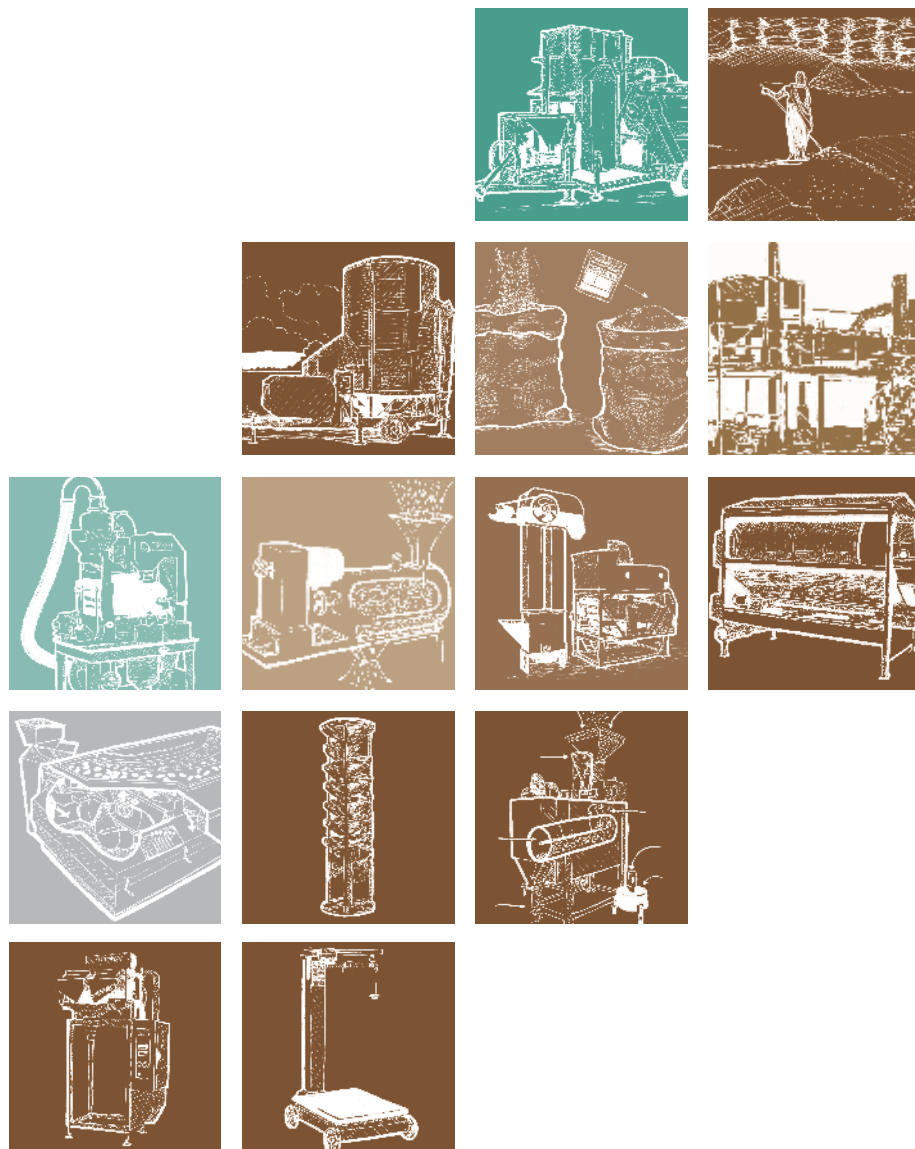




Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture

OUTILS DE FORMATION POUR LA PRODUCTION DE SEMENCES

Module 6: Entreposage des semences



OUTILS DE FORMATION POUR LA PRODUCTION DE SEMENCES

Module 6: Entreposage des semences

Citer comme suit:

FAO. 2019. *Outils de formation pour la production de semences- Module 6: Entreposage des semences*. Rome.

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Le fait qu'une société ou qu'un produit manufacturé, breveté ou non, soit mentionné ne signifie pas que la FAO approuve ou recommande ladite société ou ledit produit de préférence à d'autres sociétés ou produits analogues qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO.

ISBN 978-92-5-131908-6

© FAO, 2019



Certains droits réservés. Cette œuvre est mise à la disposition du public selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Partage dans les Mêmes Conditions 3.0 Organisations Intergouvernementales (CC BY NC SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode.fr>).

Selon les termes de cette licence, cette œuvre peut être copiée, diffusée et adaptée à des fins non commerciales, sous réserve que la source soit mentionnée. Lorsque l'œuvre est utilisée, rien ne doit laisser entendre que la FAO cautionne tels ou tels organisation, produit ou service. L'utilisation du logo de la FAO n'est pas autorisée. Si l'œuvre est adaptée, le produit de cette adaptation doit être diffusé sous la même licence Creative Commons ou sous une licence équivalente. Si l'œuvre est traduite, la traduction doit obligatoirement être accompagnée de la mention de la source ainsi que de la clause de non-responsabilité suivante: «La traduction n'a pas été réalisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). La FAO n'est pas responsable du contenu ni de l'exactitude de la traduction. L'édition originale [langue] est celle qui fait foi.»

Tout litige relatif à la présente licence ne pouvant être résolu à l'amiable sera réglé par voie de médiation et d'arbitrage tel que décrit à l'Article 8 de la licence, sauf indication contraire contenue dans le présent document. Les règles de médiation applicables seront celles de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (<http://www.wipo.int/amc/fr/mediation/rules>) et tout arbitrage sera mené conformément au Règlement d'arbitrage de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international (CNUDCI).

Matériel attribué à des tiers. Il incombe aux utilisateurs souhaitant réutiliser des informations ou autres éléments contenus dans cette œuvre qui y sont attribués à un tiers, tels que des tableaux, des figures ou des images, de déterminer si une autorisation est requise pour leur réutilisation et d'obtenir le cas échéant la permission de l'ayant-droit. Toute action qui serait engagée à la suite d'une utilisation non autorisée d'un élément de l'œuvre sur lequel une tierce partie détient des droits ne pourrait l'être qu'à l'encontre de l'utilisateur.

Ventes, droits et licences. Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications) et peuvent être obtenus sur demande adressée par courriel à: publications-sales@fao.org. Les demandes visant un usage commercial doivent être soumises à: www.fao.org/contact-us/licence-request. Les questions relatives aux droits et aux licences doivent être adressées à: copyright@fao.org.

Table des matières

PREFACE	VII
REMERCIEMENTS	IX
ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS	XI
INTRODUCTION	1
1 PRINCIPES DE L'ENTREPOSAGE DES SEMENCES	3
Qu'est-ce que l'entreposage des semences?	5
Quel est l'objectif de l'entreposage des semences?	8
Les types d'exigences liées à l'entreposage des semences	9
La sensibilité des semences au séchage et à la température	9
Les matériels de plantation	11
Manipulation des semences au cours des différentes étapes de l'entreposage	12
Maturité à la récolte (entreposage sur la plante)	12
De la récolte au traitement (entreposage de la récolte jusqu'au traitement)	12
Distribution et commercialisation (stockage en entrepôt)	13
Entreposage transitoire, chez le détaillant et chez l'agriculteur	13
Facteurs affectant la longévité des semences lors de l'entreposage	13
Type de semences	13
Qualité initiale des semences	13
Teneur en humidité des semences	14
Humidité relative et la température	15
Facteurs contribuant à la détérioration des semences	16
La pré-récolte	16
Récolte et post-récolte	17
Stockage en entrepôt	17
Transport et transit	18
Exercices et points de discussion	18
2 FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX AFFECTANT LE STOCKAGE DES SEMENCES EN ENTREPÔT	19
Facteurs critiques lors du stockage en entrepôt	22
Nature ou type de semences	22
Teneur en humidité	22
Viabilité initiale des semences	24
Temperatura y humedad relativa durante el almacenamiento	25
Facteurs intervenant après la sortie des semences de l'entrepôt	33
Exercices et points de discussion	34

3	LES RAVAGEURS DES GRENIERS ET LEUR CONTRÔLE	35
	Insectes ravageurs des semences	37
	Les insectes ravageurs primaires	38
	Insectes ravageurs secondaires	43
	La gestion et le contrôle des insectes ravageurs dans les semences entreposées	48
	Mesures de contrôle des insectes	48
	Agents pathogènes des stocks	54
	Champignons des stocks	55
	Les rongeurs dans les sites d'entreposage des semences	56
	Les types de rongeurs des stocks	57
	Caractéristiques des rongeurs des stocks	58
	Contrôle des rongeurs	59
	Oiseaux nuisibles des entrepôts	61
	Types d'oiseaux nuisibles	61
	Contrôle des oiseaux	62
	Exercices et points de discussion	62
4	STRUCTURES D'ENTREPOSAGE	63
	Objectif des structures d'entreposage	65
	Caractéristiques de base des structures d'entreposage des semences	65
	Types de structures d'entreposage	66
	Stockage en vrac	67
	Stockage en sacs	73
	Entreposage hermétique	76
	Entreposage à l'air libre	78
	Systèmes d'entreposage à l'air libre à la ferme	79
	Systèmes améliorés d'entreposage à l'air libre	80
	Gestion de l'entreposage	80
	Lieu d'implantation	80
	Conception technique	81
	Dimensions	83
	Gestion de routine de l'entreposage des semences en sacs	85
	Entreposage des semences de première génération	89
	Entreposage des ressources phytogénétiques	89
	Entreposage des semences récalcitrantes	90
	Entreposage des matériels de plantation	90
	La patate douce	90
	Le manioc	91
	Exercices et points de discussion	92

5	ECONOMIE DE L'ENTREPOSAGE DES SEMENCES	93
	Coûts fixes d'entreposage	95
	Coûts variables d'entreposage	96
	Prime de risque	96
	Calcul du coût d'entreposage	96
	Économies d'échelle dans entreposage des semences	97
	Profit ou perte au stockage	100
	Rendement de l'investissement dans entreposage des semences	100
	Exercices et points de discussion	100

	GLOSSAIRE	101
--	------------------	------------

TABLEAUX

Tableau 1	La teneur en humidité sûre pour des semences sélectionnées	23
Tableau 2.	La teneur en humidité à l'équilibre de semences de légumes pour différents niveaux d'humidité relative et à environ 25 °C (base humide)	31
Tableau 3.	La teneur en humidité à l'équilibre de semences de céréales pour différents niveaux d'humidité relative et à environ 25 °C (base humide)	31
Tableau 4.	La teneur en humidité à l'équilibre de semences de cultures pour différents niveaux d'humidité relative et à environ 25 °C (base humide)	31
Tableau 5.	Le volume spécifique de semences de différents produits	83

Preface

La communauté internationale, à travers les objectifs de développement durable, est résolue à parvenir à un monde libéré de la faim d'ici 2030. Cela nécessitera une augmentation constante de l'ordre de 60 pourcent de la production alimentaire, d'aliments à la fois nutritifs et sains, et produits d'une façon qui respecte l'environnement. Dans la plupart des scénarios, il n'y aura pas excédent de ressources en terres ou en eau à déployer pour accroître la production agricole. En fait, la voie la plus durable vers cet objectif consiste à améliorer la productivité de manière durable. Cela signifie produire plus avec moins d'intrants externes. Pour y parvenir, les agriculteurs doivent utiliser des variétés de cultures bien adaptées.

La FAO et ses partenaires travaillent avec les pays pour encourager les agriculteurs à l'utilisation de semences et matériels de plantation de qualité en utilisant des variétés bien adaptées, en particulier par les petits exploitants et les exploitants familiaux pauvres en ressources des zones rurales, et qui produisent la plupart des aliments consommés par les communautés vulnérables des pays en développement.

Le système de distribution de semences d'un pays est mieux si conçu comme une chaîne de valeur composée d'éléments interconnectés - du développement de variétés nutritives et bien adaptées à leur adoption par les agriculteurs, en passant par la production et la distribution (compris la vente) de semences et matériels végétal de qualité, à leur utilisation comme intrants par les agriculteurs. Le fonctionnement efficace de la chaîne de valeur, rendu possible par les lois, les politiques, les stratégies, les plans d'action et les réglementations nationales applicables aux semences, dépend en grande partie de la capacité des parties prenantes à mettre en œuvre les connaissances et les compétences nécessaires pour produire des semences et matériels de plantation de qualité.

Cet outil de formation sur les semences a été conçu pour aider les professionnels de toute la chaîne de valeur des semences à acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour pouvoir fournir aux agriculteurs des semences et matériels de plantation de variétés bien adaptées. Les outils de formations sont conçus principalement pour des activités de renforcement des capacités, en particulier pour les petits agriculteurs et les gestionnaires des petites et moyennes entreprises, et contiennent six modules complémentaires. Ces modules traitent de: la création de petites entreprises de semences; le traitement des semences; le contrôle de qualité; et le stockage et la commercialisation des semences. Il existe également un module sur les questions de réglementation des semences. Ces modules - faciles à lire - devraient également être utiles pour les décideurs et les autres professionnels souhaitant mieux comprendre le fonctionnement de systèmes efficaces de distribution de semences.

Hans Dreyer

Directeur Division de la production végétale et de la protection des plantes

Remerciements

Ce module a été produit par l'équipe « Semences et ressources phytogénétiques » de la Division de la production végétale et de la protection des plantes de la FAO, sous la direction de Chikelu Mba (Chef d'équipe).

AUTEUR

Samuel Kugbei (ancien fonctionnaire de la FAO).

EXAMINATEURS TECHNIQUES

Le manuscrit a été soumis à un examen collégial par Michael Turner (consultant international), Wilson Hugo (FAO) et Mohammed Tazi (consultant international). Il a été également enrichi par les commentaires et les contributions d'experts des pays africains qui ont participé à l'atelier organisé par AfricaSeeds à Abidjan, Côte d'Ivoire.

SOUTIEN ÉDITORIAL

Hamza Bahri et Diana Gutiérrez Méndez (FAO) ont coordonné la révision du texte et la traduction, ainsi que la production des illustrations et la mise en page. Ruth Duffy a révisé le texte original. Shalis Stevens a produit les illustrations. Davide Moretti (Art&Design) a entrepris la conception et la mise en page de la publication.

Acronymes et abréviations

bh	Base humide
bs	Base sèche
FIFO	Premier entré, premier sorti
HR	Humidité relative
IA	Ingrédient actif
PB	Produit brut
PVC	Polychlorure de vinyle
RDI	Rendement de l'investissement
TH	Teneur en humidité
UV	Ultraviolet

Introduction

Chaque année, on estime que 25 à 33 pour cent des cultures céréalières mondiales, dont des semences, sont perdus lors de l'entreposage, ce qui a un effet significatif sur la sécurité alimentaire mondiale. Cet impact est même plus important dans les pays en développement à déficit alimentaire, dans lesquels les agriculteurs mènent un véritable combat pour préserver leurs semences, intrant de base indispensable à la production des cultures vivrières.

L'entreposage des semences est **la conservation des semences dans des conditions d'environnement contrôlé afin de préserver la viabilité des semences** (germination et vigueur) sur de longues périodes entre le moment de la récolte et celui où les semences traitées sont semées par l'agriculteur. L'entreposage cependant est souvent considéré comme un simple moyen de conserver les semences dans une «structure d'entreposage» physique. C'est pourtant là une mauvaise conception, qui peut entraîner la construction inutile de bâtiments complexes et coûteux. Il est important en effet de tenir compte d'autres facteurs qui participent à la préservation de la viabilité des semences. Le principe directeur consiste à comprendre **comment fonctionnent les semences et leurs processus internes biologiques/physiologiques/biochimiques, et comment elles interagissent avec l'environnement ambiant**, pour alors déterminer quand l'entreposage des semences commence et se termine réellement.

L'entreposage des semences démarre réellement sur le terrain, lorsque les semences atteignent leur maturité physiologique, à savoir lorsqu'elles ne bénéficient plus de l'entière protection de la plante mère et sont exposées à l'environnement externe en termes d'humidité, de température, de pression biotique, etc. Pour cette raison, les conditions environnementales régnant entre la maturation et la plantation, en passant par la maturité physiologique, ont toutes un certain impact sur la viabilité et le potentiel d'entreposage des semences. Il est alors possible de subdiviser efficacement la **période d'entreposage** en différentes étapes:

- la pré-récolte;
- la récolte-mise en entrepôt;
- l'entreposage;
- l'entreposage-plantation.

En respectant cette séquence logique, il est dès le départ important d'assurer que l'on stocke dans l'entrepôt les semences qui présentent la meilleure qualité initiale possible et une teneur en humidité saine. Par conséquent, lorsque l'on décide de l'emplacement et de la période de la production des semences, le choix de l'emplacement et le moment doivent être déterminés en considérant non seulement des rendements élevés, mais aussi, autant que possible, les conditions qui pourraient prévaloir lors de la récolte. Les conditions idéales pour la récolte sont de faibles températures et une humidité relativement faible.

Un investissement dans des conditions complexes en entrepôt se justifie uniquement si toutes les autres conditions sont idéales:

- La récolte a lieu lorsque les semences ont une qualité optimale.
- Une manipulation adéquate est garantie pendant les opérations pertinentes de post-récolte (séchage, battage, traitement et transport intermédiaire).
- On dispose, pour le placement en entrepôt, de semences d'une grande qualité.

Le stockage en entrepôt ne sert pas à améliorer la qualité des semences, mais à la conserver. Toutes les pratiques de gestion prévues lors de la phase de stockage en entrepôt ne peuvent pas faire plus que préserver la qualité initiale des semences. Si les semences présentent une grande qualité au moment de la récolte (du fait de facteurs pré-récolte optimaux), cet état peut être conservé en adoptant des pratiques appropriées lors de l'entreposage. D'autre part, si les semences ont été produites dans de mauvaises conditions sur le terrain (exposition aux intempéries, humidité élevée lors de la récolte, températures extrêmes, faible germination, faible vigueur, mauvaise santé des semences, etc.), même les meilleures pratiques de stockage ne compenseront pas les défauts des semences.

Ce module s'articule autour de cinq chapitres, qui couvrent les meilleures pratiques sur toute la période d'entreposage des semences. Chaque chapitre comporte des exercices destinés à provoquer le débat et la réflexion du groupe au cours des séances de formation.

Le **chapitre 1** présente et explique les principes de base, les questions et les concepts relatifs à l'entreposage des semences: la maturité physiologique avant la récolte, la maintenance et l'entreposage suite à la récolte, le stockage en entrepôt et l'entreposage par l'agriculteur jusqu'à la plantation des semences.

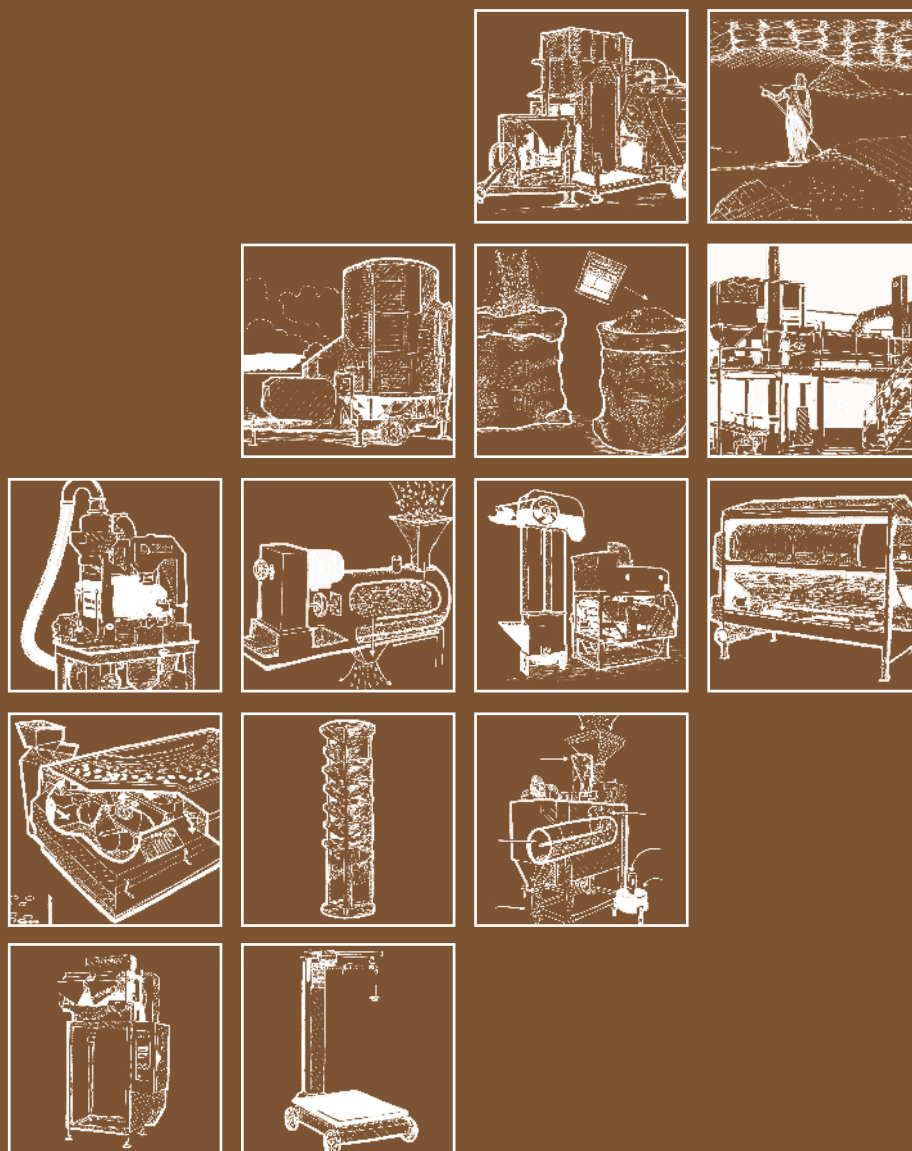
Le **chapitre 2** aborde les facteurs environnementaux qui affectent l'entreposage des semences, notamment les principes de base pour gérer l'environnement dans l'entrepôt afin de réduire le risque d'une baisse de la viabilité, en particulier quand les semences sont entreposées sur une durée supérieure à une année. Les trois facteurs environnementaux essentiels pour déterminer la réussite d'un entreposage de semences sont: la viabilité initiale des semences, la teneur en humidité initiale des semences, et la température d'entreposage en combinaison avec l'humidité relative.

Le **chapitre 3** décrit les nuisibles des entrepôts de semences et explique comment les contrôler, en considérant les importantes pertes annuelles de cultures céréalières et semences mondiales imputables aux nuisibles lors de l'entreposage. On y aborde les principes du contrôle des principaux ravageurs des greniers qui s'attaquent aux semences (insectes, pathogènes, acariens, rongeurs et oiseaux).

Le **chapitre 4** traite d'une large gamme de structures de stockage, au niveau des communautés autochtones comme à des niveaux supérieurs, appropriées pour conserver les semences de la récolte jusqu'à la saison de plantation suivante. On accorde une attention particulière aux moyens permettant, au niveau local chez les petits exploitants, d'améliorer les structures pour un meilleur entreposage des semences agricoles.

Le **chapitre 5** aborde l'économie de l'entreposage des semences: comment faire en sorte que les opérations d'entreposage soient rentables et efficaces en sélectionnant des structures adaptées à des situations spécifiques, en prenant des mesures permettant d'éviter les gaspillages et en garantissant le respect des bonnes pratiques de gestion au quotidien.

a Principes de l'entreposage des semences





Principes de l'entreposage des semences

1

remarques

Lorsqu'une culture semencière est récoltée et nettoyée, il peut être nécessaire de la conserver pendant une certaine durée avant qu'elle soit commercialisée ou utilisée par l'agriculteur. La durée pendant laquelle les semences peuvent être conservées en toute sécurité dépend des conditions régnant lors de la récolte et du nettoyage, mais aussi du type d'installation d'entreposage utilisé. Des principes de base régissent l'entreposage des semences, en particulier les pratiques associées au contrôle de **la température et de l'humidité relative (HR)** au sein de l'installation d'entreposage elle-même. Les semences présentant une plus faible teneur en humidité (TH) et qui sont maintenues à de basses températures peuvent être entreposées plus longtemps avant que leur qualité se détériore. La présence et le développement d'insectes, d'acariens, de moisissures et de champignons – qui sont tous sous l'influence de la température et de la teneur en humidité des semences – affecteront la qualité des semences et leur durée d'entreposage. L'influence d'autres facteurs (par exemple rongeurs et oiseaux) dépend de la structure d'entreposage utilisée et de son état.

QU'EST-CE QUE L'ENTREPOSAGE DES SEMENCES?

L'entreposage des semences est la conservation des semences dans des conditions d'environnement contrôlé afin de préserver la viabilité des semences (germination et vigueur) sur de longues périodes, à savoir entre le moment de la récolte et celui où les semences sont finalement semées par l'agriculteur. L'ensemble de la période d'entreposage est associé à plusieurs processus et à plusieurs sites. Au sens plus large du terme, l'entreposage commence à la maturité physiologique et se termine avec la germination dans les champs. Il est possible de subdiviser la période d'entreposage en cinq étapes:

1. La maturité à la récolte
 2. Le séchage et le battage
 3. Le traitement
 4. La distribution et la commercialisation
 5. L'entreposage sur le lieu d'exploitation.
1. Le premier segment d'entreposage correspond à la période allant **de la maturité physiologique à la maturité à la récolte**. Les semences sont physiologiquement matures lorsqu'elles atteignent leur poids sec maximum sur la plante. À la maturité physiologique, la déshydratation des semences a commencé, et elle se poursuit jusqu'à ce que la teneur en humidité des semences et du fruit décline à un niveau qui permet une récolte et un battage efficaces et rentables, à savoir jusqu'à la maturité de récolte. Tout retard dans la récolte une fois que les semences ont atteint la maturité, prolonge le premier segment de la période d'entreposage, et génère souvent une détérioration de la qualité. La teneur en humidité correspond à la quantité d'eau dans les semences, et s'exprime généralement en pourcentage sur une «base humide» (bh). Celle-ci se calcule comme suit:

$$\frac{\text{Poids de l'humidité}}{\text{Poids de l'échantillon humide}} \times 100$$

remarques

Il arrive que soit indiquée la teneur en humidité «base sèche» (bs), et il est important de savoir laquelle a été utilisée. Si l'on sèche par exemple 100 kg de grains humides et que la perte d'eau est de 20 kg, la teneur en humidité est la suivante:

$$\frac{20 \times 100}{100} = 20\% \text{ sur une base humide (bh) ou } \frac{20 \times 100}{80} = 25\% \text{ (bs)}$$

Les semences sont généralement récoltées lorsqu'elles ont une TH de 18 à 25 % (bh). Différents facteurs – phase de maturité des semences, saison, situation météorologique et installations de séchage disponibles – influencent cependant la teneur en humidité, qui peut donc être essentiellement supérieure ou inférieure.

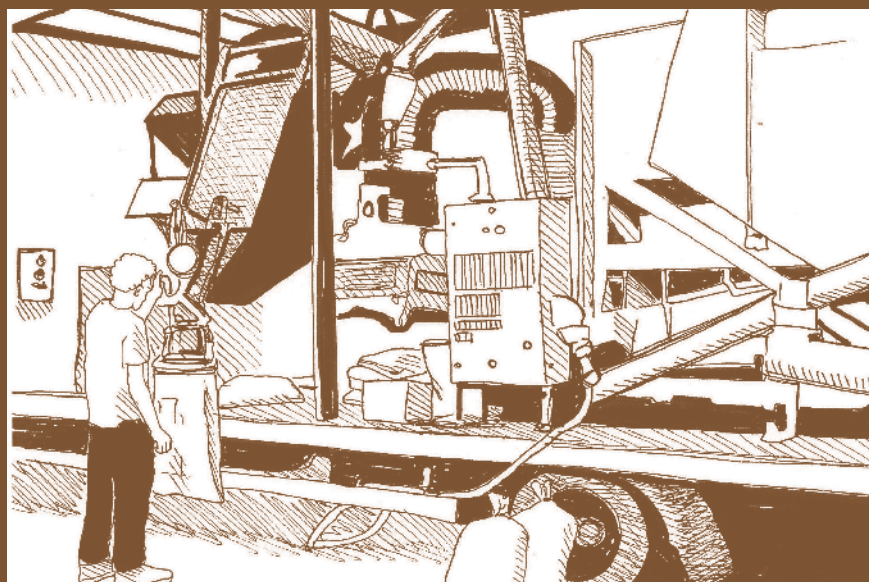
On utilise des humidimètres électriques portables dans les champs pour obtenir une mesure rapide de la teneur en humidité des semences. Ceux-ci mesurent les propriétés électriques des semences, qui sont étroitement liées à la teneur en humidité et donnent donc des résultats assez précis dans la plage de TH de 13 à 16 %.

2. Le second segment de la période d'entreposage va de **la récolte au début du traitement des semences**. Quand les semences sont entreposées dans la moissonneuse-batteuse, en wagon-trémie, dans une installation d'entreposage en vrac ou dans des séchoirs, elles se trouvent en phase d'entreposage; leur qualité est affectée par les mêmes facteurs que ceux qui affectent la qualité des semences lors des phases ultérieures de l'entreposage (conditionnement des semences ou distribution et commercialisation).
3. Le troisième segment de la période d'entreposage va **du début du traitement des semences au conditionnement**.
4. Une fois les semences conditionnées, la période de stockage couvre la **distribution et la commercialisation**, y compris le stockage dans des entrepôts et au niveau de points de vente.
5. Enfin, les semences sont entreposées sur l'exploitation de l'agriculteur **avant et pendant la plantation**.

La récolte et le séchage à l'air des semences de riz



1



Séchage du riz et transport de la récolte des semences de riz

Opération de traitement des semences

Entreposage des semences sur l'exploitation, dans un crib ouvert

Manutention des semences traitées en entrepôt



remarques

La qualité des semences – essentiellement sa germination et sa vigueur (voir Module 2) – peut être fortement affectée pendant l’une de ces quelconques cinq étapes. Il est donc primordial de suivre des principes raisonnables d’entreposage des semences et de les manipuler correctement; les bonnes pratiques s’appliquent également aux semences conservées aux points de transit lors d’un transport par charrette, camion, rail, avion, ou par tout autre moyen. mion, rail, avion, ou par tout autre moyen.

QUEL EST L’OBJECTIF DE L’ENTREPOSAGE DES SEMENCES?

L’entreposage des semences a pour objectif de **maintenir les semences en bonne condition physique et physiologique** de la récolte à la plantation par l’agriculteur. Pour la plupart des cultures, il se passe un certain temps entre la récolte et la plantation; pendant cette période, les semences doivent être conservées quelque part, d’où la nécessité de l’entreposage. Pour certaines cultures, les semences peuvent être semées quasi immédiatement suite à la récolte, et aucun entreposage n’est nécessaire, ou seulement en entreposage d’une faible durée. Dans certains pays par exemple, les semences d’une culture particulière peuvent être récoltées en moyenne montagne et quasi immédiatement plantées dans les zones de faible altitude, où une culture telle que celle du riz peut être produite deux ou trois fois par an, ce qui réduit la période d’entreposage des semences.

Par tradition, l’entreposage des semences au niveau de l’exploitation a pour principal objectif de conserver des stocks de semences à semer ou planter la saison suivante. Cependant, un **entreposage prolongé** – à savoir la conservation des semences pendant ≥ 2 ans afin de pouvoir répondre aux demandes à venir – peut s’avérer nécessaire, et ce pour différentes raisons:

- La volonté de conserver des variétés préférées et bien adaptées, en particulier au niveau des agriculteurs de communautés locales.
- La perception du risque de mauvaise récolte en cas de conditions difficiles. Une partie de la production correspondant à une bonne récolte est conservée pour servir de stock tampon et couvrir les besoins en semences des années moins productives. Le rendement et la qualité des semences (en particulier la germination et la vigueur) peuvent être imprévisibles, car ils sont liés aux conditions de culture.
- Les variations de la demande du marché de certaines cultures et semences. Quand les fournisseurs de semences ne sont pas en mesure de commercialiser toutes leurs semences pendant la saison de plantation immédiate, les semences non vendues sont conservées pour la seconde saison de plantation. Cependant, pas toutes les semences sont bien adaptées à un report d’entreposage; par exemple, les semences d’arachide, de soja et d’oignons sont associés à une durée d’entreposage qui est naturellement courte.
- L’élimination de la nécessité de produire des semences à chaque saison. Pour les entreprises spécialistes des semences de souche, c’est une stratégie potentiellement efficace et économique que de produire pendant une saison donnée des semences de variétés associées à une demande limitée. En fait, de nombreux types de lots de semences, et essentiellement les semences

1

de légumes, de fleurs et de fourrage, associés au commerce international, ne sont pas utilisés l'année qui suit immédiatement leur production.

- L'aménagement d'un temps suffisant pour rompre la dormance, ce qui améliorerait le pourcentage de germination.
- La conservation des ressources génétiques, qui exige un entreposage des semences sur le long terme.

Quelle que soit la raison spécifique à l'origine de l'entreposage des semences, son objectif reste identique, à savoir **préserver une capacité satisfaisante de germination et de levée dans les champs des semences**. Les installations utilisées et les procédures adoptées pour l'entreposage doivent principalement répondre à cet objectif. Au cours de l'entreposage, les semences devront être testées à intervalles réguliers, en particulier pour ce qui est de leur faculté germinative.

Les semences **sont régulièrement entreposées pendant > 1 an**, et il est essentiel de comprendre la façon dont les opérations réalisées au cours des différents segments d'entreposage (récolte, séchage, battage, traitement, entreposage et transport des semences) affectent la longévité et la vigueur des semences. Les semences sont des organismes vivants fragiles, et la durée de conservation des semences est dès le début du cycle de vie de la plante affectée par les éléments nutritifs du sol, la santé de la plante et d'autres facteurs. L'aménagement des meilleures conditions de croissance et de santé des semences est fondamental; néanmoins, l'effet le plus important sur la viabilité et la vigueur des semences est obtenu lors de la récolte, du battage, du séchage, du nettoyage, du transport et de l'entreposage. Une dégradation se produit en fait facilement au cours d'une de ces phases. Il est impératif de veiller **à réduire à un minimum l'endommagement des semences et à optimiser leur viabilité et leur vigueur dès la période qui précède la récolte et jusqu'à la manipulation post-récolte**.

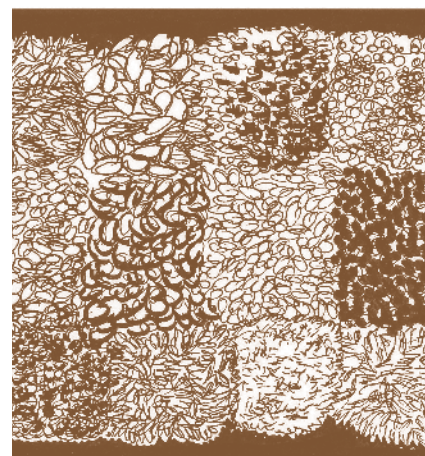
LES TYPES D'EXIGENCES LIÉES À L'ENTREPOSAGE DES SEMENCES

En règle générale, le coût de l'installation d'entreposage par unité de semences entreposées augmente en fonction des exigences d'entreposage. Le type d'entreposage requis dépend essentiellement de la **durée d'entreposage attendue**, que l'on classe en **cinq catégories**:

- L'entreposage à court terme des semences conservées par l'agriculteur et des banques de semences communautaires
- L'entreposage à court terme de stocks de semences de première génération (semences pré-base et de base)
- L'entreposage à court terme de stocks de semences commerciales (semences certifiées)
- L'entreposage de semences de report (semences de première génération et semences commerciales)
- L'entreposage à long terme de semences de germoplasme (ressources génétiques).

remarques

Les semences orthodoxes



remarques

LA SENSIBILITÉ DES SEMENCES AU SÉCHAGE ET À LA TEMPÉRATURE

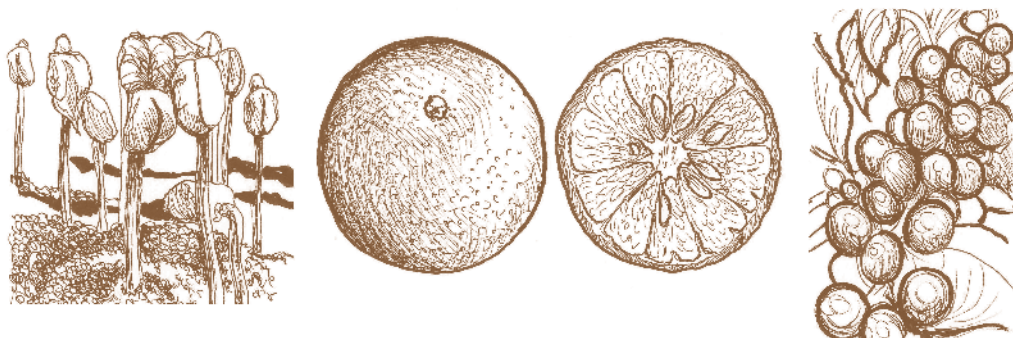
Les semences se distinguent par leur sensibilité au séchage et à la température; certaines semences perdent leur viabilité lorsqu'elles atteignent une certaine teneur en humidité. L'humidité des semences est un facteur critique pour déterminer la viabilité et la longévité de tous les types de semences. Pour cette raison, il est essentiel d'**identifier le type de semences** avant d'envisager la méthode d'entreposage. En termes de longévité des semences et des effets du séchage et de l'entreposage sur la germination, on distingue différentes **catégories de semences**:

- **Les semences orthodoxes** – d'une grande longévité, elles peuvent être séchées pour obtenir une teneur en humidité de 5 % (soit habituellement bien inférieure à ce qui serait normalement obtenu naturellement) sans dommage, elles peuvent être conditionnées et sont aptes à la congélation. La longévité des semences orthodoxes augmente lorsque la teneur en humidité et la température baissent au sein d'une large gamme d'environnements d'entreposage. La conservation *ex situ* des semences orthodoxes n'est par conséquent pas un problème. Des exemples de semences orthodoxes qui peuvent exister pendant des périodes prolongées à l'état sec sont la plupart des cultures annuelles et biennales (soit la plupart des céréales et légumineuses) et les semences de nombreuses cultures maraichères, tels que laitue, chou et colza (canola).
- **Les semences récalcitrantes ou non orthodoxes** – d'une faible longévité, elles ne peuvent être séchées à une TH < 20 à 30 % sans dommage, elles ne supportent pas la congélation, et ne sont donc pas susceptibles de supporter un entreposage à long terme. La conservation *ex situ* des semences non orthodoxes pose problème. Pour cette raison, les plantes qui produisent des semences récalcitrantes sont plutôt conservées sous forme végétative et

Les semences récalcitrantes



Les semences intermédiaires



1

non sous la forme de semences. Les espèces récalcitrantes appartiennent essentiellement aux arbres et arbustes; certains exemples courants de plantes qui produisent des semences récalcitrantes sont l'avocat, le cacao, la noix de coco, la mangue, la papaye et la noix. Les semences récalcitrantes sont généralement plus grandes que les semences orthodoxes; les grandes semences ont généralement une teneur en humidité ou en huile élevée, et sont souvent récalcitrantes dans leur comportement à l'entreposage.

- **Les semences intermédiaires** – ne rentrant pas totalement dans la catégorie des semences orthodoxes ou récalcitrantes, elles ont une tolérance limitée au séchage, mais sont sensibles aux températures de congélation. Des exemples de semences intermédiaires sont des espèces issues de l'agroforesterie à semences relativement petites, comme les agrumes, le café, la goyave et l'anacardier.

remarques

LES MATÉRIELS DE PLANTATION

La reproduction sexuée (types récalcitrants et orthodoxes) n'est pas le seul mode d'obtention des plantes; elles peuvent aussi être obtenues par reproduction asexuée de parties de racines, tubercules, bulbes ou tiges. Les parties de plantes utilisées pour la multiplication végétative sont appelées matériels de plantation, ou plants et boutures. Exemples de cultures plantées en utilisant des matériels de plantation sont le manioc, la patate douce et l'igname.

L'agriculteur doit garantir que les matériels de plantation (plants ou boutures) sont disponibles dès que nécessaire. Les matériels de multiplication végétative doivent être conservés dans des conditions de fraîcheur, être viables et exempts de maladie; l'entreposage peut donc constituer un problème, en particulier pour les cultures saisonnières. La **disponibilité de matériels de plantation sains** est le facteur limitant le plus important pour la production de cultures de plantes racines et tubéreuses, comme la pomme de terre à chair blanche, la patate douce et le manioc.

*Matériels de plantation de manioc (gauche)
et patate douce (droite)*



remarques

Outre la multiplication végétative classique, les plantes sont aussi produites par **micropropagation**, en utilisant des techniques de culture de tissus pour produire des plantes, tubercules et bulbes de haute qualité et exempts de maladies, pour une agriculture commerciale à forte valeur. Certains fruits (par exemple banane et banane plantain, agrumes, ananas et fraise) et certaines cultures (canne à sucre, pomme de terre, patate douce et manioc, par exemple) se multiplient par micropropagation. Les matériels de première génération à forte valeur exigent des conditions d'entreposage spécialisées. Par exemple, les minitubercules de pommes de terre produits par culture de tissu exigent un entreposage sous air conditionné jusqu'à leur utilisation pour produire des semences de pommes de terre certifiées sans maladie.

MANIPULATION DES SEMENCES AU COURS DES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE L'ENTREPOSAGE

Maturité à la récolte (entreposage sur la plante)

La qualité des semences est fortement influencée par les **conditions environnementales** qui prévalent entre le moment où les semences atteignent leur maturité physiologique et la récolte, et les dommages découlant d'intempéries sont alors souvent un facteur grave. Par exemple, les semences de certaines cultures (soja et arachide par exemple) peuvent perdre de leur viabilité et de leur vigueur, résultant ainsi en une capacité de germination réduite avant la récolte.

D'autres facteurs (par exemple état du sol, carences en nutriments minéraux lors de la croissance de la plante, stress hydrique, températures élevées ou faibles, dommages dus à une maladie ou à des insectes) peuvent aussi détériorer la qualité des semences en réduisant leur viabilité et leur vigueur au moment de la maturité physiologique.

Il est donc essentiel de **conserver la qualité initiale des semences** à un niveau aussi élevé que possible, en réduisant au minimum les dommages découlant du climat ou d'autres facteurs et en adoptant de bonnes pratiques:

- production d'une culture de semences saine;
- récolte précoce;
- prise de dispositions adéquates, au moment opportun, pour réaliser le séchage et le battage des semences.

De la récolte au traitement (entreposage de la récolte jusqu'au traitement)

Puisque les semences ont une teneur en humidité élevée à la récolte, la détérioration des semences peut se faire très rapidement durant cette période. Si la teneur en humidité des semences de céréales est > 13 % au moment de la récolte, on peut assister à une **détérioration rapide et importante** au cours de périodes d'entreposage, impliquant:

- le transport du site de la récolte au site de séchage et battage;
- le transport du site de battage au lieu de traitement;
- l'entreposage au niveau du lieu de traitement.

1

Avec une TH \geq 13 %, des moisissures peuvent se développer et un échauffement se produire. Il est donc impératif d'apporter le plus grand soin lorsque vous manipulez un matériel présentant une teneur en humidité élevée suite à la récolte. Si les semences sont récoltées avec une TH $>$ 13 %, il est impératif de prendre des mesures permettant de conserver la qualité des semences. Notez que des semences qui viennent d'être récoltées peuvent sembler sèches dans l'ensemble, mais quelques semences individuelles présentant une teneur en humidité élevée peuvent générer un développement de moisissures à certains endroits. **Aérez** les semences qui viennent d'être récoltées – même lorsque les semences semblent sèches. **Évitez tout ajout par mélange mécanique et conservez l'identité du lot des semences.**

remarques

Distribution et commercialisation (stockage en entrepôt)

Suite au traitement, les semences sont placées dans différentes formes de systèmes d'entreposage en attendant leur distribution et leur commercialisation. Si le vieillissement des semences et la réduction de la germination sont inévitables lors de l'entreposage, ils peuvent cependant être contrôlés en apportant de bonnes conditions d'entreposage.

Entreposage transitoire, chez le détaillant et chez l'agriculteur

La construction d'excellents entrepôts ne sert à rien si les graines perdent de leur viabilité suite à un entreposage incorrect lors d'un transit, dans l'entrepôt du détaillant et sur l'exploitation de l'utilisateur. **Des précautions d'entreposage adéquates sont indispensables** lors de ces étapes.

FACTEURS AFFECTANT LA LONGÉVITÉ DES SEMENCES LORS DE L'ENTREPOSAGE

Le maintien de la qualité et la longévité des semences dans des entrepôts de stockage dépendra d'un certain nombre de facteurs (expliqués ci-après). En règle générale, une faible teneur en humidité et une faible température réduisent la perte de viabilité des semences, et il est possible d'utiliser différentes combinaisons de **teneur en humidité et de température** pour prolonger la viabilité des semences lors de l'entreposage.

Type de semences

La nature ou le type de semences – orthodoxe, récalcitrante ou intermédiaire – affecte la longévité des semences, car la sensibilité au séchage et à la température influencent son aptitude naturelle à l'entreposage. Si les semences de certaines cultures (oignon, soja et arachide par exemple) ont naturellement une faible longévité, d'autres (exemple, la plupart des céréales et des légumineuses à grains) résistent à un stockage de longue durée.

remarques

Qualité initiale des semences

Il est impossible d'améliorer la qualité d'un lot de semences en l'entreposant (à l'exception parfois de rompre la dormance de semences dures qui n'auraient sinon pas germées) étant donné que la fonction d'un bon entreposage est uniquement de maintenir l'état de qualité du lot de semences en évitant une détérioration rapide de sa qualité. L'aptitude au stockage des semences dépend de leur **qualité au début de l'entreposage**, car des semences de grande qualité initiale (germination et vigueur) sont beaucoup plus résistantes à de mauvaises conditions de l'environnement de stockage que des semences de mauvaise qualité. Un lot de semences composé de semences très vigoureuses et non détériorées se conservera plus longtemps qu'un lot de semences dégradées, car une fois que le processus de détérioration commence, la dégradation est rapide. Même un lot de semences ayant une bonne capacité de germination en début de stockage peut se dégrader rapidement, en fonction de la gravité des dommages subis par les semences. Il est par conséquent important de ne reporter que des semences de grande qualité pour les prochaines périodes de semis, et de rejeter les semences de faible qualité.

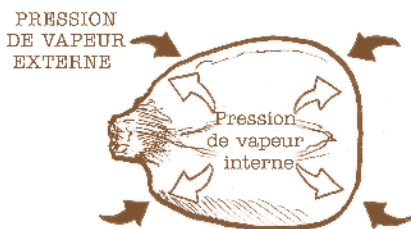
Teneur en humidité des semences

Il est essentiel de sécher les semences jusqu'à un taux d'humidité sûr, car le niveau d'humidité des semences est probablement le facteur qui influence le plus la viabilité des semences lors de leur entreposage.

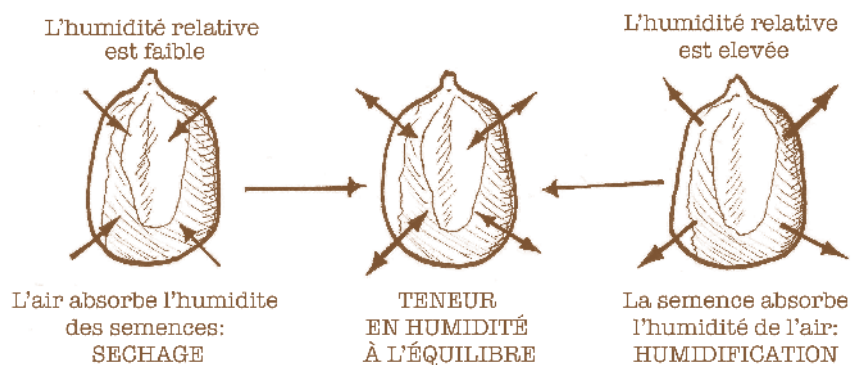
En règle générale, si la teneur en humidité des semences augmente, leur durée d'entreposage diminue. Une teneur en humidité élevée peut provoquer le développement de moisissures et des pertes rapides; une très faible teneur en humidité (TH < 4 %) peut générer une extrême dessiccation et endommager les semences ou générer un ensemencement difficile. La **teneur en humidité saine** dépend des éléments suivants:

- la durée souhaitée de l'entreposage;
- le type de structure d'entreposage;
- le type de semences;
- la nature du matériau de conditionnement utilisé.

Les pressions de vapeur interne et externe dans une semence de maïs



La teneur en humidité à l'équilibre dans une semence de maïs



1

Par exemple, dans des conditions d'entreposage normales, pendant 12 à 18 mois, un séchage des semences jusqu'à une TH de 10 % est suffisant pour les céréales, tandis que pour un entreposage en contenants hermétiques, un séchage jusqu'à 5 à 8 % de TH peut s'avérer indispensable.

remarques

Humidité relative et la température

L'humidité relative correspond à la quantité d'eau présente dans l'air à une température donnée, par rapport à sa capacité maximale de rétention d'eau. La teneur en humidité des semences change constamment, en fonction de la température et de l'humidité relative de l'air entourant les semences. En effet, elles sont hygroscopiques et absorbent ou libèrent facilement de l'eau, en fonction de la quantité d'eau qui les entoure. Les semences absorbent ou libèrent de l'humidité jusqu'à ce que la pression de valeur de l'humidité des semences et de l'humidité atmosphérique s'équilibre; à ce stade, les semences atteignent une teneur en humidité spécifique et caractéristique: la **teneur en humidité à l'équilibre**. Lorsque la teneur en humidité à l'équilibre est atteinte, il n'y a ni gain ni perte de teneur en humidité des semences.

Quand des semences sont placées dans un nouvel environnement, si l'humidité relative est supérieure ou inférieure à celle garantissant leur équilibre, les semences perdront ou acquerront de l'humidité jusqu'à ce qu'un équilibre soit à nouveau établi dans leur nouvel environnement. Dans un contenant d'entreposage fermé hermétiquement, la teneur en humidité des semences détermine l'humidité relative de l'environnement dans le contenant.

L'établissement d'un équilibre hygroscopique dans les semences n'est pas instantané, et prend du temps. Le **temps nécessaire pour que s'établisse un équilibre hygroscopique dépend des éléments suivants**:

- le type de graine;
- la teneur en humidité initiale;
- l'humidité relative moyenne;
- la température.

Dans des conditions d'entreposage à l'air libre, la teneur en humidité des semences fluctue quand l'humidité relative change. Cependant, les fluctuations quotidiennes normales de l'humidité relative n'ont que peu d'effet sur la teneur en humidité.

En règle générale, pour un type particulier de semences à une humidité relative donnée, la **teneur en humidité à l'équilibre augmente lorsque la température baisse**. Par conséquent, la conservation de la teneur en humidité des semences lors de l'entreposage est fonction de l'humidité relative, et dans une moindre mesure de la température.

Si la température n'est pas le facteur qui permet de contrôler la teneur en humidité des semences lors de l'entreposage, elle joue un rôle important dans la durée de vie des semences, car **une infestation par des insectes et le développement des moisissures augmentent avec la température**.

Plus la teneur en humidité des semences est élevée, plus les semences sont affectées négativement par la température: **pour maintenir la qualité des semences lors de l'entreposage, réduisez la température et réduisez leur teneur en humidité**. Les faibles températures sont très efficaces pour maintenir la qualité des

remarques

semences, même si l'humidité relative est assez élevée. Un bon stockage au froid des semences ne doit pas s'accompagner d'une HR supérieure à 60 %.

Pour évaluer l'effet de l'humidité et de la température sur l'entreposage des semences, suivez les **directives de Harrington**:

- La durée de vie des semences double à chaque réduction de 1 % de leur teneur en humidité (s'applique pour une TH de 5 à 14 %)
- La durée de vie des semences double à chaque réduction de 5 °C de la température d'entreposage. (s'applique pour des températures de 0 à 50 °C)
- Pour un bon entreposage des semences, la somme de l'HR, en %, dans l'environnement de stockage et de la température d'entreposage (en °F) est de 100 (s'applique pour des températures ≤ 50 °F).

FACTEURS CONTRIBUANT À LA DÉTÉRIORATION DES SEMENCES

La détérioration des semences correspond au processus naturel de **déclin de leur qualité avec le temps**, en raison de leur exposition à des facteurs externes difficiles. De multiples facteurs contribuent au taux de détérioration des semences, et ils génèrent en leur sein des **modifications physiques, physiologiques et biochimiques**. Ces modifications réduisent la viabilité des semences et au final provoquent leur mort.

La détérioration des semences peut commencer dès qu'elles atteignent leur maturité physiologique: les semences cessent alors de recevoir l'entière protection de la plante mère et sont exposées à l'environnement externe en termes d'humidité, de température, de pressions biotiques, etc. De la maturité physiologique et jusqu'à la plantation, la **détérioration des semences est affectée par bon nombre de facteurs lors des différentes phases**:

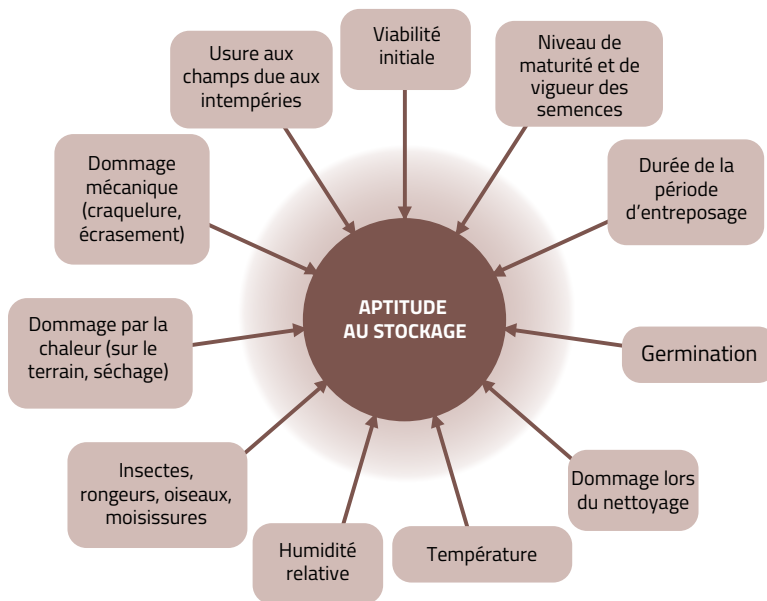
- pré-récolte;
- récolte et post-récolte;
- stockage en entrepôt;
- transport et transit.

La pré-récolte

L'entreposage des semences commence sur le terrain, et des semences de grande qualité exigent des facteurs pré-récolte optimum. La qualité des semences (capacité de germination, viabilité, vigueur et santé) est affectée par l'emplacement du champ et par les intempéries (exposition à des conditions défavorables, qui génèrent une humidité relative élevée et une température élevée), et de façon plus spécifique

- **Des pluies** après le mûrissement et la maturité physiologique exposent les semences à des conditions pré-récolte chaudes et humides, ce qui provoque une perte de leur qualité. Des pluies fortes et durables donnent une augmentation de la teneur en humidité, accélèrent la respiration des semences et provoquent une éventuelle activité fongique, générant une détérioration rapide de la qualité.
- **De mauvaises conditions environnementales** lors du remplissage et de la maturation des semences peuvent générer une maturation forcée des semences, qui s'accompagne de faibles rendements et d'une faible qualité des semences.

1



remarques

Les facteurs contribuant à la dégradation des semences

- **Un retard de récolte** au-delà de la maturité optimale augmente l'exposition sur le terrain et intensifie la dégradation des semences.
- **Le site** de production des semences a un impact important non seulement sur le rendement, mais aussi sur la gestion de l'humidité des semences et sur la qualité au sens large (viabilité, capacité de germination, vigueur et santé des semences).

Les intempéries réduisent non seulement la germination des semences, mais également augmentent la susceptibilité des semences aux dégâts mécaniques et à une infection par des maladies. Pour éviter l'usure aux champs due aux intempéries, assurez une **récolte en temps opportun** afin d'éviter une exposition prolongée des semences à l'humidité. Les régions où il ne pleut pas, où l'humidité relative est faible et où il fait frais lors de la maturation et de la récolte des semences sont plus adaptées à la production de semences; les régions qui connaissent des précipitations abondantes, une humidité élevée et des températures excessivement élevées présentent des problèmes.

Récolte et post-récolte

La qualité des semences dépend des méthodes de manipulation adoptées lors de la récolte et de la post-récolte. Une détérioration peut se produire lors du séchage, du battage, du traitement, du prélèvement, de la manipulation et du transport. En fait, l'endommagement mécanique est une des principales causes de la détérioration des semences lors des phases de récolte et de post-récolte. Les semences très sèches sont sujettes à des dommages mécaniques (craquelure, écrasement), menant à un endommagement physique des semences ou à une rupture de parties essentielles des semences. Une **rupture du tégument** favorise la pénétration précoce et l'accès facile de la microflore, ce qui rend les semences vulnérables aux attaques fongiques et réduit leur potentiel de stockage.

Stockage en entrepôt

La conservation de la qualité des semences et leur longévité en entrepôt dépendent de la viabilité initiale des semences, de leur teneur en humidité initiale et de la combinaison de la température et de l'humidité relative lors

remarques

de l'entreposage. Les pratiques de gestion adoptées pendant le stockage en entrepôt (par exemple, régulation de la température et de l'humidité relative) ne peuvent que s'appuyer sur la qualité initiale des semences. Une certaine détérioration des semences lors de l'entreposage est inévitable, mais la **rapidité du déclin dépendra toujours de leur qualité initiale.**

- Les semences ayant une viabilité initiale élevée maintiennent leur qualité sur des périodes d'entreposage plus longues que les semences ayant une faible viabilité.
- Des semences vigoureuses et non dégradées peuvent être entreposées plus longtemps que des semences dégradées.
- Des semences produites dans des conditions de stress environnemental (sécheresse, carence en nutriments et températures élevées par exemple) sont plus facilement soumises à une dégradation rapide.
- Des semences cassées, fissurées ou écrasées du fait d'une mauvaise manipulation se détérioreront plus rapidement lors de l'entreposage que des semences indemnes (les craquelures sont la porte d'entrée aux agents pathogènes).

Production de chaleur au sein des semences accélérant leur détérioration.

La respiration se produit dans toutes les cellules vivantes (y compris dans les semences), et cette respiration peut générer la production de chaleur. La respiration aérobie, en présence d'oxygène, est essentiellement responsable de la décomposition des glucides, des graisses et des protéines pour donner du dioxyde de carbone, de l'eau et de l'énergie. L'énergie libérée lors de la respiration aérobie est utilisée par les cellules pour alimenter les processus métaboliques, puis est libérée sous forme de chaleur.

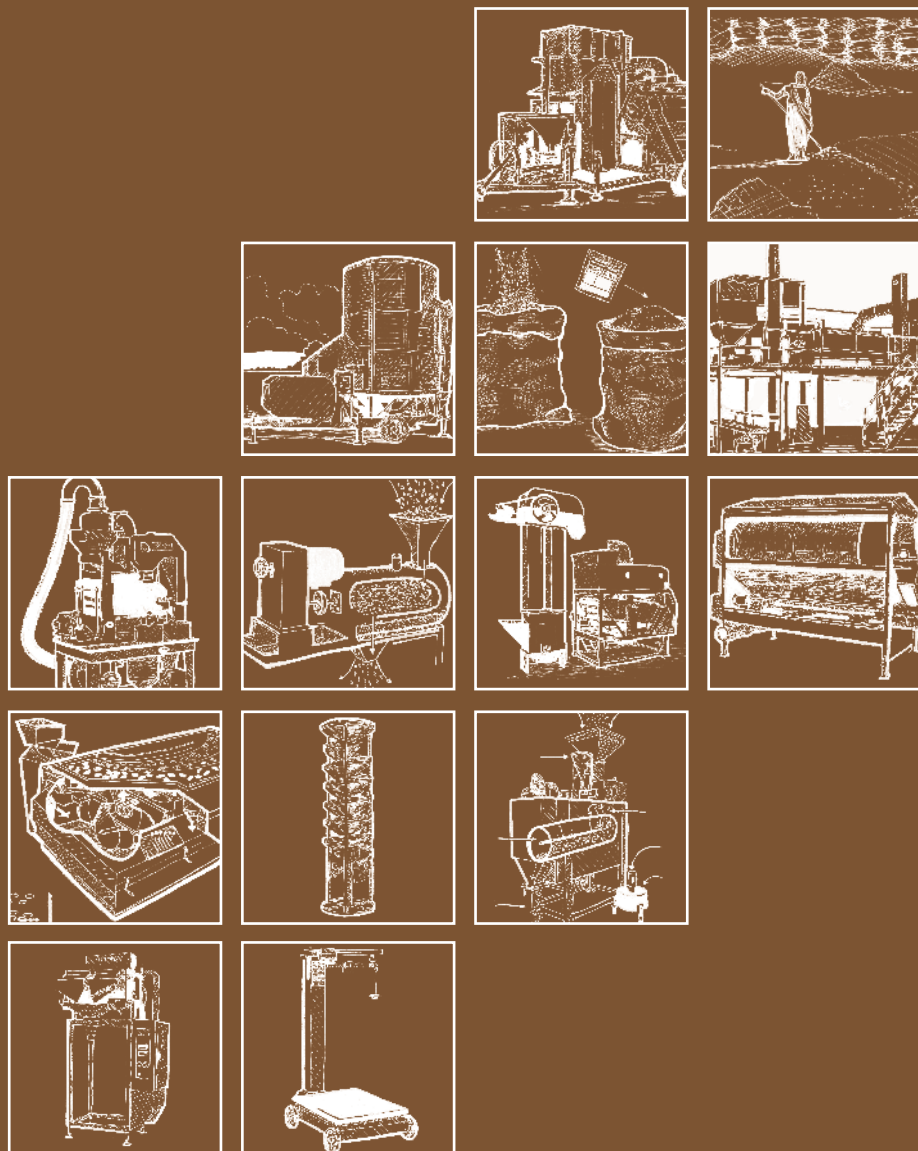
Transport et transit

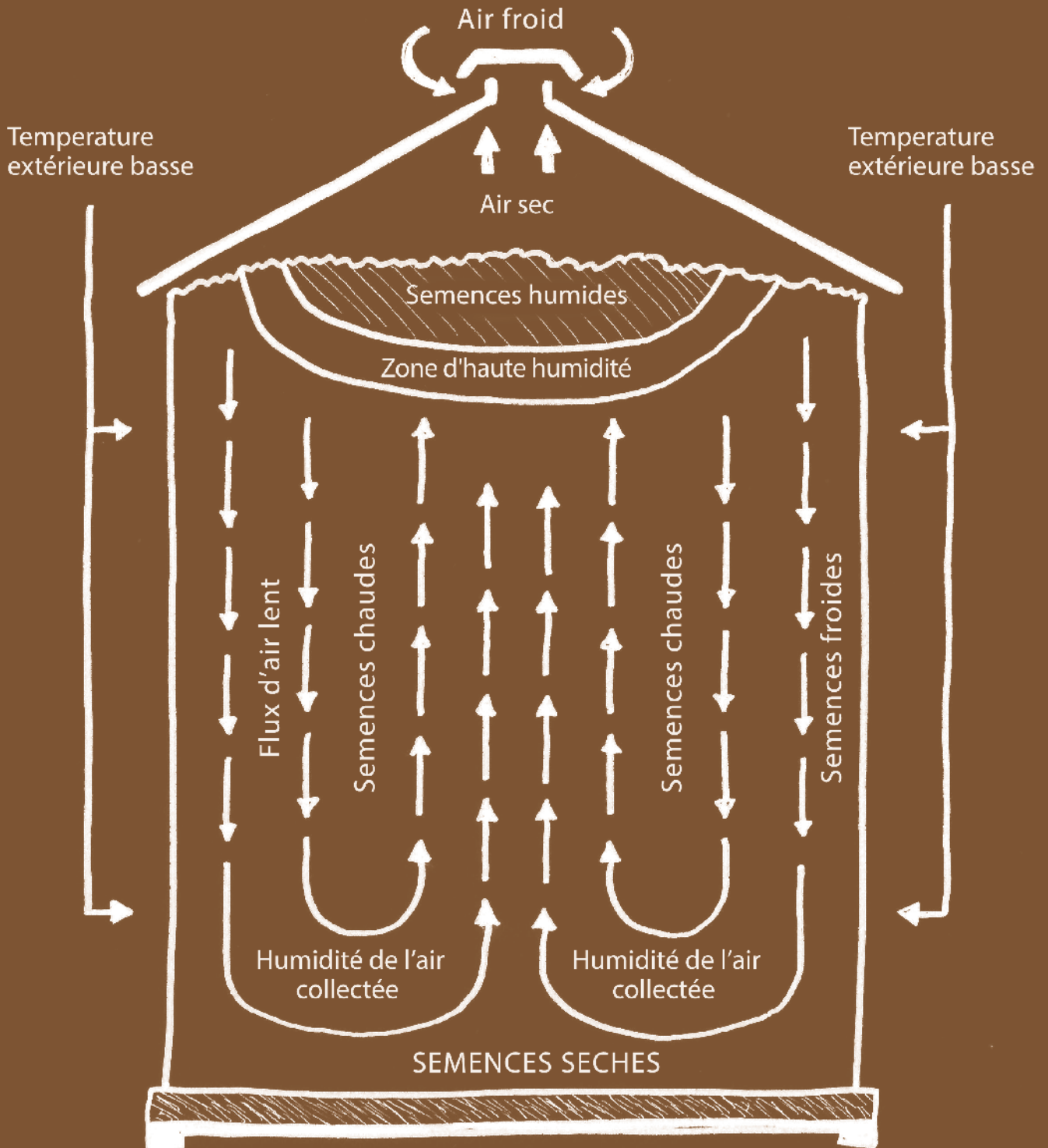
Les semences sont considérées comme «entreposées» lors de leur transport et transit, quand elles sont dans les bâtiments du négociant ou distributeurs d'intrants agricoles et aussi lorsqu'elles sont chez l'agriculteur avant le semis. Toutes les mesures doivent être prises pour conserver la qualité des semences lors de toutes les étapes et jusqu'à leur plantation dans un sol en bon état, qui favorise la germination et la croissance des plantules. Les principes de l'entreposage des semences, pour ce qui est de la manipulation et de la gestion de l'environnement de stockage, restent identiques, que les semences se trouvent en entrepôt ou dans les bâtiments du distributeur d'intrants agricoles ou de l'agriculteur.

EXERCICES ET POINTS DE DISCUSSION

1. Quand commence et se termine réellement l'entreposage des semences? Quelle étape du processus d'entreposage des semences considérez-vous comme la plus critique, et pourquoi?
2. Expliquez pourquoi d'excellentes conditions d'entreposage ne peuvent pas améliorer la qualité des semences entreposées.
3. Pourquoi certaines entreprises choisissent-elles de conserver des semences pendant plus d'un an ou une saison quand on considère que l'entreposage des semences est coûteux et que les semences finissent par se détériorer, quelles que soient les conditions de stockage?
4. Expliquez pourquoi des semences ayant un TH de 13 % se détérioreront plus rapidement lors d'un entreposage dans un contenant fermé hermétiquement que dans un entrepôt ouvert.

b Facteurs environnementaux affectant le stockage des semences en entrepôt





Facteurs environnementaux affectant le stockage des semences en entrepôt

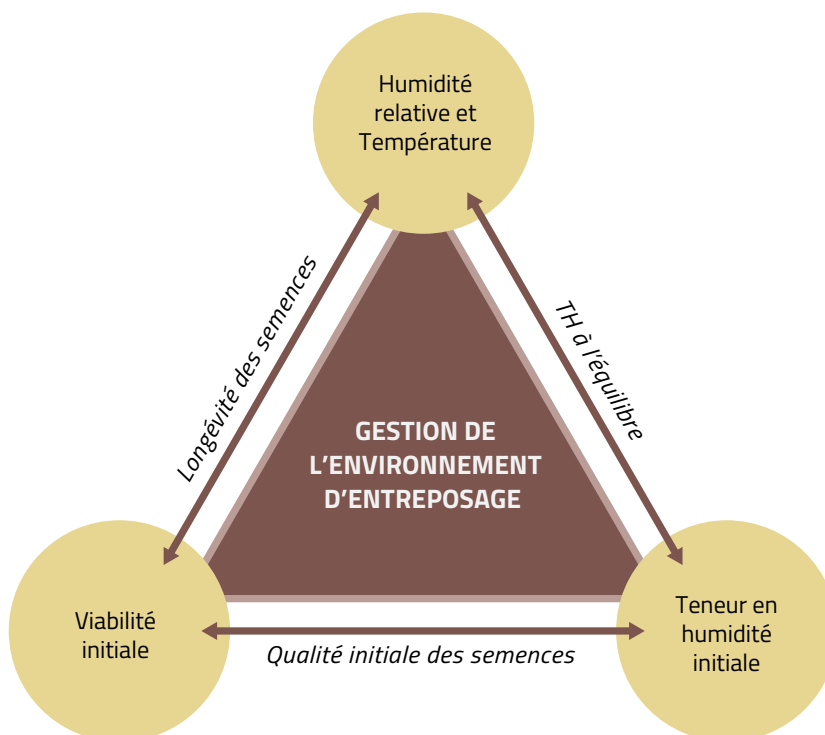
2

remarques

L'entreposage des semences a pour principal objectif de pouvoir planter les semences la saison suivante, mais les entreprises et négociants peuvent aussi reporter leurs lots de semences d'une année sur l'autre pour d'autres raisons. Dans **l'entreposage à long terme**, la gestion des semences a pour objectif de conserver un état de viabilité élevé pendant toute la durée de l'entreposage. Ce chapitre examine en détail les principes de base et les pratiques à respecter pour gérer l'environnement de stockage de façon à réduire le risque d'une baisse de la viabilité lors de l'entreposage, en particulier quand l'entreposage dépasse une année. Si de multiples facteurs peuvent contribuer au taux de détérioration des semences, la réussite de l'entreposage des semences dépend **essentiellement de trois facteurs environnementaux**, appelés le **triangle d'entreposage des semences**:

- Viabilité initiale des semences
- Teneur en humidité initiale des semences
- Température de stockage combinée à l'humidité relative.

Pour évaluer la détérioration des semences, il est nécessaire **d'établir la qualité initiale des semences** en testant leur viabilité (germination et vigueur) et en mesurant leur teneur en humidité initiale.



Factores ambientales que afectan al almacenamiento de las semillas

remarques

FACTEURS CRITIQUES LORS DU STOCKAGE EN ENTREPÔT

La plupart des semences sont stockées avant d'être utilisées par l'agriculteur; pendant la période d'entreposage cependant, elles peuvent se dégrader considérablement. Si de bonnes conditions d'entreposage peuvent ralentir la détérioration, il est impossible d'améliorer la germination ou la vigueur des semences, et ce, quelle que soit les installations d'entreposage. En fait, le vieillissement des semences et la perte de germination et de vigueur ne peuvent être interrompus, mais ils peuvent être réduits par de bonnes conditions d'entreposage.

De nombreux problèmes d'entreposage coûteux commencent pendant l'exposition des semences sur le terrain, la récolte et le conditionnement des semences. Des retards de récolte excessifs par exemple, des dégâts mécaniques ou des dommages, mais aussi des techniques de séchage inappropriées suivies de mauvaises conditions d'entreposage peuvent générer une détérioration rapide de la germination et de la vigueur des semences. **La longévité des semences en entrepôt de stockage dépend d'un certain nombre de facteurs** (décrits ci-après).

Nature ou type de semences

En général, les semences orthodoxes se prêtent à un stockage en entrepôt ou à une conservation *ex situ*, car celles-ci peuvent être aisément séchées jusqu'à de faibles teneurs en humidité sans subir de dommage, puis être conditionnées. Les semences orthodoxes de certaines cultures (les oignons par exemple) et de certaines légumineuses (par exemple soja et arachide) ont une faible longévité naturelle et ne font généralement pas l'objet d'un report d'une saison sur la suivante. D'autres légumineuses (par exemple trèfle ou luzerne), céréales (par exemple maïs et blé) et le coton ont une durée d'entreposage moyenne et peuvent passer d'une saison de plantation à l'autre si elles sont entreposées dans un environnement adapté. D'autres encore, comme la plupart des céréales et des légumineuses à grains (riz et pois par exemple) ont une meilleure survie durant le stockage. Les semences riches en amidon sont de nature hygroscopique (elles peuvent conserver leur teneur en humidité) et peuvent généralement être entreposées plus longtemps que des semences à forte teneur en huile ou en protéines.

Teneur en humidité

La quantité d'humidité dans les semences est probablement le facteur qui influence le plus leur viabilité lors de l'entreposage. La teneur en humidité est à l'origine de bien des problèmes lors de l'entreposage – augmentation de l'activité métabolique, respiration plus importante, attaque fongique, échauffement et affaiblissement – pour générer au final la mort des semences.

Si la teneur en humidité des semences augmente, elle peut favoriser le développement de champignons ou une attaque par des insectes nuisibles; en général, les semences ayant une TH > 14 % se détériorent rapidement. D'autre part, de très faibles teneurs en humidité sont néfastes à la qualité des semences, qui deviennent sujettes aux dégâts mécaniques. Ceux-ci peuvent provoquer un endommagement physique ou une rupture de parties essentielles des semences, les rendant alors vulnérables aux attaques fongiques, et réduisant de ce fait leur potentiel d'entreposage.

2

La teneur en humidité est la base d'une des règles empiriques de Harrington: «La durée de vie des semences double à chaque réduction de 1 % de la teneur en humidité des semences.» Cependant, cette règle s'applique sur la plage de TH de 5 à 14 %, car une TH < 5 % génère des modifications physicochimiques des semences, et une TH > 14 % a tendance à favoriser les attaques par les insectes et les champignons.

Il est important de **récolter des semences mures et relativement sèches** ou – quand les semences ont une teneur en humidité élevée – de réduire cette teneur en humidité dès que possible suite à la récolte. La gestion de l'humidité suite à la récolte dépend des conditions climatiques qui règnent lors de la maturation et de la récolte des semences. Si l'environnement naturel aux champs permet de sécher les semences, la plupart des problèmes d'entreposage sont réduits à un minimum. Dans le cas contraire, le séchage doit être réalisé artificiellement. C'est une opération potentiellement complexe et coûteuse.

Si les **semences humides** sont conservées suite à la récolte, cela pourrait engendrer des dégâts additionnels pendant le battage et le traitement. S'il est crucial de réduire la teneur en humidité des semences à un niveau sain pour l'entreposage; il ne faut pas non plus ignorer les éventuels effets néfastes d'une faible teneur en humidité. Lors de la récolte, l'exigence fondamentale vise à **garantir que la teneur en humidité se trouve à un niveau d'innocuité**.

La **teneur en humidité** sûre dépend de la période d'entreposage, du type de structure d'entreposage, du type de semences et du type de matériau de conditionnement utilisé. Une TH de 10 % par exemple peut être acceptable pour des semences de céréales entreposées à l'air libre, mais elle doit être réduite à 4 à 8 % si les semences doivent être placées en contenants hermétiques. Pour connaître les niveaux d'humidité sûrs, consultez le tableau 1.

Le maintien d'une faible teneur en humidité est la meilleure prévention de tous les problèmes associés à l'humidité. Pour des raisons pratiques, une TH < 13 % est généralement considérée comme sûre pour l'entreposage de la plupart des semences. Plus la teneur en humidité est faible, plus les semences pourront être entreposées longtemps à la condition de pouvoir contrôler le niveau d'humidité tout au long de l'entreposage. Le plus cela pourrait être réalisé dans un environnement d'entreposage naturel, le mieux ce serait.

Les semences entreposées à une TH > 13 % peuvent présenter une respiration accrue, un échauffement et une invasion fongique. Il en résulte une faible viabilité et vigueur des semences. Plus la teneur en humidité est élevée, plus le problème s'empire et cela d'autant plus que les semences n'ont pas été séchées immédiatement. Une **teneur en humidité des semences d'environ 6 % est une valeur optimale** pour entreposer la plupart des espèces de cultures et obtenir une longévité optimale.

remarques

Tableau 1. Teneur en humidité sûre pour certaines semences

Culture	Teneur en humidité maximum (%)
Millet	12
Riz (non décortiqué)	13
Pois à vache	9
Légumes à gousses	9
Maïs	12
Sorgho	12

remarques

Viabilité initiale des semences

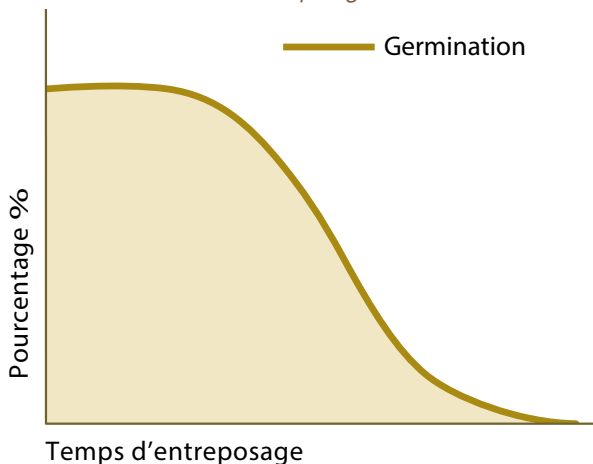
Les semences ayant une viabilité initiale élevée maintiennent leur qualité pendant plus longtemps que les semences ayant une viabilité initiale faible. Les conditions sèches et fraîches qui prédominent dans certaines régions lors de la maturation et récolte des semences sont associées à des semences fraîchement récoltées présentant des niveaux très élevés de viabilité et de capacité de germination. Cette **viabilité initiale élevée** peut être la clé pour **réussir à obtenir durablement des semences de très grande qualité**. Testez la germination immédiatement après la récolte pour déterminer les lots de semences qui ont une grande viabilité (les bons candidats à l'entreposage) et ceux qui ont une faible viabilité (risques plus élevés lors de l'entreposage).

La qualité de toutes les semences diminue avec le temps, et la **détérioration est inévitable**. La courbe de survie sigmoïde de la figure ci-dessous illustre le modèle général de détérioration des semences. La courbe de survie de semences sèches stockées dans des conditions environnementales favorables se divise en trois parties distinctes:

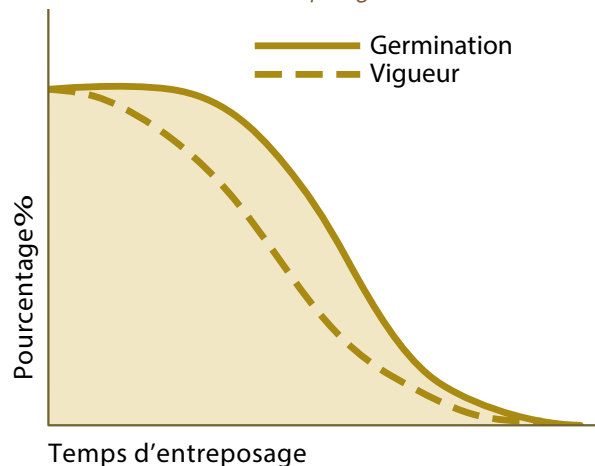
1. La graine est vigoureuse et le déclin des fonctions vitales se déroule lentement. La germination (viabilité) reste inchangée pendant un certain temps lors de l'entreposage, jusqu'à ce que cette phase prenne fin, avec un niveau de survie de 90 à 75 %.
2. La détérioration et la baisse de germination se déroulent alors très rapidement jusqu'à un niveau de survie de 25 à 10 %.
3. La détérioration se ralentit à nouveau et se poursuit jusqu'à la mort de toutes les semences.

La figure ci-dessous montre la relation fondamentale entre la vigueur et la germination des semences. À mesure que les semences vieillissent, la germination et la vigueur déclinent, d'abord doucement, puis plus rapidement vers la fin de la durée de vie utile des semences. Les courbes de vigueur et de viabilité sont très similaires, à ceci près que la vigueur décline plus rapidement que la germination.

*Courbe de survie (germination)
des semences lors de l'entreposage*



*Courbe de survie (vigueur)
des semences lors de l'entreposage*



2

Température et humidité relative au cours de l'entreposage

remarques

Quelle que soit la méthode utilisée, la réussite de l'entreposage des semences dépend essentiellement du pourcentage d'humidité relative et de la température dans l'installation d'entreposage. Etant entendu que la détérioration ralentit lorsque les semences sont entreposées dans des conditions froides et sèches, la température et l'humidité relative doivent être considérées ensemble lorsque vous planifiez de bonnes conditions d'entreposage. Cet effet combiné est à la base de la règle empirique de Harrington: «Pour un bon entreposage des semences, la somme de l'humidité relative, en %, dans l'environnement de stockage et de la température d'entreposage (en °F) est de 100 (applicable à des températures ≤ 50 °F)». Les effets et interactions de la température, de l'humidité relative et de la teneur en humidité sur les semences entreposées, et les nuisibles et maladies qui y sont associés sont complexes. La température et l'humidité relative affectent la quantité d'humidité dans l'air, et influent sur la teneur en humidité à l'équilibre des semences. **L'état initial des semences** (teneur en humidité et température) est généralement le principal facteur qui affecte leur stockage; il **influence et oriente même les événements lors de leur entreposage** et pourrait parfois générer leur dégradation et auto-échauffement.

Effets de la température et de la teneur en humidité sur la durée d'entreposage

Il existe une étroite relation entre température d'entreposage et teneur en humidité des semences. L'état idéal pour entreposer des semences est généralement une combinaison d'une faible teneur en humidité des semences et d'une faible température d'entreposage.

Ces deux facteurs affectent le risque de dégradation des semences entreposées: une teneur en humidité élevée produit de l'humidité, et encourage de ce fait l'activité enzymatique et le développement de champignons spécifiques du stockage; des températures modérées à élevées favorisent la croissance des champignons et le développement des insectes et stimule l'activité enzymatique. Par conséquent, le taux d'activité enzymatique et des microorganismes (fongiques), de même que la croissance et le développement des insectes, sont fonction d'aussi bien de la teneur en humidité que de la température.

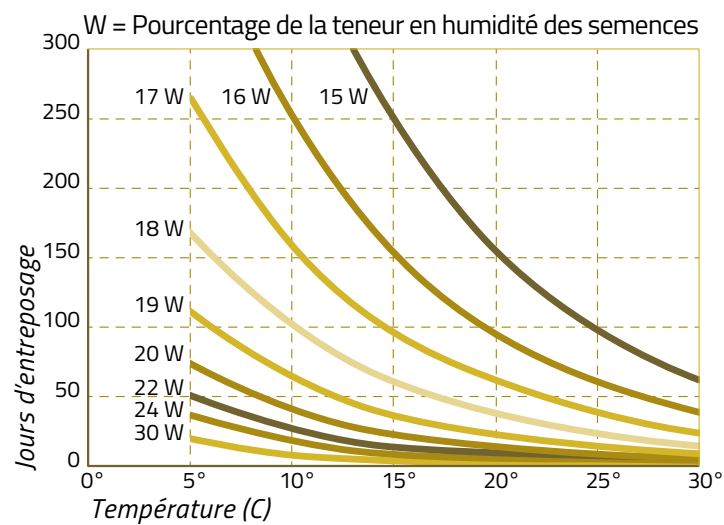
Lors de l'entreposage, les semences mures et sèches ont une très faible respiration, car elles sont essentiellement dormantes. Par contre, des semences non mures, fraîchement récoltées, ou des semences présentant une teneur en humidité élevée, ont une respiration beaucoup plus importante, car elles sont encore actives sur le plan métabolique, et les moisissures présentes à la surface et à l'intérieur des téguments respirent activement. **La respiration des semences et celle des moisissures produisent de la chaleur, qui se manifeste sous la forme d'une augmentation de la température des semences.**

Une croissance continue de ces microorganismes dans les semences entraîne une détérioration. D'après Harrington, chaque augmentation de 1 % de la teneur en humidité et chaque augmentation de 5 °C de la température réduisent de moitié la durée de vie des semences. L'humidité des semences est alors, de loin, le facteur le plus important qui affecte leur longévité, du fait de son interrelation avec ou de son influence sur l'humidité et la température, et l'impact final sur leur aptitude au stockage.

remarques

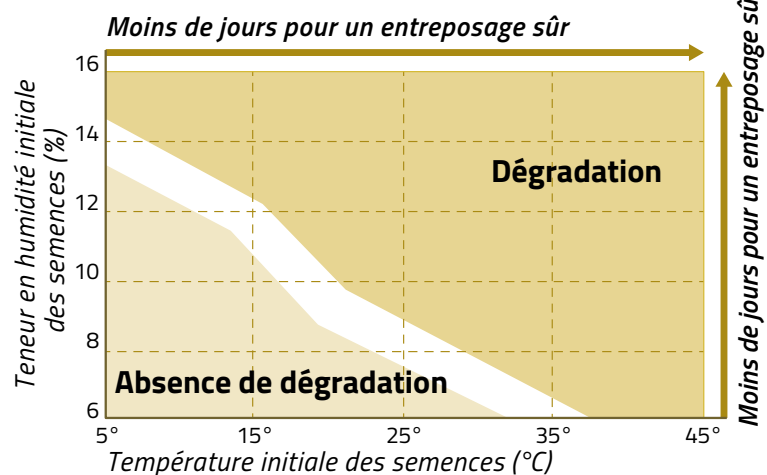
La figure ci-après illustre l'effet de la température ($^{\circ}\text{C}$) et de la teneur en humidité (% d'eau, bh) sur l'innocuité du temps entreposage des semences de céréales. La teneur en humidité et la température influencent l'activité enzymatique et la propagation des micro-organismes et des insectes, pour donner les conséquences suivantes:

- Les semences humides entreposées à des températures chaudes se dégradent rapidement.
- Les semences sèches entreposées à des températures fraîches peuvent être entreposées en toute sécurité pendant une longue durée.
- Les semences de céréales récoltées et entreposées avec une teneur en humidité élevée, en particulier dans un environnement chaud, se détériorent.
- Pour une teneur en humidité donnée, la durée adéquate et sûre d'entreposage se réduit lorsque la température augmente.
- Pour une température donnée, la durée adéquate et sûre d'entreposage des semences diminue quand la teneur en humidité augmente.



Effet de la température et de la teneur en humidité sur l'entreposage des semences

Effet de la température et de la teneur en humidité sur la dégradation des semences



2

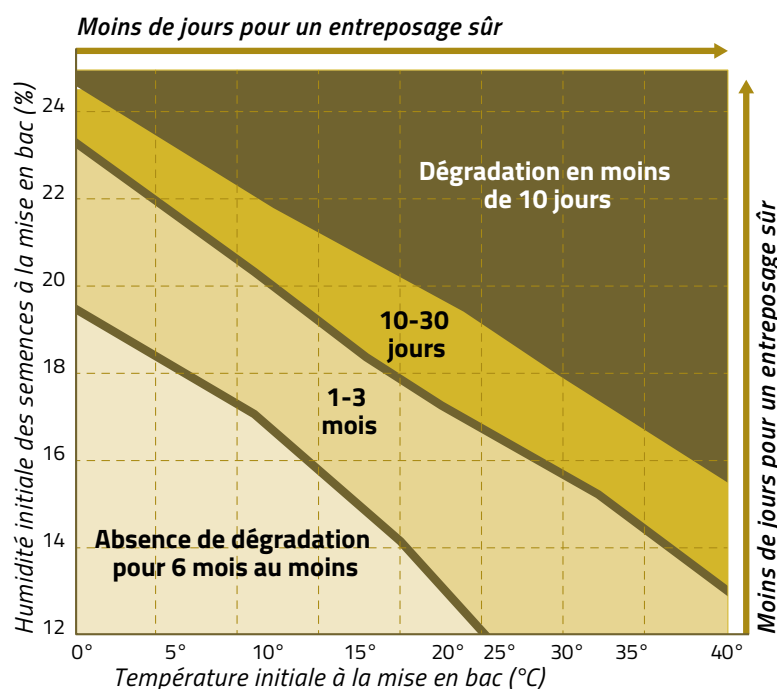
Effets combinés de la température et de la teneur en humidité sur la dégradation des semences

remarques

Les semences des différentes cultures ont leurs propres caractéristiques d'entreposage, et l'entreposage sûr des semences dépend largement de leur teneur en humidité, ainsi que de la température et de la durée de l'entreposage. Le graphique de la durée d'entreposage des semences de la figure ci-après illustre la façon dont la teneur en humidité initiale des semences et leur température initiale influent sur un entreposage sûr des semences (en particulier pour des semences en vrac entreposées dans des bacs). Sur la base de la teneur en humidité et la température initiales des semences lors de leur mise en bac, il est possible de prédire comment elles conserveront leur qualité ou qu'elle sera leur aptitude au stockage pendant une certaine durée, dans des conditions variables de températures et d'humidités. Des combinaisons humidité-température sont montrées pour l'entreposage de semences, lesquelles donnent une dégradation ou non sur 6 mois.

- Si les semences sont placées en bac à une température $> 25^{\circ}\text{C}$, ou s'il y a des semences immatures ou des graines vertes de mauvaises herbes dans le lot, une TH de 9 % est trop élevée pour un entreposage sûr sur le long terme.
- Si les semences sont placées en bac à une TH $< 8\%$ et à faible température, l'entreposage peut excéder 6 mois.
- Si les semences de report passent les mois d'été en vrac ou en bacs et exposées à des températures extrêmement élevées, la teneur en humidité devrait être faible (TH 8 à 10 %) lorsqu'elles sont entreposées; elles exigent aussi une protection contre les attaques d'insectes.

Remarquez qu'il n'existe **aucune ligne absolue entre** «absence de dégradation» et «dégradation» des semences entreposées. Si la température ou la teneur en humidité de semences données passe dans la zone «dégradation» du graphique, prenez des mesures pour réduire un des facteurs, ou les deux.



Effet de la teneur en humidité et de la température sur un entreposage sûr des semences en bacs

remarques

Pour passer des semences de «dégradation» à «absence de dégradation», séchez les (réduction de la teneur en humidité) ou refroidissez-les par aération (réduction de la température des semences). Il est aussi possible de réduire la teneur en humidité en reportant la récolte (pour permettre un séchage plus intense de la plante sur le terrain) ou de sécher les semences artificiellement. En fonction de la combinaison de teneur en humidité et de la température, la zone «dégradation» peut aussi être subdivisée en différentes zones de «sous-dégradation», associées à différentes périodes de dégradation des semences.

Effet de la température sur la migration de l'humidité dans les semences entreposées

Même quand la teneur en humidité et la température initiales des semences sont faibles, une détérioration rapide peut survenir si le procédé d'entreposage et la température de l'environnement externe ne sont pas adéquats (beaucoup plus chaud ou plus frais). Des points d'humidité élevée peuvent se développer du fait de la migration d'humidité lors de l'entreposage, quelle que soit la teneur en humidité à laquelle les semences ont été mises en bac. Les différences de température au sein d'un bac de semences génèrent la migration d'humidité des zones plus chaudes vers les zones plus froides, et si le déplacement d'air est insuffisant pour éliminer l'air chaud et humide du bac de stockage, les conditions d'une dégradation rapide des semences pourrait s'installer.

La migration de l'humidité par temps froid

Même lorsque les semences sont entreposées alors qu'elles sont sèches, des points d'humidité peuvent se développer par migration d'humidité au sein des semences en vrac, ou du fait de la pénétration de pluie ou d'air froid par les trappes de ventilation et autres ouvertures. Les points d'humidité élevée sont généralement générés lorsque l'on assiste à une **chute considérable de la température extérieure**, généralement en fin d'automne ou en début d'hiver dans les pays tempérés, ce qui déclenche le processus suivant:

- Les semences qui se trouvent près du périmètre interne et du haut du bac se refroidissent quand la température de l'air extérieur chute.
- Les semences plus chaudes du centre des grands bacs, non aérées, conservent une température proche de la température de récolte.
- L'air remonte par des zones chaudes du centre en raison de cette différence de température.
- De l'air chaud et humide vient au contact des surfaces ou objets froids, ce qui génère de la condensation.
- L'air chaud et humide remonte et les semences plus froides du haut du tas absorbent l'humidité de l'air, ou alors l'air pourrait se condenser ou se refroidir au niveau de la partie inférieure des toits froids.

La combinaison des points d'humidité et d'un développement de moisissure produit un échauffement au sein du volume de semences, ce qui génère leur détérioration. Les semences humides s'échauffent et se dégradent rapidement, à moins que leur température soit contrôlée. Par conséquent, **le refroidissement est impératif** lorsque l'on gère des semences présentant un taux d'humidité élevé lors de l'entreposage. Il est possible d'adopter l'aération pour refroidir des semences humides et maintenir des températures uniformes au sein des bacs, afin de **retarder ou de prévenir la formation de points d'humidité élevée et de points chauds**.

2

Migración de la humedad en clima cálido

Des différences entre la température des semences et celle de l'air extérieur peuvent générer des zones d'humidité élevée au sein du bac par temps chaud. Si les semences qui se trouvent en bac sont plus froides que l'air extérieur, l'humidité migre vers la partie inférieure du centre du bac; si elles sont plus chaudes que l'air extérieur, l'humidité migre vers la partie supérieure du centre.

remarques

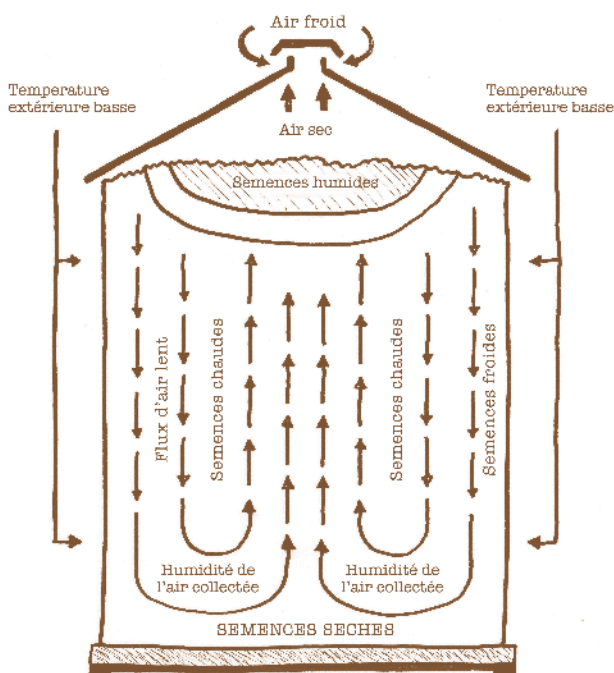
Effets de l'humidité relative dans la détermination de la durée d'entreposage des semences

L'humidité relative décrit à quel point l'air est proche de la saturation; elle se mesure en pourcentage. Si l'HR est de 100 %, l'air est saturé. Si l'HR est de 50 %, l'air contient la moitié de la valeur d'eau requise pour atteindre la saturation. Si la quantité de vapeur d'eau dans l'air augmente, l'humidité relative augmente, et si la quantité de vapeur d'eau dans l'air diminue, l'humidité relative diminue. La formule permettant d'estimer l'humidité relative est la suivante:

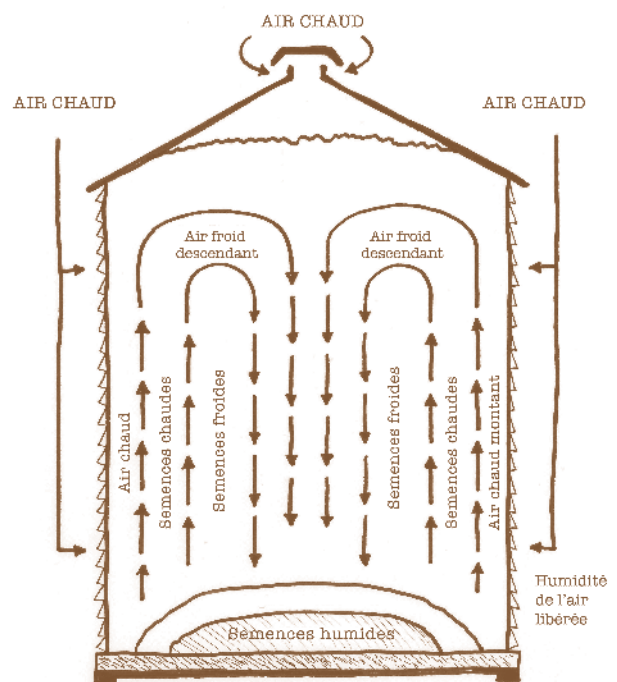
$$\text{Humidité relative} = \frac{\text{Pression de vapeur}}{\text{Pression de vapeur saturante}} \times 100\%$$

En d'autres termes, **l'humidité relative est une mesure relative de la quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère**. Elle dépend de la quantité de vapeur d'eau dans l'air (pression de vapeur) et de la quantité de vapeur d'eau que l'air peut retenir (pression de vapeur saturante) à une température donnée.

Migration d'humidité dans un bac de stockage par temps froid



Migration d'humidité dans un bac de stockage par temps chaud



remarques

L'humidité relative dépend de la température de l'air:

- Si la teneur en vapeur d'eau reste constante et que la température chute, l'humidité relative augmente (car l'air froid exige moins d'humidité que l'air chaud pour être saturé).
- Si la teneur en vapeur d'eau reste constante et que la température augmente, l'humidité relative diminue (car l'air chaud peut retenir plus d'humidité que l'air froid).

L'humidité relative est plus importante de jour que de nuit. Il n'est généralement pas recommandé d'aérer les semences la nuit, lorsque l'air peut atteindre une saturation et le point de rosée, ce qui augmenterait la teneur en humidité des graines pendant l'aération.

L'humidité relative varie en fonction de la saison et de la zone climatique:

- Dans les régions tempérées, l'humidité relative est plus élevée en hiver qu'en été, car l'air froid retient essentiellement moins d'humidité que l'air chaud, et qu'il est plus facile de saturer un peu d'air froid.
- Dans les régions non tempérées, l'humidité relative pendant la saison des pluies est supérieure à celle de la saison sèche, car la quantité de vapeur d'eau dans l'air augmente pendant la saison des pluies. Notez que les périodes d'humidité relative élevée, pendant la saison des pluies, s'accompagnent souvent de périodes de faibles températures, ce qui réduit l'effet négatif d'une humidité relative élevée.
- Une humidité relative élevée est une caractéristique constante des zones côtières.

Les semences à usage commercial sont généralement conditionnées et placées dans un entreposage à court ou long terme sous des conditions d'humidité ambiante. Puisque les sacs sont poreux et permettent une circulation facile de l'air à travers les semences, il est souvent acceptable d'autoriser l'entreposage des semences avec une TH de 1 à 2 % supérieure à celle des bacs ou contenants ayant des parois non poreuses. Quelles que soient les conditions d'entreposage, la teneur en humidité fluctue parallèlement aux variations de l'humidité relative, jusqu'à atteindre finalement un équilibre avec l'humidité de l'air ambiant. Comme l'humidité relative est faible pendant la saison sèche, il est possible que la teneur en humidité des semences soit < 13 %, voire dans certains cas < 10 %. Elle augmente probablement légèrement durant les mois de pluie du fait du niveau élevé de l'humidité relative. L'intensité des fluctuations varie en fonction des éléments suivants:

- méthode d'entreposage;
- type de sac utilisé;
- type de semences.

Les facteurs précédemment nommés influent tous sur la migration de l'humidité de l'air vers les semences, et inversement.

Surveillez l'humidité des semences lors de l'entreposage:

- **directement** – en mesurant la teneur en humidité des semences; ou
- **indirectement** – en mesurant l'HR ou la vapeur d'eau au sein de l'entrepôt, en utilisant un hygromètre.

2

Tableau 2. Teneur en humidité à l'équilibre de semences de légumes pour différents niveaux d'humidité relative et à environ 25°C (base humide)

Légume	Teneur en humidité à l'humidité relative indiquée [%]						
	10	20	30	45	60	75	80
Fève fraîche	4,2	5,8	7,2	9,3	11,1	14,5	17,2
Chou	3,2	4,6	5,4	6,4	7,6	9,6	10,0
Carotte	4,5	5,9	6,8	7,9	9,2	11,6	12,5
Aubergine	3,1	4,9	6,3	8,0	9,8	11,9	-
Laitue	2,8	4,2	5,1	5,9	7,1	9,6	10,0
Gombo	3,8	7,2	8,3	10,0	11,2	13,1	14,5
Oignon	4,6	6,8	8,0	9,5	11,2	13,4	13,6
Piment	2,8	4,5	6,0	7,8	9,2	11,0	12,0
Radis	2,6	3,8	5,1	6,8	8,3	10,2	-
Épinard	4,6	5,0	7,8	9,5	11,1	13,2	14,5
Tomate	3,2	5,0	6,3	7,8	9,2	11,1	12,0
Pastèque	3,0	4,8	7,6	7,6	8,8	10,4	11,0

Tableau 3. Teneur en humidité à l'équilibre de semences de céréales pour différents niveaux d'humidité relative et à environ 25°C (base humide)

Céréale	Teneur en humidité à l'humidité relative indiquée [%]						
	15	30	45	60	75	90	100
Orge	6,0	8,4	10,0	12,1	14,4	19,5	26,8
Maïs	6,6	8,4	10,4	12,9	14,7	18,9	24,6
Avoine	5,7	8,0	9,6	11,8	13,8	18,5	24,1
Riz	5,9	8,6	10,7	12,8	14,6	18,4	-
Seigle	7,0	8,7	10,5	12,2	14,8	20,6	26,7
Sorgho	6,4	8,6	10,5	12,0	15,2	18,8	21,9
Blé	6,6	8,5	10,0	11,5	14,1	19,3	26,6

Tableau 4. La teneur en humidité à l'équilibre de semences de cultures pour différents niveaux d'humidité relative et à environ 25°C (base humide)

Culture	Teneur en humidité à l'humidité relative indiquée [%]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Coton	3,7	5,2	6,3	6,9	7,8	10,1	10,1	12,9	19,6	-
Lin	3,3	4,9	5,6	6,1	6,8	7,9	9,3	11,4	15,2	21,4
Pois	5,3	7,0	8,6	10,3	11,9	13,5	15,0	17,1	22,0	26,0
Arachide	3,0	3,9	4,2	5,1	5,9	7,0	8,5	11,1	17,2	-
Colza	3,1	3,9	4,5	6,0	6,0	6,9	8,0	9,3	12,1	15,5
Soja	-	5,5	6,5	7,1	8,0	9,3	11,5	14,8	18,8	-
Betterave à sucre	4,4	6,3	8,0	9,4	10,7	12,0	13,3	16,6	20,5	22,5

remarques

Les tableaux 2 à 4 montrent la teneur en humidité à l'équilibre de différentes espèces de culture pour différents niveaux d'humidité relative. Ces **valeurs sont données à titre indicatif** et ne doivent en rien être considérées comme des valeurs exactes de teneur en humidité à l'équilibre.

Chaque semence de culture présente une courbe à l'équilibre de forme sigmoïde, obtenue en traçant la teneur en humidité en fonction de l'humidité relative pour une température spécifique de l'air. La figure ci-dessous montre la relation entre l'humidité relative de l'atmosphère et la teneur en humidité de semences de cultures horticoles. Une fois l'**isotherme** (relation HR/TH pour une température donnée) est connue pour un produit agricole, il suffit de mesurer l'humidité relative de l'air à l'équilibre pour le produit afin d'estimer la teneur en humidité des semences entreposées. Le graphe permet d'estimer la teneur en humidité des semences entreposées pour des niveaux donnés d'humidité relative ambiante au sein de l'entrepôt.

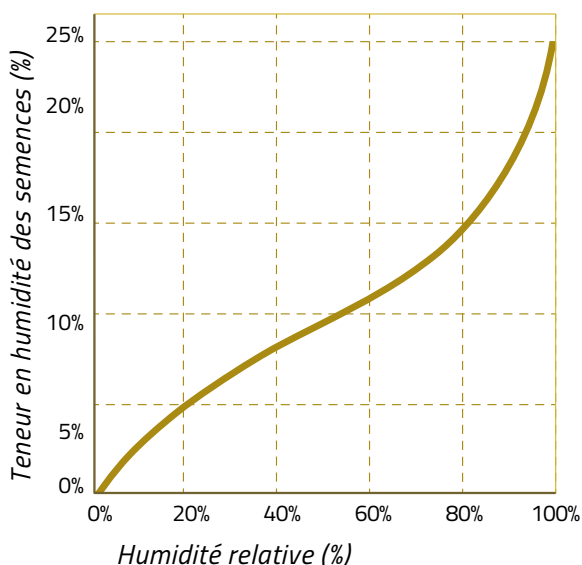
Avec une HR de 75 % et une TH de 13 %, la respiration augmente et les champignons deviennent un problème important. Avec une HR > 75 %, la teneur en humidité augmente dramatiquement, et l'entreposage des semences n'est plus sûr. Le **niveau maximum acceptable pour l'entreposage** de tout échantillon correspond à la valeur d'humidité à l'équilibre à une HR de 75 % et à 25 °C.

Pour une même humidité, les semences de céréales, qui présentent une teneur relativement élevée en glucides, ont une teneur en humidité à l'équilibre supérieure aux semences riches en huiles. Par exemple:

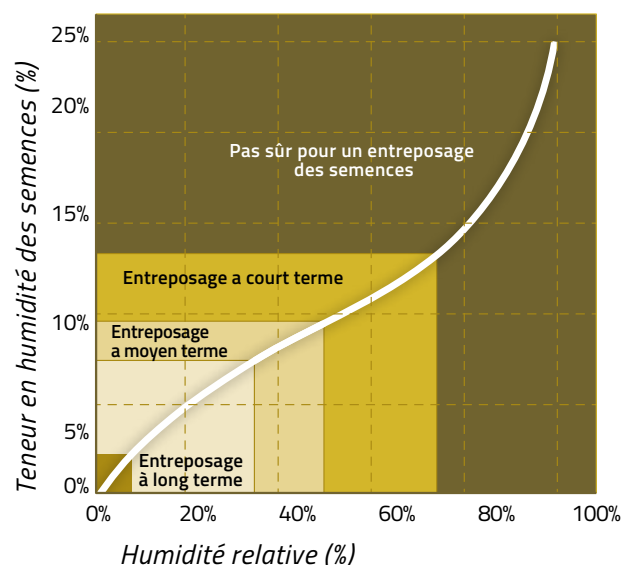
- À 25 °C et 45 % d'HR, la teneur en humidité à l'équilibre du maïs est de 10 %, et de 5 % pour l'arachide;
- À 25 °C et 90 % d'HR, la teneur en humidité à l'équilibre du maïs est de 19 %, et de 11 % pour l'arachide.

Cette différence de teneur en humidité est imputable à la différence de composition chimique des semences (glucides contre teneur en huile).

Isotherme montrant la relation entre humidité relative et teneur en humidité des semences



Isotherme qui montre la durée d'entreposage des semences



2

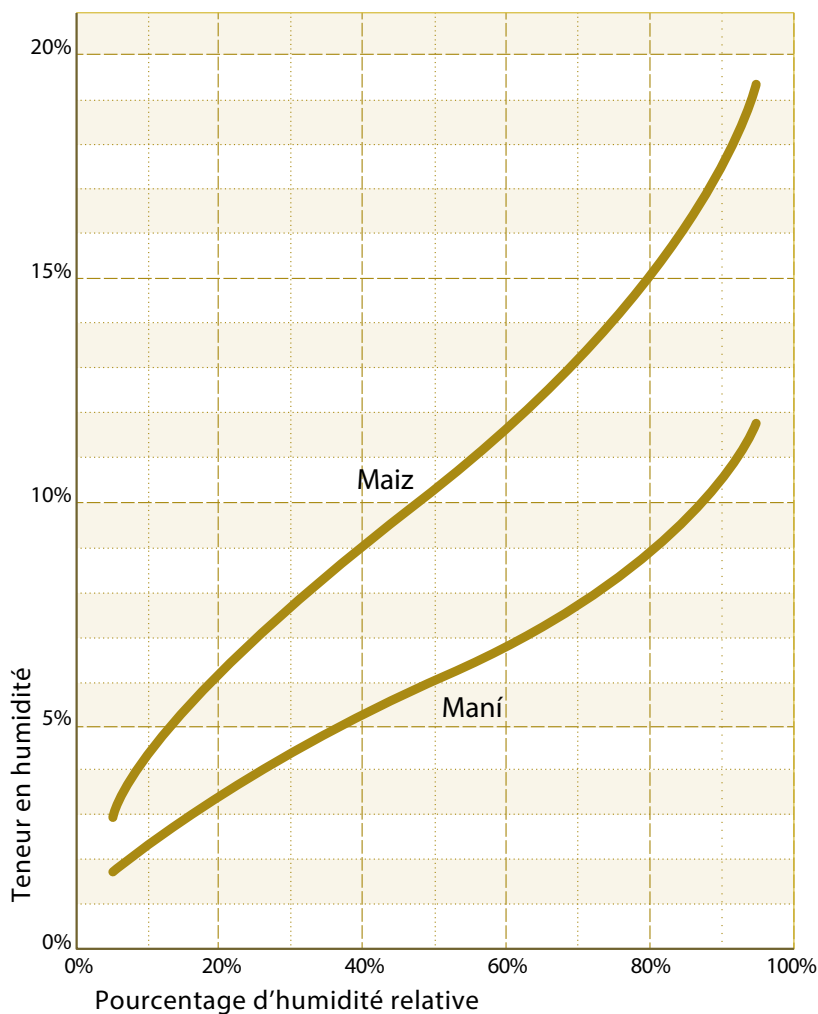
FACTEURS INTERVENANT APRES LA SORTIE DES SEMENCES DE L'ENTREPÔT

D'un point de vue biologique, l'entreposage des semences ne prend pas fin lorsque les semences quittent l'entrepôt. Des problèmes peuvent survenir dès que les semences ont passé la porte de l'entrepôt, même si la phase de pré-entreposage et la phase d'entreposage ont été parfaitement maîtrisées.

Problèmes éventuels:

- Une mauvaise manipulation lors du transit, générant une détérioration des semences.
- Des conditions non idéales sur l'exploitation de l'agriculteur pour conserver les semences jusqu'à la plantation.
- Une humidité du sol insuffisante pour la germination, mais suffisante pour détériorer les semences.

remarques



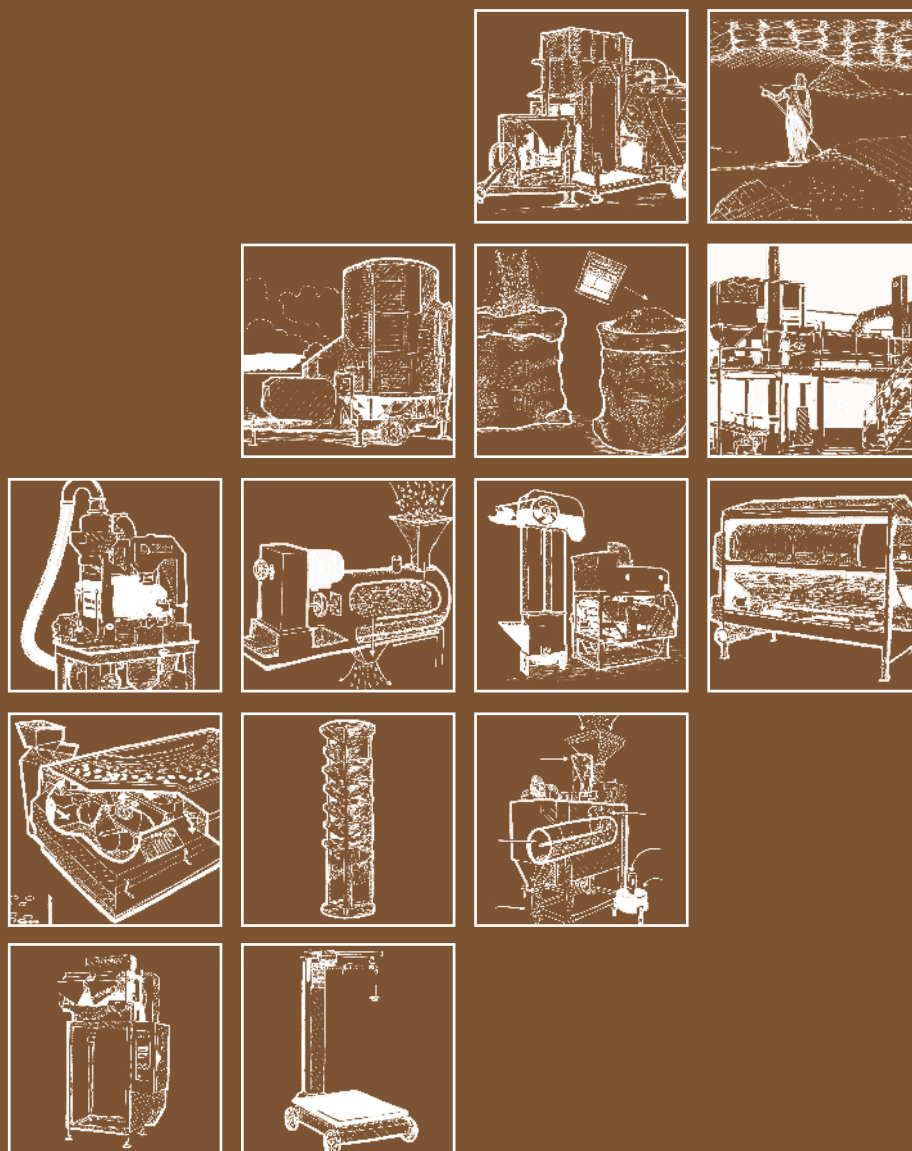
Relation entre teneur en humidité et humidité relative pour les semences de maïs et d'arachide

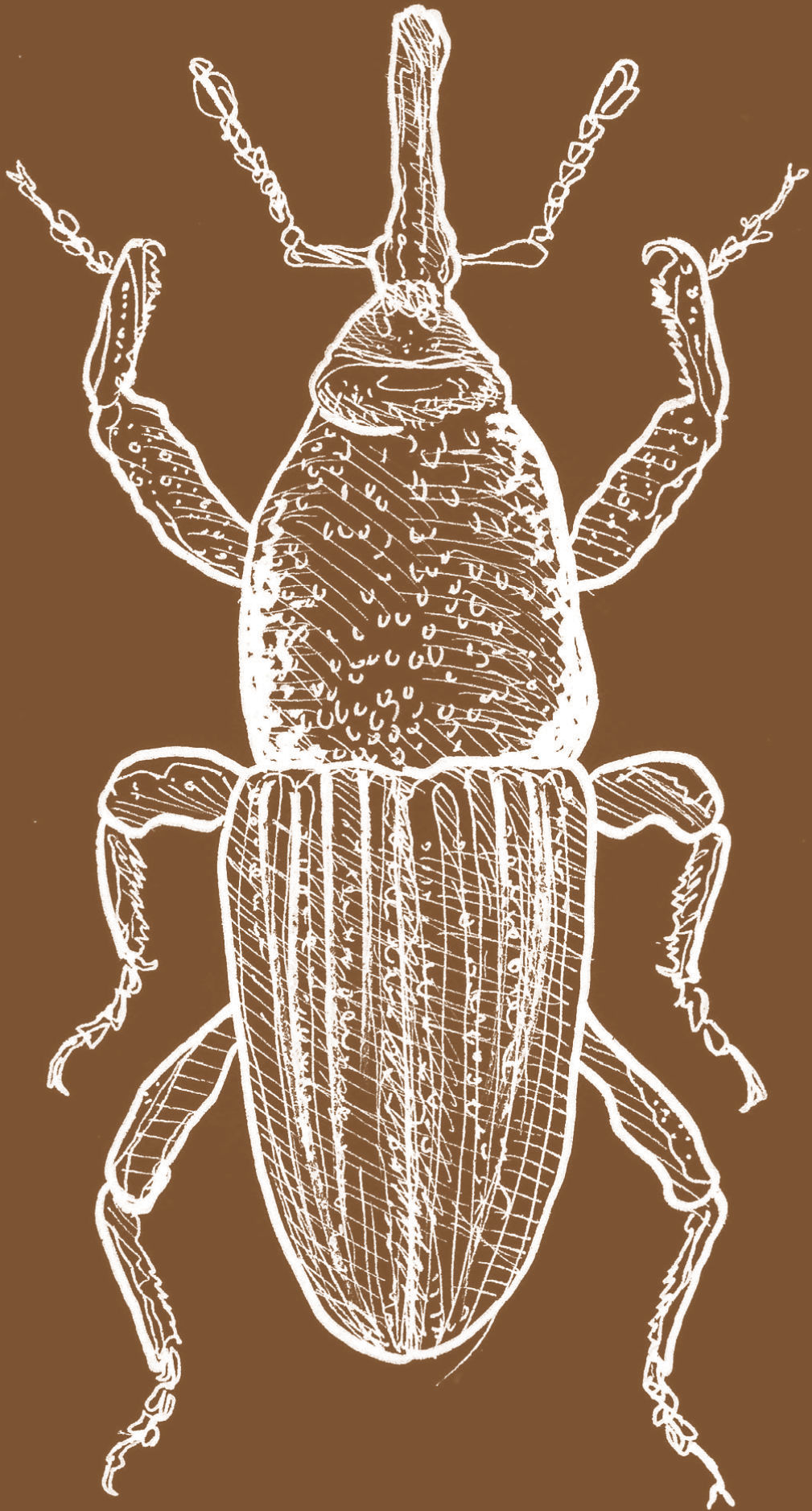
remarques

EXERCICES ET POINTS DE DISCUSSION

1. Expliquez la relation entre température d'entreposage et teneur en humidité des semences. Pourquoi l'humidité des semences est un facteur bien plus important et qui affecte leur longévité lors de l'entreposage?
2. Discutez de la relation entre germination et vigueur pour des semences entreposées. Pourquoi est-ce important que ces deux paramètres soient aussi élevés que possible quand les semences sont placées dans une installation d'entreposage?
3. Illustrez la relation entre humidité relative atmosphérique et teneur en humidité d'une semence particulière. Abordez les différents segments du tracé obtenu.
4. Expliquez comment des zones d'humidité élevée et des zones chaudes peuvent se développer au sein de semences entreposées en vrac dans des bacs métalliques et dans des conditions atmosphériques chaudes et froides. Quels sont les effets négatifs de ces points et comment est-il possible de les contrôler?

c Les ravageurs des greniers et leur contrôle





Les ravageurs des greniers et leur contrôle

3

remarques

On estime que chaque année, 25 à 33 % des semences céréalières mondiales sont perdues lors de l'entreposage à cause des ravageurs. Les principaux ravageurs des semences sont les insectes, les pathogènes (bactéries et champignons), les acariens, les rongeurs et les oiseaux. Ils **se nourrissent des semences, les dégradent ou les contaminent**, générant de ce fait d'énormes **pertes économiques** et une **réduction de la qualité des semences** (voire sa perte totale). Il est important d'identifier et de contrôler les ravageurs des greniers, pour les empêcher de causer de sérieux dommages aux semences lors de leur entreposage.

INSECTES RAVAGEURS DES SEMENCES

Une partie non négligeable des pertes de semences (pertes économiques ou baisse de qualité) lors de l'entreposage est imputable aux attaques par les insectes. La majorité de ces insectes nuisibles est composée de **scarabées (coléoptères)** – qui constituent de loin le groupe le plus important – ou de **papillons (lépidoptères)**. De nombreux insectes des greniers se nourrissent d'embryons de semences, ce qui se traduit par une réduction de la teneur en protéines de la graine ou par une réduction du pourcentage de graines susceptibles de germer.

On subdivise généralement les insectes qui attaquent les semences de céréales et légumes à gousses en **ravageurs primaires** et en **ravageurs secondaires**. Les insectes primaires attaquent les semences entières et non brisées; les insectes secondaires attaquent uniquement les grains endommagés, la poussière de grains ou les produits broyés.

Il est impératif de pouvoir **identifier les insectes** que l'on trouve dans les semences ou grains entreposés afin de déterminer si leur contrôle est nécessaire et quelles méthodes seraient les plus économiques.



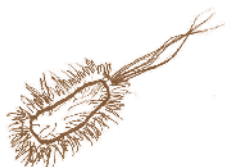
Insectes



Acariens



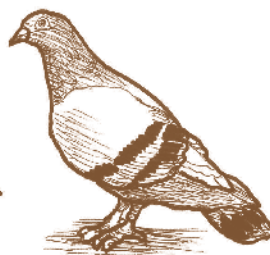
Champignons



Bactéries



Rongeurs



Oiseaux

Différents types de ravageurs des semences entreposées

remarques

Les insectes ravageurs primaires

Les ravageurs primaires **attaquent les semences non endommagées des céréales et légumineuses et s'y reproduisent**, mais se nourrissent rarement de produits broyés ou triturés. Ces ravageurs primaires sont généralement plus destructeurs que les insectes secondaires, en particulier lors d'un **entreposage à court terme**. Les principaux insectes ravageurs primaires sont décrits par la suite.

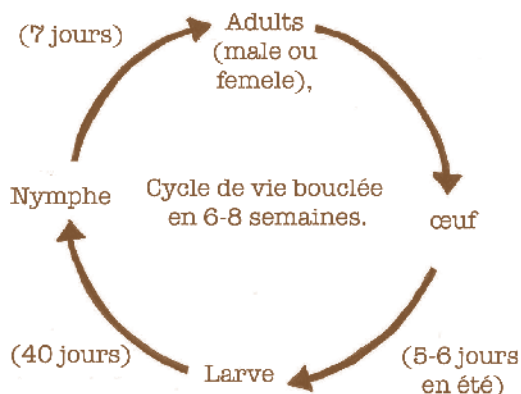
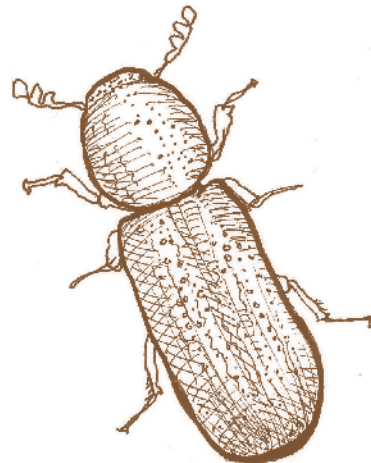
Le petit perceur des céréales (*Rhyzopertha dominica*)

Rhyzopertha dominica est un membre de l'ordre des coléoptères, espèce de scarabée connue sous le nom de petit perceur des céréales ou capucin des grains. On le trouve quasiment dans le monde entier, et c'est dans de nombreux pays le plus grand ravageur de grains de céréales, et l'un des principaux ravageurs de l'arachide. Brun foncé, cylindrique, il mesure environ 3 mm de long et lorsqu'on le voit du dessus, sa tête est masquée par son thorax.

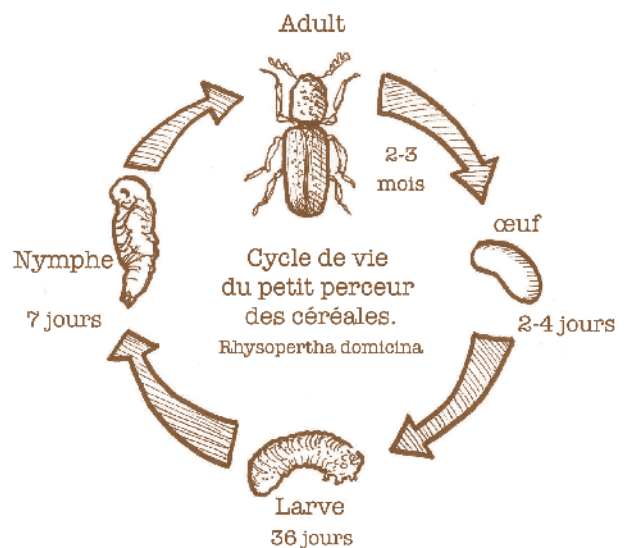
Le petit perceur des céréales



Perceur des céréales



Cycle de vie du *Rhyzopertha dominica*



3

Cycle de vie: les femelles pondent ≤ 500 œufs, dispersés à travers les grains. Les œufs éclosent pour donner des larves blanches incurvées à trois paires de pattes, et à la tête brune. La larve creuse dans les grains légèrement endommagés et se nourrit de l'intérieur riche en amidon. Après le stade pupal, les adultes sortent du grain. Le cycle de vie dure 3 à 6 semaines, en fonction de la température. Les adultes peuvent vivre ≤ 2 mois.

Dommmages:

- Les adultes mâchent voracement les grains, générant des dommages qui facilitent une infestation par des ravageurs secondaires.
- Les adultes qui émergent laissent de grands trous irréguliers lorsqu'ils sortent.
- Ils ont des puissantes aptitudes à voler et peuvent rapidement migrer pour démarrer de nouvelles infestations en un autre endroit.

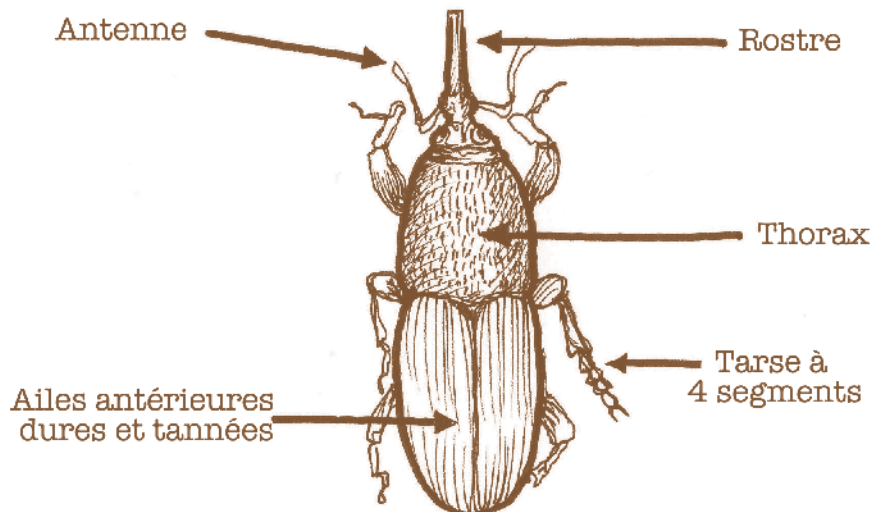
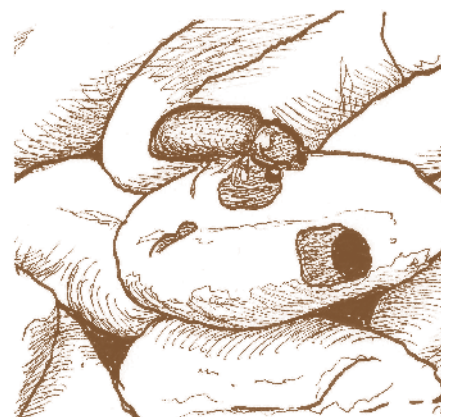
Charançon des grains

Membre de l'ordre des coléoptères, sa répartition varie en fonction du type de grain (blé, riz, maïs). Il subit une métamorphose complète en passant par les phases œuf, larve, nymphe et adulte. Le charançon des grains présente les caractéristiques suivantes:

- Un corps cylindrique et un rostre (appendice nasal) prononcé équipé de pièces buccales pour mordre (utilisées par les femelles comme outil de perçage);
- ailes antérieures tannées et dures qui se rejoignent le long de la ligne médiane de la surface dorsale;
- ailes postérieures membraneuses (parfois absentes);
- v antennes coudées, terminées en massue, insérées sur le rostre;
- tarse à quatre segments;
- thorax bien développé.

remarques

Grains endommagés par le petit perceur des céréales



Charançon des grains

remarques

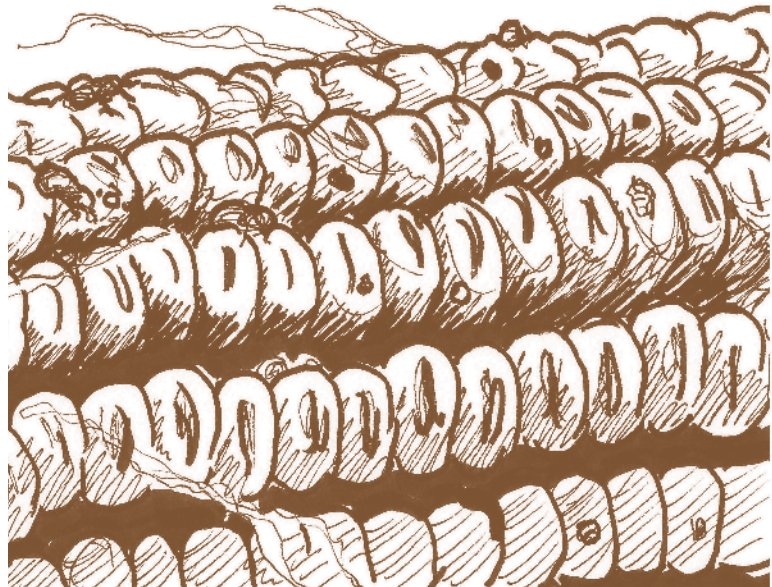
On distingue **trois types de charançons des grains**:

- Le charançon du blé, ou calandre de grenier (*Sitophilus granarius*):
 - L'un des ravageurs les plus destructeurs des grains entreposés dans le monde entier.
 - Le charançon du blé est adapté aux climats tempérés et tempérés à tendance chaude, car tant les adultes que les larves sont résistantes au froid.
 - Il infeste les véhicules de transport, les bâtiments et les sacs d'entreposage.
 - Petit, brillant, brun foncé à noir, l'adulte mesure environ 4 mm; rostre caractéristique (appendice nasal équipé de pièces buccales à l'avant) qui fait saillie de la tête; deux antennes à 8 articles de type club; prothorax caractérisé par des piqûres distinctes oblongues ou oblongues-ovales; absence d'ailes postérieures.
 - L'adulte pond ≤ 450 œufs, séparément dans des trous percés dans les grains de céréales. Les œufs éclos donnent des larves blanches sans pattes, qui se nourrissent du grain depuis l'intérieur. Les larves se transforment en nymphes au sein du grain, et l'adulte qui émerge sort du grain. Les trous de sortie sont caractéristiques d'une détérioration par le charançon.
- Le charançon du riz (*Sitophilus oryzae*):
 - Largement répandu dans les régions tropicales et subtropicales, souvent transféré vers les zones tempérées avec les biens importés, il se reproduit au sein des grains, mais est moins résistant au froid que le charançon du blé.
 - Brun foncé à presque noir (mais moins brillant que le charançon du blé), avec quatre points rougeâtres bien définis sur les élytres; l'adulte mesure en moyenne 2,5 mm de long; rostre caractéristique (appendice nasal équipé de pièces buccales à l'avant) qui fait saillie de la tête; deux antennes à 8 articles de type club; un prothorax recouvert de piqûres rondes ou irrégulières; des ailes postérieures.
 - L'adulte pond ≤ 450 œufs, séparément dans des trous percés dans les grains de céréales. Les œufs éclos donnent des larves blanches sans pattes, qui se nourrissent du grain depuis l'intérieur. Les larves se trans-

Graines de blé endommagées par le charançon des grains



Graines de maïs endommagées par le charançon des grains



3

forment en nymphes au sein du grain, et l'adulte qui émerge sort du grain. Les trous de sortie sont les signes caractéristiques d'une détérioration par le charançon.

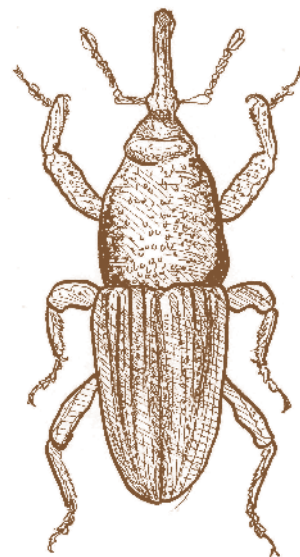
- Possédant des ailes (à la différence du charançon du blé), il peut éventuellement voler.
- Le charançon du maïs (*Sitophilus zeamais*):
 - Largement répandu dans les régions tropicales et subtropicales, souvent transféré vers les zones tempérées avec les biens importés, il se reproduit au sein du maïs aux champs, mais est moins résistant au froid que le charançon du blé.
 - D'apparence très similaire au charançon du riz, il présente les mêmes caractéristiques à ceci près qu'il est plus long, les adultes pouvant mesurer 3 à 3,5 mm (avec une moyenne de 3 mm).

Cycle de vie: le charançon se reproduit au sein de grains ayant une TH > 9,5 % et à des températures comprises entre 13 et 35 °C. La femelle pond 2 à 3 œufs par jour, en fonction de la température et de l'humidité. Elle place chacun de ses œufs dans un petit trou percé dans le grain, qu'elle referme avec un bouchon de salive mucilagineux. Les œufs éclosent et les petites larves blanches, sans pattes, se nourrissent de l'albumen du grain. Une seule larve se développe dans les petits grains (par exemple de blé ou de riz), mais les gros grains (le maïs par exemple) peuvent en abriter plusieurs. Les larves ne viennent jamais à l'air libre et se développent totalement à l'intérieur du grain. La larve devient nymphe au sein du grain. Le cycle de vie complet prend environ 1 mois. L'adulte émerge alors, et vit pendant environ 8 mois.

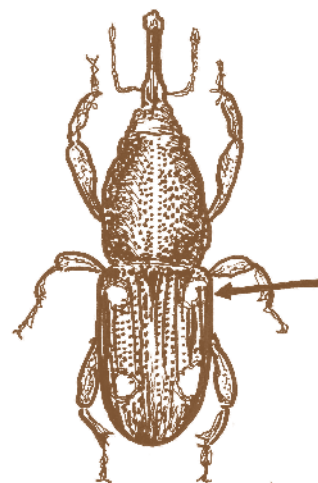
Dommages:

- Le poids et la qualité des grains diminuent, car les larves comme les adultes se nourrissent de l'albumen.
- Les semences peuvent germer (car l'embryon n'est pas nécessairement affecté), mais les plantules seront faibles et vulnérables aux attaques par les moisissures, les bactéries ou d'autres insectes.

Charançon du blé



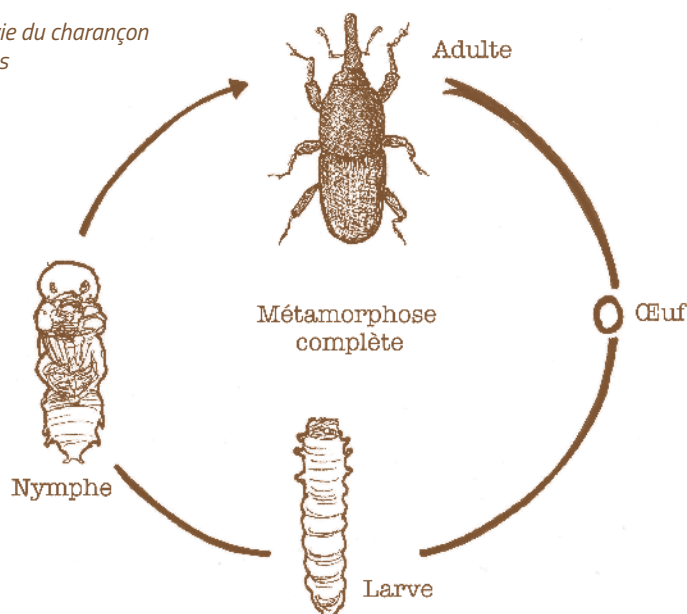
Charançon du riz



Charançon du maïs



Ciclo de vie du charançon des grains



remarques

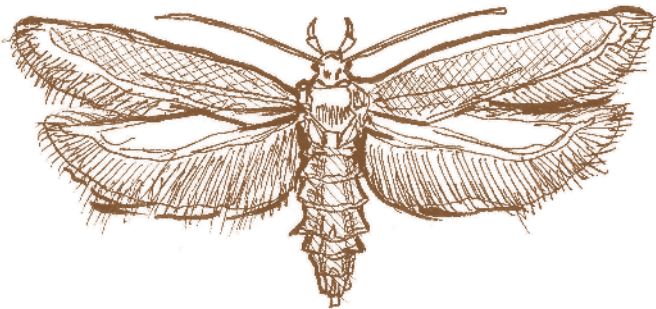
- L'activité des insectes peut générer un échauffement du grain, ce qui accélère le développement des insectes et rend le grain susceptible de s'agglutiner, de moisir et même de germer. Des températures élevées peuvent tuer les insectes.
- Les adultes qui émergent laissent de grands trous lorsqu'ils sortent.

Teigne des céréales (*Sitotroga cerealella*)

La teigne des céréales, quasiment présente dans le monde entier, est un important parasite du riz, du mil à chandelle, du sorgho, du blé et du maïs. De couleur brun-jaune avec des marques plus foncées, elle a une envergure de 12 à 20 mm.

Cycle de vie: la femelle pond ≤ 250 œufs proche ou à la surface des grains entreposés. Les œufs éclosent, et la larve ou chenille perce des trous dans les grains et y reste jusqu'à terminer sa croissance. Elle mange le grain pour en sortir. Le cycle de vie de la teigne prend quelque 5 semaines.

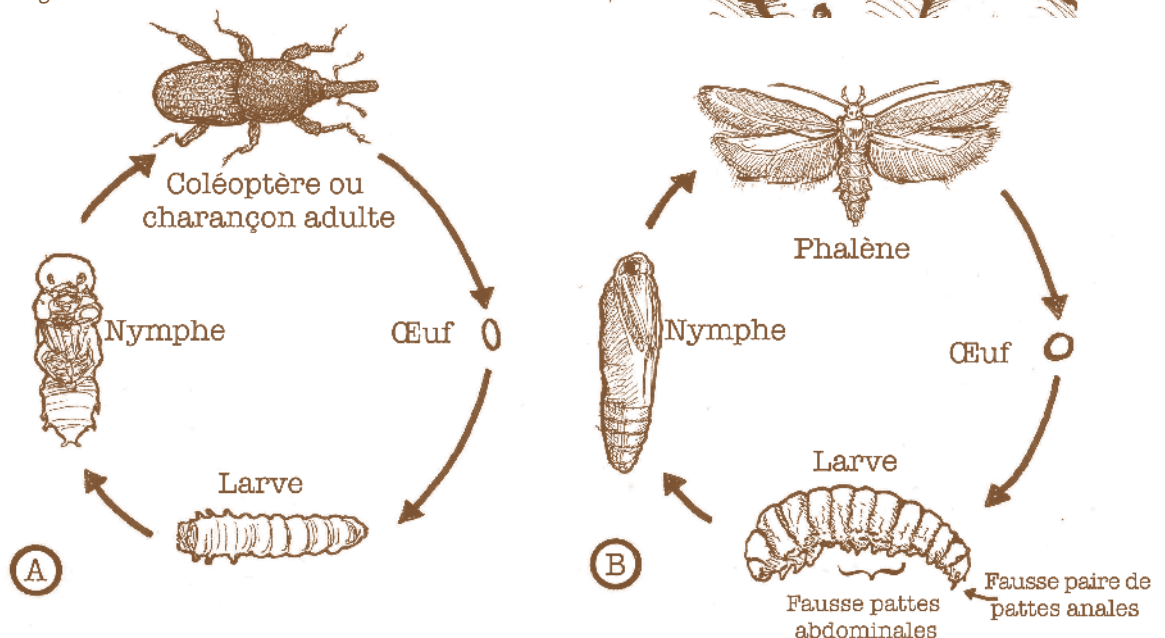
Teigne des céréales



Graines de maïs détériorées par la teigne des céréales



Cycle de vie de la teigne



3

Dommmages:

- En sortant du grain, la larve laisse des trous d'épingle caractéristiques à la surface du grain.
- Le poids des grains diminue.
- Les infestations confèrent une odeur et un goût désagréables aux céréales.

Insectes ravageurs secondaires

Les insectes secondaires attaquent les **matériels endommagés** – déjà dégradés par d'autres ravageurs (ravageurs primaires), ou du fait d'un mauvais battage, séchage, ou d'une mauvaise manipulation – et les **produits transformés** (par exemple la farine ou le riz blanchi), qui constituent parfois la majorité des insectes présents.

Tribolium de la farine

On en rencontre deux types: le tribolium rouge de la farine et le tribolium brun de la farine.

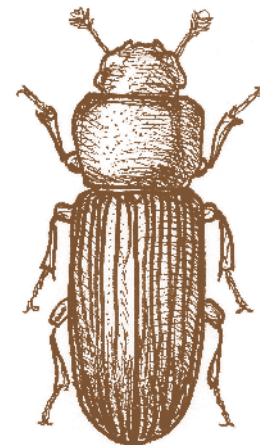
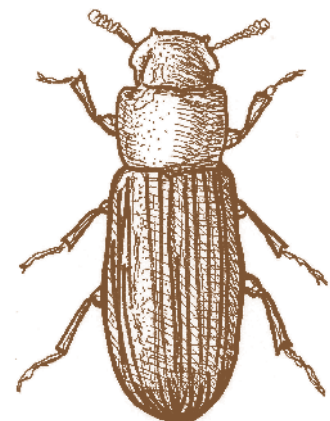
Si les triboliums ne peuvent attaquer des grains entiers et non endommagés, on les trouve souvent en grandes quantités dans des grains infestés, où ils se nourrissent de grains cassés, de poussière de grains et autres aliments domestiques (par exemple farine, riz blanchi, fruits séchés, noix et pois). Outre le fait qu'ils génèrent une odeur désagréable, leur présence encourage la prolifération des moisissures.

Tous présentent des **caractéristiques physiques similaires**: de forme plate et ovale, ils sont petits (généralement de 3 mm de long environ), et leur exosquelette est brun rougeâtre, avec une texture lisse et brillante.

Leur petite taille leur permet de s'infiltrer dans les fissures et crevasses. Une fois qu'ils sont présents dans des zones représentant des sources de nourriture potentielles, ils infestent les produits tels que la farine, ce qui donne une forte odeur et une saveur de produit vieillot.

- Le **tribolium rouge de la farine (*Tribolium castaneum*)**. Les trois segments finaux des antennes sont très dilatés, pour leur donner la forme d'un club. Les jeunes adultes sont brun clair et foncent avec l'âge. Les femelles pondent $\leq 1\ 000$ œufs, largement dispersés au travers les grains infestés. Les larves, couleur crème, présentent des pièces buccales capables de mordre ainsi que trois paires de pattes, elles éclosent et restent hors des grains, en se nourrissant de la poussière de céréales et de grains endommagés. Une génération se reproduit en environ 1 mois dans des conditions d'été, mais le cycle est plus long sous un climat plus froid. Les adultes peuvent vivre ≤ 1 an. L'adulte, doté d'ailes, peut voler sur de courtes distances.
- Le **tribolium brun de la farine (*Tribolium confusum*)**. Il s'agit d'un insecte ravageur courant qui attaque et infeste la farine et les grains entreposés. Il fait partie des insectes ravageurs les plus courants et les plus destructeurs des grains et autres produits entreposés en silos, entrepôt, épicerie et maisons. Sa principale différence physique avec le tribolium rouge de la farine est la forme de ses antennes, dont la taille augmente graduellement, mais qui ne se terminent pas par un club à trois segments. On trouve plus souvent le tribolium brun de la farine dans les meuneries que sur les exploitations, car il préfère les matériaux finement broyés. Le tribolium brun de la farine ne vole pas.

remarques

Tribolium rouge de la farine*Tribolium brun de la farine*

remarques

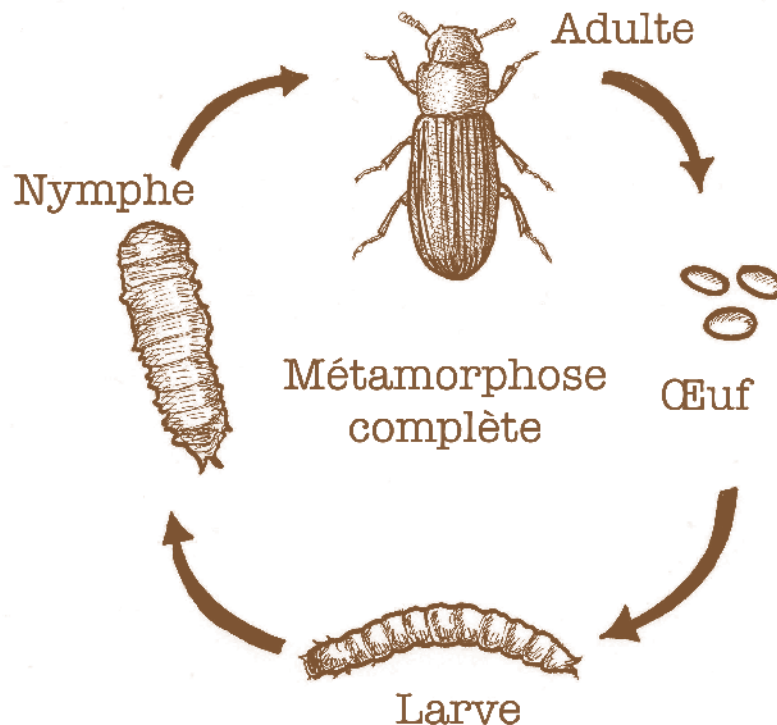
Cycle de vie: les œufs du tribolium sont généralement blancs, parfois incolores. Ils sont très petits et ont une enveloppe externe collante. De ce fait, des particules de nourriture y sont souvent collées. La larve présente 6 pattes. Au stade de nymphe, il présente une forme de cocon, de couleur généralement blanche ou brunâtre. Le cycle de vie du tribolium dure ≥ 3 ans, le stade de larve durant de 20 à > 100 jours, et le stade de nymphe environ 8 jours.

Trogoderme (*Trogoderma granarium*)

Le trogoderme compte parmi les ravageurs des grains et semences entreposés les plus destructeurs au monde, provoquant 30 à 70 % des dommages aux produits entreposés. **La surveillance à un stade précoce est primordiale.** Le trogoderme se retrouve dans bon nombre de pays, et il fait partie des 100 espèces les plus invasives au monde. Il s'attaque essentiellement aux grains de blé entreposés, mais aussi au riz, à l'avoine, au maïs, aux légumineuses sèches et aux graines oléagineuses. Les grains sont endommagés par les larves, car les adultes sont inoffensifs et ne s'en nourrissent pas. L'infestation se produit principalement dans les couches superficielles des grains, car ce ravageur ne peut pénétrer profondément au sein du grain; le premier signe d'une infestation est la peau des larves. La destruction de l'embryon de la semence est le principal dommage qu'il provoque, mais une infestation importante peut détruire tout le grain. **Le contrôle des infestations est délicat, car le trogoderme:**

- peut survivre sans nourriture sur de longues périodes;
- est adapté aux conditions sèches;
- préfère une nourriture à faible humidité;
- résiste à de nombreux insecticides.

Cycle de vie du tribolium de la farine



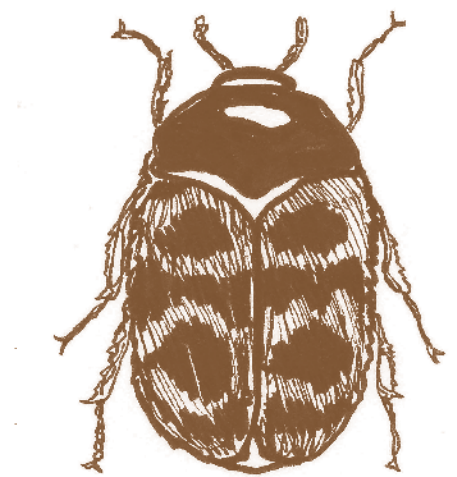
3

Les adultes sont oblongs à ovales, et mesurent 1,6 à 3,0 mm de long et 0,9 à 1,7 mm de large; ils possèdent des ailes (mais ne peuvent apparemment pas voler). Les mâles sont brun-noir et possèdent des marques indistinctes d'un brun-rougeâtre sur leurs élytres. Les femelles sont légèrement plus grandes que les mâles et sont de couleur plus claire. Leur tête est petite et défléchie, et ils présentent des antennes courtes à 11 segments. Les adultes sont recouverts de poils.

Cycle de vie: La période d'accouplement se passe environ 5 jours après la sortie de l'adulte, et la ponte commence quasi immédiatement. La femelle pond en moyenne 50 à 90 œufs, dispersés au sein du matériel hôte (tas de grains par exemple). Les œufs, blancs et cylindriques, éclosent après 1 à 2 semaines, en fonction de la température et de l'humidité. Sous atmosphère humide, l'incubation dure environ 5 à 7 jours. Le stade larvaire dure 30 à 50 jours; dans des conditions favorables, la larve mâle mue quatre fois. La larve est brun-jaunâtre, et le corps est recouvert de faisceaux de longs poils bruns rougeâtres, mobiles et érectiles. Au niveau des segments terminaux, les poils forment une sorte de queue. La jeune larve se nourrit de débris de farine laissés par les larves plus âgées, car elle ne peut s'attaquer au grain entier. Une larve en fin de stade mesure 4,5 mm de long. Après 6 à 16 jours de nymphe, les adultes émergent; ils atteignent leur maturité sexuelle après 2 à 3 jours. Un adulte à maturité sexuelle vit 10 à 30 jours.

Le cycle de vie – développement complet de l'œuf au stade adulte – peut prendre 4 à 6 semaines dans des conditions favorables (à savoir avec une température de développement optimale de 35 °C); dans des conditions plus fraîches, le développement est plus long (220 jours à 20 °C par exemple). Le développement peut se produire avec une humidité relative aussi faible que 2 %; la survie est difficile dans des conditions d'humidité relative élevée.

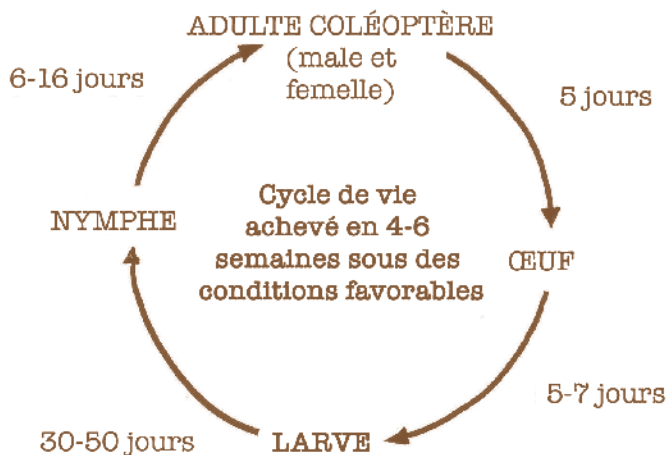
Le trogoderme



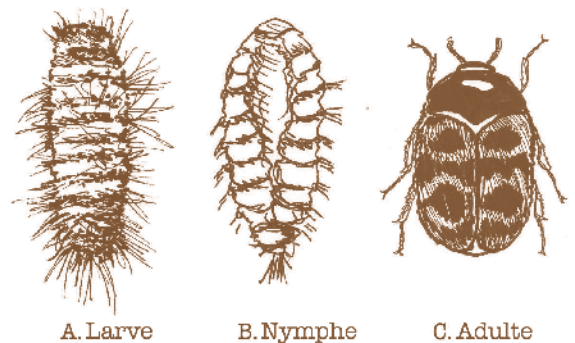
Grains endommagés par le trogoderme



Cycle de vie du trogoderme



Cycle de vie de *Trogoderma granarium*



Trogoderma granarium

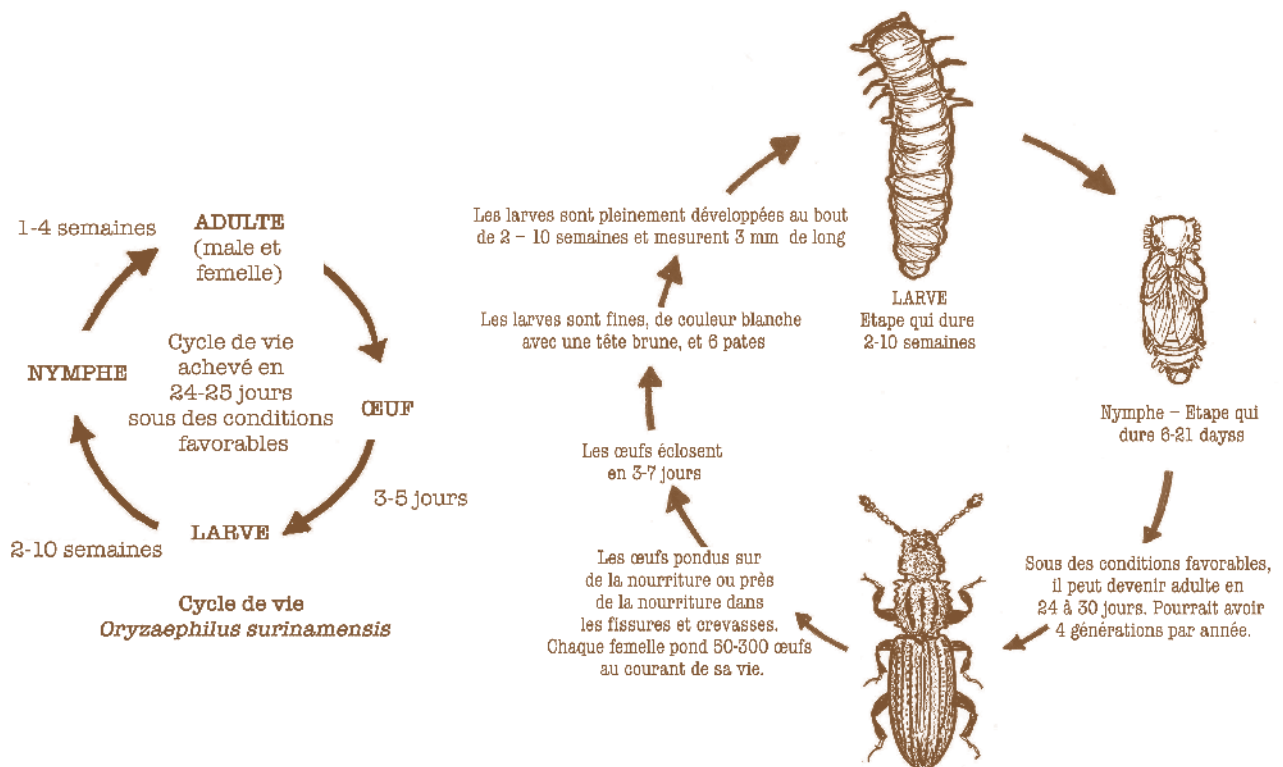
Cucujidé dentelé des grains



Cucujidé dentelé des grains (*Oryzaephilus surinamensis*)

On trouve le cucujidé dentelé des grains dans le monde entier, où il infeste les céréales, et principalement les produits broyés (farine et aliments pour volailles par exemple). Il ne s'attaque en général pas aux grains entiers, mais tend à coloniser des céréales endommagées par d'autres ravageurs. Les adultes, brun foncé, mesurent 2,5 à 3,5 mm de long. Le cucujidé présente de chaque côté du thorax des projections en dent de scie, son abdomen se rétrécit vers la pointe, et il vole rarement.

Cycle de vie: une femelle pond au cours de sa vie ≤ 500 œufs, qui sont répartis librement dans la farine ou logés dans des fissures de grains infestés. Les œufs éclosent après 3 à 8 jours, pour donner des larves à l'apparence de chenilles qui se développent à l'air libre. Les larves et les adultes se nourrissent hors des grains, de leur poussière, et parfois des embryons de céréales. Le cucujidé ne peut pas se nourrir de grains intacts. La période larvaire, qui peut durer 2 semaines seulement, est suivie par le stade de nymphe (1 à 4 semaines). Le stade de nymphe se caractérise par un processus unique: le coléoptère rassemble des matières alimentaires pour former autour de son corps une enveloppe protectrice sous la forme d'un cocon de soie au sein duquel la larve mature se transforme en nymphe. Une génération complète peut se former en 3 semaines à 30 °C et avec une HR de 70 %, mais les adultes peuvent vivre ≤ 10 mois. La température de développement optimale est de 30 à 35 °C. Le cucujidé dentelé des grains est très tolérant à une faible humidité (même avec une HR de 10 % à 30 °C). Les adultes se cachent fréquemment dans les fissures des bâtiments et des machines.



CUCUJIDÉ DENTELÉ DES GRAINS

Oryzaephilus surinamensis

Insectes minces et plats, 2,5 mm de long, brun foncé à rouge.
Le thorax présente de chaque côté six projections en dent de scie.
Les adultes ne volent presque jamais. A partir de l'âge adulte, ils vivent environ trois ans.

3

Les acariens des produits entreposés

Les acariens sont les plus petits ravageurs des aliments entreposés. Du fait de leur taille microscopique, on les distingue difficilement à l'œil nu, et on ne les remarque généralement pas. Ils ont cependant un taux de reproduction élevé, et peuvent alors se manifester sur les surfaces sous la forme d'une poussière brune ou grise, ou d'un matériau pelucheux, et dans des endroits très infestés, ils se font remarquer sous la forme d'un mouvement s'apparentant à une vague. La «poussière d'acarien» est souvent un signe avertisseur, qui signale habituellement l'existence de zones très infestées non loin.

À la différence de l'insecte adulte, qui possède une tête, un thorax, un abdomen distincts et six pattes, l'acarien adulte présente un corps ressemblant à un sac et huit pattes; la larve a six pattes. Les acariens sont résistants au froid; la plupart se nourrissent de grains cassés, de graines d'adventices et de moisissures. On cite parmi les acariens courants dans les granges et silos le tétranyque du blé, l'Amblyseius aerealis, le Cheletomorpha lepidopterorum et le tarsonème des grains.

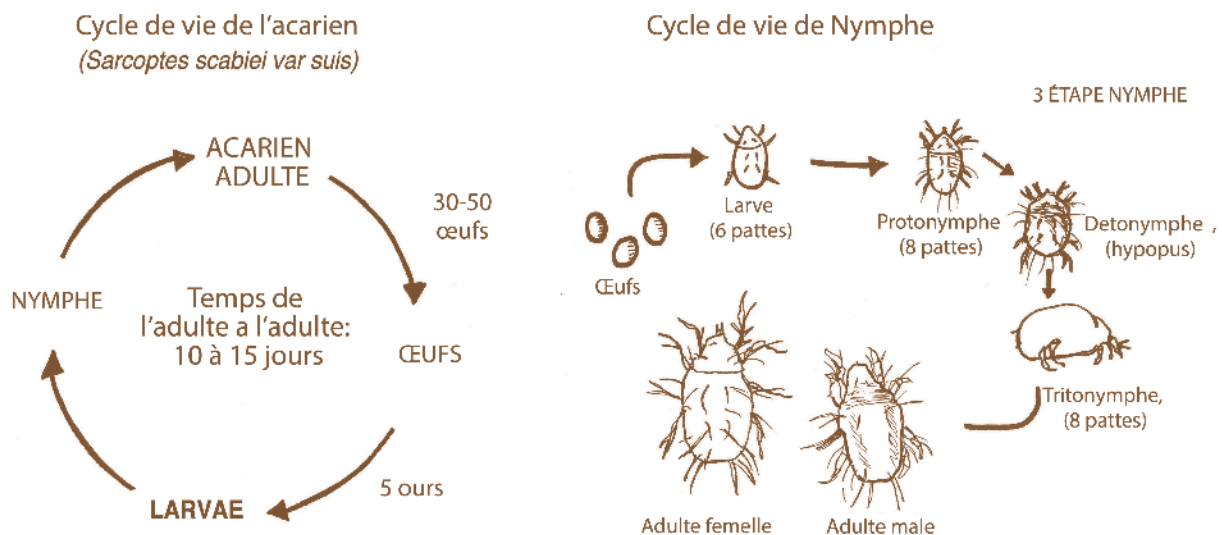
La teneur en humidité du grain influe sur l'activité des acariens, ceux-ci étant plus courants dans des grains entreposés avec une TH de 14 à 17 %; avec une TH > 15 %, les acariens peuvent même se développer dans des conditions relativement fraîches. Dans un environnement humide et chaud, les acariens prolifèrent, et des populations très importantes peuvent se développer rapidement, leur prolifération allant souvent de pair avec le développement de champignons.

Cycle de vie: le cycle de vie d'un acarien comprend les stades : œuf, larve à six pattes, deux ou trois stades de nymphe à huit pattes et adulte à huit pattes.

Dommages: les acariens attaquent des fissures microscopiques de l'enveloppe des semences et se nourrissent essentiellement de l'embryon des semences, ce qui inhibe la germination. Ils se nourrissent aussi d'autres parties du grain, et des moisissures qui se développent sur le grain; les acariens sont responsables de la prolifération de différentes spores fongiques dans les grains en vrac. Lorsqu'ils sont présents en grandes quantités, les acariens peuvent générer un échauffement des semences et favoriser la transpiration, conférant alors

remarques

Ciclo de vida de los ácaros de almacenamiento



remarques

au grain une odeur nauséabonde. Les acariens sont plus souvent une nuisance qu'un ravageur direct des produits entreposés.

Tétranyque du blé (*Petrobia latens*)

Le tétranyque du blé est un arthropode blanchâtre sans ailes, au corps mou, qui mesure 0,2 à 0,5 millimètre de long. D'une façon générale, le cycle de vie de l'œuf au stade adulte prend environ 2 semaines à température ambiante (9 à 11 jours dans des conditions optimales de 90 % d'HR à 25 °C). On estime que la femelle pond environ 800 œufs au cours de sa vie. Les œufs (environ 20 à 30 par jour) peuvent être déposés en un endroit ou répartis de façon aléatoire sur le matériel infesté.

LA GESTION ET LE CONTRÔLE DES INSECTES RAVAGEURS DANS LES SEMENCES ENTREPOSÉES

Les insectes ravageurs peuvent survivre d'une saison à l'autre au sein de résidus infestés sur le terrain, dans des structures d'entreposage et dans leurs habitats naturels (végétation naturelle par exemple). Ainsi, des produits nouvellement récoltés ou de nouvelles semences peuvent être infestés par la migration active de ravageurs vers les cultures sur site ou les semences conservées en entrepôt. Il arrive même parfois qu'un matériel déjà infesté soit placé en entrepôt.

Les **pertes de semences associées à l'activité des insectes ravageurs** sont les suivantes:

- la réduction de la germination – imputable à un endommagement de l'embryon;
- la perte de poids des semences et la perte de vigueur – car les insectes se nourrissent de l'albumen du grain;
- la tendance au développement des moisissures – du fait de l'eau de respiration des insectes.

Un contrôle efficace des insectes ravageurs s'avère indispensable pour **maintenir la qualité des semences** et d'une façon générale pour **produire de la nourriture**.

Mesures de contrôle des insectes

On dispose d'un grand nombre de techniques pour contrôler les insectes ravageurs dans les produits entreposés. Celles-ci vont de **simples techniques** sur l'exploitation traditionnelle à des **mesures plus complexes** adoptées par les entreprises qui gèrent de grands volumes de semences. Cette section aborde les techniques pratiques adaptées pour une utilisation dans des installations d'entreposage de semences à petite et moyenne échelle, principalement dans des conditions tropicales. Cependant, la **technique adoptée dépend d'un grand nombre de facteurs:**

- de la valeur des semences;
- du type de nuisible;
- du niveau de résistance;
- du système agricole;
- de la disponibilité des insecticides.

3

Lors de la sélection d'une technique, envisagez son efficacité sur le ravageur ciblé, mais aussi les risques pour l'agriculteur et les travailleurs, et si le résultat vaut la peine par rapport au coût du traitement. On peut classer les mesures de contrôle des insectes en mesures **préventives** et **curatives**.

remarques

Mesures préventives

«Mieux vaut prévenir que guérir», et les mesures préventives doivent couvrir toutes les étapes de l'entreposage, depuis la récolte jusqu'à la distribution finale et à l'utilisation par l'agriculteur. **Les mesures préventives recommandées:**

■ Hygiène, assainissement et gestion:

- Construisez les entrepôts de façon à autoriser de bonnes conditions d'entreposage et à faciliter le nettoyage. Garantissez que les entrepôts sont isolés, bien aérés et étanches à la vapeur. Réduisez à un minimum les crevasses et fissures, susceptibles de loger des coléoptères.
- Assurez-vous qu'aucune source d'infestation secondaire ne se trouve à proximité immédiate (résidus alimentaires, produits entreposés et nids d'oiseaux par exemple) afin de prévenir toute reproduction d'insectes et tout développement d'infestation de nouvelles semences. Détruisez tous les produits infestés ou procédez à une fumigation.
- Nettoyez tous les équipements/machines de récolte et de battage avant de les utiliser.
- Les sols et espaces de battage doivent être aussi éloignés que possible d'autres sources d'infestation par les insectes.
- Nettoyez ces sols et espaces de battage pour garantir qu'ils sont exempts d'infestation par des insectes.
- Veillez à ce que les camions, chariots ou charrettes à traction animale utilisés pour le transport des semences soient exempts d'infestation par des insectes
- Nettoyez les structures et installations d'entreposage avant de recevoir les semences nouvellement récoltées.
- Retirez des entrepôts et éliminez ou détruisez tous les débris, poussières et balayures.
- Plâtrez ou scellez tous les trous, crevasses et fissures existant dans les sols, parois et plafonds.
- Sélectionnez minutieusement les matériaux de conditionnement pour aider à prévenir toute attaque par les insectes (on préfère généralement des matériaux épais et durs, avec un fini lisse et brillant). Assurez-vous que les emballages soient résistants et bien scellés.
- Empilez proprement les sacs au-dessus du niveau du sol en utilisant des palettes. Tenez les sacs éloignés des murs et ne les faites pas toucher le plafond. Laissez un espace entre les sacs pour permettre une bonne ventilation, une inspection régulière, un nettoyage et si nécessaire un traitement avec des insecticides.
- Séchez toutes les semences placées en entrepôt jusqu'à une teneur en humidité et une température appropriées.
- Ne mélangez jamais de nouvelles semences avec d'anciennes. Éliminez tout ancien matériel infesté, ou soumettez-le à une fumigation Nettoyez les structures d'entreposage et les machines, et désinfectez les sacs et paniers par exposition au soleil ou traitement chimique si approprié.

remarques

■ **Désinfection des entrepôts et zones de réception:**

- Avant utilisation, désinfectez les zones de réception et les espaces d'entreposage. Pour les grandes structures: désinfectez ou pulvérissez avec un insecticide à effet rémanent sain et homologué (par exemple le malathion 50 pour cent CE, avec dilution 1:100 et application à raison de 3 litres/100 m²; ou un mélange commercial de pyrimiphos-méthyl + lambda-cyhalothrine [50 % + 5 %], avec dilution 1:50 et pulvérisation à raison de 5 litres/100 m²; ou de chlorpyrifos-méthyl [48%], avec dilution 1:200 et pulvérisation à raison de 5 litres/100 m²). Pour les **petits entrepôts locaux**: traitez avec de la fumée.
- Chaulez les espaces de stockage chaque saison avant d'y entreposer des semences.

■ **L'organisme de quarantaine:**

- Imposez des règlements de quarantaine pertinents pour éviter la pénétration d'insectes ravageurs dans une zone particulière.

■ **Autres mesures:**

- Exploitez la résistance naturelle, car certaines variétés de cultures ont une susceptibilité différente aux nuisibles des entrepôts. Certaines variétés traditionnelles peuvent être plus résistantes aux ravageurs des greniers que des variétés améliorées (maïs local présentant une bonne couverture de feuilles, qui offre une meilleure résistance à l'infestation sur le terrain par exemple).
- Utilisez si possible un entreposage hermétique – dans des conditions hermétiques, la réduction de l'oxygène et l'augmentation du dioxyde de carbone stoppent le développement des insectes et des moisissures.

Mesures curatives

Une fois que l'infestation s'est installée, prenez des mesures curatives pour contrôler l'activité des insectes ravageurs des grains au sein des installations d'entreposage. Les mesures de contrôle curatives peuvent être **non-chimiques** ou **chimiques**.

La désinfection d'un entrepôt de semences



3

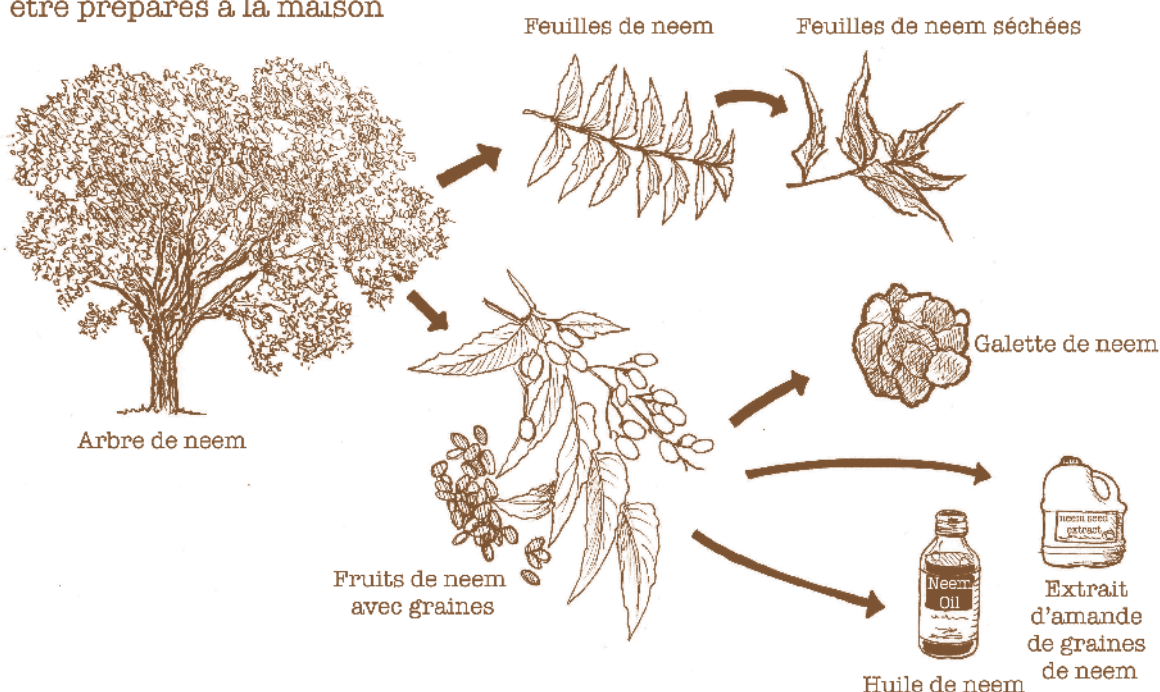
Contrôle non chimique:

- **Mesures de contrôle de l'environnement.** Le développement et la multiplication des insectes ravageurs dans des semences entreposées dépend de la température, de l'humidité relative et de la teneur en humidité des semences. Une bonne gestion de ces trois facteurs peut considérablement influencer sur le niveau de progression d'une infestation, en prêtant attention à la conception et à la construction des structures d'entreposage et en recourant aux meilleures pratiques d'entreposage.
 - **Température:** manipulez les températures d'entreposage pour détruire de nombreux ravageurs des produits entreposés. Un traitement thermique tue purement et simplement certains ravageurs; un traitement par le froid bloque généralement leur développement. Une température de 20 °C à 40 °C accélère le développement des insectes; une température > 42 °C et < 14 °C retarde la reproduction et le développement; des températures prolongées > 45 °C et < 10 °C peuvent tuer les insectes. Le chauffage des semences à 50 °C est létal pour les insectes; celui-ci cependant n'est pas recommandé, car les semences sont affectées et perdent leur viabilité.
 - **Humidité relative et teneur en humidité:** manipulez l'humidité relative lors de l'entreposage de façon à inhiber l'activité de nombreux ravageurs des greniers. L'humidité est critique pour un entreposage sain des céréales alimentaires. Les semences entreposées à une TH d'environ 10 % ne sont pas attaquées par les insectes (à l'exception du trogodermes). Le tétranque du blé ne peut pas survivre avec une HR < 55 % à 60 % ou une TH ≤ 12 %.
- **Mesures de contrôle mécanique.** Les appareils mécaniques sont conçus pour surveiller et piéger en masse les insectes présents dans les produits entreposés. Il est possible d'exploiter le comportement des insectes dans les produits entreposés en utilisant différents types de **pièges**: pièges lumineux, sacs-appâts et pièges à phéromones.

remarques

Le neem et ses produits

Tous ces produits peuvent être préparés à la maison



remarques

▪ **Dessiccants:**

- Combinez les produits de poudrage (par exemple gel de silice ou terre à diatomées) avec certains grains entreposés pour générer une protection contre des dommages par les insectes. Les produits de poudrage tuent les insectes ciblés par **dessiccation**.
- Utilisez de la terre à diatomées pour contrôler les insectes qui se nourrissent des grains entreposés. Celle-ci endommage la cuticule des insectes et réduit leur aptitude à conserver leur humidité. Les insectes meurent finalement de **déshydratation**.

- **Préservation traditionnelle.** La méthode traditionnelle de préservation des graines entreposées consiste à traiter les semences avec **des produits végétaux spéciaux** ou avec de la **fumée**. Certaines parties d'un certain nombre de plantes courantes (feuilles et huile du neem par exemple) permettent de réaliser des pesticides efficaces. Le neem (connu également comme margousier) est un grand arbre d'ombrage au feuillage persistant qui vit dans certaines régions d'Asie et d'Afrique. Ses parties importantes sont les fruits, les graines, les feuilles et l'écorce. Une grande partie du poids de la graine consiste en une amande qui contient $\leq 35\%$ d'huile; l'huile de neem est plus efficace que les feuilles. Si les feuilles séchées du neem aident à conserver le grain entreposé exempt de ravageurs, les produits chimiques présents dans les graines de **neem repoussent les insectes**, en les empêchant de s'installer, de se nourrir et de pondre des œufs sur les récoltes, en réduisant leur croissance et leur développement, en les rendant infertiles ou même en provoquant leur mort. La **cendre de bois** est un matériel de contrôle des ravageurs sain et efficace. Notez que si certaines méthodes traditionnelles peuvent être adaptées à de petits volumes de semences, elles peuvent devenir laborieuses pour des quantités plus grandes.

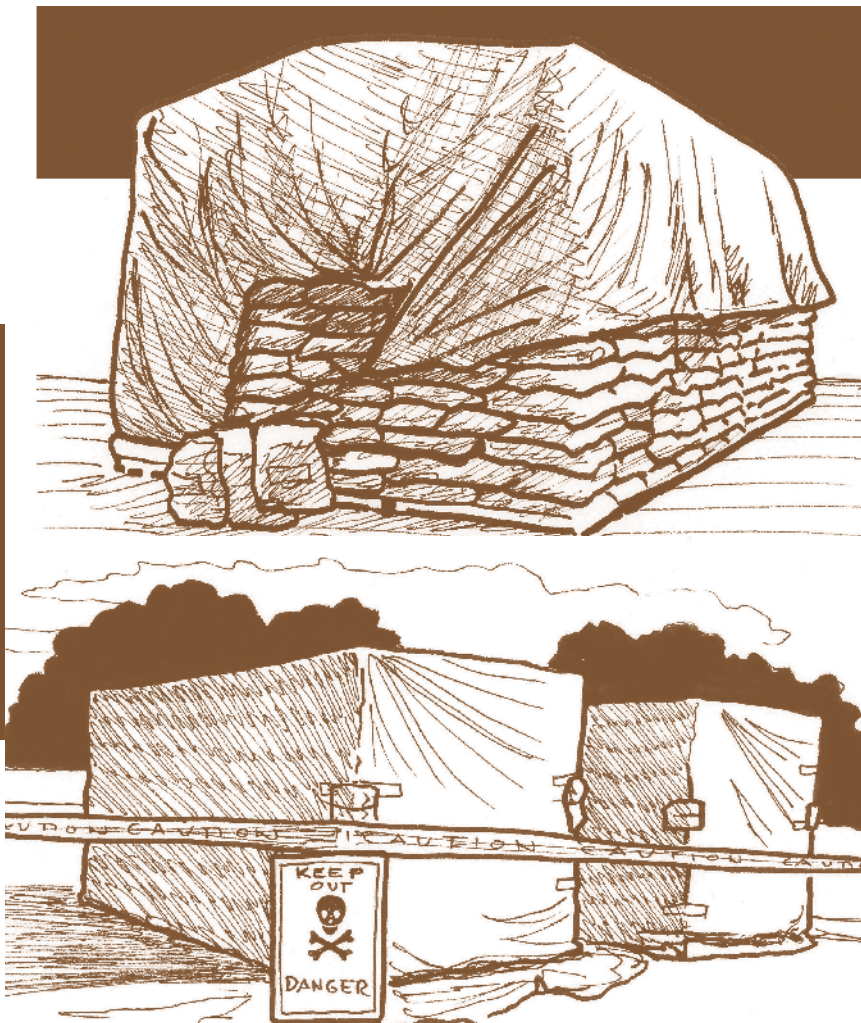
- Entreposez les semences de céréales mélangées à des feuilles de neem et de la cendre de bois dans des sacs ou des paniers réalisés à partir de feuilles de palmier dattier, en bourrant la partie supérieure du contenant par de la bouse de vache pour éviter la pénétration et la prolifération des insectes.
- Mélangez une quantité égale de semences et de cendre de bois ou de sable pour prévenir une attaque par des coléoptères et d'autres ravageurs des greniers en contenants fermés.

Contrôle chimique

- **Fumigation.** Parmi les **produits chimiques** couramment utilisés dans la fumigation, citons l'hydrogène phosphoré (par exemple en comprimé de phosphore d'aluminium, qui libère de l'hydrogène phosphoré au contact de l'humidité de l'air), ou encore le dibromure d'éthylène, le bromure de méthyle, le tétrachlorure de carbone (fumigants liquides volatiles disponibles en différentes combinaisons et formulations). Des capsules et sachets sont proposés pour des applications à petite échelle, des bouteilles sous pression pour les opérations à grande échelle.
- Fumiger avec du phosphore d'aluminium (comprimés de 3 g, à raison de 3 comprimés par tonne) pendant ≥ 7 jours pour obtenir le taux de mortalité souhaité.
 - Créer des **conditions hermétiques** pendant ≥ 3 jours lors de l'application de phosphore d'aluminium (ou 1 jour pour le dibromure d'éthylène) suite à l'ajout de produit chimique.

- Ajustez la concentration du gaz (+ 50 %) lorsque vous fumigez des œufs d'acariens, qui sont plus tolérants que les insectes.
 - Demandez conseil à une personne qualifiée avant l'application, car ces produits sont **hautement toxiques**.
 - Optez pour une fumigation des semences en contenants fermés ou des produits en sacs (s'ils sont recouverts d'une bâche ou de feuilles plastiques) – il est essentiel de protéger les semences d'une ré-infestation car la fumigation n'est efficace qu'au moment de son application.
- **Traitement avec des insecticides.** Il est essentiel d'utiliser des **insecticides sains et homologués**, efficaces pour un entreposage à long terme sain et le maintien de la capacité de germination et la vigueur. Les produits sont habituellement **mélangés** avec les semences sous une forme diluée, à raison de 10 à 15 ppm d'ingrédient actif (IA) au moment du chargement/de l'ensachage. Les produits chimiques appropriés sont des insecticides organophosphoreux, le pyrimiphos-méthyl (50 % IA normalement) et le chlorpyrifos-méthyl (48 % IA normalement). Les **insecticides du commerce** se composent habituellement d'une petite quantité du composé toxique (IA) avec d'autres substances appelées charges. Il est important de pouvoir effectuer une conversion d'une base à l'autre. Si par exemple l'application recommandée de pyrimiphos-méthyl est de 15 ppm IA, appliquez 15 g d'IA pour chaque million de grammes de semences (à savoir pour 1 tonne).

remarques



Préparation de semences empilées en vue d'une fumigation (les sacs de semences doivent être entièrement recouverts pendant la fumigation)

Semences recouvertes pour une fumigation

remarques

Par exemple:

En commençant avec 5 % de produit de poudrage, 100 g de produit brut (PB) contiennent 5 g d'IA. La dose de produit chimique à appliquer est la suivante: 5 g IA \equiv 100 g PB

\therefore 15 g d'IA \equiv (100/5) \times 15 = 300 g de PB/tonne de semences

AVERTISSEMENT

Les pesticides sont des poisons. Les insecticides tuent les insectes, mais ils sont aussi **toxiques pour les humains et les animaux**, à divers degrés.

Les insecticides ne tuent pas tous les insectes et acariens. Sélectionnez soit un produit chimique dit «à large spectre» soit un produit qui spécifie qu'il est toxique pour les lépidoptères et les coléoptères. Notez que les acariens peuvent nécessiter un traitement spécial.

Les insecticides n'ont pas une action persistante. Ils tendent à perdre de leur efficacité quand ils sont exposés à une forte humidité, à des températures élevées ou à la lumière du soleil.

Les nuisibles développent une résistance aux insecticides. Le développement et le test de nouveaux composés exigent des années et des ressources considérables; il est donc important d'adopter des mesures préventives:

- Appliquez la bonne dose – une utilisation généralisée, excessive et/ou non appropriée de produits chimiques peut provoquer une adaptation des insectes qui deviennent résistants aux insecticides.
- Adoptez des normes strictes d'hygiène agricole et nettoyez minutieusement tous les équipements et bâtiments utilisés pour entreposer et transporter les semences.
- Notez que les insectes exposés à un insecticide en particulier peuvent développer une résistance aux composés similaires d'autres insecticides.

La santé et la sécurité sont fondamentales:

- Lisez les précautions de sécurité qui figurent sur les étiquettes de l'insecticide et respectez précisément les directives.
- Manipulez-les avec précaution et stockez-les dans des contenants d'origine marqués, hors de portée des enfants, des animaux domestiques et du bétail.
- Éliminez les contenants vides immédiatement après utilisation, dans un lieu et de manière sûrs. Ne contaminez pas les zones de pâturage, les cours d'eau ou les mares.

Les fumigants sont hautement toxiques. Des connaissances techniques sont indispensables pour les utiliser correctement. Contactez un applicateur de pesticides qualifié et approuvé pour réaliser une fumigation.

AGENTS PATHOGÈNES DES STOCKS

Les bactéries et les champignons sont des **microorganismes** qui peuvent affecter les semences entreposées.

- **Les bactéries n'ont pas un rôle très important** dans la détérioration des semences entreposées, car elles ont besoin d'eau libre pour croître et proliférer. Les bactéries lors de l'entreposage exigent \geq 90 % HR pour se déve-

remarques

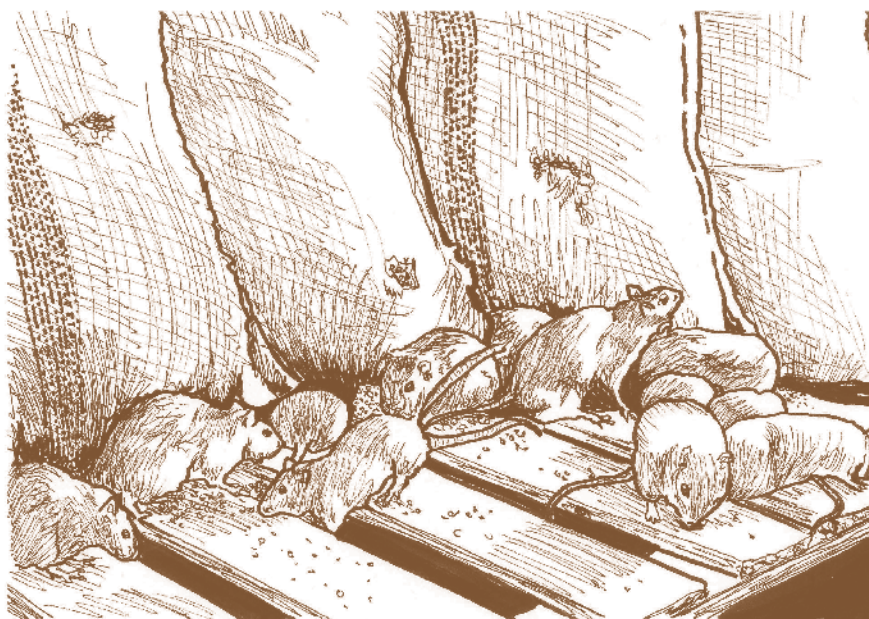
Contrôle des champignons des stocks

Il est généralement conseillé d'adopter des **mesures préventives**:

- Pratiquez une bonne hygiène d'entreposage et respectez un bon assainissement.
- Évitez les grains endommagés ou présentant des fissures – ils sont le site idéal pour héberger les spores des champignons.
- Nettoyez minutieusement les semences.
- Suite à la récolte, séchez dès que possible les semences jusqu'à obtention d'une teneur en humidité sûre.
- Entreposez les semences dans un environnement dans lequel elles n'absorberont pas d'humidité – la plupart des champignons des stocks ne pourront pas envahir des semences qui présentent une teneur en humidité à l'équilibre avec une HR ≤ 65 % (à ce niveau, la teneur en humidité des semences d'amidon est d'environ 13 %, et des semences huileuses d'environ 7 %).
- Mesurez et surveillez précisément la teneur en humidité des semences. Même si la teneur en humidité des semences se trouve à un niveau sain, celle-ci représente une moyenne, et certaines semences individuelles peuvent contenir une quantité dangereuse d'humidité. Des poches de semences humides sont alors susceptibles d'être envahies par des champignons des stocks, qui peuvent ensuite se disperser sur le lot et générer des points chauds.
- Contrôlez l'humidité et la température des semences et de l'entrepôt.

De plus, des **fongicides** sont régulièrement utilisés peuvent contrôler les pathogènes portés par les semences; ils représentent souvent le moyen de contrôle le **moins cher et le plus efficace**. Ils tuent ou inhibent la croissance des champignons des stocks, et leur action peut être ou non systémique. Les fongicides systémiques hautement sélectifs sont les plus efficaces. Commencez cependant par adopter des mesures préventives: **utilisez les fongicides en dernier recours**.

*Sacs de semences endommagés
par des rongeurs*



3

LES RONGEURS DANS LES SITES D'ENTREPOSAGE DES SEMENCES

Les **rats et souris** qui s'attaquent aux grains et semences entreposés sont des nuisibles d'une certaine **importance économique**, car ils causent des dommages importants aux stocks de semences et de grains dans les pays en développement, et menacent la sécurité alimentaire et le revenu des petits agriculteurs. Ils mangent directement les grains et abîment les matériaux (sacs et équipements électriques par exemple) en les rongant.

En plus de consommer et détruire de grosses quantités de grains et de nourriture entreposés, les rats et les souris **détruisent chaque année des milliers de kilogrammes de semences**. Les rongeurs non seulement mangent les semences, mais ils les dispersent et les mélangent, ou encore les contaminent par leurs déjections, leur urine et leurs poils. On estime que la perte imputable aux dommages causés par ces rongeurs lors de l'entreposage est de 2,5 %.

Les rats peuvent aussi **propager des maladies dangereuses pour l'homme**, telles que la peste bubonique, la fièvre de Lassa, la typhoïde et la méningite.

Les types de rongeurs des stocks

On recense trois types courants de rongeurs qui endommagent les produits entreposés, en particulier les grains et les semences: le rat noir (domestique), le rat de Norvège (commun), et la souris domestique.

Rat noir (*Rattus rattus*)

- Noms courants: rat noir, *Rattus rattus*
- Répartition: mondiale – il prospère dans les régions tropicales, mais a largement été chassé des régions plus tempérées par le rat de Norvège.
- Aspect: taille moyenne, oreilles relativement grandes, queue presque toujours plus longue que le corps; noir avec un ventre légèrement plus clair.
- Poids: 70 à 300 g.
- Longueur du corps: 160 à 220 mm.
- Longueur de la queue: \geq 190 mm
- Mâles plus longs et plus lourds que les femelles.

Rat de Norvège (*Rattus norvegicus*)

- Noms courants: rat d'égout, surmulot, rat de Norvège
- Répartition: plus répandu que le rat noir dans les régions froides.
- Aspect: gros avec un museau écrasé, petits yeux, oreilles petites et courtes; brun sur la surface dorsale, qui s'éclaircit vers le gris ou le brun clair sur le ventre, fourrure plus grossière que celle du rat noir.
- Poids: 140 à 500 g.
- Longueur du corps: 200 à 250 mm.
- Longueur de la queue: 200 mm.
- Durée de vie: 9 à 12 mois, pendant lesquelles la femelle peut avoir \leq 7 portées, avec 8 à 12 petits par portée.
- Régime: omnivore, se nourrit de quasiment tout type d'aliments, mais essentiellement végétarien.

remarques

Rat noir



Rat de Norvège



Souris domestique



remarques

Souris domestique (*Mus musculus*)

- Aspect: nez pointu, grandes oreilles, petits yeux; petite fourrure, du brun clair au noir, avec un ventre généralement blanc ou beige-jaunâtre.
- Poids: 12-30 g.
- Longueur du corps: 65 à 95 mm.
- Longueur de la queue: 60 à 105 mm.
- Durée de vie: 9 à 12 mois, pendant lesquelles la femelle peut avoir ≤ 8 portées, avec 5 à 6 petits par portée.
- Régime: grains et céréales.

Caractéristiques des rongeurs des stocks

Comme la plupart des rongeurs, les rats et les souris ont une mauvaise vision et perçoivent peu les couleurs; ils peuvent faire confiance en leurs sens aiguisés que sont l'ouïe, le toucher, le goût et l'odorat. Ils ne s'éloignent généralement pas trop loin de leurs nids, se déplacent le long des murs ou des autres surfaces verticales de façon à ce que leurs moustaches restent au contact de la paroi.

Différences de comportements:

Rats

Timides, n'explorent pas facilement de nouvelles zones ou de nouveaux objets [y compris les pièces et les stations d'appât].

Se déplacent rarement à la lumière du jour; une activité diurne est souvent synonyme d'une population importante.

Préfèrent nicher près d'une source d'eau, car ils doivent boire de l'eau quotidiennement.

Un rat consomme 10 kg d'aliments par an.

Souris

Explorent volontiers de nouveaux objets, et entrent rapidement dans les stations d'appât. Plage active limitée à de petits espaces, d'où la nécessité d'utiliser de nombreuses stations d'appât ou de nombreux pièges au sein d'une installation d'entreposage.

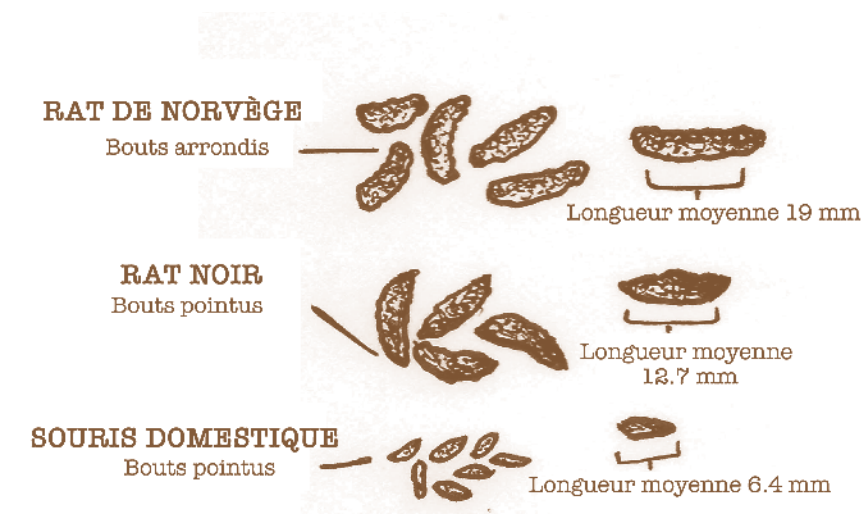
Souvent actives le jour, tout comme la nuit.

Boivent beaucoup moins et se contentent souvent de l'humidité présente dans la nourriture.

Une souris consomme 1 kg d'aliments par an, mais en contaminent beaucoup plus par leurs déjections, leur urine et leurs poils.

En plus des observations physiques, on peut citer comme autres indicateurs d'une infestation par ces rongeurs les déjections fécales, pistes, traces, galeries, matériaux rongés, terriers, signes d'endommagement et bruits des souris à la recherche de nourriture, en particulier la nuit. Les déjections sont de taille et d'apparence variables selon le type de rongeur (Figure 54).

3



remarques

Déjections de rongeurs

Contrôle des rongeurs

Comme pour le contrôle des insectes, le contrôle des rongeurs implique des mesures préventives (qui visent d'abord à tenir les rongeurs hors des espaces d'entreposage des semences) et des mesures correctives ou curatives (mécaniques et culturelles).

Les mesures préventives

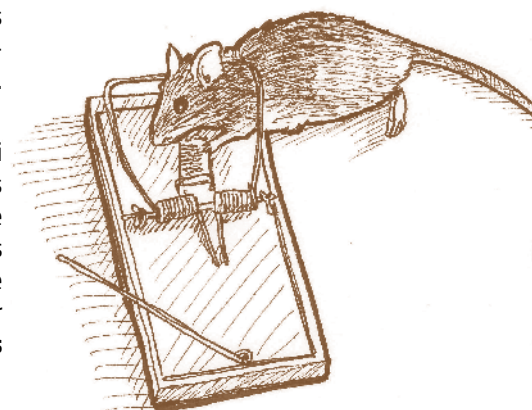
- Rendre les constructions inaccessibles aux rongeurs – éliminez les voies d'entrée (par exemple fissures et trous dans les murs et les sols, ventilateurs non grillagés), bouchez les galeries des rats avec un mélange de verre cassé et de boue, puis enduire avec de la boue/du ciment.
- Respectez des normes de propreté et de nettoyage irréprochables au sein des espaces d'entreposage et à l'extérieur afin de tenir les rongeurs éloignés et de faciliter l'inspection des lieux.
- Équipez les orifices de ventilation de grillage ou de toile métallique.
- Placez des dispositifs de protection contre les rats dans les structures d'entreposage.

Mesures correctives

Techniques mécaniques

- Placez des pièges garnis d'appâts pour attirer les rongeurs. L'appât peut être de la nourriture appréciée par les rats et les souris (par exemple un morceau de viande, de poisson séché, de noix de coco, d'oignon, etc.). Les rats tendent à préférer le sucre, les mélasses ou tout aliment sucré. Vérifiez le piège quotidiennement pour vous assurer que l'appât est toujours là. Après capture, lavez minutieusement le piège avant de le réutiliser.
- Utilisez des rodenticides pour tuer les rongeurs. Les rodenticides (qui comportent des anticoagulants), qui sont largement utilisés pour tuer les rats et les souris dans les structures alentour, sont proposés sous la forme d'appâts, de fumigants et de poudres de piste. Les appâts peuvent être des blocs, des granulés, des farines, des semences et des liquides, ainsi que des paquets. Les tentatives visant à éradiquer les populations de rats par un poison n'ont qu'un succès limité en raison de la **timidité du rat envers**

Piège à rongeurs



remarques

les appâts – une forme d'apprentissage de l'évitement pour lequel les rats développent rapidement une aversion envers les aliments nouveaux ou les appâts. Le rat de Norvège en particulier tend à éviter les nourritures inhabituelles et pourrait les essayer d'abord. Si un rat ingère une toute petite quantité d'aliments empoisonnés, mais survit, il ne retouchera jamais à la même nourriture.

- Utilisez des **répulsifs chimiques**, comme le naphthalène, pour repousser les rats et les souris. Appliquez les répulsifs autour du périmètre de la structure à protéger, ou à l'intérieur d'une zone spécifique.

Mesures indigènes et biologiques

- Placez des morceaux de papaye non mûre dans le coin de l'entrepôt. Lorsque les rats mangent ces fruits, les tissus de leur gueule sont endommagés par la substance chimique contenue dans le fruit. Placez 2 à 3 morceaux par pièce.
- Prenez deux à trois kilogrammes de feuilles de ricin et ajoutez trois litres d'eau. Faites bouillir pendant une demi-heure et filtrez l'extrait. Ajoutez 2 à 3 kg de semences de sorgho et faites bouillir pendant une demi-heure. Placez ces semences dans un récipient et posez le récipient dans un coin de l'espace de stockage. Les rats s'en nourrissent et meurent.
- Ayez un chat à proximité d'un entrepôt de grains pour un contrôle efficace.

Aucune méthode de contrôle des rongeurs n'est totalement efficace. Adoptez une **approche intégrée** qui combine:

- des mesures pour exclure les rongeurs des grains entreposés (par exemple ménage adapté, protéger physiquement les endroits et repousser les rongeurs);
- des méthodes pour réduire au minimum les dommages générés par les rongeurs (par exemple piégeage et empoisonnement).

Poison à rat utilisé comme appât



Contrôle biologique des rongeurs



3

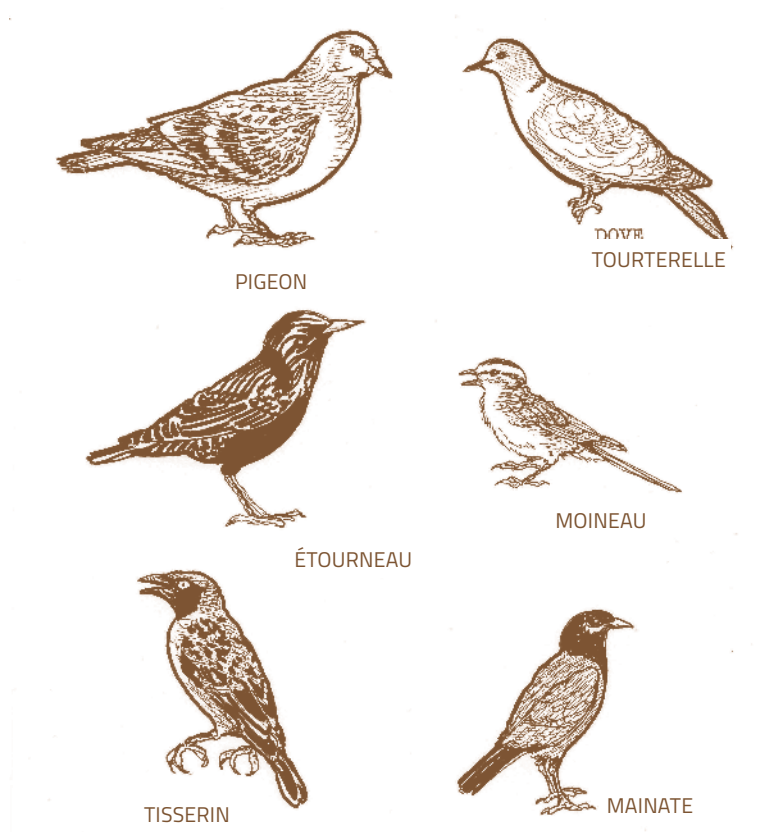
OISEAUX NUISIBLES DES ENTREPÔTS

Les pertes dues à l'activité des oiseaux sont faibles comparées à celles causées par les rongeurs, car les oiseaux n'infestent pas ni ne vivent dans les structures d'entreposage comme le font les rongeurs; ils se fient à leur mobilité pour trouver rapidement des endroits pour se nourrir. Les pertes de grains entreposés provoquées par les oiseaux ne représentent que 0,85 % des pertes. Les semences sont vulnérables aux oiseaux lorsqu'elles sont **exposées à l'extérieur** (par exemple grains battus dans les champs ou dans des espaces ouverts, ou séchage, lorsque les grains sont répandus au sol sous le soleil des tropiques). Lorsque les grains sont stockés dans des cribs ouverts, les oiseaux peuvent pénétrer dans les structures d'entreposage, créer des nuisances et générer des conditions non hygiéniques, en particulier:

- un endommagement physique ou une dégradation des semences par consommation directe;
- une contamination des semences par des excréments et des plumes;
- des risques pour la santé et la sécurité au travail (par exemple contamination des grains en disséminant des maladies pouvant générer des problèmes respiratoires, et d'autres maladies); et
- un endommagement des bâtiments, des machines et des véhicules.

Types d'oiseaux nuisibles

Les principales espèces d'oiseaux nuisibles que l'on rencontre dans les situations post-récolte sont: pigeon commun (*Columba livia*), étourneau (genre *Sturnus*), mainate (*Acridotheres tristis*), moineau (genre *Passer*) et tourterelle (espèce *Streptopelia*). En Afrique, les oiseaux nuisibles les plus courants dans des situations d'entreposage des grains sont les moineaux et les tisserins (genre *Ploceus*).



remarques

Oiseaux nuisibles courants

remarques

Notez que les **chauves-souris** peuvent aussi constituer une nuisance dans les entrepôts de semences si on les laisse y établir des colonies. Leurs déjections et leurs urines non seulement souillent les murs et les plafonds, mais génèrent aussi des odeurs désagréables persistantes qui peuvent attirer les insectes. Une accumulation sur le long terme de ces déjections dans les espaces des greniers peut propager des maladies respiratoires.

Contrôle des oiseaux

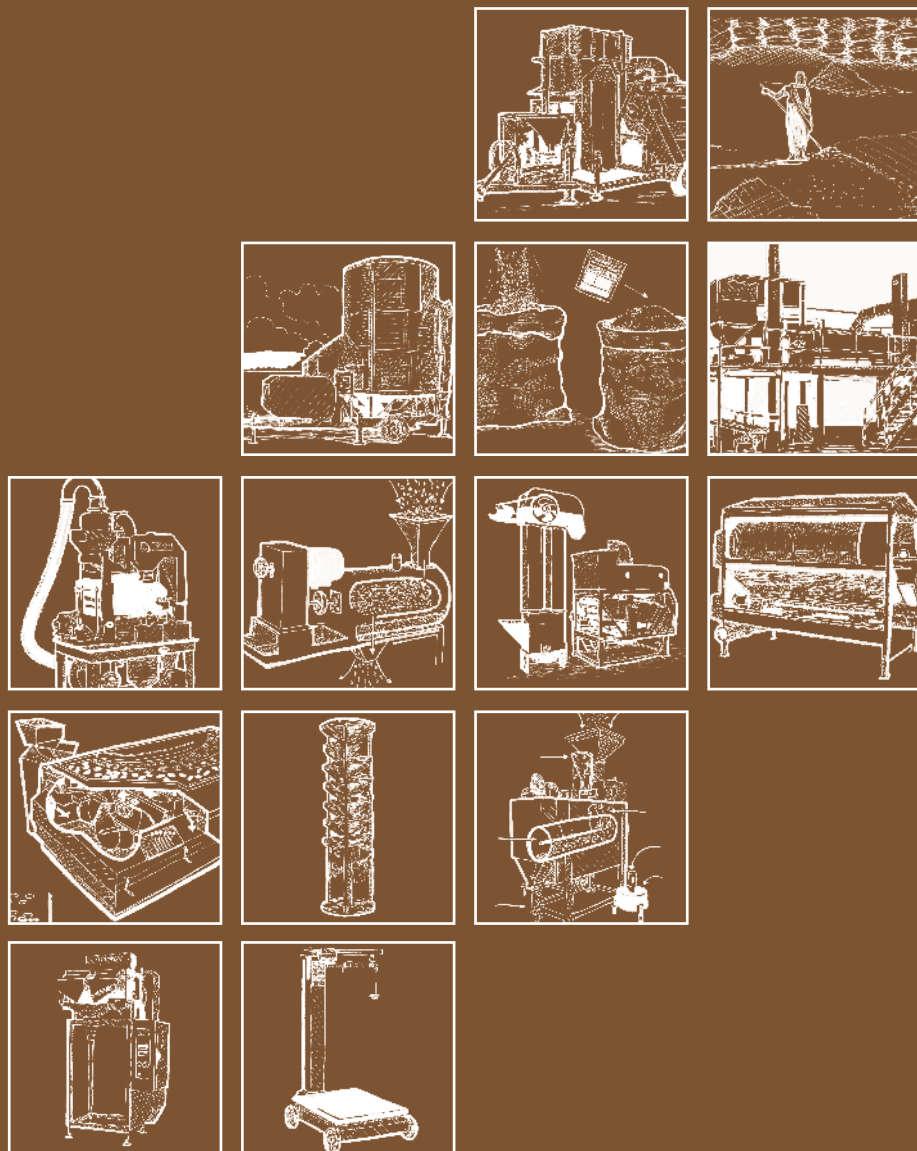
Certaines espèces d'oiseaux sont légalement protégées, et il peut s'avérer impossible d'utiliser des moyens létaux (tir, piégeage ou empoisonnement aux avicides par exemple) pour les éliminer. Dans de nombreuses situations, des **procédés non chimiques** de réduction des populations d'oiseaux sont efficaces: destruction des sites de nidification, exclusion, assainissement et bruit pour les effrayer. La méthode de contrôle la plus simple consiste à empêcher l'accès des oiseaux aux semences entreposées. **Les mesures recommandées pour dissuader les oiseaux:**

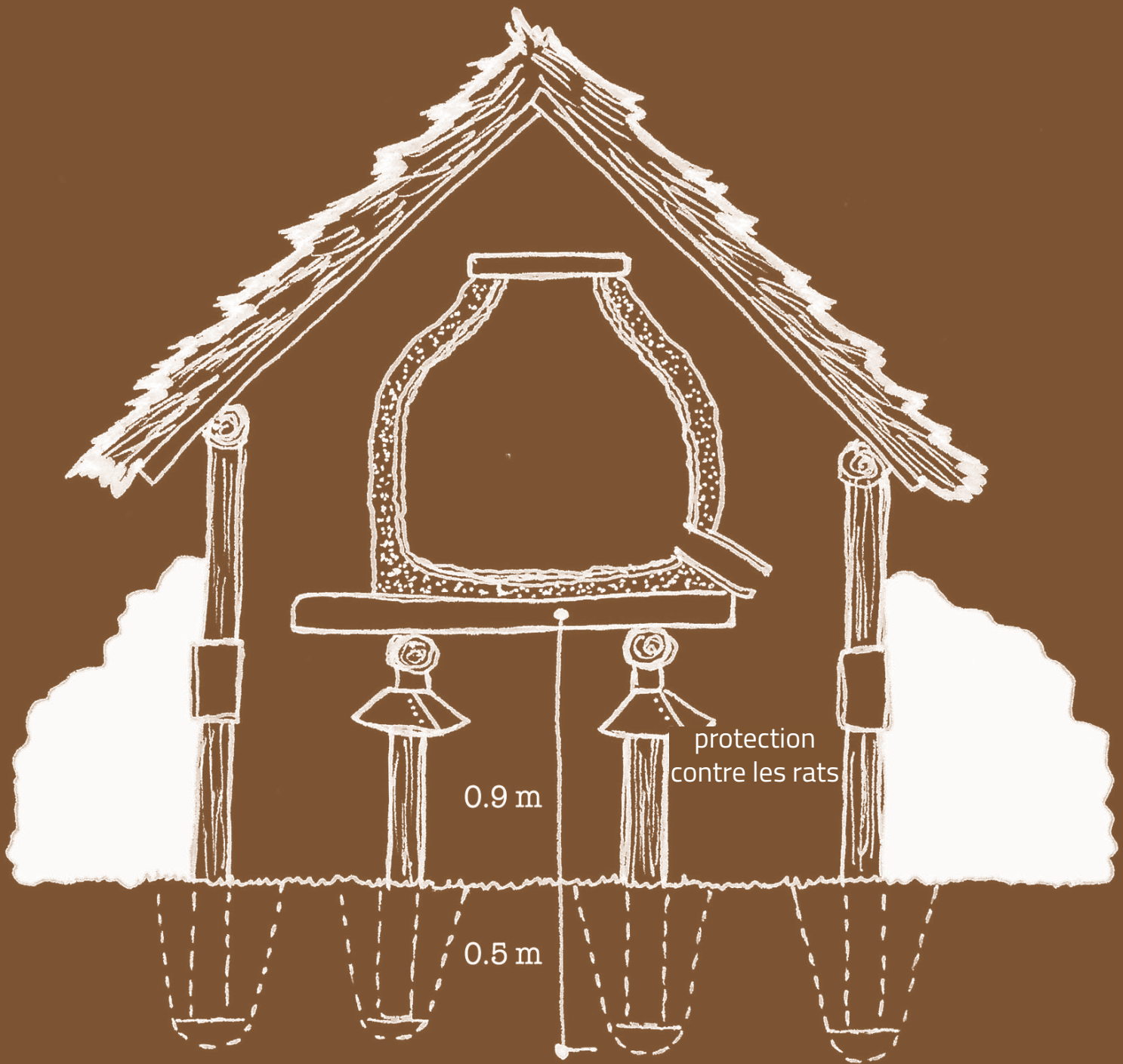
- Rendez les entrepôts de semences inaccessibles aux oiseaux – équipez les fenêtres, ventilateurs et autres points d'entrée de tamis grillagés, ou utilisez des filets fabriqués localement.
- Utilisez des dispositifs qui effraient les oiseaux (bandes de nylon ou de polythène par exemple) pour maintenir les oiseaux à distance de la zone d'entreposage.
- Détruisez les nids d'oiseaux situés près des zones d'entreposage ou dans les corniches et crevasses des bâtiments d'entreposage.
- Utilisez des répulsifs approuvés et chimiquement sûrs (par exemple ceux comportant des ingrédients actifs qui irritent les muqueuses des oiseaux et les forcent à partir) – généralement appropriés pour des applications à l'intérieur ou à l'extérieur, et sans effets nuisibles aux oiseaux de façon permanente.
- Utilisez des moyens de dissuasion sonores pour effrayer les oiseaux. Les épouvantails à ultrasons haute fréquence pour pigeons ou autres oiseaux sont des dispositifs électroniques qui génèrent des sons de tonalité très élevée (ultrasons) – trop élevée pour l'oreille humaine, mais correspondant à la plage perçue par la plupart des espèces d'oiseaux.

EXERCICES ET POINTS DE DISCUSSION

1. Identifiez une mesure de contrôle commune à toutes les catégories de nuisibles des entrepôts de semences. Expliquez comment elle est utilisée pour contrôler ces différents nuisibles.
2. Expliquez pourquoi certaines mesures curatives de contrôle des insectes dans un entrepôt de semences exigent la supervision de techniciens qualifiés et agréés spécialistes des pesticides.
3. D'après vous, quelle quantité d'insecticide pyrimiphos-méthyl (5 %) devrait être appliquée sur 1 tonne de semences de blé à raison d'une dose de 20 ppm d'IA?
4. Expliquez comment les méthodes préventives peuvent participer au contrôle des rongeurs. Comparez cette approche avec le piégeage et d'autres exemples de contrôle physique des rongeurs.

d Structures d'entreposage





Structures d'entreposage

4

remarques

OBJECTIF DES STRUCTURES D'ENTREPOSAGE

Le principal objectif de toute installation d'entreposage des semences consiste à **conserver la viabilité et la vigueur des semences** au cours de la période d'entreposage. Cette période peut varier de quelques mois à plusieurs années, en fonction du type de semences et de l'utilisation souhaitée. Par conséquent, le type de structure d'entreposage dépend de la durée de l'entreposage.

Lors de l'entreposage, il est essentiel **de conserver les semences sèches** – une condition principalement régie par la teneur en humidité des semences et par la température d'entreposage, qui doivent toutes deux être minutieusement contrôlées au sein de l'installation d'entreposage.

Cependant, une grande partie des semences produites à des fins agricoles doit uniquement être conservée jusqu'à la saison de plantation suivante, auquel cas une température ambiante et une humidité relative normales peuvent suffire, en fonction du type de semences et du climat local. Les structures d'entreposage doivent **protéger les semences pour qu'elles ne mouillent pas, qu'elles ne surchauffent pas et qu'elles ne soient pas infestées par des nuisibles**. Ce n'est que dans les zones présentant des températures et une humidité relative extrêmement élevées que des mesures de protection supplémentaires (à savoir un contrôle de la température et de l'humidité) sont indispensables pour conserver la qualité des semences pendant l'entreposage.

Enfin, les structures d'entreposage doivent être équipées de verrous, et toute autre mesure de sécurité appropriée doit si nécessaire être adoptée.

CARACTÉRISTIQUES DE BASE DES STRUCTURES D'ENTREPOSAGE DES SEMENCES

Une installation d'entreposage des semences doit être **économique et appropriée** pour une situation donnée.

De plus, une structure d'entreposage de semences doit pouvoir **protéger des éléments suivants**:

- **L'eau.** Vous devez garantir que les semences entreposées ne soient pas en contact avec une source d'eau quelconque – notamment la pluie et l'humidité du sol – car cela augmenterait la teneur en humidité des semences. Une teneur élevée en humidité provoque la respiration, qui génère un échauffement, le développement de moisissures et une éventuelle germination, tous détériorant les semences et réduisant leur qualité.
 - Maintenez le toit, le sol et les parois exempts de trous et de fissures autorisant la pénétration de toute forme d'eau.
 - Prévoyez un sol de type étanche à l'eau – un sol surélevé ou une dalle en béton sous laquelle se trouve une barrière à l'humidité – pour contrer toute possibilité de contact avec l'humidité du sol.
- **Le mélange.** Une installation d'entreposage comporte généralement plus d'un type de semences, et il est important d'éviter tout mélange de ces différents types de semences.
 - Construisez et organisez l'installation de façon à maintenir les lots séparés et à éviter toute contamination.

remarques

- Pour un entreposage en vrac, utilisez des bacs séparés pour chaque variété; pour un entreposage en sacs, empilez les différentes variétés séparément sur des palettes.
- Étiquetez clairement tous les sacs, bacs et autres contenants en mentionnant les détails pertinents susceptibles d'améliorer l'identification et l'inspection.
- **Les insectes.** Un nettoyage efficace est fondamental:
 - Facilitez le contrôle des insectes (et notamment en éliminant les lieux de reproduction des insectes).
 - Rendez l'entrepôt apte à une fumigation.
- **Les rongeurs.** Une protection maximum contre les rongeurs est essentielle pour les dissuader d'entrer et d'accéder aux semences entreposées
 - les précautions pour contrôler les rongeurs varient en fonction du type d'installation d'entreposage:
 - Utilisez des fûts métalliques équipés de couvercles étanches.
 - Traitez les sacs en tissu.
- **Les champignons.** Les différentiels de température peuvent créer un déplacement de la vapeur d'eau des zones plus chaudes vers les zones plus fraîches d'un bac de stockage, généralement vers la partie supérieure; ce déplacement de l'humidité peut générer des conditions favorables au développement de champignons, car c'est dans des conditions chaudes et humides qu'ils se développent le mieux:
 - Construisez des structures d'entreposage pour qu'elles présentent un environnement frais et sec.
 - Adoptez une aération efficace pour éviter toute accumulation de vapeur d'eau.
- **Le feu.** Il est important de réduire les risques d'incendie à un minimum, en particulier dans des bâtiments en bois:
 - Veillez à la propreté tant à l'intérieur qu'aux abords du bâtiment.
 - Appliquez un traitement chimique ignifuge du bois.
 - Utilisez des interrupteurs anti-étincelles et des câblages résistant aux rongeurs pour réduire les risques de décharges électriques et d'incendies, ainsi que des explosions coups de poussières.

TYPES DE STRUCTURES D'ENTREPOSAGE

Il existe trois grands systèmes d'entreposage ou options d'emballage des semences:

- Le vrac;
- Les sacs;
- Les contenants hermétiquement clos.

Le **système adopté dépend:**

- du type et de la quantité des semences;
- de la catégorie de semences;
- de l'objectif de l'entreposage;
- de la durée souhaitée de l'entreposage.

remarques

Avantages:

- Une bonne protection contre la pénétration de nuisibles
- Un microclimat frais et sec (en particulier dans des constructions en terre).
- Des conditions hermétiques – en fait, l'oxygène est consommé par la respiration des nuisibles et des semences menant à l'autodestruction des nuisibles.

Inconvénients:

- Une mauvaise résistance à la pluie (constructions en terre) – des travaux réguliers de réparation ou de reconstruction peuvent donc être nécessaires.
- L'apparition de fissures – ce qui génère des endroits parfaits pour que les insectes se cachent.
- Un risque de condensation (en particulier dans les fûts métalliques).



Greniers à parois en terre



Greniers à parois en terre et toit de chaume



4

Greniers ou silos fermés à paroi de terre

Les greniers d'entreposage fermés fabriqués avec de la boue mélangée à de la paille hachée sont très souvent utilisés dans les régions arides pour stocker des grains et semences de sorgho, mil, légumineuses sèches, riz non décortiqué et arachide. Le silo est généralement fermé par un couvercle; un toit de paille le protège contre la pluie. Il est surélevé au-dessus du sol pour éviter toute pénétration d'humidité, et des dispositifs de protection sont installés pour tenir les rongeurs éloignés. Les problèmes d'humidité ou de condensation sont quasiment éliminés du fait de la faible teneur en humidité des produits entreposés et de la bonne capacité isolante de la boue utilisée.

Entreposage en fosse

L'entreposage sur l'exploitation dans des fosses est un système d'entreposage fermé destiné à stocker les semences de céréales et les maintenir au frais. Cette méthode est utilisée dans des régions sèches d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine, où la nappe phréatique ne peut menacer leur contenu. Il est impératif de sélectionner un **site approprié**: relativement sec, avec le bon type de sol et sans termites.

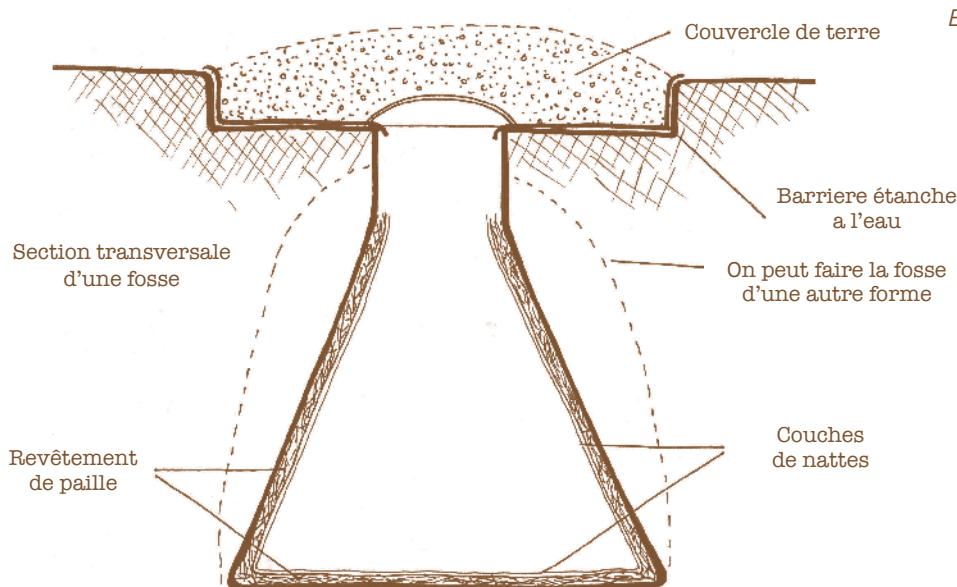
Il existe plusieurs types de fosses, la plupart d'entre elles ayant la forme d'une fiole (large au fond, qui se rétrécit de façon conique et présente une petite ouverture au niveau du haut) recouverte de branchages, de la bouse de vache et de boue, ou d'une grande pierre recouverte de boue molle. Les parois de la fosse doivent être recouvertes de la bouse de vache et de boue, et être étanches pour éviter toute pénétration de terre et d'eau de pluie.

Dans les régions au climat suffisamment sec, les entrepôts souterrains sont une excellente alternative à de nombreux systèmes d'entreposage sur l'exploitation.

Avantages:

- Une structure étanche à l'air et fraîche – non affectée par les fluctuations de température.
- Une prolifération limitée des insectes et des acariens et un faible développement des moisissures – si le puits reste bien étanche à l'air et à l'eau.
- Un environnement plus hygroscopique que les semences – tend à conserver l'humidité du sol loin de la masse des semences.

remarques

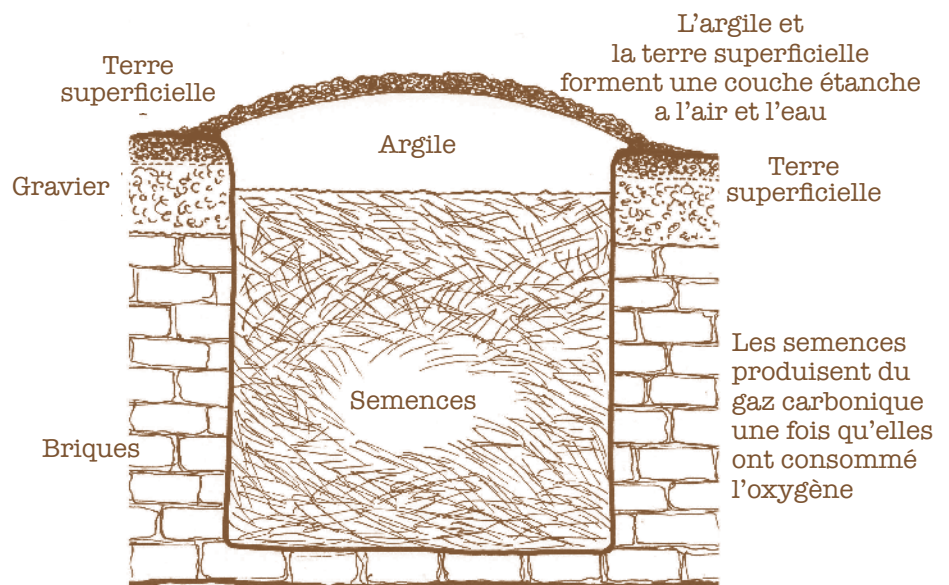
*Entreposage en fosse en forme de fiole*

remarques

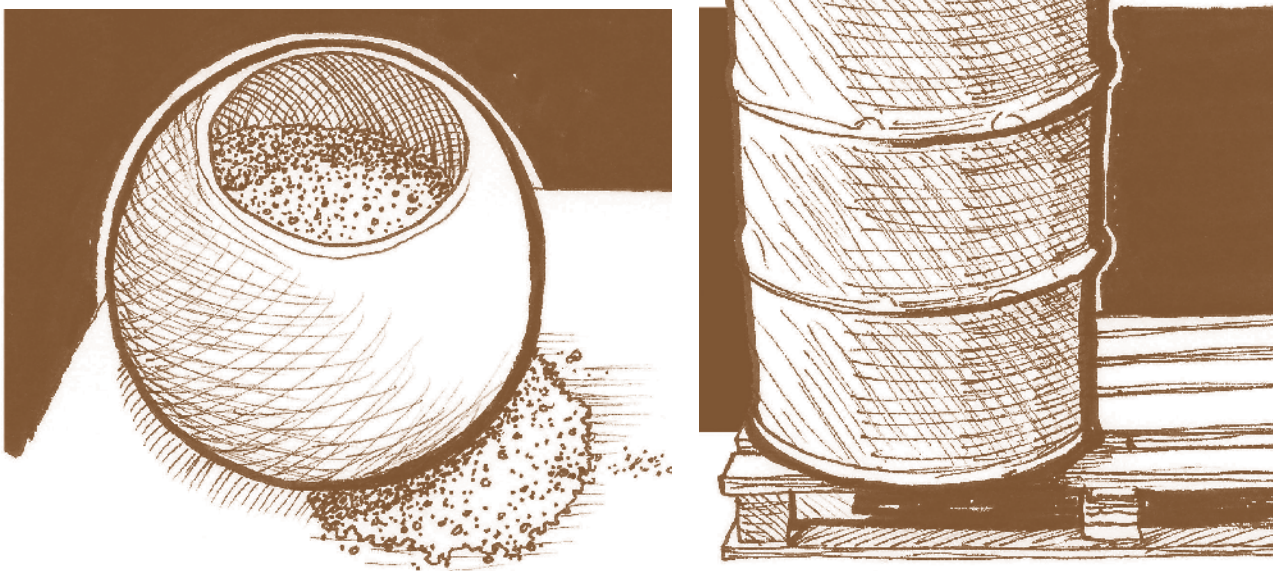
Petits bacs traditionnels

Les bacs d'entreposage traditionnels utilisés par les agriculteurs africains sont petits (calebasses, courges, pots en argile ou en terre, contenants en bois et fûts à huile par exemple). Ils sont utilisés pour un entreposage fermé de semences et graines de légumineuses (par exemple le niébé). Ils peuvent être rendus hermétiques en scellant les parois à l'intérieur et à l'extérieur avec de l'argile liquide, et en fermant l'ouverture avec de l'argile dure, de la bouse de vache ou un bouchon en bois renforcé par un tissu.

Entreposage en fosse d'argile



Petits bacs d'entreposage traditionnels



4

Si les semences sont sèches ($TH < 12\%$), les petits contenants présentent rarement des problèmes d'entreposage. Cependant notez que:

- la condensation peut survenir dans des systèmes d'entreposage fermés (en particulier avec les contenants métalliques tels que les fûts à huile);
- garder à l'ombre pour maintenir des températures d'entreposage constantes.

Paniers de bambou enduits

C'est un panier traditionnel qui présente une grande capacité de stockage. Les parois sont recouvertes d'une couche de paille et enduites avec une pâte de bouse de vache. Une couche de feuilles de neem séchées est placée dans le fond. La pâte de bouse de vache agit comme désinfectant; les feuilles de neem ont une action insectifuge.

Système d'entreposage en vrac commercial ou amélioré

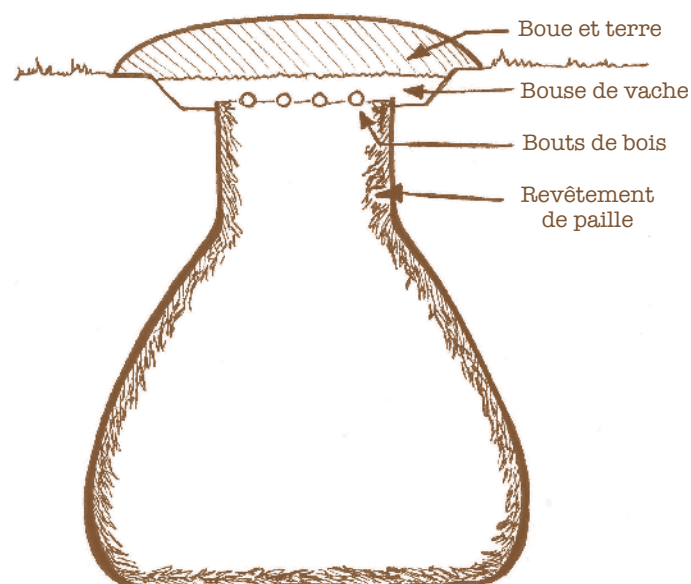
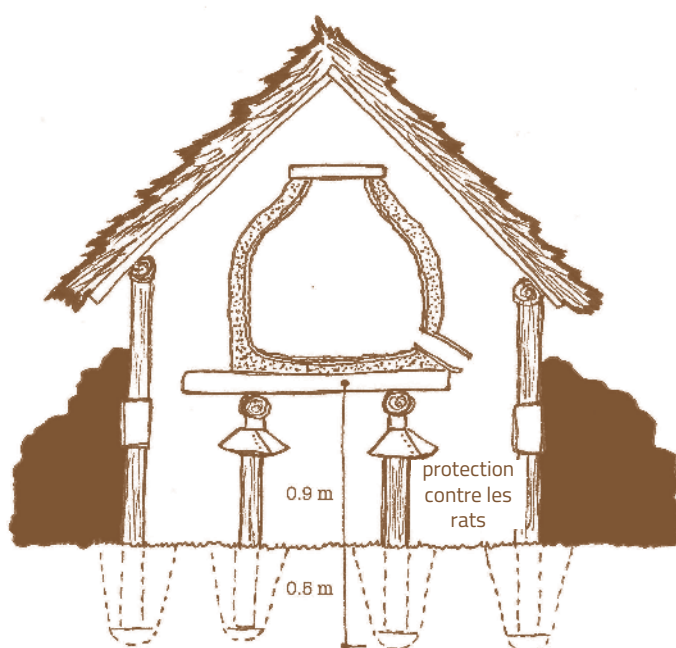
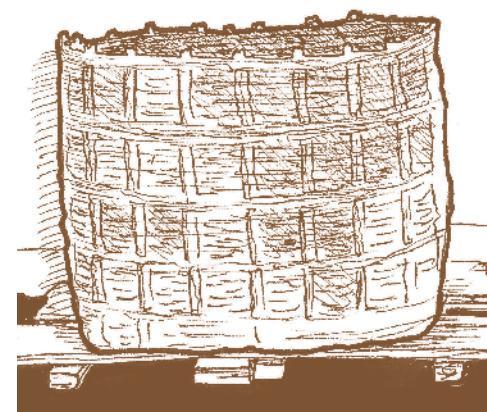
Plusieurs tentatives ont été faites pour améliorer les moyens de stockage traditionnels et les rendre plus adaptés à un **entreposage à long terme**. De nombreux stockages traditionnels sont parfaits dans leurs conditions climatiques, quand d'autres peuvent être améliorés en apportant quelques **changements mineurs**.

Bacs en terre améliorés

- Enduire les parois des bacs d'entreposage traditionnels (paniers tissés) avec de la boue mélangée à du ciment/de la chaux (technique de stabilisation du sol) pour éviter les fissures.
- Rendez les entrées et sorties plus étanches en les équipant de capots verrouillables.
- Conservez ou améliorez les autres caractéristiques (surélévation du sol ou réalisation d'une plate-forme par exemple, dispositifs de protection contre les rats et toits de chaume).
- Maintenez propre l'environnement alentour.

remarques

Panier de bambou enduit



remarques

Fosses améliorées

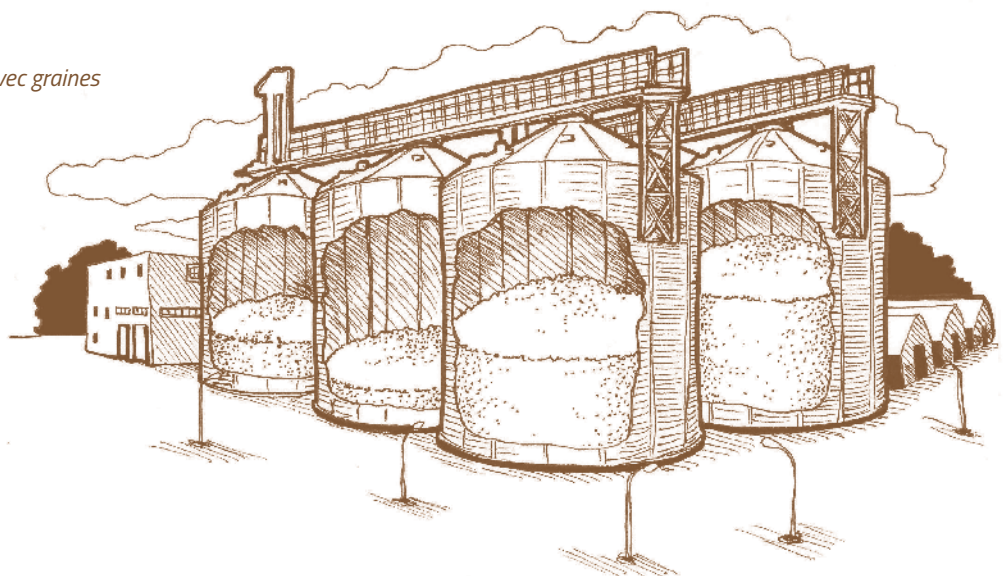
- Utilisez des films de plastique ou du béton mélangé à de la boue et de la paille pour améliorer le revêtement des parois et rendre la fosse plus étanche.
- Scellez l'entrée de la fosse et améliorez le drainage de surface autour de la fosse pour éviter que les semences situées sur le dessus et le pourtour ne moisissent.

Silos métalliques et en béton

Les grandes entreprises de collecte de semences et de grains utilisent parfois des silos en métal ou en béton qui présentent une capacité de 20 à 2 000 tonnes. Les silos sont facilement scellés pour la fumigation, et peu de graines sont perdues ou déversées. D'autre part, ils ne sont pas recommandés dans les climats chauds, car des points chauds et des moisissures se forment suite à la migration d'humidité au sein du silo.



Silo en béton



Silo métallique avec graines

4

Avantages:

- Entreposage de grandes quantités.
- Pas nécessaire d'acheter des contenants de stockage (sacs en polyéthylène par exemple).
- Faible niveau d'incidence des insectes (et en cas d'insectes ravageurs, une fumigation est plus simple qu'avec un entreposage en sacs).
- Aucune perte (par fuite des sacs).
- Inspection facile permettant de faire des économies de main-d'œuvre et de temps.

Stockage en sacs

Dans de nombreux pays, le procédé d'entreposage des semences et grains le plus courant est le stockage en sacs dans une variété de bâtiments **au niveau de la petite exploitation, au niveau de la PME et au niveau commercial à grande échelle**. Les parois des bâtiments peuvent être en pierre, en brique locale, en tôle ondulée, en boue et fagots, avec ou sans plâtrage. Le sol peut être en terre, en pierre ou en ciment, le toit en chaume ou recouvert de tôles ondulées.

Avantages:

- Flexibilité de l'entreposage
- Faible coût du capital
- Inspection simple

Inconvénients:

- Manque de protection contre les insectes (il est par conséquent impératif d'utiliser un insecticide).

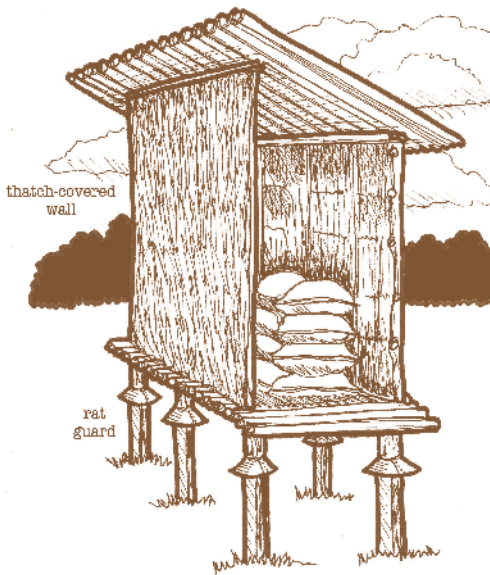
remarques

Entreposage de semences de maïs en sacs



Entrepôt en tôle ondulée

Crib ventilé avec semences de maïs en sacs



Entrepôt en argile avec des sacs de semences

Entreposage en sacs au niveau de la petite exploitation

Dans des pays au climat sec, il est courant d'empiler les sacs de semences à l'extérieur, sur des plates-formes surélevées, et de les recouvrir d'une bâche (ou d'un matériau similaire) pour un entreposage temporaire. Si les semences doivent être conservées sur une longue période ou si elles sont présentes en grandes quantités, les sacs doivent être entreposés dans un bâtiment:

Entrepôt en tôle ondulée

Toutes les ouvertures entre le sol et les parois doivent être fermées (en particulier dans des entrepôts avec parois en tôles ondulées). Le sol doit être en béton résistant pour éviter que les rongeurs ne pénètrent depuis le dessous.

Crib ventilé

Dans les environnements relativement secs, les sacs de semences peuvent être entreposés dans un crib bien ventilé (traditionnellement utilisé pour sécher le maïs) après avoir réalisé quelques ajustements mineurs:

- Couvrez les parois pour générer une protection contre la pluie.
- Relevez le sol à ≥ 90 cm et équipez les pieds de protections coniques anti-rats faites de tôles métalliques pour les rendre inaccessibles aux rongeurs.

Entrepôts en pierres, briques ou argile

Longtemps utilisés pour entreposer plusieurs sacs de grains, les entrepôts peuvent être un abri d'exploitation polyvalent ou même le logement de l'agriculteur. La préparation de l'entrepôt implique ce qui suit:

- Couvrez le sol d'une pâte de bouse de vache pour repousser les insectes nuisibles.



4

- Nettoyez le sol et les parois en argile avec de la bouse de vache et d'huile de neem.
- Plongez les sacs de tissu ou de jute dans une solution d'amandes de neem et faites-les sécher à l'ombre – le neem repousse les ravageurs des grains entreposés.
- Installer une plate-forme indépendante surélevée, équipée de dispositifs anti-rats pour protéger les sacs des rats et des souris.

remarques

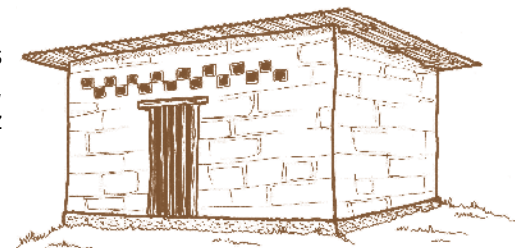
Entreposage en sacs commercial ou amélioré

Petits entrepôts en briques

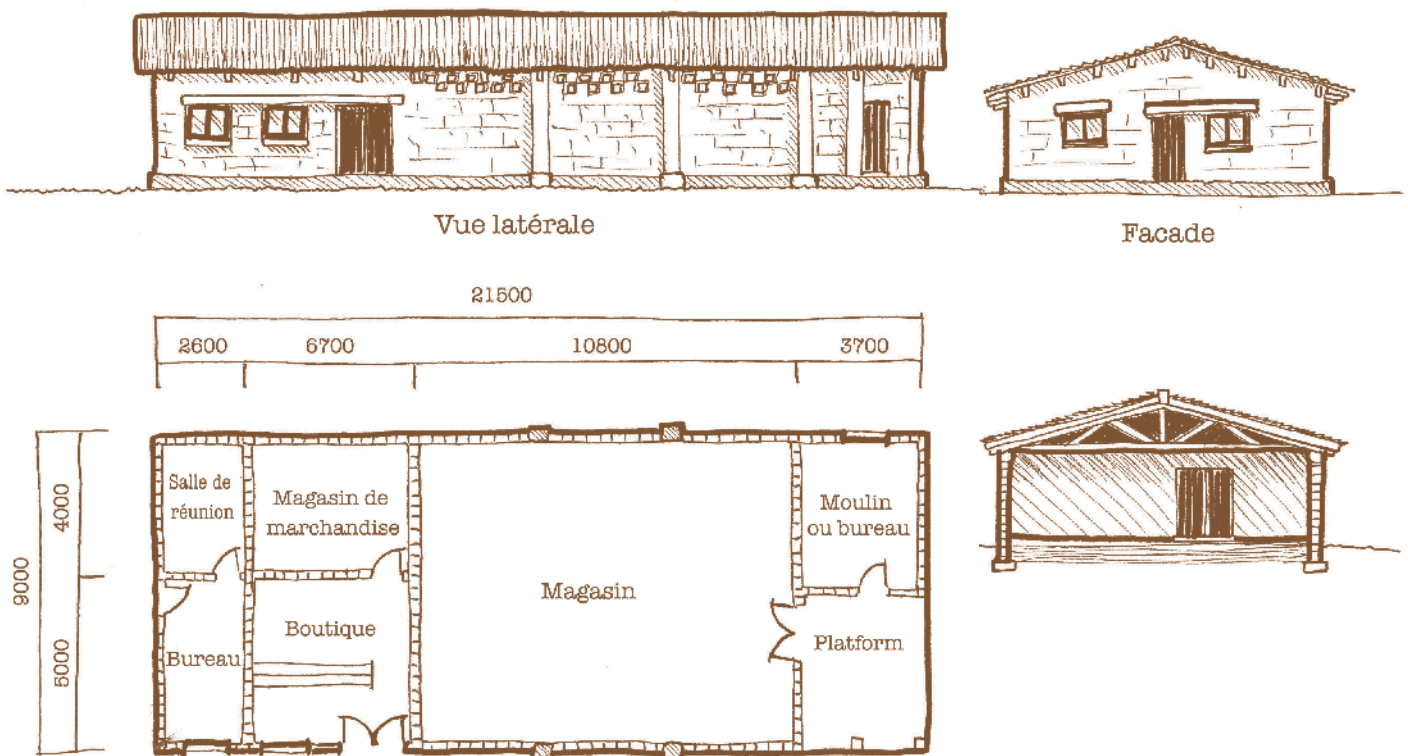
De grandes quantités de semences de céréales peuvent exiger un bâtiment spécial, tel qu'un petit entrepôt en briques pour sacs (20 m², capacité de 15 tonnes). Des améliorations sont alors nécessaires:

- Assurez-vous que le sol est en béton de bonne qualité.
- Munissez l'entrepôt d'une porte à fermeture hermétique pour prévenir toute pénétration des rongeurs.
- Grillagez les orifices de ventilation pour tenir les oiseaux éloignés – si vous utilisez un maillage fin pour empêcher aussi toute pénétration d'insectes, procédez à une maintenance régulière: enlevez la poussière et réparez immédiatement les trous.
- Bouchez au ciment les espaces entre le mur et les lames de tôle du toit.

Petit entrepôt en briques pour sacs



Conception d'un entrepôt polyvalent



remarques

Entrepôts polyvalents

Pour des objectifs commerciaux et de grandes quantités, une solution est l'entrepôt polyvalent avec espace de stockage des sacs de 90 m² (extensible), approprié pour des coopératives de village et d'autres entreprises à petite échelle.

Entreposage hermétique

Les systèmes d'entreposage hermétiques ou scellés sont des moyens très efficaces de contrôle de la teneur en humidité des semences et de l'activité des insectes, en particulier dans un environnement tropical. Ils **permettent de contrôler l'humidité et les insectes sans insecticides**. Les semences sont placées au sein d'un contenant étanche, qui évite le déplacement d'oxygène et d'eau entre l'atmosphère externe et les semences entreposées.

Les contenants hermétiquement clos sont utilisés pour entreposer de nombreuses semences, notamment des légumes, des céréales et des légumineuses. Ils se présentent sous différentes formes et tailles, et permettent d'entreposer de quelques grammes (semences de légumes à haute valeur) à 2 000 tonnes de semences (semences de céréales). Ces contenants peuvent être faits de verre, de film stratifié et de métal. Dans des contenants en verre transparent, les semences et les indicateurs d'humidité sont visibles, ce qui facilite la surveillance.

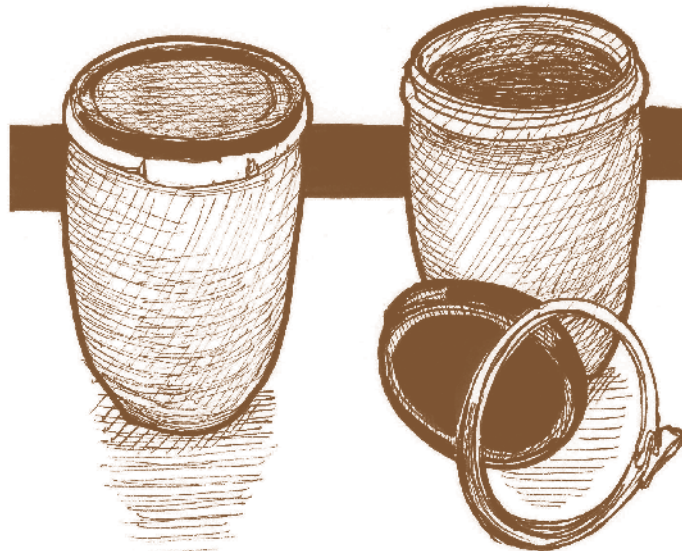
Avantages:

- Stabilité de la teneur en humidité des semences entreposées.
- Mort de la plupart des insectes, car l'activité biologique au sein du contenant fermé hermétiquement consomme l'oxygène à disposition.
- Viabilité prolongée des semences du fait de la teneur réduite en oxygène, ce qui ralentit le taux de respiration des semences tout en conservant juste assez d'oxygène pour la germination lorsqu'elle sera nécessaire.

Entreposage hermétique au niveau rural

Les agriculteurs ne peuvent pas tous acheter des contenants du commerce. Cependant, les contenants utilisés sur les marchés locaux peuvent facilement être **convertis en systèmes d'entreposage hermétique** – par exemple des contenants en polychlorure de vinyle (PVC) spéciaux ou des fûts à huile métal-

Réceptacle d'entreposage hermétique en PVC



4

liques scellés de 200 litres. Une fois fermé, le contenant doit être étanche à l'air: **les couvercles en caoutchouc** fixés sur le récipient sont beaucoup plus efficaces que des couvercles à visser classiques. Il est important que le contenant reste fermé jusqu'au moment de la plantation, les semences devant alors toutes être utilisées en même temps.

Entreposage hermétique commercial ou amélioré

Les sacs et contenants personnalisés sont fabriqués pour un entreposage hermétique des semences et sont commercialisés pour une utilisation par de petits exploitants. D'une façon générale, la teneur en humidité des semences dans ces contenants hermétiquement fermés doit être de 2 à 4 % inférieure à la teneur requise pour un entreposage conventionnel.

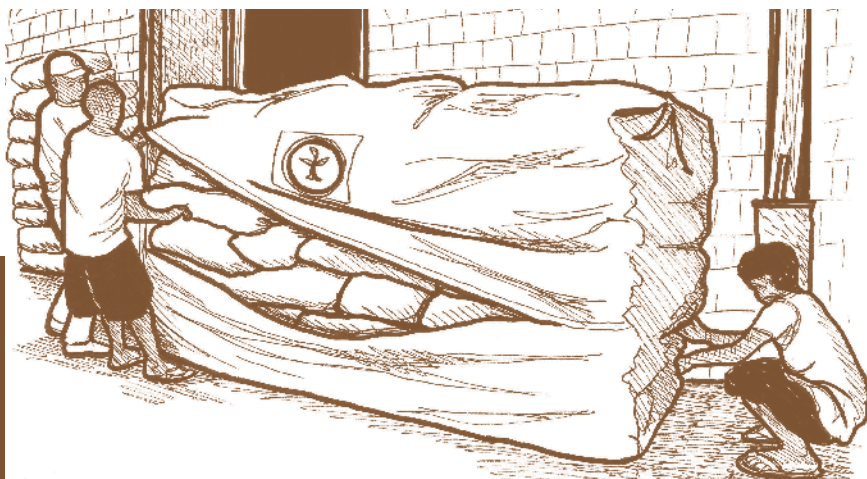
Les solutions pour semences de céréales et légumineuses

- **Cocon** – deux moitiés en plastique sont jointes par un élément de fermeture étanche qui est fermé une fois le cocon chargé des sacs de semences.

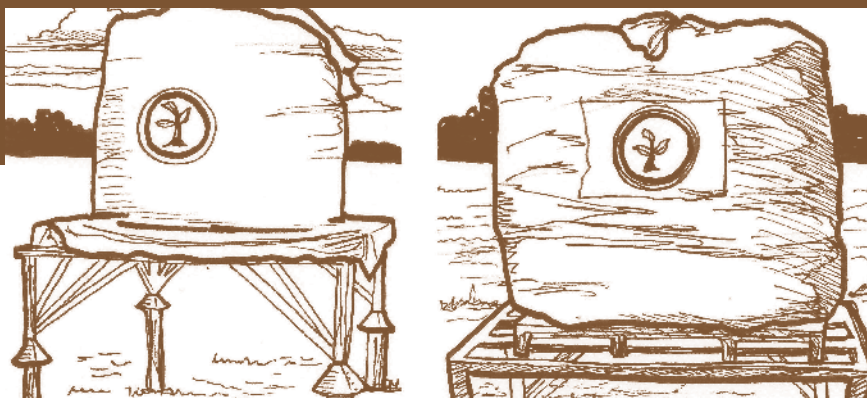
Avantages:

- Durée de germination des semences étendue
- Contrôle des insectes nuisibles sans produits chimiques.
- Entreposage simple, au niveau du sol, sur un sol en béton ou sur des palettes.

remarques



Sac cocon d'entreposage hermétique



Sac d'entreposage hermétique

remarques

Sacs à trois couches pour l'entreposage des semences



- **Sacs pour conserver en vrac** – résistants à l'eau et étanches à l'air, ils sont équipés d'un élément de fermeture ultra-hermétique solide et d'une doublure étanche aux gaz et résistante aux UV. Ils peuvent être installés sur toute plateforme surélevée qui permet le déchargement des grains via une goulotte.
- **Sacs à trois couches** – ils se composent de deux revêtements en polyéthylène haute densité et d'un sac en polypropylène tissé et imprimé pour le renforcer. Ils contiennent 50 ou 100 kg de semences (à savoir plus que l'exigence moyenne pour un agriculteur), mais peuvent être **compressés** pour entreposer de plus petites quantités (par exemple 20 à 25 kg). Les différents lots de semences sont placés dans des sacs non hermétiques séparés, que l'on place ensuite au sein de plus grands sacs.

Avantages:

- Un entreposage de plus d'une famille ou de plus d'une culture.
- Un entreposage à long terme efficace des semences et graines.
- **Silos** – la plupart des grands silos commerciaux en acier et béton utilisés dans les pays industrialisés pour l'entreposage en vrac peuvent être **scellés** pour servir de systèmes d'entreposage hermétiques. Ils peuvent aussi être scellés temporairement pour la **fumigation**. Pour un entreposage hermétique **à long terme**, il convient d'utiliser des structures en plastiques particulières.

Les solutions pour semences de légumes

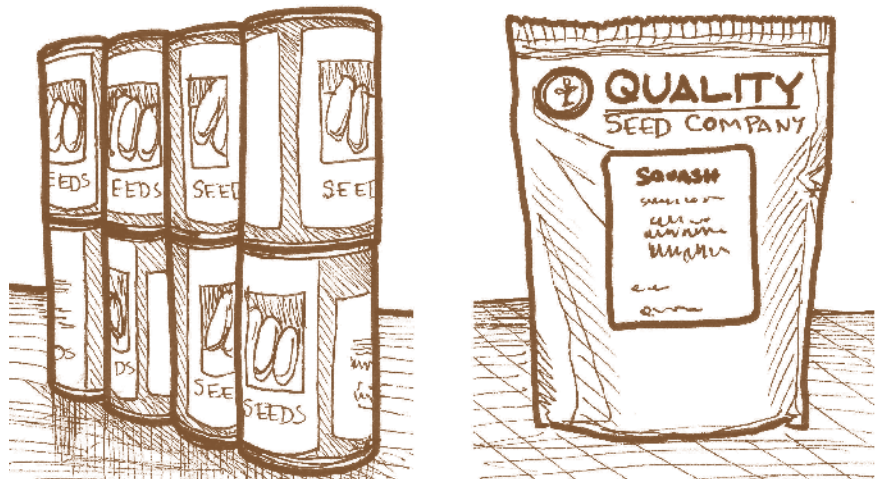
La plupart des semences pré-séchées de légumes et de fleurs que l'on trouve dans le commerce international sont stockées dans des contenants scellés hermétiquement étanches à l'humidité (par exemple fûts en aluminium ou sachets ou sacs avec feuille d'aluminium stratifiée). Les fûts métalliques sont utilisés pour 100 à 2500 g de semences de légumes; les sachets à feuille d'aluminium sont utilisés pour 50 à 250 g de semences de légumes ou fleurs pré-séchées. Les semences restent viables pendant plusieurs années.

ENTREPOSAGE À L'AIR LIBRE

En plus de l'entreposage en vrac, en sacs ou hermétique, les semences peuvent être entreposées dans des systèmes ouverts, en particulier au **niveau traditionnel dans les pays tropicaux**. Dans des conditions climatiques chaudes et



Entreposage hermétique de semences de légumes pré-séchées



4

humides, les systèmes d'entreposage ouverts peuvent être la seule option au niveau de l'exploitation, car les semences entreposées sont encore humides au moment où elles doivent être entreposées. Les systèmes ouverts sont généralement des constructions simples et il peut être difficile d'appliquer une hygiène de stockage stricte.

Avantages:

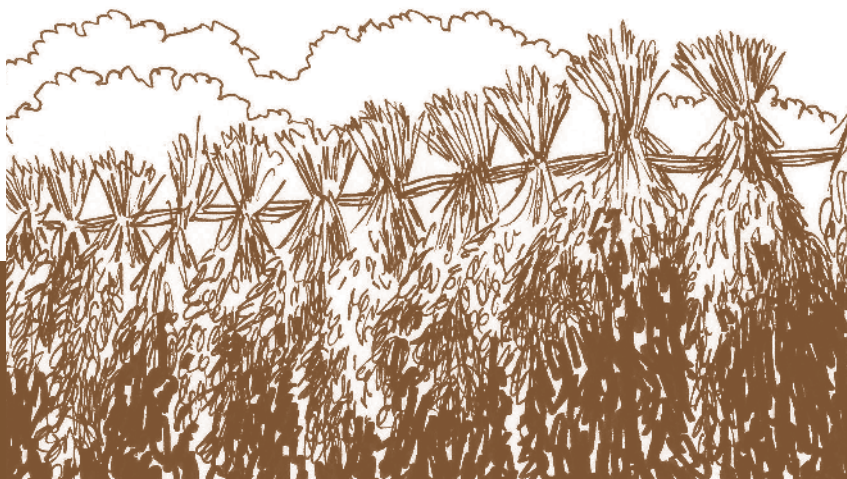
- Un séchage en continu lors de l'entreposage en raison d'une forte ventilation naturelle.
- Un développement limité des champignons, également du fait de la ventilation naturelle.

Inconvénients:

- Un accès sans restriction pour les insectes, rongeurs et oiseaux.

Systèmes d'entreposage à l'air libre à la ferme

- **Les plateformes suspendues** – plateformes reposant sur des piquets en bois, sur lesquelles des épis ou des panicules sont empilées en couches; un toit en paille est utilisé pour protéger contre la pluie.
- **Suspension au-dessus du feu et de la fumée** – les semences de cultures sont suspendues sous le toit des bâtiments de ferme; le feu et la fumée séchent les semences et repoussent les insectes.



remarques

Pratiques d'entreposage à l'air libre à la ferme

remarques

Systèmes améliorés d'entreposage à l'air libre

Les semences sont entreposées dans des cribs semi-ouverts bien ventilés, mais protégées de la pluie et des rongeurs.

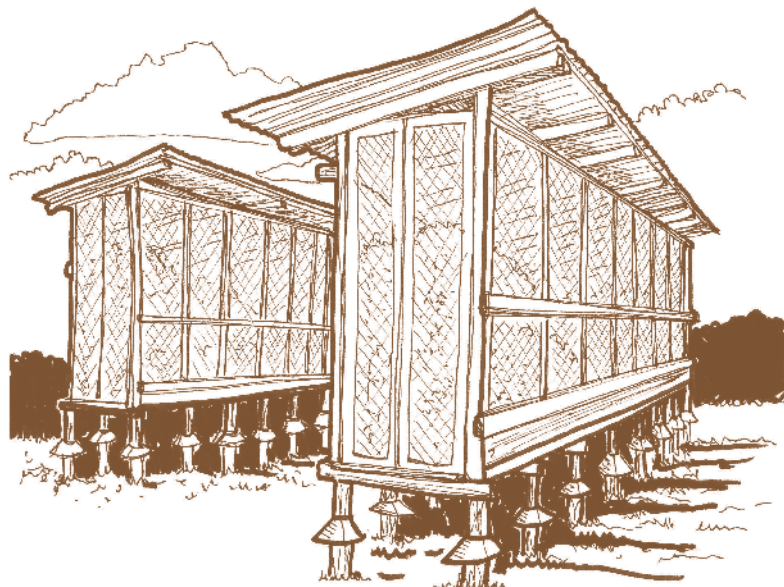
GESTION DE L'ENTREPOSAGE

La gestion de l'entreposage est importante pour tous types de stockage. Cependant, nous aborderons ici l'**entreposage en sacs** – le plus courant système organisé d'entreposage des semences. L'entreposage des semences en sacs exige un **entrepôt**, conçu et construit selon certaines spécifications en ce qui concerne le lieu d'implantation, la conception technique, des dimensions, ainsi que des structures et installations supplémentaires. Une fois l'entrepôt construit, entièrement équipé et en fonctionnement, la **gestion au quotidien** de l'installation est critique.

Lieu d'implantation

- **Topographie du site.** Érigez l'entrepôt au niveau du sol ou surélevez-le légèrement; il doit être bien drainé et ne doit pas être sujet aux inondations.
- **Caractéristiques du sol.** Veillez à ce que le sol soit suffisamment ferme pour supporter la charge de l'entrepôt et présente de bonnes caractéristiques de drainage.
- **Proximité d'un axe de communication principal.** Situez l'entrepôt aussi près que possible d'une route principale pour un accès et un mouvement des stocks simples, notamment les semences brutes des agriculteurs sous contrat, le matériel provenant des fournisseurs, et les semences traitées allant vers les clients. Veillez à un espace suffisant pour permettre le mouvement simple des véhicules autour de l'entrepôt, et la construction dans le futur d'entrepôts et de bâtiments de service supplémentaires.

Entreposage à l'air libre amélioré pour les semences en vrac



4

- **Orientation de l'entrepôt.** Dans les pays tropicaux, orientez autant que possible les axes longitudinaux des entrepôts est-ouest afin de réduire l'exposition des parois latérales au soleil et de réduire les variations de température à l'intérieur. Si une orientation est-ouest est impossible, orientez le bâtiment perpendiculairement à la direction du vent dominant pour bénéficier d'une ventilation transversale et d'un refroidissement efficace.
- **Proximité des habitations résidentielles.** Situez l'entrepôt à une distance sûre des maisons d'habitation, des centres commerciaux et autres zones publiques afin de protéger les personnes des gaz toxiques utilisés lors d'une fumigation.

remarques

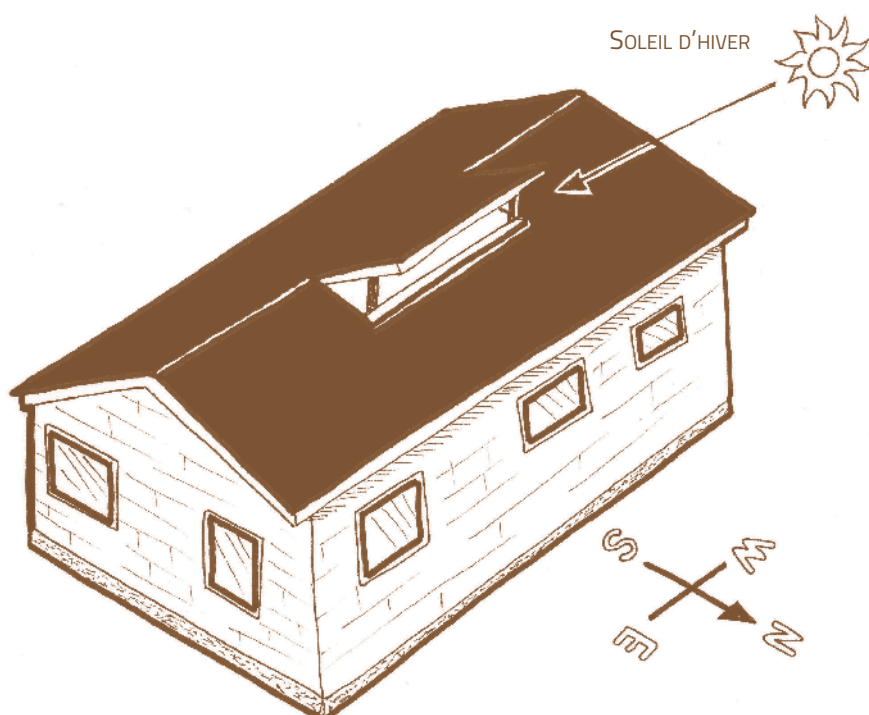
Conception technique

Les composants de base d'un entrepôt sont les suivants: sol, parois, toit et porte(s). Les détails et la construction varient, et l'entrepôt peut aussi comporter d'autres caractéristiques (par exemple: ventilateurs, fenêtre et éclairage artificiel). **Tous les entrepôts doivent:**

- garantir que la qualité des semences ne soit affectée ni par l'humidité ni par la température;
- fournir une protection contre les rongeurs et les oiseaux;
- être simples à nettoyer et à entretenir;
- fournir de bonnes conditions de travail.

Il convient de porter une attention particulière aux **points** suivants:

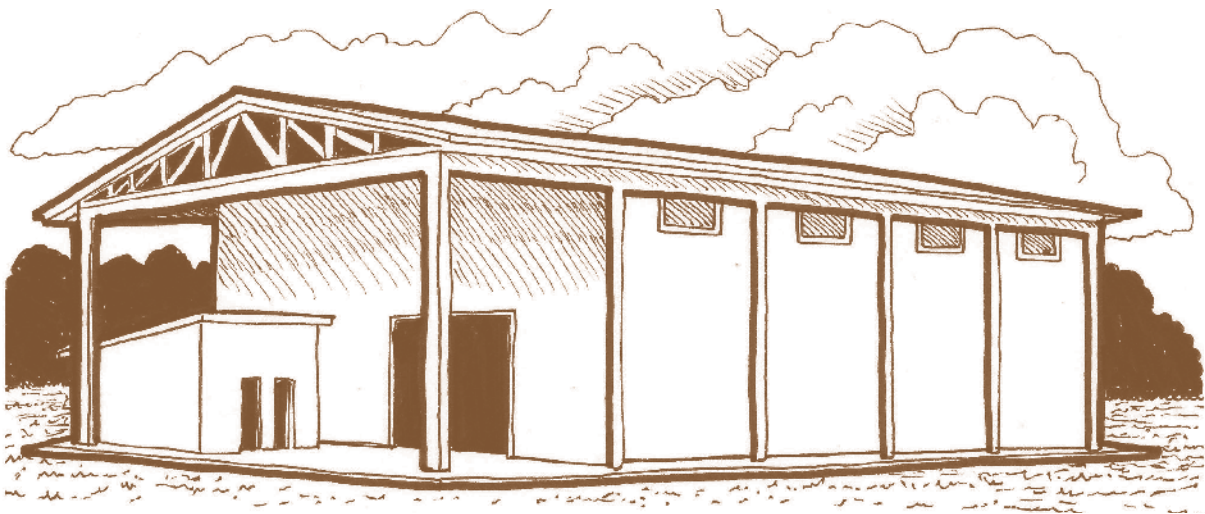
- **les fondations et le plancher.** Construisez des fondations solides, assurez-vous que le sol peut supporter le poids des semences entreposées, et construisez-le pour qu'il soit imperméable aux eaux souterraines. Surélever le niveau du plancher par rapport au sol suffisamment pour garantir que l'eau ne pénètre pas dans l'entrepôt – même suite aux pluies les plus fortes.



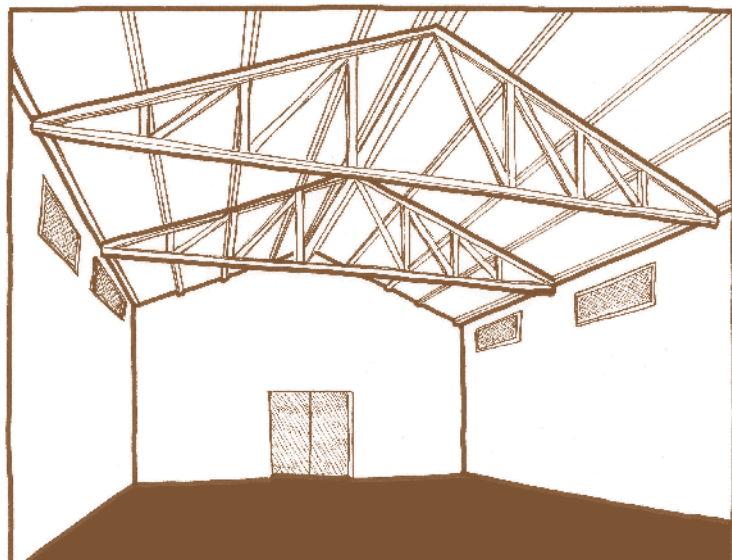
Orientation de l'entrepôt de semences

remarques

- **Les murs.** Laissez les surfaces internes des murs lisses et sans textures pour faciliter le nettoyage de l'entrepôt, le protéger contre les rongeurs et éviter toute interférence avec d'autres opérations. Peignez les parois en blanc: sur l'intérieur afin de faciliter la détection des insectes nuisibles, sur l'extérieur pour aider à maintenir l'entrepôt aussi frais que possible.
- **Le toit.** Recouvrez le toit de tôle ondulée ou d'un revêtement en aluminium. Fixez le toit de façon à ce qu'il dépasse des pignons: pour garantir que l'eau de pluie s'écoule loin des murs; pour maintenir frais les murs; et pour protéger de la pluie les ouvertures de ventilation.
- **L'aération.** Incorporez des ouvertures de ventilation: pour permettre le déplacement transversal de l'air, réduire la température à l'intérieur et garantir un apport de lumière. Placez les ouvertures de ventilation à une hauteur suffisante sous l'avant-toit pour éviter la pénétration de l'eau, des rongeurs, des voleurs, etc. Fixez des grillages anti-oiseaux sur l'extérieur et des tamis anti-insectes sur l'intérieur (amovibles pour le nettoyage).



Vues intérieures d'un entrepôt de semences standard



4

- **Les portes.** Le nombre de portes varie en fonction de la taille de l'entrepôt. Incluez si possible ≥ 2 portes, pour permettre la rotation des stocks sur une base « premier entré, premier sorti (FIFO) ». Cela peut pourtant ne pas être possible ou pratique dans un entrepôt de très petite taille. Utilisez si possible des portes coulissantes doubles en acier et veillez à ce qu'elles soient étanches pour servir de protection contre les rongeurs. Les portes doivent être suffisamment larges, et les portes battantes doivent s'ouvrir sur l'extérieur pour optimiser la capacité de stockage. Construisez si possible une extension de toit pour protéger les portes de la pluie.
- **L'éclairage.** Prévoyez un éclairage suffisant pour la sécurité des personnes qui travaillent au sein de l'installation. Dans la plupart des entrepôts, la lumière du jour filtrée par les orifices de ventilation, les fenêtres et les portes est adéquate lorsque toutes les ouvertures sont activement utilisées. Cependant, si aucune personne ne se trouve au sein de l'entrepôt, maintenez les portes fermées pour protéger l'entrepôt des voleurs et des rongeurs. Recourez à la lumière artificielle uniquement dans les entrepôts régulièrement utilisés pendant les heures sombres.

remarques

Dimensions

Pour calculer les dimensions d'un entrepôt, vous devez considérer **quatre paramètres essentiels**: le volume spécifique des semences; le tonnage maximum; la hauteur d'empilement; et la séparation des lots.

- **Volume spécifique (masse volumique apparente) du principal type de semences à entreposer.** Référez-vous au tableau 5 pour connaître les volumes spécifiques d'une certaine gamme de produits à stocker en entrepôt (notez que le volume spécifique est défini comme correspondant au volume occupé par 1 tonne de semences en sacs [m^3/tonne]).
- **Tonnage maximum (poids maximum que l'entrepôt peut accueillir).** Considérez l'objectif de l'entrepôt, notamment les besoins envisagés sur le long terme.
- **Hauteur d'empilement (hauteur maximum de piles souhaitée).** La hauteur dépend de l'objectif de l'entrepôt, de la nature des semences et du type de sacs utilisé. Les sacs en polypropylène tissé tendent à glisser les uns sur les autres: hauteur de pile ≤ 3 m. Les sacs de jute s'empilent bien: hauteur de pile ≤ 6 m. Ne laissez pas la hauteur des piles excéder la hauteur des murs, et laissez ≥ 1 m entre le haut des piles et la charpente du toit.

Tableau 5. Volume spécifique de semences de différents produits

Produit	Volume spécifique (m^3/t)
Mil à chandelle	1,25
Haricots, pois, lentilles	1,30
Blé, riz blanchi, café	1,60
Maïs, sorgho, arachide décortiquée, graines de palme	1,80
Soja, cacao	2,00
Farine de blé, farine de maïs	2,10
Graines de coton	2,50

remarques

- **Séparation des lots (étendue de la séparation souhaitée entre les lots).** La séparation des lots est importante à des fins d'identification et pour prévenir la contamination. Emménagez des passages entre et autour des piles afin de mieux contrôler les stocks. Laissez un espace d'une largeur de 1 m entre les différentes piles et entre les piles et les murs. Prévoyez une ou plusieurs zones de largeur ≥ 2 m afin de gérer les stocks entrants et sortants.

L'encadré montre un exemple de calcul des dimensions d'un entrepôt, sur la base des paramètres précédemment mentionnés.

Exemple:

Un entrepôt doit accueillir 1 000 tonnes de maïs dans des sacs en toile de jute, en 4 lots séparés, de 5 m de haut chacun. L'entrepôt doit être rectangulaire, et la longueur être approximativement le double de la largeur. L'entrepôt comprend: une zone de manipulation principale (3 mètres de large) située le long de l'axe central de l'entrepôt; un passage (2 mètres de large) au niveau du centre de l'entrepôt et dans le sens transversal; et un espace d'inspection (1 mètre de large) autour de toute la zone d'empilement. Calculez la **surface de plancher** nécessaire et le **pourcentage d'utilisation** du bâtiment.

Solution:

Le volume total du stock de semences est équivalent au tonnage total multiplié par le volume spécifique du maïs (voir tableau 4):

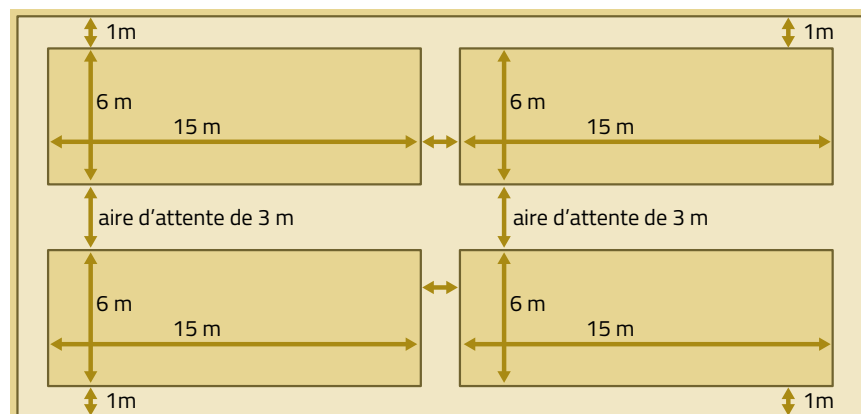
$$1\,000 \text{ (tonnes)} \times 1,8 \text{ (m}^3\text{/tonne)} = 1\,800 \text{ m}^3$$

Si les sacs de maïs doivent être empilés sur 5 m de hauteur, la surface au sol nécessaire est la suivante:

$$\frac{1\,800}{5} = 360 \text{ m}^2$$

Si longueur (L) = 2 × largeur (W), alors: $2W^2 = 360 \text{ m}^2$, ou $W = 13,4 \text{ m}$

Disons que $W = 12 \text{ m}$; alors, pour une surface de 360 m^2 , $L = 30 \text{ m}$



4

En considérant que le stock est conservé en 4 lots séparés (chacun mesurant 6 × 15 m), et en respectant les exigences de surface au sol, les dimensions internes de l'entrepôt sont les suivantes:

- Largeur (l) = 1 m + 6 m + 3 m + 6 m + 1 m = 17 m
- Longueur (L) = 1 m + 15 m + 2 m + 15 m + 1 m = 34 m
pour donner une **surface totale de plancher** de 578 m².

Si l'entrepôt a un toit avec charpente, les parois doivent faire au moins 1 m de plus que la hauteur d'empilement prévue: dans cet exemple, 5 m + 1 m = 6 m. Le **pourcentage d'utilisation** du bâtiment sera alors le suivant:

$$\frac{1\,800}{578 \times 6} \times 100 = \mathbf{52\%}$$

Une structure d'entreposage doit être économique et adaptée à une situation particulière. Dans des entrepôts de faible capacité (10 à 30 tonnes), seuls environ 20 % de l'espace sont utilisables. Dans des entrepôts de capacité moyenne (50 à 100 tonnes), environ 30 % de l'espace sont utilisables. **Plus l'entrepôt est grand, plus il est économique en termes de coût de construction par tonne entreposée.**

Gestion de routine de l'entreposage des semences en sacs

La gestion générale de l'entreposage correspond à la tâche du **responsable d'entrepôt**, qui devra veiller au bon entretien de l'entrepôt, le maintenir en bon état et s'assurer que toutes les activités sont convenablement effectuées, dans leur totalité et en temps opportun. Même avec les meilleures installations d'entreposage, les semences se détériorent et les coûts peuvent augmenter considérablement si les procédures de gestion sont inadéquates pour conserver les semences en bon état et entretenir des conditions d'entreposage favorables. Dans la plupart des régions d'Afrique et d'Asie, les semences de céréales sont entreposées dans des sacs de 40 à 80 kg, faits de jute ou de plastique tissé. Les sacs sont généralement organisés en piles comportant ≥ 1 lot(s) de semences étiqueté(s). Formez les piles avec précaution pour optimiser l'utilisation de l'espace, conserver de bonnes conditions d'hygiène et faciliter la bonne gestion de l'entreposage, notamment les opérations de chargement et de déchargement. Pour l'**entreposage en sacs**, la gestion quotidienne de l'entrepôt doit tenir compte de différentes considérations, détaillées par la suite.

remarques

L'empilement des sacs de semences en entrepôt



remarques

Protection contre l'humidité et la température excessive

- Empilez les sacs sur des palettes posées sur le sol pour éviter que l'humidité n'atteigne les semences.
- Éloignez les sacs des murs pour protéger les semences de la chaleur et de l'humidité.
- Assurez une ventilation adéquate et utilisez des matériaux qui absorbent l'humidité et réduire au minimum la chaleur provenant du toit.
- Laissez un espace de 1 m entre et autour des piles, et de 1 à 1,5 m entre le haut de la pile et le toit pour assurer une bonne ventilation et éviter une transpiration excessive des sacs.

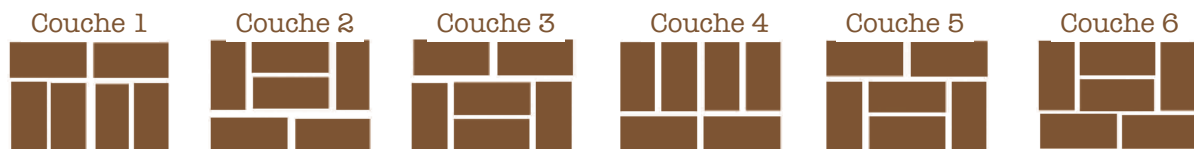
Hauteur des piles de semences et modèle de construction

Un bon empilement est un facteur important de la gestion de l'entreposage. Il garantit une utilisation efficace de la capacité d'entreposage et évite d'endommager les semences. Une hauteur de pile excessive peut endommager mécaniquement les semences au niveau du bas de la pile (à cause de la pression ou du poids) et des semences situées en haut de la pile (si les sacs tombent ou se déversent).

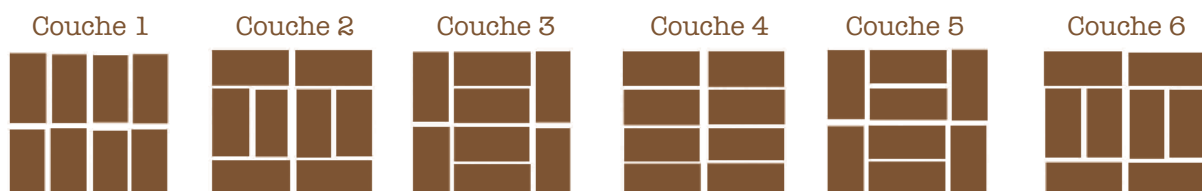
- Empilez les sacs sur des palettes, selon un mode qui les empêche de glisser ou de tomber.
- N'empilez pas plus de 6 couches de sacs sur une palette.
- N'empilez pas de sacs en toile de jute sur plus de 5 m.
- N'empilez pas de sacs en plastique sur plus de 3 m – les sacs en plastique glissent facilement et les piles sont moins stables.
- Veillez à garantir un chevauchement ou un emboîtement des sacs dans chacune des couches successives – les sacs qui reposent exactement les uns au-dessus des autres en couches successives génèrent une instabilité.

Modes d'empilement des différentes couches de sacs de semences dans un entrepôt

6 SACS PAR COUCHES



8 SACS PAR COUCHES



4

Hygiène d'entreposage, inspection, contrôle des stocks et fumigation

De plus, un bon empilement des sacs de semences a d'autres avantages:

- L'hygiène – il permet un accès simple pour nettoyer les planchers.
- L'inspection – il est facile de vérifier les piles pour y déceler d'éventuels insectes et rongeurs.
- Le contrôle des stocks – le comptage des sacs est simple.
- La fumigation – des piles de dimensions définies peuvent être scellées avec une feuille de fumigation unique.

Contrôle des insectes, rongeurs et oiseaux

- Assurez-vous que le bâtiment empêche toute pénétration de rongeurs et oiseaux.
- Traitez le bâtiment et les semences contre les nuisibles.
- Gardez l'entrepôt propre.
- Bouchez tous les trous (dans les portes, le toit, etc.) par lesquels les nuisibles pourraient rentrer.
- Réparez les fissures des murs, dans lesquelles les nuisibles pourraient se cacher.
- Supprimez et détruisez les résidus infestés pouvant contaminer les nouveaux stocks de semences.

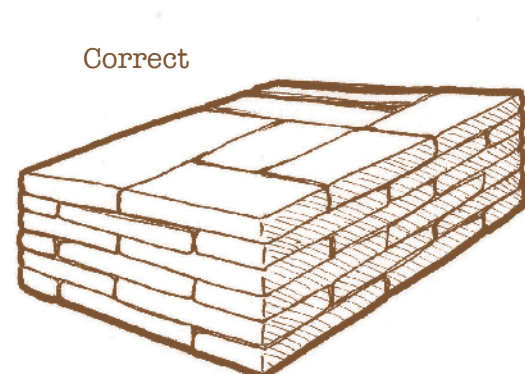
Conservation de l'identité d'un lot de semences

La perte de l'identité d'un lot de semences correspond à une perte de sa valeur. Conservez l'identité du lot de semences:

- Identifiez chaque sac avec des étiquettes sûres, fournissant des informations détaillées sur le lot de semences.
- Divisez l'espace d'entreposage en petites zones numérotées, avec des lignes peintes au sol.

remarques

Bonne et mauvaise méthodes d'empilement des sacs



Emboîtement des couches



Empilement sur palettes sous forme de boîte

remarques

La conservation de la pureté des semences

La contamination et le mélange des semences provoquent une réduction de leur valeur et de leur qualité. Évitez la perte de pureté:

- Conservez les sacs en bon état, en les plaçant dans les lots corrects et les zones dédiées.
- Évitez de disperser les semences.
- Empilez chaque lot de semences séparément.

La gestion des reports de semences

La bonne gestion du report de semences est essentielle pour réduire au minimum toute détérioration:

- Estimez tout report anticipé au moment de la récolte, et assurez-vous que celui-ci est placé dès que possible dans une installation de stockage sûre.
- Reportez uniquement des lots dont les semences présentent une viabilité et une vigueur élevées.
- Vendez immédiatement les lots présentant une vigueur et une viabilité relativement faibles.

Tenue de registres

- Optez pour la règle générale FIFO (Premier entré, premier sorti) pour réduire à un minimum la durée d'entreposage (et les coûts) et limiter les effets de la détérioration dus au vieillissement.
- Tenez à jour des registres précis des stocks de semences entrants et sortants sur des fiches d'inventaire.
- Tenez à jour les informations suivantes, dans un tableur et/ou sur une fiche séparée pour chaque lot de semences:
 - le numéro du lot;
 - l'espèce et la variété;
 - l'année de production;
 - le poids total initial et le nombre de sacs;
 - le poids de chaque sac de semences;
 - les dates et résultats des tests de qualité;
 - le site d'entreposage;
 - la date et le montant de chaque quantité vendue et livrée;
 - la date et l'adresse de livraison;
 - la quantité restante après chaque vente.

Préparation des rapports de progression

Une planification est fondamentale, et le responsable de l'entreprise des semences et l'unité de commercialisation exigent des rapports réguliers et à jour afin de planifier correctement le processus de commercialisation, par exemple de prévoir le déplacement des semences en excès d'une zone à une autre. Les rapports doivent comporter les éléments suivants:

- le nom et le site de l'unité d'entreposage;
- le numéro du lot;
- l'espèce et la variété;
- le montant et les dates des ventes et livraisons de semences;
- l'adresse de destination;
- des informations sur la qualité des semences (germination et date des tests, etc.).

4

ENTREPOSAGE DES SEMENCES DE PREMIÈRE GÉNÉRATION

remarques

Les semences de première génération à forte valeur (semences pré-base et de base) peuvent être délibérément entreposées sur des périodes étendues. Il s'agit d'une **stratégie efficace**, car cela signifie qu'il n'est pas nécessaire de produire à chaque saison des semences pour lesquelles la demande peut être limitée pendant une saison donnée.

Cela implique cependant des **coûts élevés**. En conséquence, la production et l'entreposage de semences de première génération font souvent partie d'un système centralisé qui sert les besoins de différentes entreprises de semences, qui peuvent alors bénéficier d'**économies d'échelle**.

Les semences de première génération doivent être entreposées dans des installations avec air conditionné. Bien que coûteux à acquérir et entretenir (en particulier si de gros volumes de semences sont impliqués, comme des semences de légumineuses ou de céréales), **l'air conditionné est un investissement nécessaire** – en particulier dans les régions tropicales, où les températures et l'humidité élevées donnent des teneurs en humidité à l'équilibre supérieures aux niveaux sains d'un entreposage normal dans des conditions ambiantes. Un exemple de semences de première génération qui exigent un entreposage à l'air conditionné sont les minitubercules de pommes de terre produits par culture tissulaire et à utiliser dans la production de stocks de semences de pommes de terre certifiées indemnes de maladie.

Une alternative à l'air conditionné est la **déshumidification**. Les déshumidificateurs dessiccants contrôlent l'air autour des semences, pour les empêcher d'absorber un excès d'humidité qui engendrerait le développement de champignons.

ENTREPOSAGE DES RESSOURCES PHYTOGÉNÉTIQUES

Les collections de semences et de matériel clonal sont des moyens traditionnels d'entreposage des ressources génétiques. Elles sont placées dans des **banques de gènes** permettant un **entreposage à long terme** et leur viabilité est testée tous les 5 à 10 ans.

Les semences sont normalement conservées dans des sites d'entreposage conditionnés, généralement à -18 °C dans des sacs en film, mais elles sont parfois cryoconservées dans de l'azote liquide (-196 °C). Les semences entreposées dans des sacs en papier avec revêtement en film pourrait avoir un code-barres pour leur identification et suivi. Les semences sont parfois entreposées sous terre, sur des étagères mobiles, sous des conditions de températures et humidité contrôlées. La conservation à long terme du patrimoine génétique des cultures tissulaires est réalisée par congélation de cellules cultivées et méristèmes. Toutes ces méthodes exigent le recours à des **techniques complexes** et à un **équipement coûteux**.

Une alternative bon marché est un **entreposage à froid** de cultures entre 0 et 15 °C. Cette méthode peut être aussi simple que placer un contenant avec pousses stériles dans un réfrigérateur.

Pour plus d'information sur l'entreposage de ressources phytogénétiques, référez-vous au document *FAO Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture* (2014).

remarques

ENTREPOSAGE DES SEMENCES RÉCALCITRANTES

Par contraste avec les semences orthodoxes, la **détérioration des semences récalcitrantes est difficile à contrôler**: les semences sont déjà endommagées par le séchage, et des températures inférieures à zéro provoqueraient la mort suite à la congélation qui entraîne la formation de glace. On ne comprend pas parfaitement la base physiologique du comportement récalcitrant, et les recherches sur la physiologie de l'entreposage des semences récalcitrantes qui ont été entreprises n'ont pas remporté un grand succès quant au développement d'une méthode d'entreposage viable qui augmenterait leur durée de vie. Les seules méthodes disponibles concernent l'**entreposage à court terme**. La plupart des semences récalcitrantes ne peuvent être entreposées que quelques semaines ou quelques mois avant de perdre de leur viabilité. Les semences sont traitées avec un fongicide et placées dans des sacs fins de polyéthylène dans un milieu humide et inerte (par exemple du charbon de bois ou de la sciure), pour qu'elles restent humides avec un accès à l'oxygène.

ENTREPOSAGE DES MATÉRIELS DE PLANTATION

Comme avec les semences récalcitrantes, l'**entreposage à long terme des matériels végétatifs de plantation est difficile**. En fait, la disponibilité de matériels de plantation sains est un facteur limitant important pour la production de cultures de racines et tubercules, comme la pomme de terre à chair blanche, la patate douce et le manioc.

La patate douce

La production réussie de patates douces exige la sélection de matériel végétatif de plantation de grande qualité, sous la forme de **boutures fraîches et non endommagées** provenant de plantes mères saines. Les tiges doivent être propres et fraîches, et avoir environ 6 à 8 nœuds sur 20-30 cm de long. La période entre le prélèvement de la bouture et sa plantation peut affecter le rendement, **en fonction des conditions d'entreposage**:

- L'entreposage pendant 1 à 2 jours dans des conditions humides peut être bénéfique, puisqu'il favorise le développement des racines au niveau des nœuds.
- Un entreposage > 2 jours peut affecter négativement l'enracinement en raison de la dessiccation et de l'épuisement des réserves d'énergie des boutures.

Différentes techniques sont appliquées pour **réduire les pertes**:

- Retirez les feuilles de la portion inférieure de la bouture.
- Enveloppez les fagots de boutures dans un chiffon humide ou un sac et maintenez-les à l'ombre, dans un endroit frais, éloigné du vent.
- Conservez les matériels de plantation dans des marais, des zones ombragées des cours de l'habitation, ou près de zones de drainage.

Notez que si des racines se développent pendant l'entreposage, il convient d'être plus attentif lors de la plantation pour endommager les racines le moins possible. Dans certaines régions, les agriculteurs achètent le matériel de plantation auprès de **fournisseurs spécialisés** ayant un bon accès à l'eau. Toutefois de telles sources pourtant ne sont **pas accessibles** à la majorité des petits agriculteurs, en particulier aux femmes.

4

Lorsqu'il n'y a pas suffisamment de boutures à disposition, ou lorsque le niveau des nuisibles et maladies est élevé et qu'il est difficile de produire des plantes saines, les racines de patates douces entreposées peuvent être utilisées pour la **propagation**.

Production de patates douces dans les régions sèches

Dans les régions où la saison sèche dure, les agriculteurs ne peuvent utiliser le matériel de plantation de leur récolte précédente, car les plantes meurent du fait du manque d'eau ou sont mangées par le bétail. De plus, lorsque vient la pluie, les agriculteurs ne peuvent pas planter immédiatement, car ils ne disposent pas de matériel de plantation: ils doivent attendre les pluies pour que les anciennes racines restées sur le terrain lors de la récolte germent et produisent de nouveaux feuillages et tiges; cela provoque un **retard de la plantation**.

Le manque de matériel de plantation au début des pluies est une contrainte importante associée à la culture de la patate douce en Afrique subsaharienne. Pour garantir un accès au matériel de plantation de suffisamment bonne qualité au début des pluies, un entreposage ou une conservation pendant la saison sèche est indispensable. Les agriculteurs de certaines régions de l'Afrique subsaharienne qui connaissent une longue saison sèche adoptent une technologie dite en anglais du «**Triple S**» (Storage–Sand–Sprouting – entreposage – sable – germination): les racines sont entreposées dans du sable, puis retirées et arrosées pour encourager la germination avant la saison des pluies. Les **avantages de la technologie du Triple S** sont les suivants:

- une plantation précoce;
- une production de grandes quantités de matériel de plantation;
- des rendements élevés (car les agriculteurs exploitent pleinement les pluies).

Le manioc

Les nuisibles et les conditions météorologiques peuvent prédisposer les boutures de manioc à la déshydratation, entraînant une perte de viabilité et réduisant la disponibilité du matériel de plantation. Un entreposage efficace permet de conserver une bonne qualité des matériels de plantation sous la forme de **boutures à partir de plantes matures et saines**. Comme pour la patate douce, les boutures de manioc doivent être épaisses, fraîches, sans dommage, et présenter 6 à 8 nœuds sur 20-30 cm.

Un **abri pour boutures de manioc** est utilisé pour l'entreposage, car il:

- fournit un environnement frais;
- favorise le maintien de l'humidité;
- permet une ventilation suffisante.

En **Afrique**, l'abri pour tiges de manioc est construit en utilisant **les matériaux qui se trouvent sur l'exploitation**:

- Le toit – en paille.
- Les côtés – recouverts de paille jusqu'à mi-hauteur; la moitié supérieure n'est pas recouverte.
- Le sol – creusé; la couche supérieure est retirée et remplacée par un sol poreux (de préférence du sable de rivière).
- L'intérieur – recouvert de planches en bois sur lesquelles les fagots de tiges de manioc sont posés.

Conservation des racines de la patate douce dans le sable (figure du haut) et germination en tiges (figure du bas)

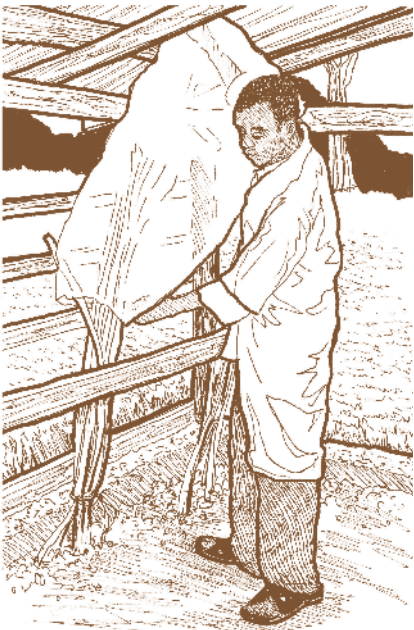


Mélange progressif de cendres de neem et d'eau pour y plonger les boutures de manioc

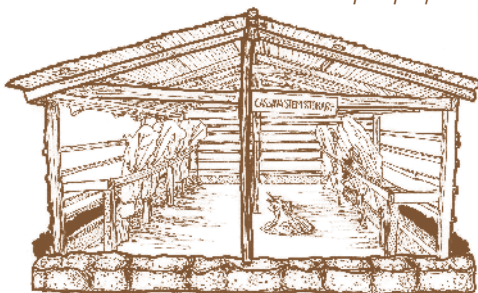


remarques

Couverture de boutures de manioc avec un sac de polyéthylène perforé pour éviter la déshydratation rapide



Abri typique pour boutures de manioc avec les extrémités de fagot toucher le sol peu profond



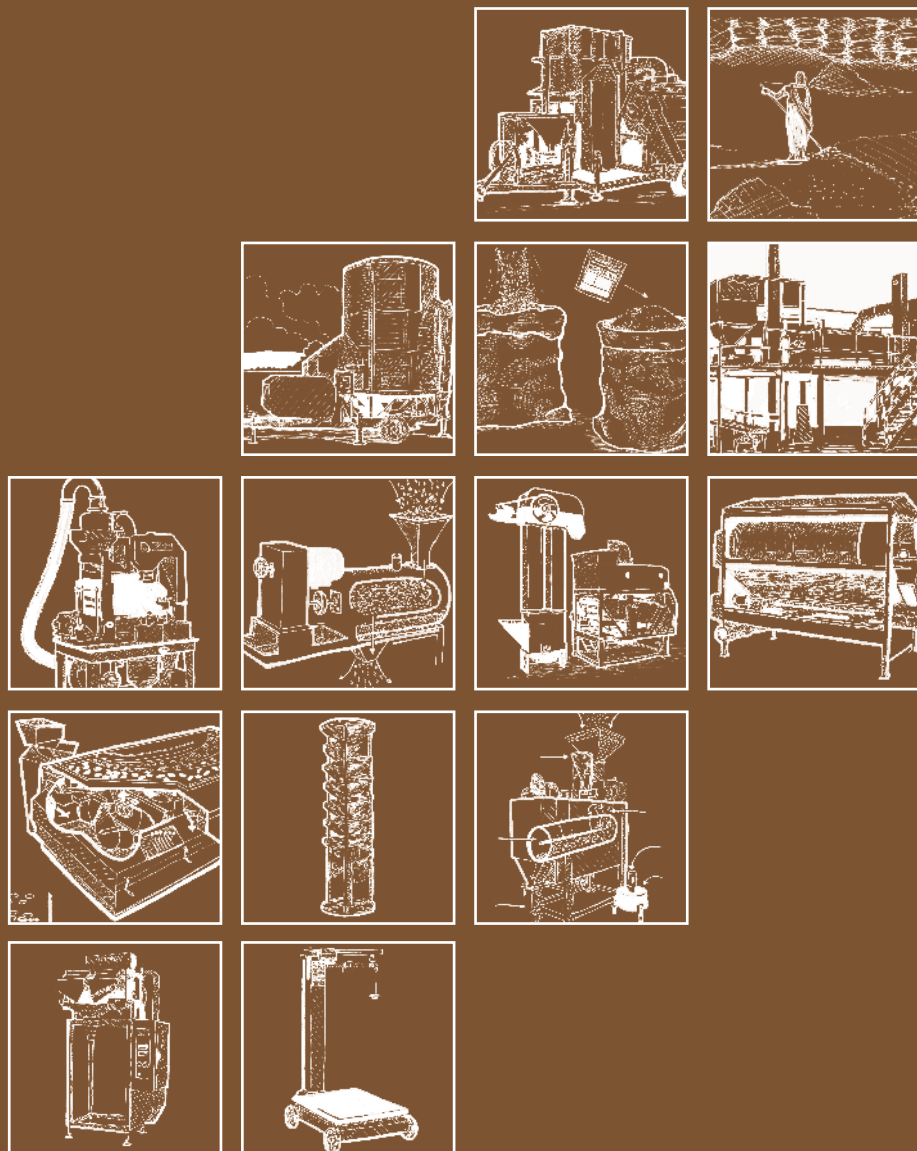
La **préparation du matériel de plantation manioc** implique les étapes suivantes:

- Découpez les tiges de manioc sélectionnées à 1 mètre de long et attachez-les en fagots d'environ 50 tiges.
- Plongez les fagots de manioc dans une solution d'Actellic ou une solution de cendres de neem puis séchez-les à l'air.
- Emballez les tiges dans des sacs de polyéthylène perforés pour les conserver dans des zones sèches.
- Placez les fagots verticalement pour garantir que les extrémités coupées des tiges touchent la fine couche de sol poreux de l'abri préparé pour les boutures de manioc.
- Humidifiez le sol deux fois par semaine (réduire à une fois par semaine lorsque la germination commence).
- Retirez les pousses si nécessaire.
- Utilisez les boutures lorsque les conditions de plantation sont appropriées.

EXERCICES ET POINTS DE DISCUSSION

1. Considérez le cas d'un entrepôt ayant un toit avec charpente et des murs 1 m plus élevé que la hauteur d'empilement souhaitée pour les semences. L'entrepôt doit stocker 2 000 tonnes de semences de riz (volume spécifique de 1,6 m³/t), dans des sacs de jute et en 8 lots séparés mesurant chacun 6 x 15 mètres et 5 mètres de hauteur. L'entrepôt doit être rectangulaire, la longueur représentant approximativement le double de la largeur. L'entrepôt comprend une zone de manipulation principale (3 mètres de large) située le long de l'axe de l'entrepôt; un passage (2 mètres de large) au niveau du centre de l'entrepôt et dans le sens transversal, et un espace d'inspection (1 mètre de large) autour de toute la zone d'empilement. Dessinez le plan du plancher et calculez la surface requise et le pourcentage d'utilisation de l'entrepôt. Quelles autres mesures prendriez-vous pour améliorer l'utilisation de l'entrepôt?
2. Identifiez trois structures utilisées dans votre pays pour entreposer des semences au niveau de la communauté locale. Expliquez comment vous pourriez les modifier pour réaliser un entreposage des semences plus efficace dans le long terme.
3. Expliquez pourquoi les contenants en PVC fermés peuvent être plus adaptés que les calesbasses et les pots d'argile pour l'entreposage hermétique des semences au niveau local.
4. Décrivez trois méthodes possibles pour entreposer des semences de qualité des céréales et légumineuses. Laquelle d'après vous est la plus appropriée pour entreposer des semences souche de ces cultures pendant plusieurs mois? Justifiez votre réponse.

e Economie de l'entreposage des semences



Economie de l'entreposage des semences

5

remarques

Pour que l'entreposage des semences ait un sens économique, **le revenu marginal pendant l'entreposage doit être supérieur ou égal au coût marginal de la conservation des semences en entrepôt.**

- **Le revenu marginal** correspond à la différence entre le prix (valeur par unité) des semences lorsqu'elles pénètrent dans l'entrepôt et le prix de vente lorsqu'elles quittent l'entrepôt.
- **Le coût marginal** implique le coût de l'espace d'entreposage, de la maintenance et du maintien de la qualité d'une unité de semences pendant la période d'entreposage.

Une entreprise de semences choisit entre deux méthodes d'entreposage: dans un magasin appartenant à l'entreprise elle-même ou dans une agence d'entreposage spécialisée contre un honoraire. Dans les deux situations, l'entreprise garde les semences tant qu'elle pense que les bénéfices de l'entreposage (considérant le plus élevé prix de vente attendu) excèdent les coûts de l'entreposage des semences.

Quand les semences non infestées et séchées jusqu'à une teneur en humidité saine, sont placées en entrepôt, les coûts de maintien de la qualité sont susceptibles d'être faibles. Par contre, le coût de stockage de semences infestées ou présentant une forte teneur en humidité est plus élevé et pourrait s'accompagner de pertes. Dans de tels cas, il est nécessaire de retirer les semences pour mieux les sécher, de prélever fréquemment des échantillons à des fins de surveillance et de réaliser une fumigation des semences infestées – toutes ces activités impliquant des coûts.

Le coût unitaire par tonne de semences entreposées dépend de différents facteurs:

- le type et la quantité des semences entreposées;
- la taille de l'installation d'entreposage des semences;
- l'utilisation ou la capacité annuelle de l'entrepôt.

Les coûts d'entreposage peuvent être **fixes** ou **variables**.

COÛTS FIXES D'ENTREPOSAGE

Ce sont les **coûts directs**, qui ne dépendent pas de la quantité de semences entreposées ou de la durée de l'entreposage. Par conséquent, plus la capacité de traitement et de sortie de l'entrepôt est importante, plus le coût par unité de semences est faible étant donné que les coûts fixes sont répartis sur une plus grande quantité de semences. On compte parmi les coûts fixes associés à l'entreposage des semences:

- les intérêts sur l'investissement en capital;
- les coûts d'assurance sur le capital;
- la dépréciation;
- les coûts des réparations et de la maintenance;
- les dépenses administratives.

La charge des intérêts dépend du taux d'emprunt du capital. Les intérêts et la dépréciation sont les composants les plus importants des coûts fixes d'entreposage.

remarques

COÛTS VARIABLES D'ENTREPOSAGE

Les coûts d'exploitation associés à la gestion d'un entrepôt de semences couvrent une large gamme de coûts variables:

- **Intérêts sur le capital d'exploitation (stock de semences) et les consommables.** Les fluctuations peuvent être importantes, en particulier dans des situations dans lesquelles l'intérêt sur le capital d'exploitation varie directement avec les taux d'intérêt en vigueur. L'intérêt représente le coût de l'opportunité pour retenir des stocks de semences traitées finalisées. C'est une indemnité sur ce que le stock pourrait rapporter ou épargner s'il était utilisé autrement. Il est donc important pour une entreprise d'évaluer la rotation des différents types de semences pour éviter que le capital soit conservé dans les stocks. Maintenez la fréquence de manipulation aussi faible que possible – à savoir la durée pendant laquelle un type particulier de semences est entreposé – et augmentez la quantité totale de semences entreposées pour bénéficier d'économies d'échelle.
- **La prime d'assurance sur les inventaires.** Exprimée en USD par unité et par an, elle repose sur le coût moyen des stocks à disposition.
- **Les frais d'inspection et d'échantillonnage.** Exprimés en USD par unité inspectée ou certifiée, ils sont fixés par une agence de certification des semences.
- **L'électricité.** Une étroite surveillance et une bonne supervision sont nécessaires, car ces coûts peuvent devenir considérables.
- **Les salaires de la main-d'œuvre responsable de l'entreposage.**
- **Les dépenses diverses.**

PRIME DE RISQUE

La prime de risque est un **coût indirect**. C'est le risque d'une chute des prix qui découle de la retenue du stock sur la durée, en attendant un éventuel prix plus élevé des semences. Le report de stock d'une année sur l'autre est une source de risque pour les entreprises spécialistes des semences. Une entreprise peut être obligée de conserver des stocks de report en raison de changements non prévus des modèles saisonniers ou de conditions du marché non prévues, ou peut être motivée à les conserver en espérant des prix plus élevés.

Une entreprise spécialiste des semences peut décider de réduire au minimum les risques associés à un report de stock en choisissant de ne pas appliquer un traitement chimique au stock de semences traitées afin de se garder l'option d'une vente des semences sous la forme de grains. Dans ce cas, les semences sont traitées ultérieurement, une fois qu'une commande est confirmée. Lorsqu'un report de stock est important, il convient de l'évaluer à un prix réaliste. Il est trompeur et financièrement dommageable d'utiliser les prix actuels des semences pour estimer un chiffre d'affaires, car le stock pourrait en réalité valoir seulement le prix de grains de plus bas.

CALCUL DU COÛT D'ENTREPOSAGE

Voir l'encadré pour un exemple de calcul des coûts d'entreposage.

5

ÉCONOMIES D'ÉCHELLE DANS ENTREPOSAGE DES SEMENCES

remarques

Les coûts variables dépendent de la durée d'entreposage des semences: plus la durée est longue, plus les coûts variables sont élevés. D'autre part, les coûts variables ne varient pas nécessairement en fonction du volume de semences entreposées. Il y a des **économies d'échelle associées à la quantité de semences entreposées**. Les économies d'échelle associées à l'entreposage des semences peuvent s'expliquer de deux façons:

- **Une réduction du coût d'entreposage lorsque les débits augmentent.** Pour une installation d'entreposage donnée et des semences d'une culture donnée, le coût par tonne diminue quand les débits annuels augmentent, car les coûts fixes sont répartis sur une plus grande quantité de semences. La réduction des coûts est aussi en partie imputable aux coûts variables, qui n'augmentent pas de façon linéaire avec le volume de semences entreposées.
- **Une réduction du coût d'entreposage lorsque la taille de l'entrepôt augmente.** Pour des installations d'entreposage de différentes tailles, le coût d'entreposage par tonne décline lorsque la taille augmente, en supposant un débit maximum et une utilisation optimale de l'espace d'entreposage. A une capacité maximale, les coûts d'entreposage par tonne dans des entrepôts de 500, 1 000 et 1 500 tonnes sont de 1,20, 1,15 et 1,10 USD respectivement (voir exemple). Les grandes installations d'entreposage, avec des stocks importants, permettent une plus grande spécialisation, ce qui résulte à de moindres coûts par unité de semences entreposées.

Le second tableau illustre le raisonnement qui sous-tend le concept d'économies d'échelle en entreposage de semences pour une augmentation de débit de 100 000 sacs (5 000 tonnes) à 180 000 sacs (9 000 tonnes), ce qui double quasiment la capacité de stockage. Les coûts fixes par tonne décroissent rapidement, car le total des coûts fixes (qui reste identique) est réparti sur une plus grande quantité de semences. Les coûts variables n'augmentent pas nécessairement en proportion directe du volume de semences. Cela participe en partie à une réduction de la valeur des coûts totaux d'entreposage par tonne de semences.

Le calcul des coûts d'entreposage – un exemple

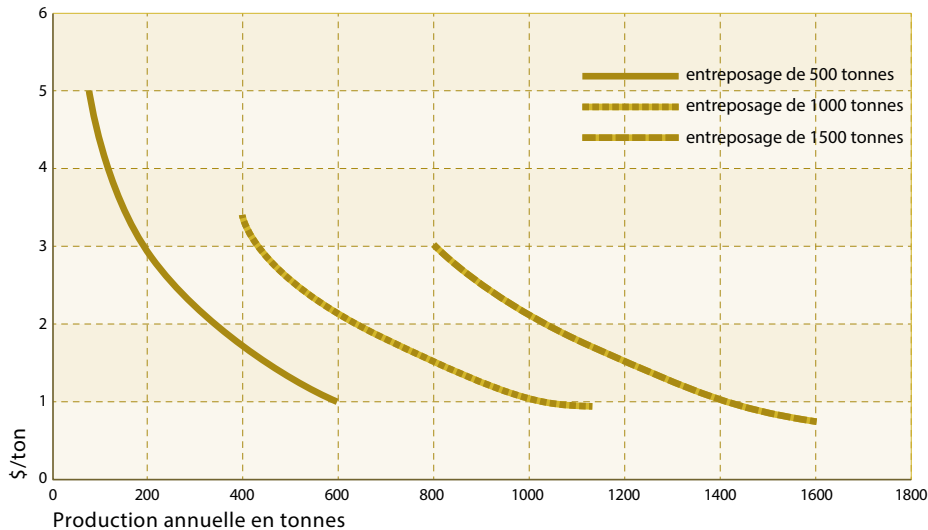
Considérez un entrepôt dont la capacité maximum d'entreposage est de 100 000 sacs de semences de maïs de 50 kg chacun. L'investissement en capital est de 300 000 USD, avec une durée de vie économique de 50 ans. On suppose un coût de réparation et de maintenance à 3 % de la valeur d'achat du bien, une assurance sur l'investissement de 1,5 %, un intérêt sur le capital de 17 % et un total des dépenses administratives de 15 000 USD. De plus, considérez que l'intérêt sur les stocks (capital d'exploitation) est de 15 % par tonne, l'assurance sur le stock est de 1 % par tonne, et les autres coûts variables (main d'œuvre occasionnelle, inspection et échantillonnage, énergie, éclairage et dépenses diverses) équivalent à 20 000 USD. Le prix d'achat des semences est de 60 USD/tonne et le prix de vente final est de 100 USD/tonne.

Le tableau ci-après propose une décomposition détaillée des coûts.

Description du coût	Coût d'un mois d'entreposage	Période d'entreposage (mois)		
		1	2	3
Semences entreposées (tonnes)	$(10^5 \times 50) / 1\ 000$	5 000	5 000	5 000
Coûts fixes (USD/tonne)				
- Dépréciation	$30 \times 10^4 / (50 \times 12 \times 5\ 000)$	0,10	0,20	0,30
- Réparations	$(30 \times 10^4 \times 0,03) / (12 \times 5\ 000)$	0,15	0,30	0,45
- Coût d'assurance sur le capital	$30 \times 10^4 \times 0,015 / (12 \times 5\ 000)$	0,08	0,16	0,24
- Intérêts sur le capital	$(30 \times 10^4 \times 0,17 \times 0,05) / (12 \times 5\ 000)$	0,43	0,86	1,29
- Dépenses administratives	$15 \times 10^3 / (12 \times 5\ 000)$	0,25	0,50	0,75
Total des coûts fixes		1,01	2,02	3,03
Coûts fixes (\$/tonne)				
- Intérêt sur les stocks	$(100 \times 0,15) / 12$	1,25	2,50	3,75
- Assurance sur les inventaires	$(100 \times 0,001) / 12$	0,008	0,016	0,024
- Dépenses diverses	$2 \times 10^4 / (12 \times 5\ 000)$	0,33	0,66	0,99
- Total des coûts variables		1,59	3,18	4,77
Total des coûts d'entreposage (USD/tonne)		2,60	5,20	7,80

Description du coût	Coût d'un mois d'entreposage	Période d'entreposage (mois)		
		1	2	3
Semences entreposées (tonnes)	$(10^5 \times 50) / 1\ 000$	9 000	9 000	9 000
Coûts fixes (\$/tonne)				
- Dépréciation	$30 \times 10^4 / (50 \times 12 \times 9\ 000)$	0,06	0,12	0,18
- Réparations	$(30 \times 10^4 \times 0,03) / (12 \times 9\ 000)$	0,08	0,16	0,24
- Coût d'assurance sur le capital	$30 \times 10^4 \times 0,015 / (12 \times 9\ 000)$	0,04	0,08	0,12
- Intérêts sur le capital	$(30 \times 10^4 \times 0,17 \times 0,05) / (12 \times 9\ 000)$	0,24	0,48	0,72
- Dépenses administratives	$15 \times 10^3 / (12 \times 9\ 000)$	0,14	0,28	0,42
Total des coûts fixes		0,56	1,12	1,68
Coûts variables (USD/tonne)				
- Intérêt sur les stocks	$(100 \times 0,15) / 12$	1,25	2,50	3,75
- Assurance sur les inventaires	$(100 \times 0,001) / 12$	0,008	0,016	0,024
- Dépenses diverses	$2 \times 10^4 / (12 \times 9\ 000)$	0,19	0,38	0,57
Total des coûts variables		1,45	2,90	4,56
Total des coûts d'entreposage (USD/tonne)		2,01	4,02	6,24

5



Economies d'échelle dans entreposage des semences

L'analyse qui précède montre que pour une situation donnée, l'installation d'entreposage des semences doit être aussi grande que possible et utilisée dans la mesure du possible pour obtenir un coût minimum par tonne. Il n'est pas recommandé d'avoir un excès de capacité sans le débit requis; d'autre part, l'entrepôt doit avoir de l'espace pour une quantité de semences suffisante pour permettre une exploitation efficace de l'installation.

L'entrepôt doit se situer dans une zone dans laquelle il peut s'approvisionner en semences auprès des producteurs de semences contractuels situés dans un grand rayon géographique. Dans d'autres cas, il peut être plus intéressant d'acheter un entreposage à court terme pour y conserver les semences non traitées en attente de leur traitement et leur entreposage final. Les entrepôts de semences sont rarement totalement exploités du fait du caractère saisonnier de la production et de la distribution. Cependant, un entrepôt qui est exploité bien en deçà de sa capacité optimale peut générer des coûts par unité élevés. **Le facteur le plus critique pour déterminer le coût d'entreposage à l'unité est l'étendue selon laquelle l'espace de stockage est utilisé.**

Considérez le cas d'un entrepôt pour lequel le coût d'entreposage de semences s'élève à 1 USD/tonne lorsque l'espace d'entreposage est utilisé toute l'année de façon optimale. Si l'espace à disposition n'est utilisé que six mois, le coût passe à 2 USD/tonne. Si l'espace est à moitié rempli de semences pendant six mois, le coût peut alors passer à 4 USD/tonne. L'exemple montre que si l'entrepôt de 1 000 tonnes utilise le débit maximum de 1 000 tonnes/an, cela coûte 1,15 USD/tonne. Le prix passe à environ 2,20 USD/tonne si le même volume de semences par an est conservé dans un entrepôt de 1 500 tonnes, puisque 1 000 tonnes sont inférieures à la capacité annuelle de l'entrepôt de 1 500 tonnes. La location d'un espace d'entreposage pourrait être une bonne source de revenus si une entreprise ne peut utiliser tout l'espace dont elle dispose pour ses propres produits pendant les périodes de moindre activité. Par exemple, un entrepôt frigorifique pour semences de pommes de terre pourrait être loué à des producteurs de fruits périssables si les produits sont récoltés à un moment où les semences de pommes de terre sont déjà vendues pour être plantées.

remarques

PROFIT OU PERTE AU STOCKAGE

Pour déterminer le gain ou la perte associé(e) à l'entreposage de semences, soustrayez le total des coûts du total des bénéfices: le revenu marginal pendant le stockage moins le coût marginal associé à la conservation des semences en entrepôt. Un chiffre positif indique un profit; un chiffre négatif signifie que l'entreposage des semences est plus susceptible de coûter de l'argent que d'en rapporter. Dans l'exemple donné, la différence (mesurée en USD/tonne) entre le prix des semences au moment où les semences entrent dans l'entrepôt et le prix de vente, lorsqu'elles quittent l'entrepôt doit excéder le coût total d'entreposage de 2,60, 5,20 et 7,80 pour 1, 2 et 3 mois de stockage respectivement.

RENDEMENT DE L'INVESTISSEMENT DANS ENTREPOSAGE DES SEMENCES

Si l'entreposage des semences est rentable, la marge (USD/tonne) divisée par le coût total initial en capital de l'entreposage (USD/tonne) multipliée par 100 correspond au rendement de l'investissement (RDI), en pourcentage. Le rendement de l'investissement est simplement le retour ou le revenu sous la forme du **pourcentage de capital investi**. Ce chiffre peut être utilisé pour comparer l'entreposage des grains à d'autres options d'investissement. Une alternative au RDI consiste à calculer la période d'amortissement – le nombre d'années qui seront nécessaires pour rentabiliser l'entreposage. Elle peut être calculée en divisant le capital investi (en USD/tonne) par la marge ou le profit sur l'entreposage (USD/tonne).

EXERCICES ET POINTS DE DISCUSSION

1. En utilisant le tableau 6 comme référence, calculez le total des coûts fixes, le total des coûts variables et le total du coût d'entreposage si 15 000 tonnes de semences sont stockées dans l'entrepôt pendant 1, 2 et 3 mois. Expliquez comment ces chiffres expliquent le concept d'économie d'échelle dans l'entreposage des semences.
2. Des semences de maïs vendues à 500 USD/tonne après traitement sont placées dans un entrepôt. Après 4 mois, les semences sont distribuées aux agriculteurs au prix de 550 USD/tonne. Si le coût fixe total est de 15 USD/tonne et le coût total variable de 25 USD/tonne, calculez le profit d'entreposage (USD/tonne) pendant cette période. Expliquez l'importance de ce résultat.
3. Quelles mesures votre entreprise devrait-elle prendre si le taux d'intérêt sur les semences traitées dans votre entrepôt augmentait de façon significative?
4. Quels sont les risques financiers associés au report de l'entreposage des semences d'une saison à l'autre? Quelles actions pourriez-vous entreprendre si votre entreprise anticipait un report important des semences dans son entrepôt?

Glossaire

Agents pathogènes des stocks

Microorganismes (bactéries et champignons) qui affectent les semences lors de l'entreposage.

Anticoagulant

Substances qui inhibent la coagulation sanguine. Elles sont utilisées comme poison, pour générer une hémorragie interne chez les rongeurs.

Avicide

Pesticide utilisé pour contrôler les oiseaux.

Coûts fixes d'entreposage

Coûts directs qui ne dépendent pas de la quantité de semences entreposées ou de la durée de l'entreposage.

Coûts variables d'entreposage

Coûts qui dépendent de la durée d'entreposage des semences, les périodes plus longues étant associées à des coûts variables plus élevés.

Cryoconservation

Processus consistant à congeler du matériel biologique tel que des semences à des températures extrêmes, plus communément à $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ dans de l'azote liquide.

Culture de tissu

Utilisation de milieu artificiel pour cultiver des cellules dérivées de tissu vivant.

Déshumidification

Suppression de l'humidité de l'air ambiant, par des moyens physiques ou chimiques.

Entreposage des semences

Conservation des semences dans des conditions d'environnement contrôlé, qui permettent de préserver la viabilité des semences sur de longues périodes, à savoir entre le moment de la récolte et jusqu'à ce que les semences soient finalement semées par l'agriculteur.

Humidité relative

Quantité d'eau présente dans l'air à une température donnée, par rapport à sa capacité maximale de rétention d'eau.

Hygromètre

Instrument utilisé pour mesurer la vapeur d'eau ou l'humidité relative dans l'atmosphère.

Insectes ravageurs primaires

Insectes ravageurs des grains capables d'attaquer les grains entiers, non cassés.

Insectes ravageurs secondaires

Insectes ravageurs qui attaquent uniquement le grain endommagé, la poussière de grain et les produits broyés.

Isotherme

Tracé de la relation entre humidité relative et teneur en humidité à une température donnée.

Longévité des semences

Effet durable de la viabilité des semences pendant l'entreposage.

Neem

Grand arbre d'ombrage à feuilles persistantes que l'on rencontre dans des régions d'Asie et d'Afrique et dont des parties (par exemple fruit, graines, feuilles et écorces) sont utilisées comme pesticide naturel.

Matériel de plantation

Parties de plantes utilisées pour la multiplication végétative.

Méristème

Région d'un tissu végétal, que l'on trouve principalement au niveau des extrémités en croissance des racines et tiges, avec des cellules en division active pour former un nouveau tissu.

Micropropagation

Multiplication rapide de plantes de haute qualité exemptes de maladies en utilisant des techniques de culture de tissus.

Minitubercules

Tubercules de pommes de terre produits par des boutures obtenues à partir de plantules de cultures tissulaires produites en laboratoire.

Mycotoxine

Substances toxiques produites par des champignons présents lors de l'entreposage et qui détruisent les cellules des graines et peuvent être nuisibles, voire fatales aux humains et aux animaux.

Prime d'assurance

Assurance d'entreposage payée par unité de rendement par an, sur la base du coût moyen des stocks actuels.

Prime de risque

Coût d'entreposage indirect associé au risque d'une chute des prix qui découle de la retenue du stock sur la durée.

Propagation végétative

Reproduction asexuée ou non sexuée par laquelle de nouvelles plantes sont formées à partir de parties de la plante parente (par exemple racines, tubercules, bulbes ou tiges).

Respiration aérobie

Respiration en présence d'oxygène, et qui est essentiellement responsable de la décomposition des glucides, des graisses et des protéines pour donner du dioxyde de carbone, de l'eau et de l'énergie. L'énergie libérée lors de la respiration aérobie est utilisée par les cellules pour alimenter les processus métaboliques, puis est libérée sous forme de chaleur.

Rodenticide

Poison conçu pour tuer les rongeurs.

Semences de première génération

Premières générations de semences (semences pré-base et de base) vérifiées par une agence de certification officielle après inspection et utilisées pour la production de semences certifiées.

Semences intermédiaires

Semences ne rentrant pas entièrement dans la catégorie des semences orthodoxes ou récalcitrantes; elles pourraient cependant présenter une tolérance limitée au séchage et sont sensibles aux températures de congélation.

Semences orthodoxes

Semences qui peuvent être convenablement séchées à une teneur en humidité de 5 % sans dommage, qui peuvent être conditionnées et sont aptes à la congélation.

Semences récalcitrantes

Semences qui ont une courte longévité et ne peuvent être séchées à une teneur inférieure à 20 à 30 % sans dommage, qui ne supportent pas la congélation, et ne se prêtent donc pas à un entreposage à long terme.

Teneur en humidité

Quantité d'eau dans les semences, généralement exprimée en pourcentage.

Teneur en humidité à l'équilibre

Niveau spécifique de teneur en humidité atteint par les semences lorsque la pression de vapeur de l'humidité des semences et de l'humidité atmosphérique atteignent l'équilibre alors que les semences absorbent ou perdent de l'humidité encore.

Usure due aux intempéries

Détérioration de la qualité des semences, de leur vigueur et de leur viabilité du fait d'une humidité relative élevée et d'une température élevée lors des périodes post-maturation et pré-récolte.

Vigueur

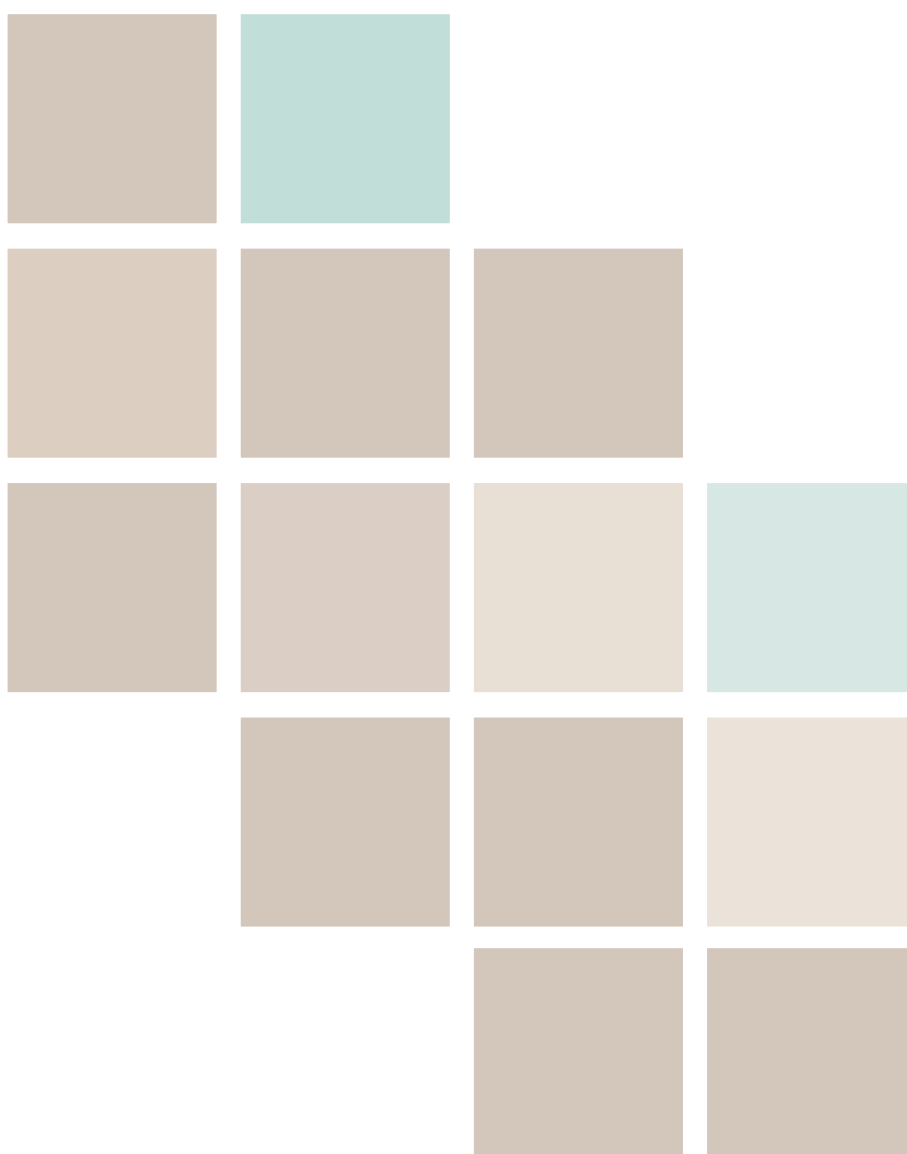
Capacité des semences à germer en des plantules normales qui se développent bien aux champs.

Les semences sont un moyen-clé pour améliorer les cultures. Ils constituent donc un élément essentiel dans la production agricole. Les semences sont uniques, elles doivent rester vivantes et saines lorsqu'elles sont utilisées. Les semences sont également l'intrant que les agriculteurs peuvent produire eux-mêmes.

Ces facteurs ont été pris en compte lors de la préparation de ces outils d'information, qui comprend les six modules interdépendants suivants:

- 1. Développement d'entreprises semencières à petite échelle.** Ce module fournit un guide par étapes pour la création d'entreprises de semences commercialement viables dans les communautés agricoles. Il couvre les étapes critiques allant du plan d'affaires à la production de semences destinées à la vente.
- 2. Traitement des semences.** Ce module présente les principes de base du traitement des semences, l'équipement utilisé et les meilleures pratiques, de la réception à la livraison, en passant par le conditionnement. Le module se concentre sur l'utilisation de petits équipements abordables pour le traitement des semences et le semis et qui pourraient également être fabriqués localement.
- 3. Contrôle de la qualité et certification des semences.** Ce module aide les professionnels des semences et les autres parties prenantes à respecter les normes de qualité établies pour les semences et à mettre en œuvre les procédures de certification. Les sujets abordés comprennent les inspections sur le terrain et le conditionnement des semences ; l'emballage et l'étiquetage ; le stockage ; l'échantillonnage / le test et la distribution.
- 4. Cadre réglementaire du secteur des semences.** Ce module fournit des informations sur les éléments des réglementations qui régissent la chaîne de valeur des semences - de l'enregistrement des variétés en passant par la production de semences de qualité, la distribution et la commercialisation. Le matériel traité comprend des informations sur la politique nationale des semences, la législation et les réglementations semencières, leurs définitions, objectifs et interactions.
- 5. Commercialisation des semences.** Ce module présente les principes de base pour la valorisation et l'échange de semences. Il décrit toutes les activités entreprises pour acheminer les semences des producteurs aux utilisateurs finaux ou aux agriculteurs. Le lecteur reçoit des conseils sur la manière de mener des recherches pertinentes sur le marché des semences, d'élaborer des stratégies de commercialisation efficaces, d'élaborer un plan de commercialisation et de gérer les risques qui y sont associés.
- 6. Stockage des semences.** On estime que 25 à 33 pourcent de la récolte mondiale de graines, y compris les semences, sont perdus chaque année pendant le stockage. Pour éviter cet inconvénient certain pour la sécurité alimentaire et la nutrition, ce module présente les principes de base pour un stockage efficace des semences et les pratiques associées. Le module fournit des conseils sur la conservation des semences dans des conditions environnementales contrôlées afin de maximiser la viabilité des semences pendant les longues périodes, allant de la récolte à la plantation, en passant par la transformation.

On estime que 25 à 33 pourcent de la récolte mondiale de graines, y compris les semences, sont perdus chaque année pendant le stockage. Pour éviter cet inconvénient certain pour la sécurité alimentaire et la nutrition, ce module présente les principes de base pour un stockage efficace des semences et les pratiques associées. Le module fournit des conseils sur la conservation des semences dans des conditions environnementales contrôlées afin de maximiser la viabilité des semences pendant les longues périodes, allant de la récolte à la plantation, en passant par la transformation.



ISBN 978-92-5-131908-6



9 789251 319086

CA1495FR/1/11.19