



Royaume des Pays-Bas

ACMA2

Approche Communale pour le Marché Agricole - Phase 2

FICHE TECHNIQUE: STOCKAGE ET CONSERVATION DU MAÏS



1. OBJECTIF

Mettre à la disposition des producteurs et des gestionnaires de stocks des outils permettant un bon stockage du maïs contre la chaleur, l'humidité, les insectes, les rongeurs, les moisissures et les bactéries. Le but final est d'obtenir un stock de maïs qui conserve toute ses qualités organoleptique, nutritionnelle, marchande ainsi que sa faculté germinative. Cette Fiche a été validée par toutes les composantes nationales du monde agricole

2. NOTIONS DE BASE ET DEFINITION DE CONCEPTS CLES

- ☑ **Aire de séchage** : terrain ou espace délimité et aménagé, propre, servant au séchage des denrées alimentaires.
- ☑ **Egrenage** : Action d'enlever les grains de maïs des épis.
- ☑ **stockage** : Entreposage des grains dans une enceinte conçue à cet effet
- ☑ **Conservation**: Action de garder ou de stocker un produit de manière à le maintenir autant que possible dans le même état. La conservation du maïs revient à stocker le maïs de façon à ce que la quantité et la qualité demeure autant que possible intacte.
- ☑ **Crib** : Cellule grillagée utilisée pour le stockage et le séchage en plein air des céréales en épis (notamment le maïs).
- ☑ **Décortilage (des grains)** : action consistant à enlever l'enveloppe protectrice des grains dans les épis des céréales
- ☑ **Dégât** : dommage, voire destruction, occasionné par les prédateurs dans un stock de denrées, ce sont des manifestations visibles.
- ☑ **Facteurs abiotiques** : Elément non-vivant d'un écosystème ou d'un processus biologique (le climat, l'atmosphère par ex., l'eau, l'air, la terre, la température...).
- ☑ **Facteurs biotiques** : Ensemble des facteurs écologiques liés aux êtres vivants (Animaux, Plantes, Virus...).
- ☑ **FIFO** : terme anglo-saxon qui signifie les premiers produits conservés dans les structures de stockages doivent être les premiers à sortir en cas de vente ou de consommation (First In, First Out).

- ☑ **Fumigants** : Pesticides activés sous forme de gaz et contrôlant les organismes nuisibles lorsque ces derniers aspirent les gaz ou lorsque les gaz sont absorbés par leurs organismes d'une autre façon.
- ☑ **Gousses** : Organe d'une plante contenant les graines.
- ☑ **Hygiène** : Ensemble de mesures destinées à prévenir les [infections](#) et l'apparition de [maladies infectieuses](#).
- ☑ **Insectes des stocks** : Insectes qui vivent, se nourrissent dans les denrées mises en conservation
- ☑ **Lutte curative** : Ensemble d'action qui permettent de se débarrasser des nuisibles déjà présent dans les produits stockés.
- ☑ **Lutte préventive** : Ensemble des actions prises prévenir l'arrivée des nuisibles dans et sur les denrées stockées.
- ☑ **Moisissure** : champignons qui se développent sur des substances et qui peuvent provoquer des problèmes de santé chez les personnes ou les animaux.
- ☑ **Nuisibles des stocks** : Organisme dont tout ou partie des activités a des effets considérés comme nuisant à la qualité des récoltes stockés...)
- ☑ **Perte ou Dommage** : Les pertes de récolte ou dommage sont des dégâts exprimés en termes de pourcentage ou en terme monétaire.
- ☑ **Taux d'humidité** : quantité de particules d'eau présent dans l'air ou dans les produits stockés.

3. Récolte du maïs

Période propice à la récolte de maïs mature : le maïs prêt à être récolté se reconnaît par :

- Feuilles desséchées et craquantes ;
- Spathes jaunies et desséchées avec bout noir (selon les variétés) ;
- Epis de maïs sont durs et virent à la couleur paille.
- Le bruit craquant lorsque casse les grains sous la dent ;

- Récolter le maïs dès la maturité complète au moment où les grains sont vitreux, jaunâtres, brillants et ne se raillent plus à l'ongle car suffisamment durs ;
- La récolte peut être effectuée dès que 75% des spathes sont jaunes, les feuilles légèrement jaunâtre et le pied de maïs encore debout

Mode de récolte du maïs

La récolte de maïs s'effectue manuellement. Pour ce faire, il faut :

- Trier selon l'état sanitaire des épis ;
- Casser l'épi de maïs ;
- Séparer les épis de maïs sains de ceux atteints ou infectés ;
- Utiliser des sacs ou des paniers pour la récolte des épis de maïs ;
- Mettre également à l'écart les épis issus de plants déjà tombés.
- Eviter d'entasser sur le sol nu les épis récoltés pour éviter les dommages et la contamination
- Eviter de récolter après une pluie où quand l'humidité de l'air forte.
- Despathier directement le maïs sur pied et au champ s'il doit-être stocké en épis ou en grains. Ceci permet de réduire les infestations, les pourritures, d'effectuer un triage efficace et de gagner en temp et en main-d'œuvre

Risques liés aux récoltes

Les risques liés aux récoltes s'observent à travers :

- Récolte prématurée : pertes quantitative (grains immature, turgescence, sujette aux attaques de mycotoxines) et perte qualitative ;
- Récolte tardive : attaque des plants de maïs par les termites, attaque des épis par les oiseaux, contamination des épis par les mycotoxines et le risque de vol.

4. Despathage du maïs

Opération qui consiste à séparer les spathes des épis de maïs. Il est conseillé de faire cette opération au champ.

5. Séchage du maïs : séchage des épis

Disposition pratiques avant le séchage

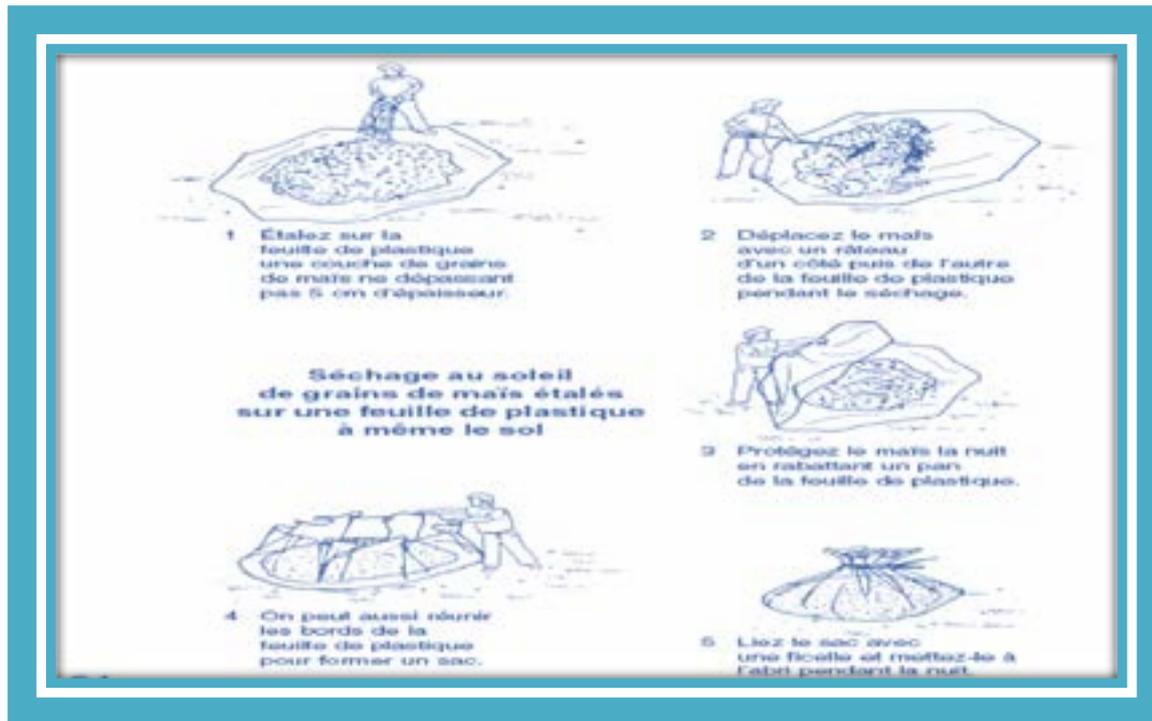
Les opérations de séchage des épis de maïs suivent les opérations suivantes :

- Etaler les épis de maïs récoltés au soleil sur des bâches, sur les claies ou sur des aires de séchage aménagées (surface plane et de préférence cimentée) ;
- Éviter le séchage des épis de maïs à même le sol pour éviter les contaminations ;
- Retourner les épis de maïs sur l'aire de séchage au moins 2 fois/jour ;
- Protéger les épis de maïs des pluies et de la rosée en utilisant les bâches ou toiles cirées ;
- Sécher jusqu'à avoir une teneur en eau inférieure ou égale à 9%.
- Sécuriser les lieux de séchage pour éviter les attaques des animaux (surtout les ruminants).

Risques liés au mauvais séchage

Le non- respect des mesures de séchage entraîne:

- Détérioration qualitative et quantitative des grains (pourritures, moisissure) ;



- Attaques d'insectes et apparition des mycotoxines (aflatoxine...) ;
- Diminution des quantités de maïs destinée à la vente ;
- Diminution des quantités de maïs destiné à la consommation ;

- Risque de problèmes de santé humaine et animale en cas de consommation des grains infectés par les mycotoxines.

5. Egrenage / Vannage du maïs

- ☑ L'égrenage consiste à séparer les grains de la rafle ou axe central de l'épi. Après le despathage (recommandé au champ), qui est le fait de débarrasser l'épi des "feuilles" (spathes) qui l'entourent, il faut procéder à l'égrenage.
- ☑ Couramment, l'égrenage se fait en battant les épis de maïs avec un bâton dans un sac ou sur le sol dans un espace confiné où tous les grains pourront être récupérés. Cette pratique est à déconseiller car elle cause aux grains des dommages physiques qui les rendent plus vulnérables aux parasites Si certaines dispositions ne sont pas prises
- ☑ Egrener les épis de maïs pour séparer les graines dans un endroit bien aménagé, propre (aire cimentée, bâche, terrasse bien damée) et sec à l'aide des égreneuses mécaniques ou manuelles ;
- ☑ Battage permet la séparation des grains des épis pour le vannage.
- ☑ Vanner les grains en temps de vents pour débarrasser les grains de maïs des impuretés.

Pratique recommandées pour l'égrenage

Egrenage manuel

Une première méthode manuelle mais fastidieuse consiste à frotter deux épis de maïs• l'un contre l'autre ou à les décortiquer manuellement avec la main les uns après les autres. Cette méthode est surtout recommandée pour les

semences et les petites quantités de maïs. Une autre méthode utilise les petits outils fabriqués par des artisans locaux pour accélérer et rendre plus facile l'égrenage du maïs. Les méthodes manuelles ont l'avantage de réduire considérablement le taux de brisure et offre une possibilité de triage des grains plus fiable.

Egrenage mécanique

Pour l'égrenage mécanique (fig. 2), il faut payer le service d'un prestataire ayant une égreneuse. L'égrenage mécanique motorisé réduit le temps de travail et parfois assure le vannage. Pour limiter le bris pendant l'égrenage, les épis de maïs doivent avoir une teneur en eau comprise dans la fourchette prévue pour l'égreneuse utilisée.

6. Conditionnement / Stockage et conservation du maïs

- ☑ La durée de conservation du maïs dépend du taux d'humidité des grains avant le stockage.
- ☑ Plus le taux d'humidité est bas, plus la qualité des grains est bonne pendant le stockage.
- ☑ Le taux d'humidité des grains de maïs à conserver doit osciller autour de 10 à 12%
- ☑ Conditionner les grains de maïs dans des sacs en polypropylène renforcés à l'intérieur par plusieurs couches de polythène ;
- ☑ Le stockage du maïs doit se faire dans les structures de stockage répondant aux critères de propreté et d'aération ;
- ☑ Le maïs stocké en épis est plus exposé aux différents facteurs de dégradation (insectes et humidité) que le maïs stocké en grains.



Photo 1 : Greniers matériaux végétaux maïs en épis



Photo 2 : Grenier amélioré otamari, maïs grain



Photo 3 : Sacs PICS



Photo 4 : Sillo métallique

7. Conditions d'un bon stockage

- ☑ Pour un bon stockage du maïs, les critères suivants doivent être respectés :
- ☑ Taux d'humidité maximale des grains de maïs doit être de 9 % (tester avec un humidimètre) ;
- ☑ Eviter la présence d'insectes dans les lots de maïs à stocker
- ☑ Eviter la présence de grains moisiss trop important dans les lots de maïs à stocker



Conditions d'un bon stockage des grains de maïs

- ☑ Respecter l'hygiène dans et autour des lieux de stockage ;
- ☑ Nettoyer régulièrement le magasin ou le grenier de stockage ;
- ☑ Commencer le nettoyage toujours par l'extérieur du magasin ou du grenier (Ramasser et détruire tous les outils inutilisables) ;
- ☑ Débarrasser l'intérieur de tous les objets inutiles (sacs vides ...) ;
- ☑ Fermer les trous qui servent de cache aux insectes et aux rongeurs ;
- ☑ Les sacs de maïs ne doivent pas être en contact avec le sol et les murs ;
- ☑ Les sacs de maïs doivent être disposés sur des palettes ;
- ☑ Ne pas construire des piles de sacs autour des colonnes ou à l'entrée du magasin ;
- ☑ Respecter une distance de 50 à 100 cm entre les piles et entre les piles et le mur ;
- ☑ Construire des piles avec des sacs de mêmes dimensions ;
- ☑ Les oreilles des sacs sont toujours placées vers l'intérieur pour faciliter la manutention ;
- ☑ Disposer d'une méthode de lutte contre les insectes et les rongeurs ;
- ☑ Maintenir une humidité relative convenable.

8. Stockage et conservation

Le stockage du maïs se fait de deux façons : En épis et en grains.

🚩 Stockage en épis

Il se fait dans les greniers traditionnels en matériaux végétaux améliorés,

🚩 Stockage en grains

Il se fait dans les structures de stockage fermé (greniers amélioré en terre, fûts plastiques ou métalliques, sacs en polyéthylène ou en jute de mêmes dimensions).

Pour des grandes quantités destinées à la vente, le stockage se fait dans des magasins.

9. Structures de stockage

🚩 **Choix du site ou du local de stockage**

- ☑ Eviter la proximité des zones susceptibles de favoriser la contamination (champ, points d'eau, toilettes ...);
- ☑ Orienter le local de façon à permettre le courant d'air et réduire la pénétration des rayons solaires ;
- ☑ les structures de stockage doivent préserver les denrées stockées des intempéries (pluie inondation, chaleur)



Photo 5 : Structure de stockage de type fermé

Types de structures de stockage

On distingue trois types de structures de stockage du maïs qui sont utilisés en fonction des localités, des groupes ethniques et de la destination des stocks

(consommation- ou vente) :

- les systèmes de stockage ouvert ;
- les systèmes de stockage semi-ouvert ;
- les systèmes de stockage fermé.

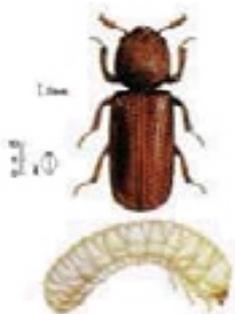
10. Principaux nuisibles du maïs durant le stockage et méthodes de lutte

Principaux insectes nuisibles du maïs en stockage

Les principaux insectes nuisibles au maïs durant le stockage sont les insectes qui appartiennent à l'ordre des coléoptères et des lépidoptères.

Au niveau des coléoptères, les principaux insectes nuisibles rencontrés sont :

-Rhizopertha dominica ; Prostephanus truncatus ; Sitophilus zea mais ; Trogoderm agranarium ; Tribolium castaneum et T. confusum



R. dominica



Adulte de *S.zeamaïs*



Adulte de *P. truncatus*



Adulte et larve de *Trogoderm*

Photo 6 : Insectes coléoptères nuisibles au maïs durant stockage

Au niveau des lépidoptères, les principaux insectes nuisibles rencontrés sont :

- ✓ *Plodia interpunctella* (Hubn) ;
- ✓ *Ephestia cautella* (Walk) ;
- ✓ *Sitotroga cerealella* (Oliv)

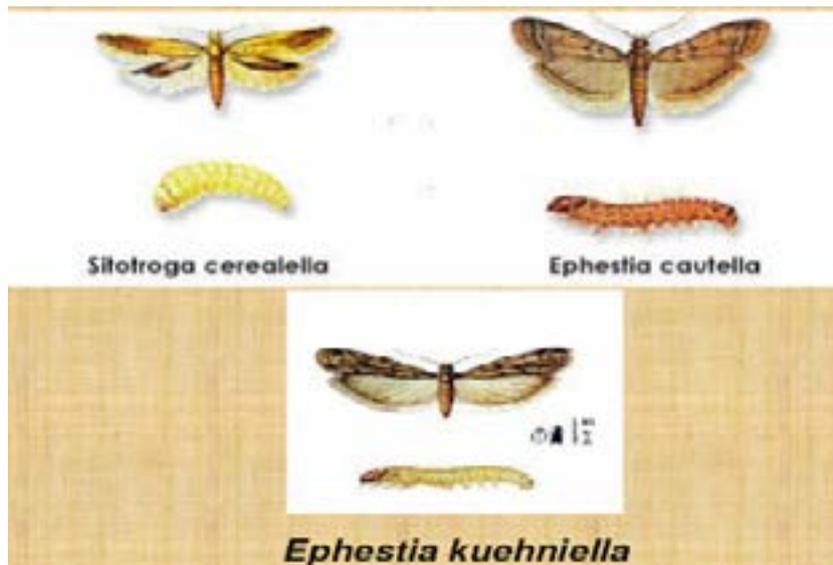


Photo 7 : Lépidoptères nuisibles au maïs durant le stockage

Nuisibilité causé par les insectes au maïs durant la phase de stockage

- Destruction de quantités importantes des graines de maïs ;
- Pertes du pouvoir germinatif des grains de maïs infestés ;
- Réduction de la capacité de germination des grains de maïs infestés ;
- Perte de la qualité de maïs infestés ;
- Perte de la valeur marchande des stocks de maïs infestés ;
- Dégâts de *S. zeamaïs* dans les stocks favorise l'installation des mycotoxines ;
- Certains insectes nuisibles (*Prostephanustruncatus* et *R. dominica*) attaquent le maïs en spathes, grains entiers ou brisés et en farines.



Photo 8 : Dégâts de *S. zea* maïs sur le stock de maïs (Photo CTA)

Les rongeurs nuisibles aux denrées stockés

Les rongeurs sont des mammifères qui s'attaquent aux grains de maïs durant le stockage. Il existe plusieurs espèces de rongeurs qui infestent les denrées stockées. Les rongeurs dans les stocks peuvent être détectés par les indices suivants :

- Présence des excréments laissés par les rongeurs sur les lieux de passage ;
- Marques huileuses dues au frottement du pelage des rongeurs contre les structures ou les parois des magasins ;
- Empreintes des rongeurs et poils laissés sur leur passage.

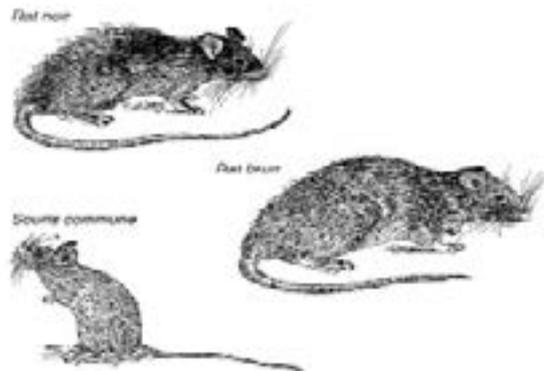


Photo 9: Les rongeurs nuisibles aux denrées stockés

Nuisibilité des rongeurs dans les stocks de maïs

- L'infestation des stocks de maïs par les rongeurs a pour conséquence : La prolifération des mycotoxines et des champignons sur les stocks de maïs ;
- La présence des mauvaises odeurs sur les stocks de maïs infestés ;
- Les stocks de maïs infestés par les rongeurs sont impropres à la consommation humaine.

Moisissures des grains de maïs durant le stockage

Les moisissures observées sur les grains de maïs sont provoquées par :

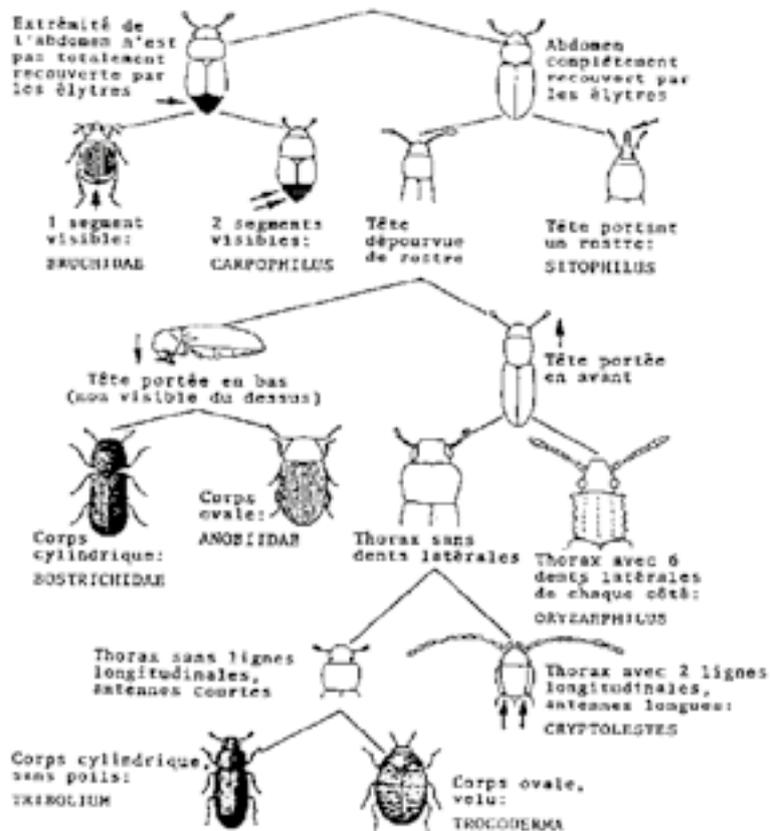
- Un mauvais séchage des grains de maïs ;
- Par la présence des micro-organismes saprophytes favorisée par une forte humidité ;
- Une forte humidité dans les structures de stockage favorise le développement de ces mycotoxines ;
- Mauvaise aération des magasins / grenier servant de lieu de stockage ;
- La consommation des épis ou de grains de maïs infectés peut provoquer des maladies.

11. Méthodes de lutte contre les insectes et les rongeurs nuisibles au maïs

Pour une meilleure approche de lutte, il est important d'identifier les différentes espèces d'insectes nuisibles au maïs durant le stockage.

Clé d'identification des principaux insectes nuisibles aux maïs

Planche : Clé d'identification des insectes nuisibles aux denrées stockées



Lutte préventive contre les nuisibles du maïs en stockage

Lutte préventive contre les insectes

- Grains de maïs destinés à être stocker doivent être bien secs et propres ;
- Utilisation des variétés résistantes (large couverture des spathes) ;
- Tri des épis pendant la récolte ;
- Trier les grains et ne conserver que les grains sains ;
- Les magasins ou greniers de stockage doivent être propres à l'intérieur et à l'extérieur ;
- Entretien des magasins/grenier de stockage (réparer les dommages affectant le bâtiment) ;
- S'assurer que les sacs de maïs à stocker ne sont pas infestés et bien les coudre ;
- Possibilité de conserver le maïs dans les sacs Pics pour une durée de stockage plus longue ;

Stockage et conservation en sacs pics :

Pour Le stockage & conservation en sacs PICS (Figure 10), les opérations à exécuter sont les suivantes:

- bien sécher le maïs (teneur en eau autour de 12%);
- bien vérifier que chacun des 2 sacs plastiques n'est pas troué;
- insérer les 2 sacs plastiques l'un dans l'autre et le tout dans le sac en polyéthylène;
- remplir doucement le sac de l'intérieur tout en secouant doucement l'ensemble pour éviter des poches d'air.
- éviter de laisser tomber des grains de maïs dans les autres sacs; entasser bien le maïs à l'aide de petits mouvements rotatoires des sacs;
- presser le sac contenant le maïs pour chasser l'air de l'intérieur et attacher ensuite le cou serré avec une corde ou un fil; tortiller le bout du cou restant au dessus du nœud et le courber en deux sur lui-même;
- attacher ensemble et fermement le bout tortillé et courbé.

- Possibilité de traiter les stocks de maïs avec un insecticide de contact.

☑ **Lutte préventive contre les rongeurs**

- Rendre l'accès des lieux de stockage difficile aux rongeurs ;
- Supprimer les abris et les cachettes pouvant servir de refuges aux rongeurs ;
- Enlever les ordures autour et dans des lieux de stockage ;
- Reconnaître les signes d'infestation des rongeurs :
 - présence d'excréments ;
 - traces des rongeurs ;
 - marques des pattes et queue à l'intérieur des structures de stockage ;
 - lieu de passe des rongeurs « propres » ;
 - Protéger les fenêtres d'aération des magasins par des grilles métalliques à mailles fines.

Lutte curative contre les insectes et rongeurs

La lutte curative contre les insectes consiste à utiliser les insecticides de contact pour les petites quantités de maïs à stocker.

☑ **Exemple d'insecticides de contact:**

- Actellic Super Dust (16g/ kg de Pyrimiphos –Methyl + 3g/ kg de Permethrine) ;
- Actellic 50EC (Pyrimiphos –Methyl 50g/l)
- Actellic Gold Dust ((16g/ kg de Pyrimiphos –Methyl + 3,6g/kg de Thiamexthoxam)



Photo 10 : Sachet Actellic Super Dust utilisé en protection des stocks (Photo : O. Issoufou)

Ce type d'insecticide est utilisé pour les grandes quantités de maïs à stocker/exporter

- Fumigants (phosphore d'aluminium ou de magnésium, Phostoxin dont l'utilisation des fumigants nécessite une formation préalable) ;
- Ne stockez pas le maïs traité au Phostoxin dans une salle de séjour ou dans une étable ;
- Enlevez et débarrassez-vous du résidu de Phostoxin et exposez les graines à l'air libre pendant 1 heure avant utilisation.



Photo 11 : Boite de phostoxin utilisé en protection des grand stocks (Photo : O. Issoufou)

La lutte curative contre les rongeurs consiste à l'utilisation de pièges

Précaution à prendre pour l'utilisation des insecticides

- Se protéger et protéger les personnes non autorisées (enfants- femmes enceintes-les animaux domestiques) pendant et après les traitements ;
- Garder les insecticides dans leurs contenants originaux ;
- Ne pas utiliser les contenants à pesticides pour conserver ou boire l'eau potable ;
- Se laver après tout traitement insecticide ;
- Porter les équipements individuels de protection (combinaison, gants, bottes ; lunettes, masque approprié) ;
- N'utiliser que des produits et les doses recommandées par le Comité sahélien des pesticides ou en suivant les prescriptions de la notice d'utilisation ;
- Se garder de consommer toute denrée alimentaire accidentellement contaminée par les produits chimiques ;
- Respecter les délais de durée d'action des molécules chimiques ;
- Pour certaines molécules chimiques, s'adresser aux spécialistes pour les traitements ;
- Faire recours aux spécialistes pour utiliser certains insecticides.

12. Critères indicatifs de qualité d'un produit bien conservé

Les grains de maïs bien stocké se reconnaissent par :

- Absence des grains pourris, perforés ou vides dans les stocks à vendre ou consommer ;
- Taux d'impuretés très bas ;
- Absence d'insectes dans les denrées stockées ;

- Grains doivent être bien secs ;
- Absence d'odeurs dans les stocks.

13. Gestion des stocks de maïs

- S'assurer du bon état du magasin avant et pendant le stockage ;
- Utiliser le principe de FIFO ;
- Bien empiler les sacs pour garantir la stabilité et faciliter le comptage ;
- Les sacs ne doivent toucher ni les parois, ni le toit, ni aucune autre structure du magasin,
- Ne pas stocker directement les sacs à même le sol ;
- Utiliser les palettes pour supporter les sacs de maïs ;
- Laisser une allée de 50 cm au moins entre les parois et le stock permettre l'inspection et le traitement ;
- Inspecter régulièrement les stocks au moins une fois par semaine (olfactive, visuelle);
- Tenir à jour le registre des stocks d'entrée et de sortie ;
- Contrôler le poids de tous les sacs à l'entrée et à la sortie du magasin;
- Contrôler la qualité des sacs par échantillonnage à l'entrée et à la sortie;
- Disposer d'un équipement minimum : balance, hygromètre, sonde, balais, tamis;
- Chaque lot dans le magasin doit être étiqueté et reconnaissable.

Aspect genre

Contraintes	Manifestation	Solutions préconisées
Manque d'information	Méconnaissance et faible intégration des bonnes pratiques de stockage et de conservation	Sensibiliser les équipes de formations pour impliquer les femmes à ces activités Former sur les techniques de stockage et de conservation
Difficulté d'accès aux produits de traitement	Dégâts et pourriture	Faciliter l'accès aux produits de traitement et sur l'utilisation de ce produit.
Contraintes liées l'application des bonnes pratiques par les femmes	Les conditions de stockages (lieu et équipement) et les traitements nécessitent des ressources financières	Accompagner avec les équipements adéquats pour le stockage

14. References bibliographiques

Afrique verte. 2004. Module de formation sur les techniques de stockage et de conservation **des céréales. Première édition.42 PAGES**

CTA et EAGC. 2013. Systèmes commerce structuré de céréales en Afrique. Centre technique de coopération agricole et rurale. ACP-UE. 126 pages

Delobel A., tran M. 1993. Les coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes. Edition Orstom 424 p.

Genest C., Traoré A. et Bambara P. 1990. Guide pratique de protection des grains entreposés. Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, Direction de la Protection des Végétaux et du Conditionnement, Coopération Canado-Burkinabè, Ouagadougou, 105 pages.

Gwinner J., Harnisch R. et Mück O. 1991. Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte, Ed. G.T.Z. Postach 5180, D-65726 Eschborn, Hamburg, 332p.

IITA. 1984. Manuel de protection : Le Maïs- Volume II ; série manuel ; édition IITA, 151 p.

Rodriguez C., schifers B., Haubruge E., 1985. Lutte préventive et curative à l'égard de *S. zeamais* (Motsch) (Col., Curculionidae). Gembloux (Belgium). 609-918 p.

SanouJ ,Zagre M B. Daganom.J , Traoré K ., Ouédraogo I , Compaoré E., Diasso H Paré P , Korogo M, Sib/ Kaboré J, Ouédraogo S., Sandwidi R , Zouré G , Coulibaly M, Nadié H. 2011. Manuel de production rentable de maïs de consommation. INERA/ FNZ, 36p.



Contacts : Programme ACMA 2
IFDC-BENIN: Quartier Agbondjèdo c/1079
Face Complexe scolaire Baptiste, Cotonou, Bénin
Tel: (+229) 21 30 59 90 / (+229) 21 30 76 20
Chef Programme : cdangbegnon@ifdc.org;
www.ifdc.org/acma-BENIN/