est contrôlée** pour ne pas dépasser 35%. Un échantillon de chaque lot est testé à l'aide d'un bocal hermétique et d'un hygromètre, tandis que le reste du lot est protégé contre l'absorption d'humidité pendant ce temps, dans la même pièce. Si l'HRE de l'échantillon est supérieure à 35 %, le lot de semences est réintroduit dans le séchoir à lots pour un séchage actif, ou séché par stockage hermétique avec du gel de silice, en fonction de la taille du lot de semences. S'il est inférieur à 35 %, il peut être conditionné pour le stockage.
- ⇒ Lorsque les graines sont suffisamment sèches, les lots de petite et moyenne taille sont subdivisés et **emballés sous vide** dans des sachets polymère-alu selon des instructions spécifiques pour chaque variété, en fonction de la quantité prévue qui sera vendue chaque année et de la fréquence à laquelle elles sont conditionnées pour la vente (en l'absence d'indication spécifique : 10 x 5g pour les tests de germination et le reste du lot en portions de 100g)
- ⇒ La jeune entreprise n'a pas les moyens de s'offrir des équipements ou des prestataires de services qui emballent sous vide des lots de semences volumineux dans des big-bags. C'est pourquoi les lots volumineux, tels que les légumineuses ou les tournesols, sont stockés dans des **fûts en plastique hermétiques de 120 litres**. Un hygromètre numérique connecté par Bluetooth est placé dans le fût, ce qui permet de vérifier le taux d'humidité sans ouvrir l'ouvrir. Si le taux d'humidité commence à augmenter, ce qui signifie que le fût n'est pas complètement hermétique à l'humidité, les fûts sont ouverts et du gel de silice régénéré (2 sacs de 500g chacun) est ajouté. Cette solution pour les lots de semences volumineux n'est pas totalement satisfaisante, mais elle est suffisante en attendant que Spore de Haut Niveau puisse s'offrir une chambre de stockage avec une humidité relative contrôlée.
- ⇒ Les sachets et les fûts sont tous étiquetés avec l'année de production, le nom de la variété et le numéro de lot. Après chaque test de germination, le taux de germination de chaque lot est noté à la fois dans la base de données numérique interne et dans un cahier papier.
- ⇒ Afin de réduire les déchets plastiques, Spore de Haut Niveau a décidé d'utiliser des sachets en papier pour les paquets de semences commercialisés. Comme les graines risquent de prendre l'humidité dans les sachets en papier, ce qui réduit la durée de conservation chez les clients, **Spore de Haut Niveau fournit à ses clients des recommandations pour le stockage des graines**, y compris des instructions pour fabriquer une boîte de stockage de semences.





A vous de jouer : Mettez en place votre propre plan d'action !

Reprenez les objectifs fixés dans votre plan d'action et **définissez les étapes et les moyens à mettre en œuvre pour atteindre vos objectifs de conservation.**

En fonction de vos objectifs, déterminez les mesures à prendre pour sécher les graines, les maintenir au sec, les conditionner en portions appropriées et les stocker dans de bonnes conditions. **Soyez aussi précis et détaillé que possible.**

Il s'agit de mettre en place des procédures strictes et contraignantes pour atteindre les objectifs. Pour éviter les excuses futures du type "nous n'avons pas eu le temps" ou "nous avons oublié", il convient de **dresser une liste d'étapes simples, pratiques et successives, éventuellement sous la forme d'une *checklist*.**

Ensuite, organisez-vous pour suivre la procédure et **faites une liste du matériel nécessaire qui n'est pas encore disponible.**



6. S'équiper et s'organiser

Ne vous laissez pas décourager par les aspects techniques et financiers de la mise en œuvre de vos objectifs ! Dans de nombreux cas, la durée de conservation des semences peut être améliorée de manière significative avec quelques équipements simples et plutôt abordables. Ce matériel peut même être partagé avec d'autres personnes ou groupes.



À vous de jouer : Equipez-vous !

Commencez par dresser la liste du matériel nécessaire, y compris les machines et les consommables. Vous pouvez utiliser les fiches en annexe de ce document à titre d'information.

Les questions à poser concernant chaque équipement sont les suivantes : L'équipement peut-il être partagé ? Est-il nécessaire de l'avoir à portée de main ? Combien de jours par an sera-t-il utilisé, et l'utilisation sera-t-elle urgente et imprévisible ? Existe-t-il des prestataires de services dans votre région, par exemple pour l'emballage sous vide ?

Regardez maintenant les gammes et dimensionnements disponibles pour chaque équipement, quel volume de semences, quelle quantité totale de sacs, de pots, de boîtes ou de fûts, et quelle intensité d'utilisation ?

Si l'équipement nécessite un investissement trop important, vous pouvez rechercher un soutien financier : financement participatif, don d'une fondation, subvention d'une institution ou d'une collectivité.



7. Conclusion

Ce guide pratique est destiné à aider les producteurs de semences professionnels, semi-professionnels et amateurs à améliorer leurs pratiques de stockage des semences. Après les efforts considérables déployés pour cultiver et récolter les semences, il est judicieux d'aller jusqu'au bout et d'assurer des conditions de stockage adéquates.

En annexe, vous trouverez des fiches pratiques pour vous aider à planifier, avec des informations sur le matériel.

ANNEXES:

Fiche 1 : Tableau récapitulatif des objectifs d'amélioration

Fiche 2 : Boîte (ou fût) de séchage et de stockage des semences

Fiche 3 : Principaux produits dessiccants pour le séchage et le stockage des semences

Fiche 4 : Hygromètres

Fiche 5 : Machines sous-vide et absorbeurs d'oxygène



Questions déterminants

→ Quantité produite

Est-elle déterminée par la dimension de la culture (comme c'est souvent le cas pour le céleri, par exemple, qui est une culture allogame avec un taux de multiplication élevé) ou par la demande du marché (comme par exemple le haricot ou la tomate, qui ont des taux de multiplication plus faibles) ?

En cas de surproduction, il convient d'améliorer la commercialisation, en plus des conditions de stockage.

→ Fréquence de multiplication

La fréquence est-elle déterminée par la demande, par la durée de conservation ou par le besoin de rotation ?

D'optimiser la conservation des semences (durée de vie) et d'ajuster la surface d'une culture donnée en fonction de la demande peuvent vous permettre de diminuer la fréquence de multiplication et d'espacer les rotations.

→ Quantité vendue ou distribuée

Suis-je parfois en rupture de stock parce que le taux de germination n'est plus satisfaisant ?
Si la pénurie est due à un manque de qualité, il convient d'améliorer le stockage.

→ Durée de conservation

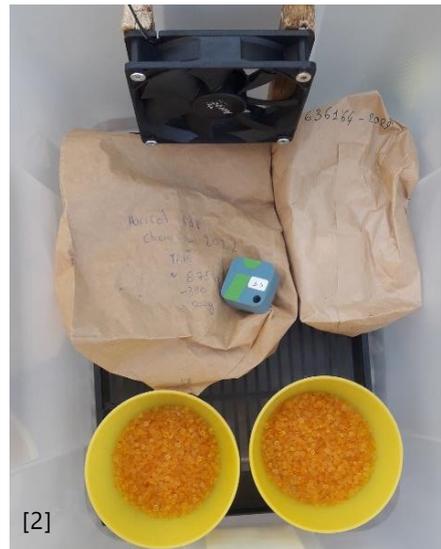
Est-ce qu'il m'arrive de jeter un stock parce que le taux de germination n'est plus satisfaisant ?

S'il y a une perte de production due à la qualité, le stockage doit être amélioré. Ou alors, peut-être pouvez-vous simplement réduire la quantité de semences produites à chaque cycle de multiplication.

Fiche 2 - Boîte (ou fût) de séchage et de stockage de semences

[1] Une boîte en plastique contenant un produit dessicant (voir [fiche 3](#)) peut être utilisée pour **maintenir les graines au sec pendant le stockage**. Un hygromètre *Bluetooth* (voir [fiche 4](#)) est utilisé pour contrôler l'humidité relative. Si elle dépasse 40%, le produit dessicant est remplacé.

[2] Le même principe peut être utilisé pour **sécher les graines** avant le stockage. Ventilez à l'aide d'un petit ventilateur et étalez les graines en une fine couche pour accélérer le séchage. Veillez à utiliser suffisamment de déshydratant pour sécher les graines et utilisez l'hygromètre pour contrôler le processus de séchage.



Utilisez une boîte avec un couvercle assez étanche. Certaines boîtes vendues spécifiquement pour garder le matériel au sec dans les caravanes, par exemple, sont déjà équipées d'un sachet de gel de silice et d'un hygromètre intégré. Elles peuvent être pratiques pour conserver les semences. Placez la boîte dans un endroit où la température est stable et fraîche.



Photo : Banque de semences du millénaire de Kew Gardens, fiche d'information technique 08

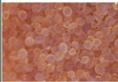
Un fût en plastique contenant du gel de silice sec peut également faire l'affaire. Il est préférable d'utiliser un fût juste assez grand pour contenir les graines et le gel de silice.

Pour sécher des graines, un rapport de 2:1 en poids de graines : gel de silice est amplement suffisant en général. Par exemple, si vous voulez être sûr de retirer 1 kg d'eau d'un lot de 10 kg de graines (c'est-à-dire réduire la teneur en eau de 10%) et qu'on considère que le gel de silice sec adsorbe au moins 25 % de son poids, vous avez besoin de 4 kg de gel de silice.

On peut faire la même chose pour un échantillon de graines plus petit dans un bocal en verre. Ici, environ 600 g de graines de poivron avec 400 g de gel de silice dans un bas en nylon.



Fiche 3 : Principaux produits dessiccants pour le séchage et le stockage des semences

| |  Gel de <u>silice</u> |  Billes de 'zéolite' / tamis moléculaires |  <u>Chlorure de calcium</u> (CaCl₂) |
|---|---|--|--|
| Comment ça marche ? | C'est une forme synthétique de dioxyde de silicium dont la structure est très poreuse. Il retient la vapeur d'eau par adsorption ; les molécules d'eau adhèrent aux surfaces. Il s'équilibre avec l'environnement, c'est-à-dire qu'il adsorbe l'humidité d'un matériau plus humide ou la libère vers un matériau plus sec. | Constitués de matériaux céramiques modifiés (silicates d'aluminium ou "zéolites"), ils adsorbent et retiennent les molécules d'eau dans des pores microscopiques. Ils continuent d'absorber de l'eau jusqu'à ce que tous leurs pores soient remplis, à environ 20 % de leur poids sec. | À 20 °C, ce sel, à l'état pur, stabilise l'HR de l'air à 32 % ; il attire l'eau jusqu'à ce qu'il soit complètement dissous. |
| <u>Avantages</u> | <ul style="list-style-type: none"> - Facilement disponible - Ils contiennent souvent un indicateur coloré qui change de couleur à saturation. - Capacité d'adsorption élevée : À une humidité relative de 50 %, il peut adsorber au moins 30 % de son propre poids en eau. - <u>Peut être</u> régénéré / séché dans un four à environ 140°C (vérifier les spécifications du fabricant) pour être réutilisé. | <ul style="list-style-type: none"> - Le groupe Rhino a développé des billes de zéolite spécialement pour des applications sur semences. Bien qu'il ne fournisse pas actuellement l'Europe, le site web suivant fournit de nombreuses informations techniques : www.dryingbeads.org - <u>Peut être</u> régénéré/séché par chauffage à >250°C pendant 3-4 heures - Adsorbe la vapeur d'eau plus rapidement que le gel de silice | <ul style="list-style-type: none"> - Utile pour stabiliser les semences à 32 % d'HR (ou à un autre niveau s'il est mélangé à des additifs spécifiques). - Attire une grande quantité d'eau proportionnellement à son poids |
| <u>Inconvénients / points de vigilance</u> | <ul style="list-style-type: none"> - Le gel de silice contenant du cobalt (bleu) est toxique et n'est plus autorisé à la vente dans l'UE. - La poussière de gel de silice peut généralement être dangereuse. Vérifiez la fiche de sécurité de votre produit. | <ul style="list-style-type: none"> - Plus coûteux que le gel de silice - La régénération nécessite des températures plus élevées et une durée plus longue que le gel de silice. - Pas d'indication de couleur quand saturé - Absorption rapide, ne pas trop sécher | <ul style="list-style-type: none"> - Ne peut pas être régénéré - Produit de l'eau salée une fois dissous, qui peut se déverser accidentellement. Certains fournisseurs proposent des sels mélangés à des gélifiants pour éviter ce problème. |
| <u>Fournisseurs</u> | Largement disponible dans des boutiques en ligne | Les billes de zéolite sont également disponibles en ligne en tant que tamis moléculaire. Choisissez des pores de 4Å pour adsorber la vapeur d'eau contenue dans l'air. | Largement disponible dans les boutiques en ligne et dans certains magasins de bricolage. |

Des matériaux tels que les zéolites naturelles, l'argile bentonite, le riz séché ou le charbon de bois ont également des propriétés déshydratantes. Cependant, nous ne disposons pas de données techniques sur ces matériaux, ni d'expérience pratique.

Fiche 4 : Hygromètres

Les hygromètres mesurent l'humidité relative. Ils sont utiles à la fois pour tester l'humidité relative d'équilibre d'un échantillon de semences (comme expliqué à la p. 18 de ce livret) et pour contrôler l'humidité relative dans une boîte de séchage ou de stockage de semences (voir *fiche 2*).

Il existe sur le marché toutes sortes d'instruments de mesure de l'hygrométrie. Beaucoup d'entre eux mesurent également la température. Les principales différences sont les suivantes : mécanique (hygromètre à cheveux) ou numérique ; lecture à distance ou non ; enregistrement des données dans le temps ou non. Ils présentent tous des avantages et des inconvénients, le choix dépendra de l'utilisation que vous en ferez.



Hygromètre à cheveux : Hygromètre mécanique à cheveux naturels ou synthétiques

Une aiguille indique l'humidité relative sur une échelle. Vous pouvez le placer dans une boîte de conservation des semences en plastique transparent, afin de lire l'affichage à travers le plastique. Ils peuvent également être intégrés directement dans des boîtes de rangement au sec (par exemple pour caravanes).

Les hygromètres numériques mesurent l'humidité relative de l'air à l'aide d'un capteur. Le capteur peut être intégré à l'écran ou y être relié par un câble ou par une connexion sans fil. Leur inconvénient est qu'ils dépendent de l'électricité et d'une batterie. Les



modèles sans fil sont particulièrement pratiques pour vérifier l'humidité relative dans un récipient non transparent sans avoir à l'ouvrir, comme un fût de stockage de semences, par exemple. Ceux qui se

connectent au WiFi peuvent même être consultés à distance à partir d'un téléphone portable ou d'un ordinateur.



Le prix des hygromètres à cheveux ou numériques varie de quelques euros à quelques centaines d'euros, en fonction de la marque, de la précision et des fonctionnalités. Les hygromètres les moins chers peuvent être moins précis. Si vous en achetez plusieurs, vous pouvez mesurer l'humidité relative au même endroit avec chacun d'entre eux afin de repérer ceux qui sont trop éloignés de la mesure moyenne et les mettre hors service.



Certains hygromètres numériques bluetooth sont équipés d'un **enregistreur de données (data-logger)**, qui enregistre les données au fil du temps (par exemple toutes les minutes, toutes les 15 minutes ou toutes les heures...). Ceci est utile si vous souhaitez connaître précisément l'évolution de l'hygrométrie dans le temps, par exemple si vous souhaitez comparer les courbes de séchage lors de l'utilisation de deux techniques de séchage

différentes. Le bluetooth permet de lire l'enregistreur de données à distance et à partir d'un récipient visuellement fermé.

Fiche 5 : Machines sous-vide et absorbeurs d'oxygène

L'**emballage sous vide** est un moyen simple et efficace de garder les graines au sec et de réduire les niveaux d'oxygène autour de la graine. Il faut alors faire attention à deux choses :

- ✓ Assurez-vous absolument que vos graines soient sèches (moins de 35 % d'humidité relative affiché par l'hygromètre), sinon vous emprisonnez l'humidité avec les graines.
- ✓ Utilisez des sacs en matière polymère-alu, qui est hermétique à l'air, à la vapeur d'eau et à l'oxygène. La combinaison de fines couches de polymère (plastique) et d'aluminium est parfois aussi appelée *mylar*. Les sachets en plastique utilisés dans les cuisines domestiques ou les boucheries ne sont pas appropriés, car l'humidité et l'oxygène finissent par y pénétrer.



Les sacs en polymère-aluminium sont disponibles en différentes tailles et couleurs, par exemple sur des sites de vente en ligne.

Les machines sous-vide à aspiration extérieure conçues pour les cuisines amateurs ne fonctionnent pas pour sceller sous vide des sachets en aluminium, car elles nécessitent des sachets gaufrés. Il est nécessaire d'utiliser une machine sous-vide à cloche, qui permet également de régler le niveau de vide de manière plus précise. Le prix d'une nouvelle machine sous-vide à cloche varie de quelques centaines à plusieurs milliers d'euros. De nombreuses boucheries ou autres entreprises artisanales de transformation des aliments en sont équipées, et vous pouvez peut-être vous arranger pour partager la machine pour un usage occasionnel.



Si vous n'avez pas accès à une machine sous-vide, les sachets polymère-alu peuvent également être scellés à chaud, par exemple à l'aide d'un fer à repasser. Une autre option consiste à remplir les graines dans des **bocaux en verre** munis d'un joint en caoutchouc ou dans des bocaux à confiture munis d'un couvercle métallique, en laissant le moins d'espace et d'air possible.

Pour créer une atmosphère appauvrie en oxygène dans des bocaux en verre ou des sacs thermosoudés, vous pouvez ajouter un **absorbant d'oxygène**, qui est généralement composé de poudre de fer dans un petit paquet de papier. Il en existe de différentes tailles, exprimées en nombre de centimètres cubes (cc) d'oxygène qu'ils peuvent absorber. Par exemple, un absorbant d'oxygène de 200 cc éliminera 200 cm³ d'oxygène de l'atmosphère. Comme l'atmosphère normale de la Terre contient 20,5 % d'oxygène, cela suffit pour absorber l'oxygène contenu dans un bocal de 1 litre (1 litre = 1 000 cm³).

Vous pouvez ajouter un **indicateur d'oxygène**, qui réagit à la présence d'oxygène en changeant de couleur. Par exemple, l'indicateur peut changer de couleur lorsque la teneur en oxygène atteint 0,05% en volume. Évidemment, cela ne fonctionne que si vous pouvez voir l'indicateur de couleur à travers le bocal en verre.

8. Références & ressources

Documents disponibles en anglais :

Dadlani, Yadava (éditeurs), 2023 : Seed Science and Technology - Biology, Production, Quality. Springer.

- ⇒ Ouvrage en libre accès qui transmet de nombreuses connaissances de base, disponible en téléchargement : <https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5>

Les ressources de la Millennium Seed Bank de Kew Gardens sont disponibles à l'adresse [suivante : https://brahmsonline.kew.org/msbp/Training/Resources](https://brahmsonline.kew.org/msbp/Training/Resources)

- ⇒ Des fiches techniques précises sur la mesure de l'humidité des semences à l'aide d'un hygromètre (fiche 5), le choix des conteneurs pour le stockage à long terme des semences (fiche 6), la surveillance à faible coût de l'humidité des semences (fiche 7), les méthodes de séchage des semences à petite échelle (fiche 8), et bien d'autres.
- ⇒ Vidéo technique sur la mesure de l'humidité des semences à l'aide d'un hygromètre

Seed Information Database, une compilation de données sur les caractéristiques biologiques des semences hébergée par la Society for Ecological Restoration (SER) : <https://ser-sid.org/>

UC Davis, HortCRSP, USAID, 2018 : Protocole de séchage et de stockage des semences après récolte à l'aide de billes de zéolite, <https://horticulture.ucdavis.edu/information/protocol-postharvest-seed-drying-and-storage-using-zeolite-dessicant-beads>

- ⇒ Protocole précis d'utilisation et de régénération des billes de zéolite



Documents disponibles en français :

Practice Abstracts du projet LIVESEED

- ⇒ A propos de la vigueur des semences : https://www.liveseed.eu/wp-content/uploads/2021/10/PA30_Seed-vigour-keep-it-high_FR.pdf
- ⇒ Sur le stockage des semences : https://www.liveseed.eu/wp-content/uploads/2023/09/PA25_Proper-seed-storage_FR_rev20230601.pdf

FNAMS (2020), disponible en ligne sur inscription :

Guide pratique La récolte des semences,

<https://www.fnams.fr/ressources/guides-pratiques/guide-pratique-recolte/>

Guide pratique Le Séchage des Semences,

<https://www.fnams.fr/ressources/guides-pratiques/guide-pratique-sechage/>

Semae Pédagogie : Durée de *vie des graines et nombre de graines* dans un gramme de semences. www.sem-ae-pedagogie.org/mediatheque/

Toutes les ressources en ligne ont été consultées le 19 octobre 2023





LiveSeeding



Co-funded by
the European Union

Funded by the European Union, the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI contract number 22.0412) and UK Research and Innovation (UKRI). Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or REA, nor SERI or UKRI.



UK Research
and Innovation

