



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



MANUEL TECHNIQUE DE PROTECTION DU MAÏS EN CULTURE ET EN STOCKAGE AU BÉNIN



MANUEL TECHNIQUE DE PROTECTION DU MAÏS EN CULTURE ET EN STOCKAGE AU BÉNIN

SIKIROU Rachidatou	Maître de Recherche du CAMES, Phytopathologie et Protection des végétaux, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin
NAKOUZI Serge	MSc, DOL (Oxon), FSMF, Chartered FCIPD Représentant régional Adjoint de la FAO pour l'Afrique Représentant par intérim de la FAO Bénin
ADANGUIDI Jean	PhD en Agroéconomie, Chargé de programme, FAO Bénin
BAHAMA Jean	Officier en charge de la production et de la protection des végétaux, FAO/RAF

Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin

Cotonou, 2020

Citer comme suit:

Sikirou R., Nakouzi S., Adanguidi J. and Bahama J. 2020. Manuel technique de protection du maïs en culture et en stockage au Bénin. Cotonou. <https://doi.org/10.4060/ca2958fr>

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) ou de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) 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. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO ou de l'INRAB aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue 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 ou de l'INRAB.

ISBN 978-92-5-131245-2 (FAO)

© FAO, 2020



Certains droits réservés. Ce travail est mis 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 Internationales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.fr>).

Selon les termes de cette licence, ce travail peut être copié, diffusé et adapté à des fins non commerciales, sous réserve de mention appropriée de la source. Lors de l'utilisation de ce travail, aucune indication relative à l'approbation de la part de la FAO d'une organisation, de produits ou de services spécifiques ne doit apparaître. L'utilisation du logo de la FAO n'est pas autorisée. Si le travail est adapté, il doit donc être sous la même licence Creative Commons ou sous une licence équivalente. Si ce document fait l'objet d'une traduction, il est obligatoire d'intégrer la clause de non responsabilité suivante accompagnée de la citation indiquée ci-dessous: «Cette 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 ou de l'exactitude de cette traduction. L'édition originale [langue] doit être l'édition qui fait autorité.»

Tout litige relatif à la licence ne pouvant être réglé à l'amiable sera soumis à une procédure de médiation et d'arbitrage au sens de l'Article 8 de la licence, sauf indication contraire aux présentes. 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).

Documents de tierce partie. Les utilisateurs qui souhaitent réutiliser des matériels provenant de ce travail et qui sont attribués à un tiers, tels que des tableaux, des figures ou des images, ont la responsabilité de déterminer si l'autorisation est requise pour la réutilisation et d'obtenir la permission du détenteur des droits d'auteur. Le risque de demandes résultant de la violation d'un composant du travail détenu par une tierce partie incombe exclusivement à 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 acquis par le biais du courriel suivant: publications-sales@fao.org. Les demandes pour usage commercial doivent être soumises à: www.fao.org/contact-us/licence-request. Les demandes relatives aux droits et aux licences doivent être adressées à: copyright@fao.org.



TABLE DES MATIÈRES

LES COLLABORATEURS.....	V
REMERCIEMENTS.....	X
SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....	XI
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
CHAPITRE 1 : RECONNAISSANCE DES RAVAGEURS DU MAÏS EN CULTURE AU BÉNIN ET MÉTHODES DE LUTTE.....	5
INTRODUCTION.....	7
1. Quels sont les principaux insectes ravageurs en culture du maïs et les méthodes de lutte ?.....	7
1.1. Comment reconnaître et lutter contre les principaux ravageurs du sol en culture du maïs ?.....	7
1.1.1. Quels sont les principaux ravageurs du sol en culture du maïs ?.....	7
1.1.1.2. Comment lutter contre les insectes ravageurs du sol en culture du maïs ?.....	10
1.2. Comment reconnaître et lutter contre les principaux foreurs de tiges et d'épis de maïs ?.....	11
1.2.1. Quels sont les principaux foreurs de tige et d'épis de maïs ?.....	11
1.2.2. Comment lutter contre les foreurs de tiges et d'épis de maïs ?.....	13
1.3. Comment reconnaître et lutter contre les principaux ravageurs des feuilles de maïs ?.....	15
1.3.1. Quels sont les principaux ravageurs des feuilles de maïs ?.....	15
1.3.2. Comment lutter contre les ravageurs des feuilles de maïs ?.....	18
1.3. Quels sont les principaux mammifères rongeurs ravageurs du maïs en culture et les méthodes de lutte ?.....	19
1.3.1. Comment reconnaître ces trois mammifères rongeurs ravageurs du maïs en culture ?.....	19
1.3.2. Comment lutter contre les mammifères rongeurs ravageurs du maïs en culture ?.....	21
1.4. Quels sont les principaux oiseaux granivores en culture du maïs et les méthodes de lutte ?.....	22
1.4.1. Comment reconnaître ces quatre principaux oiseaux granivores ?.....	22
1.4.2. Comment lutter contre les oiseaux granivores en culture du maïs ?.....	24
1.4.2.1. Comment lutter contre le francolin ?.....	24
1.4.2.2. Comment lutter contre le tisserin gendarme, le mange-mil et la perruche à collier ?.....	24
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	25
CHAPITRE 2 : RECONNAISSANCE DES MALADIES DU MAÏS EN CULTURE AU BÉNIN ET MÉTHODES DE LUTTE.....	28
INTRODUCTION.....	30
2. COMMENT RECONNAÎTRE ET LUTTER CONTRE LES MALADIES CAUSÉES PAR LES CHAMPIGNONS EN CULTURE DE MAÏS ?.....	30
2.1. Comment reconnaître les maladies causées par les champignons en culture du maïs ?.....	30
2.1.1. Comment reconnaître les helminthosporioses du maïs?.....	30
2.1.2. Comment reconnaître la rouille du maïs?.....	31
2.1.3. Comment reconnaître la cercosporiose du maïs?.....	32
2.1.4. Comment reconnaître la curvulariose du maïs?.....	32
2.2. Comment lutter contre les maladies causées par les champignons du maïs en culture ?.....	33
2.2.1. Utilisation de variétés résistantes ou tolérantes.....	33
2.2.2. Application des bonnes pratiques culturales.....	34
2.2.3. Application de produits de protection des plantes.....	35



2.3.	Comment reconnaître et lutter contre la striure, une maladie virale du maïs en culture ?.....	37
2.3.1.	Comment reconnaître la striure du maïs?	37
2.3.2.	Comment lutter contre la striure, une maladie virale du maïs en culture ?	37
2.3.2.1.	Utilisation de variétés résistantes	37
2.3.2.2.	Application des bonnes pratiques culturales	38
2.3.2.3.	Application de produits chimiques de synthèse.....	38
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES		39
CHAPITRE 3 : RECONNAISSANCE DES MAUVAISES HERBES ET ADVENTICES EN CULTURE DE MAÏS AU BÉNIN ET MÉTHODES DE LUTTE.....		41
INTRODUCTION		43
3.1.	Quelles sont les principales mauvaises herbes et adventices en culture du maïs au Bénin ?	43
3.1.1.	Comment reconnaître les Poacées ?	44
3.1.2.	Comment reconnaître les Cypéracées ?	45
3.1.3.	Comment reconnaître les mauvaises herbes à feuilles larges?.....	46
3.1.4.	Comment reconnaître le Strigadu maïs?	47
3.2.	Quand est-ce que les mauvaises herbes et adventices deviennent nuisibles au maïs?	48
3.3.	Quelles sont les différentes méthodes de lutte contre les mauvaises herbes et adventices en culture de maïs?	49
3.3.1.	Utilisation des variétés de maïs résistantes ou tolérantes contre les mauvaises herbes	49
3.3.2.	Application des bonnes pratiques culturales	50
3.3.2.1.	Sarclage manuel.....	50
3.3.2.2.	Sarclage mécanique.....	51
3.3.2.3.	Assolement-rotation et association de cultures	51
3.3.3.	Utilisation des herbicides.....	53
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES		55
CHAPITRE 4: RECONNAISSANCE DES RAVAGEURS DU MAÏS EN STOCKAGE AU BÉNIN ET MÉTHODES DE LUTTE		57
INTRODUCTION		59
4.1.	Quels sont les principaux nuisibles des stocks de maïs et les méthodes de lutte?	59
4.1.1.	Quels sont les principaux insectes prédateurs du maïs en stock au Bénin, les dispositions préliminaires à prendre et les méthodes de lutte?.....	59
4.1.1.1.	Quels sont les principaux coléoptères rencontrés dans les stocks de maïs au Bénin?	59
4.1.1.2.	Quels sont les lépidoptères rencontrés dans les stocks de maïs au Bénin?.....	62
4.1.1.3.	Quelles sont les dispositions préliminaires à prendre pour une bonne conservation du maïs contre les insectes de stockage?	63
4.1.1.4.	Quelles sont les méthodes de lutte contre les insectes ravageurs du maïs en stock?	65
4.1.2.	Quels sont les principaux champignons qui causent des moisissures au maïs en stock au Bénin et comment prévenir leur développement sur le maïs?	69
4.1.2.1.	Quels sont les principaux champignons qui causent des moisissures au maïs en stock?.....	69
4.1.2.2.	Comment prévenir le développement des moisissures du maïs en stock?.....	71
4.1.3.	Quels sont les principaux mammifères rongeurs dommageables aux stocks de maïs au Bénin et les méthodes de lutte?	71
4.1.3.1.	Quels sont les principaux mammifères rongeurs qui causent des dommages et divers dégâts aux différents stocks de maïs?	71
4.1.3.2.	Comment lutter contre les mammifères rongeurs du maïs en stock?	72
4.2.	Quelles sont les structures de stockage recommandées pour la conservation du maïs?.....	77
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES		78
ANNEXES		80



TABLEAUX

1. Produits utilisés pour lutter contre les ravageurs du sol	10
2. Variétés de maïs résistantes ou tolérantes aux foreurs de tige	13
3. Produits utilisés contre les foreurs de tiges et d'épis	14
4. Produits utilisés contre les ravageurs des feuilles	18
5. Programme de traitement phytosanitaire contre la chenille légionnaire d'automne en fonction du cycle végétatif du maïs	19
6. Rodenticides utilisés pour lutter contre les rongeurs au semis du maïs	21
7. Variétés de maïs résistantes ou tolérantes à l'Helminthosporiose, à la Rouille, à la Cercosporiose et à la Curvulariose	33
8. Produits de protection des plantes recommandés pour lutter contre les champignons en culture de maïs	36
9. Variétés de maïs résistantes ou tolérantes à la striure du maïs	38
10. Produits de protection des plantes recommandés pour lutter contre les vecteurs de la striure du maïs	38
11. Quelques variétés de maïs résistantes ou tolérantes au Strigahermonthica	49
12. Herbicides totaux recommandés en culture de maïs au Bénin	53
13. Herbicide de prélevée recommandé en culture de maïs au Bénin	53
14. Herbicide de post-levée recommandé en culture de maïs au Bénin	54
15. Utilisation des plantes à effets insecticides/insectifuges recommandées pour lutter contre les ravageurs de maïs en stock	66
16. Poudres insecticides recommandées pour lutter contre les ravageurs de maïs en stock	68
17. Raticide anticoagulant homologué au Bénin	74
18. Quelques poisons violents recommandés pour lutter contre les rongeurs de stocks	76

FIGURES

1: Larve (A) et Adulte (B) du hanneton	8
2: Racines de jeunes plants de maïs détruites par le ver blanc	8
3: Larve (A) et Adulte (B) du ver gris	8
4: Plant de maïs coupé par le ver gris (© AMYOT Martine)	8
5: Colonie de termites	9
6: Placage de terre construit par les termites sur les plants de maïs	9
7: Grillon adulte	9
8: Plant de maïs sectionné au collet par un grillon	9
9: Larve (A) et Adulte (B) du foreur africain de sorgho	11
10: Plant de maïs foré par la chenille du foreur africain du sorgho	11
11: Larve (A) et Adulte (B) du foreur africain de la canne à sucre	11
12: Dégât du foreur africain de la canne à sucre sur tige de maïs	12



13: Larve (A) et Adulte (B) du foreur rose africain	12
14: Feuilles de maïs rongées par la larve du foreur rose africain.....	12
15: Larve (A) et Adulte (B) du foreur d'épi de maïs	12
16: Épi de maïs attaqué par le foreur d'épi.....	12
17: Exemple d'un plan de rotation du maïs avec le manioc et le niébé pour lutter contre les foreurs de tiges	13
18: Enfouissement des résidus de récoltes par un labour.....	14
19: Jeune larve (A) larve âgée (B) et adulte (C) de la chenille légionnaire d'automne	15
20: Plant de maïs attaqué par la chenille légionnaire d'automne	15
21: Larve (A) et Adulte (B) de la chenille enrouleuse de feuille.....	16
22: Feuille de maïs rongée par la chenille avec un début d'enroulement	16
23: Criquet puant.....	16
24: Criquet du riz (A), criquet sénégalais (B) et <i>Kraussaria angulifera</i> (C).....	17
25: Champ de maïs attaqué par une colonie de criquets	17
26: Puceron de maïs	17
27: Plant de maïs montrant l'attaque des pucerons	17
28: Rat à mamelles multiples	19
29: Rat roussard.....	20
30: Dégât du rat roussard sur épis du maïs	20
31: Aulacode (A) et son dégât dans un champ de maïs (B).....	20
32: Différents types de pièges	21
33: Sarclage des alentours d'un champ de maïs par un producteur contre les mammifères rongeurs	21
34: Le francolin	22
35: Francolins déterrants les semences.....	22
36: Femelle (A) et mâle (B) du tisserin gendarme.....	22
37: Dégâts du tisserin gendarme sur un épi de maïs	22
38: Mange-mil.....	23
39: Perruche à collier.....	23
40: Dégât de la perruche à collier sur un épi de maïs	23
41: Champ de maïs gardé par les producteurs contre les oiseaux	24
42: Feuilles de maïs montrant l'attaque de <i>Helminthosporium maydis</i>	30
43: Feuilles de maïs montrant l'attaque de <i>Helminthosporium turcicum</i>	31
44: La rouille en début d'attaque	31
45: Stade évolué de l'attaque des feuilles de maïs par la rouille.....	31
46: Feuille de maïs attaquée par la cercosporiose.....	32
47: Un plant de maïs montrant les symptômes de la curvulariose	32
48: Enfouissement des résidus de récoltes par un labour (A-labour manuel, B-labour mécanique).....	34
49: Systèmes de rotation avec le maïs.....	35
50: Cicadelle adulte vecteur du virus de la striure du maïs	37
51: Symptômes du MSV sur une feuille de maïs.....	37
52: L'herbe de Guinée (<i>Panicum maximum</i>)	44
53: Quelques autres espèces de Poacées rencontrées en culture de maïs au Bénin	44
54: <i>Kyllinga squamulata</i>	45
55: <i>Cyperus tuberosus</i>	45



56: Quelques autres espèces de Cypéracées rencontrées en culture de maïs au Bénin.....	45
57: <i>Commelina benghalensis</i>	46
58: Quelques autres espèces de plantes à feuilles larges rencontrées en culture du maïs au Bénin	46
59: Plants de <i>Striga</i> fixés sur les racines d'un plant de maïs	47
60: Champ de maïs infesté par le striga.....	48
61: Champ de maïs envahi par les mauvaises herbes.....	48
62: Sarclage manuel à la houe.....	50
63: Sarclage à la charrue	51
64: Exemple d'un plan de rotation du maïs avec le niébé et le manioc pour lutter contre le <i>Striga</i>	52
65: Champ montrant la réduction des mauvaises herbes dans une association du maïs avec le pois d'angle	52
66: Adulte (A) et Larve (B) du charançon du maïs	60
67: Dégâts du charançon sur l'épi.....	60
68: Charançon du riz adulte	60
69: Adulte (A) et Larve (B) du grand capucin du maïs.....	61
70: Dégâts du grand capucin sur un grain de maïs.....	61
71: Adulte (A) et Larve (B) du grand capucin du maïs.....	62
72: Farine de maïs souillée par <i>Tribolium</i>	62
73: Adulte (A) sur un épi de maïs et Larve (B) logée dans un grain de maïs	63
74: Dégât de l'alucite des céréales sur épi de maïs	63
75: Palette (A) et mode d'entreposage des sacs de maïs (B).....	64
76: Quelques plantes à effet insecticides/insectifuges recommandées pour lutter contre les ravageurs de maïs en stock	65
77: Mode de traitement du maïs avec les cendres des espèces botaniques	67
78: Application de poudre insecticide au stock de maïs égrené (A), transvasement de maïs traité dans un sac (B) et fermeture du sac rempli (C)	68
79: Mesures à prendre avant la consommation du maïs conservé avec un insecticide.....	69
80: Épi de maïs couvert de moisissure d' <i>Aspergillus spp.</i>	70
81: Épis de maïs couverts de moisissure de <i>Fusarium spp.</i>	70
82: Épis de maïs couverts de moisissure de <i>Penicillium spp.</i>	70
83: Souris domestique.....	71
84: Rat noir	71
85: Rat brun consommant les grains de maïs après avoir endommagé le sac.....	72
86: Postes de pièges métalliques dans un entrepôt de stockage de maïs.....	73
87: Comportements à adopter avant de renouveler les appâts des pièges métalliques	74
88: Postes de raticide anticoagulant dans un entrepôt de stockage de maïs	75
89: Postes d'appât contenant de poison violent dans un entrepôt de stockage de maïs.....	76
90: Dispositions pour l'application des pesticides chimiques de synthèse.....	82



LES COLLABORATEURS

BOUKARI Sharif:	Master en Entomologie Agricole
IDRISSOU-TOURE Malick:	Master en Agronomie
DOSSOUMOU M-E. E. Akinni:	Master en Microorganismes et Protection des Plantes
ZOCLI Bruno:	Master en Agronomie
ABOUDOU Malick:	Master en Entomologie Agricole
IDRISSOU B. Souradji:	Technicien Supérieur en Entomologie



REMERCIEMENTS

Financé par la FAO, ce manuel a été réalisé dans le cadre des activités du projet TCP/BEN/3603 «Intensification durable de la production du maïs chez les petits producteurs des départements de l'Alibori et du Borgou au Bénin».

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude:

- ❖ au Directeur Général de l'INRAB, Docteur Ir. Patrice Ygué ADEGBOLA, pour avoir soutenu cette initiative de valorisation des acquis de recherche;
- ❖ au Directeur Scientifique de l'INRAB, Docteur Ir. Nestor René AHOYO ADJOVI, pour son suivi au cours de l'élaboration de ce manuel;
- ❖ à Docteur Ir. David Y. ARODOKOUN et au Professeur Dr Ir. Guy Apollinaire MENSAH, pour la relecture de ce manuel;
- ❖ au personnel du Laboratoire de Défense des Cultures (LDC), pour son appui aux expérimentations;
- ❖ aux Directeurs des Centres de Recherches Agricoles Sud (Professeur Dr Ir. Adolphe ADJANOHOON), Centre (Feu Docteur Ir. AHIOU Kouessi à titre posthume) et Nord (Docteur Ir. Gouro Chabi YALLOU), pour avoir abrité les différents essais ayant abouti à l'élaboration de ce document;
- ❖ aux Responsables du Secteur Agricole de la Commune de Zè, pour leur contribution à l'identification des producteurs ayant abrité les essais;
- ❖ aux producteurs semenciers de maïs de la commune de Zè, qui ont abrité les expérimentations ayant abouti à l'élaboration de ce document;
- ❖ au groupe d'acteurs ayant validé ce document, notamment:
 - les Directions techniques du MAEP (DQIFE, DPV, DDAEP Atlantique, Ouémé et Alibori);
 - le Président de la FUPRO-Bénin et ses collaborateurs;
 - le Représentant résident de l'IITA et son personnel;
 - le Doyen de la FSA-UAC et ses collaborateurs;
 - le Président de la PNOPPA et ses collaborateurs;
- ❖ à toute personne ayant contribué, d'une manière ou d'une autre, à l'élaboration de ce manuel.



SIGLES ET ABRÉVIATIONS

APV: Autorisation Provisoire de Vente

CARDER: Centre Agricole Régional pour le Développement Rural

CIMMYT: Centro Internacional para Mejoramiento de Maiz Y Trigo (Centre International d'Amélioration du Maïs et du Blé)

CNAC: Comité National d'Agrément et de Contrôle des Produits Phytopharmaceutiques

CRA: Centre de Recherches Agricoles

DDAEP: Direction Départementale de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche

DPV: Direction de la Production Végétale

DQIFE: Direction de la Qualité, des Innovations et de la Formation Entrepreneuriale

EPI: Equipement de Protection Individuelle

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

FSA: Faculté des Sciences Agronomiques

IITA: Institut International d'Agriculture Tropicale

INRAB: Institut National des Recherches Agricoles du Bénin

LDC: Laboratoire de Défense des Cultures

MAEP: Ministre de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche

RDR: Responsable du Développement Rural

PSRSA: Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole

TSPV: Technicien Spécialisé en Production Végétale

UAC: Université d'Abomey-Calavi

PIB: Produit Intérieur Brut



INTRODUCTION GÉNÉRALE





Au Bénin, le maïs (français), agbado (dendi/nago/yoruba), gbérénu ou mandé (batonou) et gbadé (fongbé) est la principale céréale cultivée par les producteurs. Il est produit dans tous les départements du Bénin et occupe 70% de la superficie totale consacrée aux céréales. Le maïs est la première denrée de base pour plus de 8 millions d'habitants, soit environ 80% de la population béninoise. Ainsi, il joue un rôle primordial dans la sécurité alimentaire. Il fait aussi objet d'importantes transactions financières et représente une source de revenus pour les producteurs.

Plusieurs facteurs biotiques causent des pertes énormes aussi bien au cours de la période végétative que pendant le stockage. Les principaux nuisibles rencontrés sont les ravageurs comptant les insectes, les mammifères rongeurs et les oiseaux granivores, les agents pathogènes impliquant surtout les champignons et les virus, et les mauvaises herbes et adventices. Les pertes occasionnées par ces nuisibles peuvent aller de 30 à 100% en quelques mois.

Sur la base d'une synthèse bibliographique des divers travaux scientifiques réalisés sur le maïs et dont les références sont données à la fin de chaque chapitre, le présent manuel vise à fournir des connaissances sur ses nuisibles et sur les méthodes de leur gestion efficace. Il vise aussi à réduire leur incidence et à assurer la disponibilité du maïs pour l'alimentation des populations et des animaux sur une longue période de l'année. Enfin, il vise à garantir l'approvisionnement en semences pour la saison suivante et à éviter le bradage du maïs. Ainsi, le manuel comporte les quatre chapitres suivants bien illustrés:

- Chapitre 1. Reconnaissance des ravageurs du maïs en culture au Bénin et méthodes de lutte;
- Chapitre 2. Reconnaissance des maladies du maïs en culture au Bénin et méthodes de lutte;
- Chapitres 3. Reconnaissance des mauvaises herbes et adventices en culture du maïs au Bénin et méthodes de lutte;
- Chapitre 4. Reconnaissance des nuisibles du maïs en stockage au Bénin et méthodes de lutte.



CHAPITRE 1



RECONNAISSANCE DES RAVAGEURS DU MAÏS EN CULTURE AU BÉNIN ET MÉTHODES DE LUTTE



INTRODUCTION

La culture du maïs est confrontée aux attaques de nuisibles tout au long de son cycle végétatif. Parmi ces nuisibles, les ravageurs sont les plus dommageables à la culture du maïs. Le cas le plus récent est l'invasion des champs de maïs par la chenille légionnaire d'automne qui a engendré sur toute l'étendue du territoire béninois des pertes allant jusqu'à 53%. Outre ce ravageur, plusieurs autres se rencontrent en culture de maïs et causent des dégâts avec des pertes de rendement avoisinant les 20%. Ces ravageurs et leurs méthodes de lutte sont méconnus par la plupart des techniciens et des producteurs.

Comment reconnaître et lutter contre les principaux ravageurs du maïs en culture? Telle est la question principale à laquelle le chapitre 1 de ce manuel apporte des approches de solution assez pratiques. Ainsi, il sert de guide aux techniciens du secteur agricole pour la reconnaissance des ravageurs du maïs (description, dégâts et importances) et des méthodes adéquates de lutte (mesures sanitaires préventives, lutte à base des produits de protection et utilisation des variétés de maïs résistantes ou tolérantes). Toutes ces informations et les dispositions pratiques résumées et données dans ce chapitre sont une synthèse bibliographique des travaux scientifiques réalisés sur cette thématique dont les références sont présentées à la fin de ce chapitre.

Le maïs en culture est attaqué tant par les insectes que par les mammifères rongeurs et les oiseaux.

1. QUELS SONT LES PRINCIPAUX INSECTES RAVAGEURS EN CULTURE DU MAÏS ET LES MÉTHODES DE LUTTE ?

Le maïs en culture est attaqué par trois grands groupes d'insectes au Bénin. Il s'agit des ravageurs du sol, des foreurs de tiges et d'épis et des ravageurs des feuilles de maïs.

1.1. Comment reconnaître et lutter contre les principaux ravageurs du sol en culture du maïs ?

1.1.1. Quels sont les principaux ravageurs du sol en culture du maïs ?

Le ver blanc (*Heteronych ussp.*), le ver gris (*Agrotis ipsilon*), le grillon (*Brachytrupes membranaceus*) et les termites (Macrotermes, Microtermes et Odontotermes) sont les quatre (4) principaux insectes ravageurs du sol en culture de maïs.





i). Le ver blanc: *Heteronychus* sp.

- **Description:** le ver blanc est la larve du hanneton. Il se reconnaît par la couleur blanche de son corps et sa tête brune. À maturité, il a une forme en « C » et mesure 2 à 3 mm (Figure 1A). L'adulte est de couleur brune ou noire et mesure 1 à 2 cm (Figure 1B).
- **Dégâts:** le ver blanc attaque les jeunes plants de maïs de 1 à 2 semaines d'âge et détruit leurs racines (Figure 2); ce qui provoque leur flétrissement.



Figure 1: Larve (A) et Adulte (B) du hanneton
© Roxanne BERNARD

Figure 2: Racines de jeunes plants de maïs détruites par le ver blanc
© ALEJANDROORTEGA Corona



ii). Le ver gris: *Agrotis ipsilon*

- **Description:** le ver gris (Figure 3A) est la chenille du papillon *Agrotis ipsilon*. Il est charnu, de couleur grisâtre avec une tête noire. Ce ver s'enroule sur lui-même lorsqu'il est dérangé. Il mesure 3,5 à 50 mm de long. Le papillon, de couleur grise, mesure 40 à 55 mm d'envergure (Figure 3B).
- **Dégâts:** la nuit, le ver gris se nourrit de la base des plants de maïs en les coupant au collet et au ras du sol. Il se nourrit aussi des contours des feuilles de maïs formant de petits trous irréguliers (Figure 4).
- **Importance économique:** les pertes de rendement dues à ce ver sont de l'ordre de 10%.



Figure 3: Larve (A) et Adulte (B) du ver gris
© Geneviève LABRIE

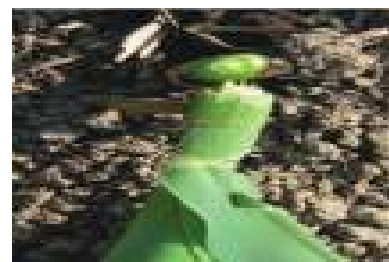


Figure 4: Plant de maïs coupé par le ver gris
© Martine AMYOT



iii). Les termites: *Macrotermes*, *Microtermes* et *Odontotermes*

- **Description:** les termites ont un corps mou de couleur blanchâtre sans ailes et mesurent 3 à 5 mm de long. Ils ont une grosse tête de couleur rose-jaune et des mandibules bien développées qui sont de véritables pinces (Figure 5). Dans la société des termites, seuls les soldats sont nuisibles aux cultures.
- **Dégâts:** les termites détruisent la plante à partir des racines. L'intérieur du collet de la tige est consommé et remplacé par la terre argileuse. Ils construisent des galeries et des placages qui leur servent de protection pour attaquer la plante (Figure 6). En cas de forte attaque, les termites envahissent les épis de maïs.
- **Importance économique:** les pertes de récolte engendrées par les dégâts des termites sont de l'ordre de 20 à 45%.



Figure 5: Colonie de termites
© Jean-Benoît ALBERTINI



Figure 6: Placage de terre construit par les termites sur les plants de maïs
© Ouorou Kobi DOURO KPINDOU

iv). Le grillon: *Brachytrupes membranaceus*

- **Description:** le grillon a une couleur noir brillant. La partie postérieure de la tête est plus claire. Les tibias des pattes postérieures ont de puissantes griffes (Figure 7). L'adulte mesure 45 à 50 mm de long. La larve ressemble à l'adulte.
- **Dégâts:** les larves et les adultes sectionnent les jeunes plantules de maïs au niveau du sol à l'aide de leurs puissantes mandibules (Figure 8).



Figure 7: Grillon adulte
© Piotr NASKRECHI



Figure 8: Plant de maïs sectionné au collet par un grillon
© Anne LATREILLE



1.1.2 Comment lutter contre les insectes ravageurs du sol en culture du maïs?

L'application des mesures préventives et des produits de protection permettent de lutter contre les vers, les termites et les grillons.

v). Mesures préventives

Les mesures préventives consistent à faire ce qui suit:

- détruire les mauvaises herbes et les résidus de culture en début de campagne, 2 semaines avant le semis;
- labourer le sol pour exposer les insectes ravageurs du sol au soleil et aux ennemis naturels.




vi). Lutte à base des produits de protection

Pour protéger les plants de maïs contre les insectes ravageurs du sol, il faut faire ce qui suit:

- pulvériser les jeunes plants de maïs au collet avec un insecticide de synthèse;
- appliquer les produits à partir de 7 jours après semis;
- procéder à des applications tard le soir et de préférence lorsque le sol est humide.

Les produits recommandés, les doses, les fréquences d'application et les délais avant récolte sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1. Produits utilisés pour lutter contre les ravageurs du sol

Ravageurs	Matières Actives	Doses (litre/ha)	Fréquence d'application (jour)	Nombre d'applications
 Ver blanc	Lambdacyhalothrine 15 g/litre + Acétamipride 10 g/litre	1	10	3
	Cyperméthrine 35 g/litre	1	10	3
 Ver gris	Lambdacyhalothrine 15 g/litre + Acétamipride 10 g/litre	1	10	3
	Cyperméthrine 35 g/litre	1	10	3
 Termites	Lambdacyhalothrine 15 g/litre + Acétamipride 10 g/litre	1	10	3
	Cyperméthrine 35 g/litre	1	10	3

Source: INRAB, 2018

NB: Contre les grillons, poser également des appâts constitués d'un support à base du son de maïs et d'un insecticide contenu dans le Tableau 1 ci-dessus.



1.2 Comment reconnaître et lutter contre les principaux foreurs de tiges et d'épis de maïs?

1.2.1. Quels sont les principaux foreurs de tige et d'épis de maïs?

Les foreurs de tiges de maïs les plus fréquents sont le foreur africain du sorgho (*Busseola fusca*), le foreur africain de la canne à sucre (*Eldana saccharina*) et le foreur rose africain (*Sesamia calamistis*). *Mussidiana grivenella* est le principal foreur identifié sur les épis de maïs au Bénin. Les dégâts de ces quatre (4) foreurs sont dus essentiellement à leurs larves (chenilles).

i). Le foreur africain du sorgho: *Busseola fusca*

- **Description:** la chenille du foreur africain du sorgho est d'une couleur rose clair ponctuée de petites taches bleu noir sur les flancs et mesure 30 mm de long. Sa tête est de couleur brune (Figure 9A). L'adulte a une couleur variant du brun au jaune et mesure entre 26 et 44 mm d'envergure (Figure 9B).

- **Dégâts:** les premiers dégâts (attaques précoces) commencent par l'apparition de petites perforations causées par de jeunes chenilles sur les feuilles tendres. Après quelques jours, les chenilles pénètrent à l'intérieur des tiges. Elles se nourrissent de la moelle de la tige puis expulsent vers l'extérieur une grande quantité de fines poussières correspondant aux déchets alimentaires. En cas d'attaques sévères, le cœur de la plante se dessèche (Figure 10). Les chenilles s'alimentent également sur les panicules, les épis.



Figure 9: Larve (A) et Adulte (B) du foreur africain de sorgho
© IITA / Georg GOERGEN



Figure 10: Plant de maïs foré par la chenille du foreur africain du sorgho
© Michel SEZONLIN

- **Importance économique:** la perte de récolte engendrée sur le maïs par les dégâts du foreur africain du sorgho est de 61% en cas d'attaques précoces et de 14% en cas d'attaques tardives.

ii) Le foreur africain de la canne à sucre: *Eldana saccharina*

- **Description:** la chenille est de couleur gris foncée et pubescente. Elle est munie de fines soies rouges qui recouvrent son corps. Elle mesure 20 à 30 mm de long (Figure 11A). L'adulte est de couleur gris-brunâtre claire. Il mesure 15 à 36mm d'envergure (Figure 11B).

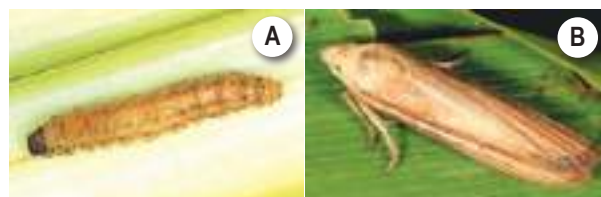


Figure 11: Larve (A) et Adulte (B) du foreur africain de la canne à sucre
© Anne AKOL



- **Dégâts:** les chenilles pénètrent la tige et obstruent plus tard l'orifice de pénétration par les excréments qui peuvent déborder autour de l'orifice (Figure 12). Elles attaquent aussi les épis et dévorent la partie molle des graines.
- **Importance économique:** les pertes de rendement engendrées par les dégâts du foreur africain de la canne à sucre sur le maïs sont de l'ordre de 20%.



Figure 12: Dégât du foreur africain de la canne à sucre sur tige de maïs

© M. Anne AKOL

iii). Le foreur rose africain: *Sesamia calamistis*

- **Description:** la chenille présente une couleur rose avec une tête brune et des taches de couleur rose noir sur la partie dorsale. Au dernier stade, elle mesure 30 mm de long (Figure 13A). L'adulte, est de couleur beige clair et mesure 22 à 36 mm d'envergure (Figure 13B).
- **Dégâts:** les dégâts les plus graves s'observent sur les jeunes plants. Après l'éclosion, la jeune chenille ronge d'abord l'épiderme des feuilles (Figure 14), pénètre la tige, y creuse des galeries qui peuvent entraîner la cassure du plant. Elle attaque aussi les épis.



Figure 13: Larve (A) et Adulte (B) du foreur rose africain



Figure 14: Feuilles de maïs rongées par la larve du foreur rose africain

iv). Le foreur d'épi de maïs: *Mussidia nigrivenella*

- **Description:** la chenille a une couleur blanc sale; elle est recouverte de points noirs. La chenille du dernier stade mesure 18 à 20 mm de long (Figure 15A).
- **Dégâts:** la chenille pénètre dans le grain et dévore la partie molle de l'embryon. Ensuite, elle creuse une galerie le long d'une rangée de grains en évitant les parties dures. Au décorticage, les grains attaqués se présentent comme une dent à double racine.
- **Importance économique:** les pertes de rendement dues au foreur d'épi de maïs sont de l'ordre de 2,5%.



Figure 15: Larve (A) et Adulte (B) du foreur d'épi de maïs

© Pascal MOYAL



Figure 16: Epi de maïs attaqué par le foreur d'épi

© IITA / Georg GOERGEN



1.2.2. Comment lutter contre les foreurs de tiges et d'épis de maïs?

L'utilisation des variétés de maïs résistantes ou tolérantes, l'adoption des mesures sanitaires préventives et l'application des produits de protection réduisent les dégâts des foreurs de tige.

ii). Utilisation des variétés de maïs résistantes ou tolérantes

Les variétés de maïs présentées dans le Tableau 2 sont résistantes ou tolérantes aux foreurs de tige.

Tableau 2. Variétés de maïs résistantes ou tolérantes aux foreurs de tige

Ravageurs du maïs en culture	Variétés résistantes	Variétés tolérantes
- Le foreur rose africain	8535-23	85TZSR-W
- Le foreur africain de la canne à sucre - Le foreur africain du sorgho		85TZSR-W
- Le foreur africain de la canne à sucre	8813-6	8644-27(OBA SUPER)
	8644-32	

NB: Les semences de pré-base et de base de ces variétés sont disponibles à l'INRAB alors que les semences de base et les semences certifiées, au niveau des entreprises semencières et les multiplicateurs individuels de semence.

iii). Mesures sanitaires préventives

Les mesures sanitaires préventives sont les suivantes:

- rotation des cultures maïs, manioc et niébé (Figure 17);
- enfouissement profond des résidus de récolte au labour (Figure 18);
- incinération des résidus de récolte en cas d'extrême nécessité.



Figure 17: Exemple d'un plan de rotation du maïs avec le manioc et le niébé pour lutter contre les foreurs de tiges

© Malick ABOUDOU





Figure 18: Enfouissement des résidus de récoltes par un labour

© Julien OUSSOU

iv). Lutte à base des produits de protection

Pour protéger les plants de maïs contre les foreurs de tiges et d'épis, dès que 5 sur 100 plants présentent des attaques, il faut appliquer comme suit, tard le soir:

- un insecticide systémique dans le cornet des jeunes plants avant la formation des épis;
- un insecticide de contact dès la formation des épis.

Les produits recommandés, la dose, la fréquence d'application et le délai avant récolte sont présentés dans le Tableau 3.

Tableau 3. Produits utilisés contre les foreurs de tiges et d'épis

Ravageurs	Matières Actives	Doses (litre/ha)	Fréquence d'application (jour)	Délai avant récolte (jour)
 Foreur africain du sorgho	Imidaclopride 250 g/litre	1	14	14
 Foreur africain de la canne à sucre	Imidaclopride 250 g/litre	1	14	14
 Foreur rose africain	Imidaclopride 250 g/litre	1	14	14
 Foreur d'épi de maïs	Deltaméthrine 25 g/litre	1	10	14



1.3. Comment reconnaître et lutter contre les principaux ravageurs des feuilles de maïs?

1.3.1. Quels sont les principaux ravageurs des feuilles de maïs?

Les cinq principaux insectes ravageurs des feuilles de maïs sont la chenille légionnaire d'automne, la chenille enrouleuse de feuille de céréales, les criquets (criquet puant et le complexe de sauteriaux) et le puceron du maïs.

i. La chenille légionnaire d'automne: Spodoptera frugiperda

- **Description:** la chenille légionnaire issue du papillon *S. frugiperda* est une nouvelle espèce invasive en Afrique de l'Ouest. Elle a été observée dans les champs de maïs au Bénin depuis 2016. Les premiers stades larvaires sont vert clair et mesurent environ 2 à 3 mm (Figure 19A). La chenille, au dernier stade de développement, mesure entre 30 et 38 mm de longueur. Sa couleur varie de marron clair ou vert clair à presque noire (Figure 19B). Sa tête est brun foncé, réticulée et porte une marque blanche, en forme de Y inversé. Sur son dos, on distingue trois bandes pâles et, de chaque côté, une large bande jaune en dents de scie tachetée de rouge. L'adulte porte des ailes antérieures foncées avec des taches gris clair ou sombres. Les ailes postérieures sont transparentes avec des reflets bleutés bordées de brun foncé (Figure 19C). Il mesure 30 à 38 mm d'envergure.



Figure 19: Jeune larve (A) larve âgée (B) et adulte (C) de la chenille légionnaire d'automne

© Hama ALI (A), © FAO (B), © J. Buss LYLE (C)



Figure 20: Plant de maïs attaqué par la chenille légionnaire d'automne

© Idrissa MAÏGA



- **Dégâts:** les jeunes chenilles se regroupent et se nourrissent sur les feuilles en créant des perforations superficielles. La chenille plus âgée pénètre le cœur de la plante, consomme les nouvelles feuilles et souille la plante d'excréments (Figure 20). La chenille endommage aussi la panicule en formation et migre ensuite vers les épis, rendant ceux-ci impropres au marché de produits frais.
- **Importance économique:** la perte de rendement engendrée par les dégâts de ce ravageur varie entre 40 et 53%. En cas de fortes attaques sur les jeunes plants, les dégâts peuvent atteindre 100%.

ii). La chenille enrouleuse de feuille de céréales: *Marasmia trapezalis*

- **Description:** la chenille mesure environ 20 mm. Elle a une couleur jaune verdâtre claire avec une peau transparente. Sa tête est de couleur brune (Figure 21A). L'adulte est de couleur brun jaunâtre avec des taches marron ondulées sur les ailes. Il mesure 15 à 20 mm d'envergure.
- **Dégâts:** les chenilles attaquent principalement les jeunes plants. Elles rongent la face supérieure des feuilles et attachent les bords par des fils de soie de façon à constituer une gouttière dans laquelle elles se logent (Figure 22).

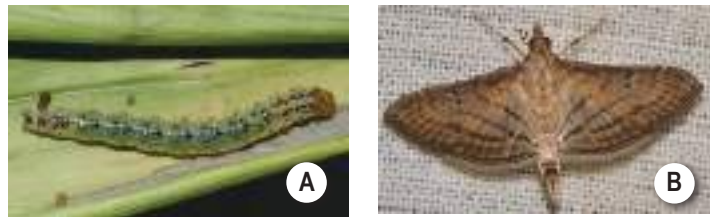


Figure 21: Larve (A) et Adulte (B) de la chenille enrouleuse de feuille

© Heiman MAURY



Figure 22: Feuille de maïs rongée par la chenille avec un début d'enroulement

© Bruno ZOCLI

iii). Le criquet puant: *Zonocerus variegatus*

- **Description:** le criquet puant se reconnaît par la couleur de sa tête et de son abdomen qui varie entre le noir le jaune et le rouge. Son thorax est jaune tirant sur le vert. Ses ailes antérieures sont vert pâle. Il possède des pattes noires portant des taches jaunes et rouges (Figure 23). Il mesure 45 à 55 mm de long. Le criquet dégage une odeur puante au toucher.

• Dégâts et importance économique:

Les dégâts sont causés par les larves et les adultes. Les criquets consomment toutes les parties de la plante de maïs. Leur attaque est plus importante dans les zones humides.



Figure 23: Criquet puant

© Ouorou Kobi DOURO KPINDOU



iv). Le complexe des sauteriaux

Le complexe des sauteriaux est composé de plusieurs espèces qui se rencontrent plus fréquemment dans la partie septentrionale du Bénin. Ils sont composés de plusieurs espèces dont les plus dommageables sont *Hieroglyphus daganensis* (criquet du riz, Figure 24A), *Oeudaleus senegalensis* (criquet sénégalais, Figure 24B), *Kraussaria angulifera* (Figure 24C).

- **Dégâts et importance économique:**

le complexe des sauteriaux consomme toutes les parties de la plante de maïs. En cas de forte infestation, ces bêtes peuvent détruire tout un champ de maïs (Figure 25).

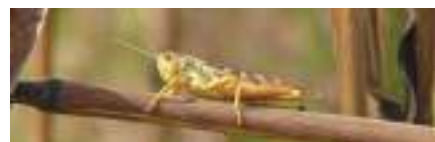
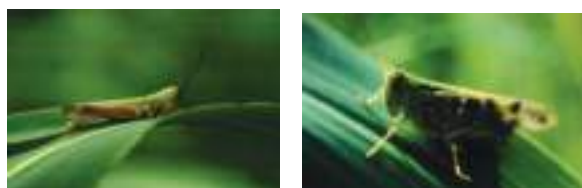


Figure 24: Criquet du riz (A), criquet sénégalais (B) et *Kraussaria angulifera* (C)

© Ouurou Kobi DOURO KPINDOU (source: FAO, 2020.)



Figure 25: Champ de maïs attaqué par une colonie de criquets

© FAO

v). Le puceron du maïs:

Rhopalosiphum maidis

- **Description:** le puceron du maïs est un petit insecte de 0,5 à 2,0 mm de longueur à corps mou, peu mobile. Il est de couleur vert bleuâtre et les adultes deviennent vert foncé en vieillissant. Ses antennes et ses pattes sont noires (Figure 26).
- **Dégâts:** le puceron du maïs se développe sur les feuilles (Figure 27) et la panicule. Il suce la sève de la plante, sécrète une substance collante sucrée appelée miellat sur laquelle se développe un champignon noir qui recouvre la panicule et les feuilles, réduisant ainsi la photosynthèse. Le miellat sert aussi de nourriture aux fourmis qui, en retour, assurent la protection des pucerons. Une forte densité de population entraîne la déformation et la chlorose des feuilles et rend la panicule stérile.



Figure 26: Puceron de maïs

© Chaubes BERNARD
(source: FAO, 2020.)



Figure 27: Plant de maïs montrant l'attaque des pucerons

© Malick ABOUDOU
(source: FAO, 2020.)



1.3.2. Comment lutter contre les ravageurs des feuilles de maïs?





L'application des insecticides réduit les dégâts des ravageurs des feuilles.

i). Lutte à base des produits de protection

Pour protéger les plants de maïs contre les ravageurs des feuilles, il est conseillé d'appliquer très tôt le matin (6 heures) ou tard le soir (18 heures) un insecticide plant par plant de maïs dans le cornet contre la chenille légionnaire d'automne et sur les feuilles contre les autres ravageurs.

L'application d'insecticide est faite dès que 5 sur 100 plants présentent des attaques à l'exception de la chenille légionnaire pour laquelle l'application est systématique dès l'observation des attaques. Les insecticides recommandés, les doses, les fréquences d'application et les délais avant récolte sont présentés dans le Tableau 4.

Tableau 4. Produits utilisés contre les ravageurs des feuilles

Ravageurs	Matières Actives	Doses (litre/ha)	Fréquence d'application (jour)	Délai avant récolte (jour)
 Chenille légionnaire d'automne	Indoxacarbe 30 g/litre + Acétamipride 16 g/litre	1	10	14
	Huile de neem 100%	2-3	10	3
	Emamectine 19 g/litre	1	10	14
	Labdacyhalothrine 16 g/litre + Acétamipride 10 g/litre	1	10	14
 Chenille enrouleuse de feuille	Indoxacarbe 30 g/litre + Acétamipride 16 g/litre	1	10	14
	Huile de neem 100%	2-3	10	3
	Emamectine 19 g/litre	1	10	14
	Labdacyhalothrine 15 g/litre + Acétamipride 10 g/litre	1	10	14
 Puceron du maïs	Indoxacarbe 30 g/litre + Acétamipride 16 g/litre	1	10	14
	Huile de neem 100%	2-3	10	3
	Labdacyanothrine 15 g/litre + Acétamipride 10 g/litre	1	10	14
 Criquet	Labdacyanothrine 18 g/litre + Profénofos 200 g/litre	1	10	14
	Labdacyhalothrine 15 g/litre + Acétamipride 10 g/litre	1	10	14
	Huile de neem 100%	2-3	10	3
	Metarhiziumanisopliae	25 g/ha	1	3



Un programme de traitement phytosanitaire du maïs contre la chenille légionnaire d'automne est établi et présenté dans le Tableau 5.

Tableau 5. Programme de traitement phytosanitaire contre la chenille légionnaire d'automne en fonction du cycle végétatif du maïs

Maïs à cycle extra précoce court (80 jours) et précoce (90 jours)						
Fenêtre 1		Fenêtre 2		Fenêtre 3		
14 JAS	24 JAS	34 JAS	44 JAS	54 JAS	64 JAS	74 JAS
Indo + Acéta	Indo + Acéta	Ema	Ema	Huile de neem	Huile de neem	Huile de neem

Maïs à cycle intermédiaire (105 jours) et tardif (120 jours)								
Fenêtre 1			Fenêtre 2			Fenêtre 3		
14 JAS	24 JAS	34 JAS	44 JAS	54 JAS	64 JAS	74 JAS	84 JAS	94 JAS
Indo + Acéta	Indo + Acéta	Indo + Acéta	Ema	Ema	Ema	Huile de neem	Huile de neem	Huile de neem

- JAS = Jour Après Semis
- Indo = Indoxacarbe 30 g/litre
- Acéta = Acétamipride 16 g/litre
- Ema = Emamectine 19 g/litre

1.3. Quels sont les principaux mammifères rongeurs ravageurs du maïs en culture et les méthodes de lutte?

1.3.1. Comment reconnaître ces trois mammifères rongeurs ravageurs du maïs en culture?

Le maïs est attaqué par plusieurs espèces de mammifères rongeurs dont les trois principaux sont le rat à mamelles multiples, le rat roussard et l'aulacode.

i). Le rat à mamelles multiples: *Mastomys natalensis*

- **Description:** le rat à mamelles multiples est de couleur brune à brune rouge et pèse en moyenne 90 g. Il a un ventre clair ou jaune sale avec plus de 10 paires de mamelles (Figure 28). Il est très prolifique et largement répandu dans toutes les zones agro-écologiques du Bénin. Il vit en colonies dans 20 à 80 trous dans un espace restreint.
- **Dégâts:** le rat à mamelles multiples cause des dégâts sur plusieurs cultures. Il s'attaque particulièrement au maïs au semis, à l'épiaison et à la maturité.



Figure 28: Rat à mamelles multiples
© Michal SLOVIACK (source: FAO, 2020.)



ii). Le rat roussard: *Arvicanthis niloticus*

- **Description:** le rat roussard a des poils de couleur brune tachetés de gris noir avec un ventre plus clair. Il a quatre paires de mamelles et pèse en moyenne 130 g (Figure 29).
- **Dégâts:** le rat roussard cause des dégâts sur toutes les cultures, essentiellement les cultures irriguées et décrues. Il s'attaque particulièrement au maïs à l'épiaison et à la maturité (Figure 30).



Figure 29: Rat roussard
© Michal SLOVIACK

iii) L'aulacode: *Thryonomys swinderianus*

- **Description:** L'aulacode ou grand aulacode a un pelage brun foncé moucheté de jaune et formé de poils raides et rudes. Le ventre, la gorge, le menton et les lèvres sont recouverts de poils blanchâtres moins rudes. Il mesure 10 à 50 cm de long et 23 à 30 cm de haut. Sa queue, de couleur brune foncée, mesure 15 à 25 cm. A l'âge adulte, il pèse 3 à 6 kg (Figure 31A).

Dégâts: l'aulacode provoque des dégâts aux cultures dans les champs. Il s'attaque particulièrement au maïs à l'épiaison et à la maturité (Figure 31B).



Figure 30: Dégât du rat roussard sur épis du maïs
© Dennis WANSINK

iv). Importance économique:

La perte de rendements due aux rongeurs est de l'ordre de 2%.



Figure 31: Aulacode (A) et son dégât dans un champ de maïs (B)
© Guy Apollinaire MENSAH (A),
© Eric WALRAVENS (B)



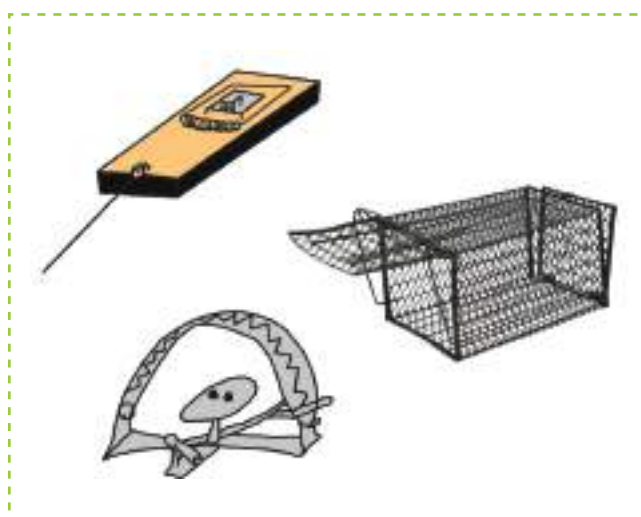
1.3.2. Comment lutter contre les mammifères rongeurs ravageurs du maïs en culture?

La lutte mécanique, les mesures sanitaires et la lutte chimique sont recommandées pour réduire la population des mammifères rongeurs ravageurs du maïs en culture.

i). Lutte mécanique

L'utilisation des pièges métalliques (Figure 30) et la destruction des terriers réduisent les attaques des champs de maïs par les mammifères rongeurs.

Figure 32: Différents types de pièges
© Julien OUSSOU



ii). Mesures sanitaires préventives

L'entretien des champs de maïs et le désherbage de leurs alentours tout au long du cycle cultural réduisent les dégâts des mammifères rongeurs dans les champs de maïs (Figure 31).



Figure 33: Sarclage des alentours d'un champ de maïs par un producteur contre les mammifères rongeurs
© Julien OUSSOU

iii). Lutte chimique

Poser des appâts empoisonnés à l'aide des rodenticides à différents endroits de la parcelle, surtout au semis. Les rodenticides recommandés sont contenus dans le Tableau 6.

Tableau 6. Rodenticides utilisés pour lutter contre les rongeurs au semis du maïs

Matière active	Type d'appât	Dose (quantité de ma /kg d'appât)
Difénacoum + dénatonium benzoate	Anticoagulant	50 mg/kg
Anhydride arsénieux	Poison violent	200 mg/kg
Phosphure de zinc	Poison violent	50 mg/kg



1.4. Quels sont les principaux oiseaux granivores en culture du maïs et les méthodes de lutte?

Le francolin à double éperon, le tisserin gendarme, le mange-mil et la perruche à collier sont les quatre (4) principaux oiseaux granivores du maïs au champ.

1.4.1. Comment reconnaître ces quatre principaux oiseaux granivores?

i). Le francolin à double éperon: *Fraulinus bicalcaratus*

- **Description:** le francolin est un oiseau terrestre de forme ronde et robuste. Il a une couleur terne (Figure 34).

- **Dégâts et importance économique:** le francolin fréquente les champs de maïs surtout pendant les semis tardifs. En début de culture, il gratte le sol et déterre les grains semés (Figure 35) et les jeunes pousses. En cas de forte pullulation, les semis sont détruits à 60% en moyenne.



Figure 34: Le francolin
© Joël DESWARTE



Figure 35: Francolins déterrants les semences
© Joël DESWARTE

ii). Le tisserin gendarme: *Ploceus cucullatus*

- **Description:** il est le plus gros des tisserins (17 cm). Le mâle a un dos moucheté jaune et noire marqué d'un grand « V » et le dessous est jaune doré (Figure 36B). La femelle a un dos gris olive et le dessous jaune pâle (Figure 36A). Chez le mâle et la femelle, le bec est noir et l'œil est rouge. Les tisserins gendarmes sont des oiseaux qui vivent en colonies.

- **Dégâts:** les tisserins nichent le plus souvent près des champs et causent des dommages considérables. La prise de nourriture se fait surtout tôt le matin et tard le soir. Les tisserins se servent des feuilles de maïs pour la construction de leurs nids lorsque leur colonie se retrouve à proximité d'un champ de maïs. Dès la phase d'épiaison, ces oiseaux déchirent les spathes et se nourrissent des grains du stade laitex jusqu'à maturité (Figure 37).



Figure 36: Femelle (A) et mâle (B) du tisserin gendarme
© Janson DOUG



Figure 37: Dégâts du tisserin gendarme sur un épi de maïs
© Bruno ZOCLI



iii). Le mange-mil: *Quelea quelea*

• **Description:** c'est un petit oiseau mesurant 12 à 13 cm de long et pèse 15 à 20 g. Il a un plumage discret brun et beige, ressemblant aux moineaux, avec un sourcil blanc et la poitrine tachetée (Figure 38). Le mâle ne se distingue pas de la femelle sauf en période de reproduction.

• **Dégâts:** les mange-mils constituent une menace pour les champs de maïs du fait de leur grand nombre et de leur voracité sur les épis de maïs. Le mange-mil consomme en moyenne 10 g de graines par jour environ, soit la moitié de son poids ce qui signifie qu'une colonie de deux millions peut dévorer jusqu'à 20 tonnes de graines en un seul jour.



Figure 38: Mange-mil
© IITA/ Ouorou Kobi DOURO KPINDOU

iv). La Perruche à collier: *Psittacula krameli*

• **Description:** la Perruche à collier mesure 40 à 41 cm et pèse 117 g. C'est un oiseau très répandu dans le monde. Elle possède un plumage à prédominance verte et un cri distinctif; on dit qu'elle siffle ou jacasse. La queue est longue et présente des nuances bleu azur. Le ventre et le dessous des ailes sont jaunâtres. Une ligne noire relie la base du bec aux yeux. La partie supérieure du bec est rouge tandis que la partie inférieure est noire (Figure 39).

• **Dégâts:** sur le plant de maïs, elle s'attaque à l'épi dont elle extirpe les grains grâce à son bec crochu (Figure 40).



Figure 39: Perruche à collier
© Ouorou Kobi DOURO KPINDOU



Figure 40: Dégât de la perruche à collier sur un épi de maïs
© ARVALIS





1.4.2. Comment lutter contre les oiseaux granivores en culture du maïs?

La lutte mécanique est la méthode recommandée pour lutter contre les oiseaux granivores du maïs en culture.

1.4.2.1. Comment lutter contre le francolin?

Pour lutter contre le francolin, il faut procéder comme suit:

- poser des pièges métalliques dans les champs;
- garder les champs à l'aide des cris et des objets sonores (bandes magnétiques, cloches, etc.), surtout le matin au lever du soleil et le soir au coucher du soleil et par temps de pluies fines;
- entretenir la fumée dans le champ;
- poser les épouvantails.

1.4.2.2. Comment lutter contre le tisserin gendarme, le mange-mil et la perruche à collier?

Pour lutter contre le tisserin gendarme, le mange-mil et la perruche à collier, il faut procéder comme suit:

- pratiquer le gardiennage des champs très tôt le matin et tard le soir en poussant de temps en temps des cris;
- poser des filets de capture;
- garder les champs à l'aide des cris et des objets sonores (bandes magnétiques, cloches, etc.), surtout le matin au lever du soleil et le soir au coucher du soleil et par temps de pluies fines;
- Mettre les épouvantails;
- entretenir la fumée dans le champ.



Figure 41: Champ de maïs gardé par les producteurs contre les oiseaux

© Julien OUSSOU



Références bibliographiques

1. **Akpesse, A. A., Kouassi, P. K., Tano, Y. et Lepage, M. 2008.** Impact des termites dans les champs paysans de riz et de maïs en savane sub-soudanienne (Booro-Borotou, Côte-d'Ivoire), *Sciences & Nature*, 5(2): 121-131.
2. **Ali, H., Haougui, A., Basso, A., Aminou, S. et Patrick, D. 2016.** *Alerte Spodoptera frugiperda une nouvelle chenille, ravageur du maïs. Note d'information*, CRA-Ti/RECA, Niger, 3 p.
3. **Atachi, P.** 1989. «Lutte chimique contre les foreurs du maïs dans un programme de lutte intégrée au Bénin», *L'Agronomie tropicale*, 44(2): 93-103.
4. **Bijlmakers, H.W.L. et Verhoek, B.A.1995.** *Guide de défense des cultures au Tchad. Cultures vivrières et maraîchères*, Ed. Projet FAO/PNUD CHD/88/001, Rome, 413 p.
5. **Bosque-Perez, N. A.** 1992.«Principaux insectes nuisibles du maïs en Afrique: biologie et méthodes de lutte», *Guide de recherche de l'IITA*, n°30, IITA, Ibadan, Nigéria, 32 p.
6. **Brenière, J.1977.** «Reconnaissance des principaux Lépidoptères du riz de l'Afrique de l'Ouest», *Agronomie Tropicale*, p. 214–231.
7. **CIMMYT.** 1988. *Insectes ravageurs du maïs: guide d'identification au champ*, Ed. CIMMYT, Mexico, 106 p.
8. **De Visser, J., Mensah, G. A., Codjia, J. T. C. et Bokonon-Ganta, A. H., 2001.** *Guide préliminaire de reconnaissance des rongeurs du Bénin* Ed. Coco Multimédia, Cotonou, Bénin, 252 p.
9. **Delattre, P., Giraudoux, P., Habert, M. et Quéré, J. P.1992.** *La lutte contre les rongeurs en plantations de feuilles. Application des techniques de lutte intégrée*, p. 91-98.
10. **Diby, Y. K. S., Tahiri, Y. A., Akpesse, A. A. M., Trabi, C. S. et Kouassi, K. P.2015.** *Evaluation de l'effet insecticide de l'extrait aqueux de Tithonia diversifolia (Hemsl) gray (Asteraceae) sur les termites en culture du riz (NERICA1) au centre de la Côte d'Ivoire*, 25(3): 3966-3976.
11. **Goebel, R. 1993.** *Les recherches en entomologie sur le fleuve Sénégal: bilan et perspectives dans le contexte des cultures irriguées au Sahel Saint-Louis, Sénégal*, p. 243-264.
12. **Jean-Claude, M. et Daniel, M.1981.**«Étude de la dynamique des populations des chenilles de *Spodoptera frugiperda* Abbot & Smith et d'*Heliothis zea* Boddie (*Lepidoptera Noctuidae*) sur deux variétés de maïs en Guadeloupe (Antilles françaises)», *Agronomie, EDP Sciences*, 1(8): 701-706.



13. **Maïgal, 2017.** *Note d'informations générales sur la noctuelle du maïs Spodoptera frugiperda Smith: Un ravageur redoutable et très polyphage à surveiller*, Centre régional AGRHYMET/CILSS, 16 p.
14. **Manikowski, S., Ndiaye, A. B. et Treca, B. 1991.** *Manuel de protection des cultures contre les dégâts d'oiseaux*, Dakar, 165 p.
15. **Metzmacher, M. et Dubois, D. 1981.** *Estimation des dégâts causés par les oiseaux aux céréales en Algérie*, Université de Liège, Laboratoire d'Ethologie et de Psychologie animales, Institut de Mathématique, p. 582-595.
16. **Moyal, P. 1993.** *Modélisation statistique des pertes de récolte dues aux foreurs du maïs en Côte d'Ivoire*, ORSTOM-MAA, Paris, 106 p.
17. **Moyal, P. 1998.** «Les foreurs du maïs en Côte d'Ivoire: vers une protection intégrée», *Agriculture et Développement*, p. 16-27.
18. **Sikirou, R., Adéyè, T., Idrissou, B.S., Boukari, S., Aboudou, A. M. et Idrissou-Touré M. 2017.** *Contrôle à base d'extrait botanique et de pesticides chimiques de la chenille légionnaire S. frugiperda inféodé à la culture du maïs au Bénin. Rapport d'activité*, Laboratoire de Défense des Cultures, LDC/CRA-Agonkanmey/INRAB, Bénin, 17 p.
19. **Silvie, P. 2011.** *Seuils d'intervention et programmes de protection du cotonnier en Afrique Francophone*, IRD, Cotonou, 54 p.
20. **Sezonlin, M. 2006.** *Phylogéographie et Génétique des populations du foreur de tiges de céréales Busseola Fusca (Fuller) (Lepidoptera, Noctuidae) en Afrique Subsaharienne, implications pour la lutte biologique contre cet insecte*, Thèse de doctorat, Université de Paris XI – Orsay, 152 p.
21. **Weiserbs, A. 2008.** *Elaboration de plans d'action pour des espèces problématiques dans la Région de Bruxelles-Capitale: les espèces exotiques invasives. Etude de cas des Perruches. Rapport technique*, AVES, Bruxelles, 40 p.
22. **Yallou, C. G., Aihou, K., Adjanohoun, A., Baco, M. N., Sanni, O. A. et Amadou, L. 2010.** *Répertoire des Variétés de Maïs (Zeamays L.) Vulgarisées au Bénin. Document Technique d'Information et de vulgarisation*, INRAB, Cotonou, 19 p.





INTRODUCTION

Parmi les nuisibles du maïs, les maladies occupent une place non négligeable. Au Bénin, ces maladies sont causées essentiellement par les champignons et les virus. Les pertes de rendement occasionnées par les maladies du maïs peuvent aller jusqu'à 50% en cas de fortes infections. Ces pertes de rendement sont liées à la méconnaissance des maladies du maïs et à la non maîtrise de leur gestion par les techniciens et les producteurs.

Comment reconnaître et lutter contre les maladies causées par les champignons en culture de maïs? Comment reconnaître et lutter contre la striure, une maladie virale du maïs en culture? Telles sont les questions posées dans le chapitre 2. Il fournit des connaissances sur les maladies économiquement importantes du maïs au Bénin et propose des orientations sur leur mode de gestion. Toutes les informations et dispositions pratiques résumées dans ce chapitre 2 sont tirées d'une analyse bibliographique des travaux scientifiques réalisés sur cette thématique dont les références sont présentées à la fin du chapitre.

2. COMMENT RECONNAÎTRE ET LUTTER CONTRE LES MALADIES CAUSÉES PAR LES CHAMPIGNONS EN CULTURE DE MAÏS? _____

2.1. Comment reconnaître les maladies causées par les champignons en culture du maïs?

Les helminthosporioses, la rouille, la cercosporiose et la curvulariose sont les principales maladies fongiques rencontrées sur le maïs au Bénin.

2.1.1 Comment reconnaître les helminthosporioses du maïs?

L'helminthosporiose du maïs causée par *Helminthosporium maydis* est une maladie qui attaque les feuilles du maïs. En début d'attaque, elle se manifeste par l'apparition de larges taches fusiformes de couleur verte huileuse. Les taches se développent dans le sens des nervures foliaires. Lorsque l'attaque est précoce en conditions climatiques favorables chez les variétés sensibles, les taches s'allongent et engendrent le dessèchement des feuilles (Figure 42). Les spores du champignon sont disséminés par le vent. L'humidité élevée de l'air favorise son expansion.



Figure 42: Feuilles de maïs montrant l'attaque de *Helminthosporium maydis*

© INRAB/ Rachidatou SIKIROU



L'helminthosporiose causée par *Helminthosporium turcicum* attaque également les feuilles de maïs. Elle se manifeste par de fines petites taches en forme de losange. Les taches se développent, s'allongent et mesurent 2 à 3 cm de long. L'attaque des plants de maïs par ce champignon ne provoque pas le dessèchement brutal des feuilles (Figure 43). L'humidité élevée de l'air favorise son expansion. Les spores du champignon responsable de cette maladie sont disséminées par le vent.

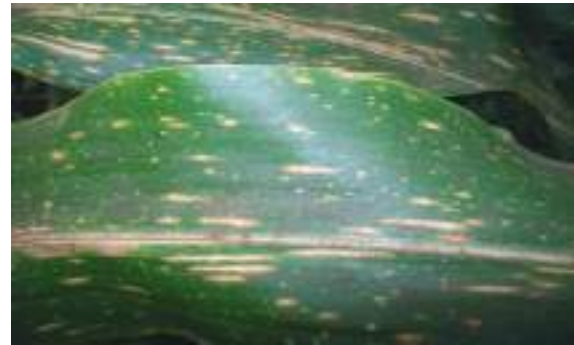


Figure 43: Feuilles de maïs montrant l'attaque de *Helminthosporium turcicum*
© INRAB/ Rachidatou SIKIROU

2.1.2. Comment reconnaître la rouille du maïs?

La rouille commune du maïs, causée par le champignon *Puccinia polysora*, est la seule rencontrée au Bénin. Elle est caractérisée par des taches ou des mouchetures jaunes qui apparaissent sur les deux faces des feuilles de maïs (Figure 44). Les taches se transforment en petites pustules (taches surélevées) rouge-brûlé qui couvrent pratiquement toute la surface des feuilles et prennent une coloration jaune. Les pustules laissent place à des nécroses (Figure 45). Les feuilles attaquées peuvent se dessécher en cas de forte infection. Le champignon responsable de cette maladie se dissémine par le vent. Une forte humidité favorise le développement de la maladie.



Figure 44: La rouille en début d'attaque
© INRAB/ Rachidatou SIKIROU



Figure 45: Stade évolué de l'attaque des feuilles de maïs par la rouille
© INRAB/ Rachidatou SIKIROU



2.1.3. Comment reconnaître la cercosporiose du maïs?

La cercosporiose du maïs est causée par le champignon *Cercosporazeae-maydis*. Les premiers symptômes sont de petites taches grises, sombres et humides encerclées par une mince couche jaunâtre (Figure 46). Ces symptômes s'observent aussi bien sur les feuilles que sur les gaines foliaires. Sur les gaines foliaires les taches sont entourées d'une auréole violette ou brun foncé. Ces symptômes peuvent être confondus à ceux de l'helminthosporiose du maïs causée par *Helminthosporium turcicum*. Le développement de cette maladie est favorisé par les temps humides et chauds. La densité élevée et le mauvais drainage du sol contribuent à la propagation de la cercosporiose.



Figure 46: Feuille de maïs attaquée par la cercosporiose
© INRAB/ Rachidatou SIKIROU

2.1.4. Comment reconnaître la curvulariose du maïs?

La curvulariose est causée par les champignons *Curvularia lunata* ou *C. pallescens*. Les symptômes de la curvulariose sont sous forme de petites taches brunes nécrotiques entourées d'une auréole pâle ou jaunâtre sur les feuilles. Ces taches sont de forme circulaire ou ovale. L'épi et la tige du maïs peuvent être infectés (Figure 47). Le champignon se rencontre aussi dans les téguments et dans l'embryon des graines de maïs.



Figure 47: Un plant de maïs montrant les symptômes de la curvulariose
© INRAB/ Rachidatou SIKIROU



2.2. Comment lutter contre les maladies causées par les champignons du maïs en culture?

L'utilisation de variétés de maïs résistantes ou tolérantes, l'adoption des bonnes pratiques culturales et l'application de produits de protection des plantes permettent de réduire les dégâts des champignons en culture de maïs.

2.2.1. Utilisation de variétés résistantes ou tolérantes

L'utilisation des variétés résistantes ou tolérantes est la méthode de lutte efficace, moins coûteuse et respectueuse de l'environnement. Les variétés de maïs présentées dans le Tableau 7 sont résistantes ou tolérantes aux différentes maladies causées par les champignons.

Tableau 7. Variétés de maïs résistantes ou tolérantes à l'Helminthosporiose, à la Rouille, à la Cercosporiose et à la Curvulariose

Maladies causées par les champignons	Variétés résistantes/tolérantes	
	Cycle extra précoce (80 jours) et précoce (90 jours)	Cycle intermédiaire (105 -110 jours) et tardif (120 jours)
Helminthosporiose	EVDT 97, TZEE POP STR QPM W, EV DT 2000 STR QPM Y, EVDT 97 STR C1, DMRESRW, Ya koura goura guinm (TZE COMP 3 DT W), AK 94 DMR-ESRY, Mi hom lé mè (TZE POP DT STR QPM W), Vovonongbo Ado (TZE DT STR Y)	Sunkpinyan (TZL Composite C4 W), TZBSR,
Rouille	Godonou (TZEE POP STR QPM W), EVDT 97, DMRESRW, Ya koura gouraguinm (TZE COMP 3 DT W), Eyolo-Ahi (EV DT 2000 STR QPM Y), AK 94 DMR-ESR, EVDT 97 STR C1, Mihomlé mèmè (TZE POP DT STR QPM W), Vovonongbo Ado (TZE DT STR Y), TZE COMPOSITE, Gandonou (TZE DT STR QPM W)	Sunkpinyan (TZL Composite C4 W),
Cercosporiose	Godonou (TZEE POP STR QPM W) TZE COMPOSITE, Mihomlé mèmè (TZE POP DT STR QPM W), Vovonongbo Ado (TZE DT STR Y), Gandonou (TZE DT STR QPM W), Eyolo-Ahi (EV DT 2000 STR QPM Y), Ya koura gouraguinm (TZE COMP 3 DT W)	Sunkpinyan (TZL Composite C4 W)
Curvulariose	Godonou (TZEE POP STR QPM W) Ya koura goura guinm (TZE COMP 3 DT W), Eyolo-Ahi (EV DT 2000 STR QPM Y), Gandonou (TZE DT STR QPM W), Vovonongbo Ado (TZE DT STR Y), TZE COMPOSITE 3 DT, Mi hom lé mè (TZE POP DT STR QPM W)	Sunkpinyan (TZL Composite C4 W)

Source: INRAB, 2018

NB: Les semences de pré-base et de base sont disponibles à l'INRAB tandis que les semences de base et les semences certifiées, au niveau des entreprises semencières et des producteurs semenciers.



2.2.2. Application des bonnes pratiques culturales

Les bonnes pratiques culturales (mesures préventives ou prophylactiques) sont les meilleures méthodes de lutte contre les maladies causées par les champignons. L'infection des champs de maïs par les champignons est favorisée par les résidus de récolte. Pour réduire la sévérité de ces champignons, les deux pratiques suivantes sont conseillées:

i). Enfouir les résidus de récolte par un labour pour favoriser leur décomposition;



Figure 48: Enfouissement des résidus de récoltes par un labour (A-labour manuel, B-labour mécanique)

© INRAB Julien OUSSOU

ii). effectuer des rotations de la culture du maïs avec les spéculations ci-après:

soja, arachide, voandzou, igname, piment et coton.

Les systèmes de rotation suivants sont proposés:

- Système 1: maïs - soja - arachide - maïs;
- Système 2: maïs -voandzou - igname – maïs;
- Système 3: maïs - piment - soja – maïs;
- Système 4: coton – maïs – soja – coton –maïs.



La Figure 49 présente les schémas de quelques systèmes de rotation de maïs avec d'autres cultures pour réduire l'apparition des maladies.

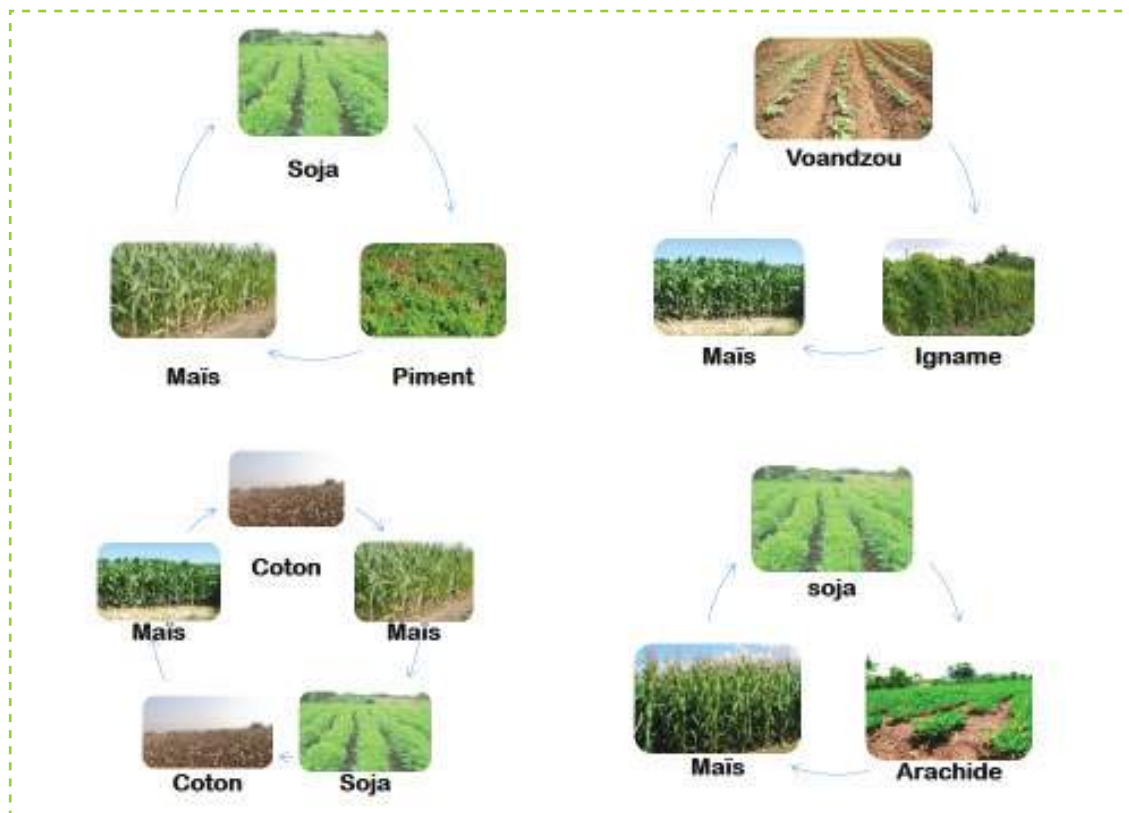


Figure 49: Systèmes de rotation avec le maïs
© INRAB/Akinni DOSSOUMOU M-E.E.

NB: Ces systèmes de rotation culturale proposés sont valables également pour les maladies virales.

2.2.3. Application de produits de protection des plantes





Pour protéger les plants de maïs contre les champignons, les mesures suivantes sont recommandées:

- appliquer un fongicide dès l'apparition des premiers symptômes sur les feuilles de maïs (confère Tableau 8);
- alterner l'application des fongicides conseillés dans le Tableau 8;
- appliquer les produits tard le soir.

Les produits recommandés, les doses, les fréquences d'application et les délais avant récolte sont présentés dans le Tableau 8.



Tableau 8. Produits de protection des plantes recommandés pour lutter contre les champignons en culture de maïs

Maladies	Matière active	Dose (kg/ha)	Fréquences d'application (jour)	Délai avant récolte
	Mancozèbe 800 g/kg	3	7	Arrêter l'application dès l'apparition des épis
Symptômes de helminthosporiose				
	Thiophanate méthyl 850 g/kg	0,5	7	
Symptômes de la rouille				
	Chlorothalonil 550 g/litre+ Carbendazim 100 g/litre	3	14	
Symptôme de la cercosporiose				
				
Symptômes de la curvulariose				

Source: INRAB, 2018



2.3. Comment reconnaître et lutter contre la striure, une maladie virale du maïs en culture?

La striure est la seule maladie virale connue en culture du maïs au Bénin.

2.3.1. Comment reconnaître la striure du maïs?

La striure du maïs est causée par MaizeStreak Virus (MSV). Ce virus est transmis aux plants de maïs par des cicadelles du genre *Cicadulina* (Figure 50). La striure se reconnaît par la présence de stries (lignes en tirets) fines jaunâtres ou blanchâtres le long des nervures. En se multipliant et en se développant, ces stries se rejoignent et forment, sur toute la surface du limbe, de longues stries irrégulièrement interrompues. Les stries sont disposées parallèlement aux nervures et/ou sur celles-ci (Figure 51). Les plantes infectées précocement sont rabougries et ne produisent aucun épi.



Figure 50: Cicadelle adulte vecteur du virus de la striure du maïs

© INRAB/ Rachidatou SIKIROU



Figure 51: Symptômes du MSV sur une feuille de maïs

© INRAB/ Rachidatou SIKIROU

2.3.2. Comment lutter contre la striure, une maladie virale du maïs en culture?

Les méthodes de lutte recommandées ici sont basées sur la lutte contre les vecteurs de la maladie de la striure du maïs, l'utilisation de variétés résistantes, les bonnes pratiques culturales et la rotation avec d'autres cultures.

2.3.2.1. Utilisation de variétés résistantes

Les variétés de maïs qui résistent ou tolèrent la striure du maïs sont récapitulées dans le Tableau 9.



Tableau 9. Variétés de maïs résistantes ou tolérantes à la striure du maïs

Maladie causée par les virus	Variétés résistantes ou tolérantes	
	Cyclesextra précoce (80 jours) et précoce (90 jours)	Cycle intermédiaire (105 -110 jours) et tardif (120 jours)
La striure du maïs	Godonou (TZEE POP STR QPM W) EVDT 97, DMRESRW, Ya koura goura guinm (TZE COMP 3 DT W), EVDT 97 STR C1, AK 94 DMR-ESR, Mi hom lé mè (TZE POP DT STR QPM W), Vovonongbo Ado (TZE DT STR Y), Gandonou (TZE DT STR QPM W), Eyolo-Ahi (EV DT 2000 STR QPM Y)	Sunkpinyan (TZL Composite C4 W), TZL COMPOSITE1, TZBSR

2.3.2.2. Application des bonnes pratiques culturales

Les pratiques suivantes permettent de réduire aussi l'ampleur de la striure du maïs:

- semer à bonne date;
- effectuer des rotations de la culture du maïs avec les spéculations ci-après: soja, arachide, voandzou, igname, piment, coton.


Les systèmes de rotation suivants sont proposés:

- Système 1: maïs - soja - arachide - maïs;
- Système 2: maïs -voandzou - igname –maïs;
- Système 3: maïs – piment – soja – maïs;
- Système 4: coton – maïs – soja – coton –maïs.

2.3.2.3. Application de produits chimiques de synthèse

Les insecticides recommandés dans le cadre de la lutte contre la striure servent à réduire la population des vecteurset sont présentés dans le Tableau 10.

Tableau 10. Produits de protection des plantes recommandés pour lutter contre les vecteurs de la striure du maïs

Maladie	Matière active	Dose (litre/ha)	Fréquences d'application (jour)	Délai avant récolte
 Vecteur de la striure du maïs (Cicadelle adulte)	Lambdacyhalothrine 15 g/litre + Acétamipride 10 g/litre	1	7	Arrêter l'application dès l'apparition des épis
	Deltaméthrine 15 g/litre	1	7	



Références bibliographiques

1. **Abadassi, J. 2001.** «Caractérisation de quelques variétés améliorées de maïs cultivées au Bénin», *Bulletin de la Recherche Agronomique*, 34:1-8.
2. **Akpodji, C. 2014.** *Performance de quatre variétés de maïs (Zea mays L.) hybrides chinoises sous la pression des maladies au Centre du Bénin*, Mémoire de Licence Professionnelle, UCAO-UUC, 59 p.
3. **CIMMYT 1990.** *Réalité et tendances. Le maïs dans le monde. Le potentiel maïsicole de l'Afrique subsaharienne*, 80 p.
4. **CNAC (Comité National d'Agrément et de Contrôle des Produits Phytopharmaceutiques). 2015.** *Liste des produits phytopharmaceutiques sous autorisation provisoire de vente et agrément homologation*, 6 p.
5. **De Leon, C. 1986.** «Maladies du maïs, un guide d'identification au champ», *International maize and wheat improvement center* 119 p.
6. **Escalante, M., TenHoopen, T. et Abdou Maïga, A. 2012.** *Production et transformation du maïs*, Collection Pro-Agro, 32 p.
7. **Jean, C. et Boisclair, J. 2001.** *Ravageurs et maladies du maïs sucré: Manuel de l'observateur. Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA), Sainte-Foy, Québec*, 95 p.
8. **Macauley, H. et Ramadjita, T. 2015.** *Les cultures céréalières: riz, maïs, millet, sorgho et blé. Nourrir l'Afrique. Document de référence*, 38 p.
9. **Noumavo, P. 2014.** *Évaluation des effets de rhizobactéries potentiellement promotrices de la croissance des plantes sur la germination, la croissance, le rendement en grains et l'état nutritionnel des plants de maïs (Zeamays L.) au Sud du Bénin*, Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 213 p.
10. **Renard, F. et Foucart, G. 2009.** *Les maladies foliaires de fin de végétation en culture de maïs*, CIPF – Centre pilote en culture de maïs Laboratoire d'Ecophysiologie et d'Amélioration végétale UCL – Louvain-la-Neuve, 6 p.





CHAPITRE 3



RECONNAISSANCE DES MAUVAISES HERBES ET ADVENTICES EN CULTURE DE MAÏS AU BÉNIN ET MÉTHODES DE LUTTE



INTRODUCTION

Le maïs est en compétition avec une diversité de mauvaises herbes qui s'établissent rapidement, freinant ainsi son développement. Les mauvaises herbes et adventices engendrent de façon générale des pertes de rendement estimées à plus de 75% en culture de maïs. Le Striga à lui seul peut engendrer plus de 50% de perte de rendement. Pour lutter contre les mauvaises herbes, le sarclage manuel et l'application des herbicides sont des méthodes couramment utilisées. Mais avec la rareté de la main d'œuvre occasionnelle au Bénin, l'application des herbicides se généralise pour le contrôle des mauvaises herbes. Ces herbicides sont souvent mal utilisés par manque d'information et de formation des techniciens et des producteurs.

Quelles sont les principales mauvaises herbes et adventices en culture du maïs au Bénin? Quand est-ce que les mauvaises herbes et adventices deviennent nuisibles aux maïs? Quelles sont les différentes méthodes de lutte contre les mauvaises herbes et les adventices en culture du maïs? Telles sont les questions posées dans ce chapitre 3 qui renseigne sur les principales mauvaises herbes et adventices rencontrées en culture de maïs au Bénin et fournit des connaissances sur leur gestion de façon générale et, plus spécifiquement, sur les différentes catégories d'herbicides et leur mode d'application. Toutes les informations et les dispositions pratiques résumées dans ce chapitre 3 se sont inspirées de la synthèse bibliographique de nombreux travaux scientifiques réalisés sur la thématique dont les références figurent à la fin du chapitre.

3.1. Quelles sont les principales mauvaises herbes et adventices en culture du maïs au Bénin?

Les mauvaises herbes et adventices généralement rencontrées dans les champs de maïs appartiennent aux groupes des Poacées, des Cypéracées et à d'autres familles de plantes à feuilles larges.



3.1.1. Comment reconnaître les Poacées?

- **Description:** Les Poacées sont des plantes herbacées, annuelles, généralement minces et érigées, ou grimpantes, dont les tiges sont ovales ou cylindriques, creuses et portant des nœuds. Les feuilles des Poacées sont longues et non décomposées en petites feuilles (folioles). La fleur a la forme d'un épi ou d'une panicule et se situe au sommet du plant (Figure 52). La famille des poacées regroupe plusieurs genres et espèces dont certaines sont illustrées par les figures 48 et 49.
- **Mode de reproduction:** Les Poacées se reproduisent par les graines. Certaines espèces produisent des tiges souterraines appelées rhizomes par lesquelles elles occupent le terrain en surface.



Figure 52: L'herbe de Guinée (*Panicum maximum*)
© INRAB/ Rachidatou SIKIROU

<p>Rottboelia cochinchinensis © Cirad</p>	<p>Le chiendent (<i>Imperata cylindrica</i>) © TOURE Malick-DRISSOU</p>	<p>Le digitaire (<i>Digitaria horizontalis</i>) © Plantnet</p>
<p>Le gazon frange de peigne (<i>Dactyloctenium aegyptium</i>) © TOURE Malick-DRISSOU</p>	<p>L'herbe de Bermudes (<i>Cynodon dactylon</i>) © SHELDON Navie</p>	<p>Rhynchelytrum repens © TOURE Malick-DRISSOU</p>

Figure 53: Quelques autres espèces de Poacées rencontrées en culture de maïs au Bénin



3.1.2. Comment reconnaître les Cypéracées?

- **Description:** Les Cypéracées sont des herbes qui ressemblent aux Poacées. Elles poussent en touffes persistantes et sont reconnues par les feuilles en forme de gouttière. Leur tige est cylindrique et dépourvue de nœuds. Les fleurs se trouvent au sommet du plant (Figure 54 et 55). La famille des Cypéracées regroupe plusieurs genres et espèces dont certaines sont illustrées par la Figure 52.

- **Mode de reproduction:**

Les Cypéracées se reproduisent par les graines et par les rhizomes.



Figure 54: *Kyllinga squamulata*
© INRAB/ TOURE Malick-IDRISSOU



Figure 55: *Cyperus tuberosus*
© INRAB/ TOURE Malick-IDRISSOU



Cyperus tuberosus (le souchet rond ou cyperus à fleur jaune)
© INRAB/ TOURE Malick-IDRISSOU



Cyperus rotundus (le souchet rond ou cyperus à fleur rouge)
© INRAB/ TOURE Malick-IDRISSOU



Mariscus alternifolius (la laiche)
© INRAB/ TOURE Malick-IDRISSOU



Kyllinga squamulata
© INRAB/ TOURE Malick-IDRISSOU

Figure 56: Quelques autres espèces de Cypéracées rencontrées en culture de maïs au Bénin



3.1.3. Comment reconnaître les mauvaises herbes à feuilles larges ?

- **Description:** Les mauvaises herbes à feuilles larges sont des plantes rampantes, grimpantes ou des arbustes. Leurs feuilles sont larges, développées, simples ou subdivisées en folioles. Ce sont généralement des dicotylédones, à l'exception de quelques-unes qui sont des monocotylédones (Figure 57). Elles regroupent plusieurs familles dont certaines sont illustrées par la Figure 58.
- **Mode de reproduction:** Ce groupe de mauvaises herbes se reproduit par les graines et par voie végétative.



Figure 57: *Commelina benghalensis*
© FAO/ TOURE Malick-IDRISSOU (Source: FAO, 2020)

		
<i>Euphorbia heterophylla</i> © INRAB/ Rachidatou SIKIROU	<i>Commelina diffusa</i> © INRAB/ TOURE Malick-DRISSOU	L'herbe à lapin (<i>Tridax procumbens</i>) © INRAB/ TOURE Malick-DRISSOU
		
<i>Mollugo nudicaulis</i> © INRAB/Flora of Mozambique	L'herbe du cochon (<i>Boerhavia diffusa</i>) © INRAB/ TOURE Malick-DRISSOU	<i>Ipomoea involucrata</i> © INRAB/ TOURE Malick-DRISSOU
		
<i>Passiflora foetida</i> © INRAB/ TOURE Malick-DRISSOU	<i>Cassia occidentalis</i> © INRAB/ TOURE Malick-DRISSOU	<i>Hyptis suaveolens</i> © INRAB/ Rachidatou SIKIROU

Figure 58: Quelques autres espèces de plantes à feuilles larges rencontrées en culture du maïs au Bénin



3.1.4. Comment reconnaître le Striga du maïs ?

Le Striga du maïs (*Striga hermonthica*) est la mauvaise herbe la plus redoutable des céréales et particulièrement du maïs en culture.

- **Description** : C'est une herbe annuelle ramifiée pouvant atteindre 60 cm de hauteur. Son système racinaire est peu développé. La tige est polygonale ligneuse à la base. Les feuilles sont effilées, d'environ 90 mm de long et 7 mm de large (Figure 55A). L'inflorescence est un épi de 5 à 25 cm de long. Les fleurs sont de couleur rose, violet clair ou violet rougeâtre d'environ 3 cm de diamètre et fixées directement sur l'inflorescence (Figure 55B). Le fruit est une capsule d'environ 6 mm de long contenant des graines semblables au pollen.

- **Mode de reproduction**: Le Striga se propage par les graines. Sa forte capacité à produire une grande quantité de graines pouvant conserver leur pouvoir germinatif pendant une longue période (plus de 10 ans) rend particulièrement dangereuse cette adventice.

- **Mécanisme de parasitisme**: En germant, le grain de maïs libère une substance qui stimule la germination du Striga. Le Striga développe une sorte de racine appelée haustorium qui se fixe sur la racine du maïs (Figure 59C), la pénètre et relie les vaisseaux conducteurs des deux plants. Ainsi le Striga prélève du plant de maïs les substances nutritives nécessaires à son développement.

- **Dégâts**: Le Striga prive le plant de maïs de ses substances nutritives et altère l'activité photosynthétique de la céréale en provoquant le jaunissement des plants.

- **Importance économique**: Au Bénin, le Striga cause des pertes de rendement en culture de maïs de plus de 50%.



A
© Cirad



B
© VIRBOGA



C
© BOUKARI Sharif

Figure 59: Plants de Striga fixés sur les racines d'un plant de maïs



Figure 60: Champ de maïs infesté par le STRIGA
© Alchetron

3.2. Quand est-ce que les mauvaises herbes et adventices deviennent nuisibles au maïs?

Les mauvaises herbes et les adventices nuisent aux plants de maïs lorsque les conditions suivantes sont réunies:

- elles sont en forte densité et entrent en compétition avec le maïs pour l'espace, la lumière, l'eau et les éléments nutritifs (Figure 57);
- elles s'établissent avant le semis du maïs et deviennent plus vigoureuses;
- elles émettent des substances toxiques susceptibles de nuire au développement du maïs.



Figure 61: Champ de maïs envahi par les mauvaises herbes
© INRAB/ Malick-IDRISSOU TOURE



3.3. Quelles sont les différentes méthodes de lutte contre les mauvaises herbes et adventices en culture de maïs?

L'utilisation des variétés de maïs résistantes ou tolérantes, les bonnes pratiques culturales (sarclages à la houe et à la charrue, rotation et assolement, plantes de couverture, association des cultures, etc.), l'utilisation des herbicides sont des pratiques qui permettent de réduire la nuisibilité des mauvaises herbes.

3.3.1. Utilisation des variétés de maïs résistantes ou tolérantes contre les mauvaises herbes

Au Bénin, seules les variétés de maïs résistantes ou tolérantes au Striga sont disponibles. Dans le Tableau 11, sont présentées quelques variétés de maïs résistantes ou tolérantes au Striga.

Tableau 11. Quelques variétés de maïs résistantes ou tolérantes au Striga hermonthica

Variétés	Cycle (jour)	Couleur des grains	Tolérante/ Résistante	Rendement (t/ha)
EVDT 97 STR C1	90-95	Blanche	T	4 - 6
Godonou (TZEE POP STR QPM W)	85	Blanche	R	3,5-4
2000 SYNEE-W	75	Blanche	T	3,5
Sunkpinyan (TZL Composite C4 W)	110	Blanche	R	5-7
Mi hom lé mè (TZE POP DT STR QPM W)	90	Blanche	R	4-5
Gandonou (TZE DT STR QPM W)	90	Blanche	R	4-5
Ya koura goura guinm (TZE COMP 3 DT W)	90	Blanche	R	4-6
Vovonongbo Ado (TZE DT STR Y)	90	Jaune	R	4,5-6
Eyolo-Ahi (EV DT 2000 STR QPM Y)	90	Jaune	R	4,5-6
Djémabossi (IW SYN F2)	105	Blanche	T	5-6,5

T= Tolérante

R= Résistante

Source: INRAB, 2018

NB: Les semences de pré-base et de base des variétés de maïs résistantes ou tolérantes au striga sont disponibles à l'INRAB, celles de base et celles qui sont certifiées, au niveau des entreprises semencières et des producteurs multiplicateurs de semence.



3.3.2. Application des bonnes pratiques culturales

3.3.2.1. Sarclage manuel

Pour lutter efficacement contre les mauvaises herbes dans les champs de maïs, il est recommandé deux (2) à trois (3) sarclages, suivant le cycle de la variété comme suit:

- le premier, 15 jours après semis pour toutes les variétés. le deuxième, 30 à 35 jours après semis pour les variétés extra précoces, 40 à 45 jours après semis pour les variétés précoces et 50 à 55 jours après semis pour les variétés intermédiaires et tardives (Figure 58);
- le troisième, qui intervient à la maturité physiologique des plants, est recommandé en cas de fort enherbement du champ de maïs;

Dans le cas du Striga, il est conseillé aux producteurs d'arracher les plants du parasite avant leur floraison.



Figure 62: Sarclage manuel à la houe

© INRAB/ Souradji IDRISOU



3.3.2.2. Sarclage mécanique

En cas d'utilisation de la charrue (Figure 63), deux sarclages sont recommandés comme suit :

- le premier à 15 jours après semis pour toutes les variétés
- le deuxième de 30 à 35 jours après semis pour les variétés extra précoces, 40 à 45 jours après semis pour les variétés précoces et 50 à 55 jours après semis pour les variétés intermédiaires et tardives



Figure 63: Sarclage à la charrue

© wikipedia.org

3.3.2.3. Assolement-rotation et association de cultures

L'assolement-rotation des cultures est une méthode utilisée pour lutter contre les mauvaises herbes. Il est aussi recommandé de faire une rotation sur deux (2) ans avec le manioc et les légumineuses à graines pour réduire le stock de semences de *Striga* dans le sol. Un plan de rotation du maïs avec d'autres cultures contre le *Striga* des céréales (*Striga hermonthica*) est proposé à la Figure 64.

L'association du maïs aux légumineuses empêche l'émergence des mauvaises herbes en général. Ainsi, l'utilisation du pois d'angole (Figure 65), du niébé, de l'arachide, des plantes fourragères, en association avec le maïs, est recommandée pour lutter contre les mauvaises herbes. Dans les champs infestés par le *Striga*, il est conseillé d'associer aussi le maïs à l'arachide, au soja ou au niébé tolérant (IT95K-193-12) au *Striga* des légumineuses (*Striga gesnerioides*).



L'utilisation des plantes de couverture, telles que le pois d'angole, le niébé rampant, le mucuna et les plantes fourragères, est aussi recommandée pour lutter contre les mauvaises herbes dans le champ du maïs.

Il faut éviter la monoculture du maïs dans les zones de forte infestation par le Striga.

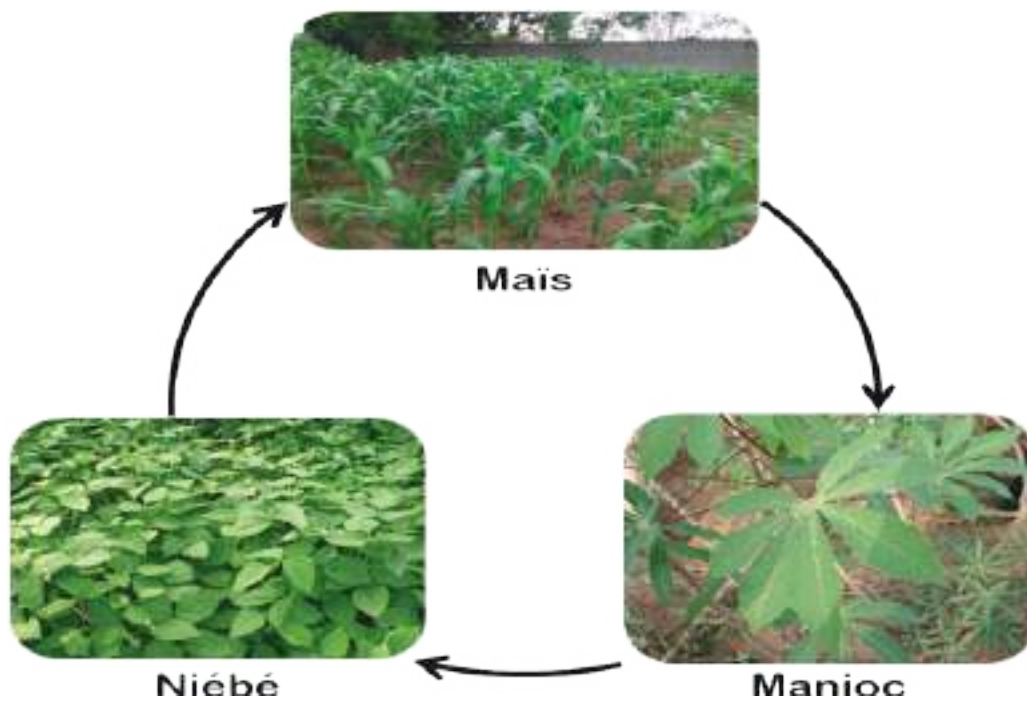


Figure 64: Exemple d'un plan de rotation du maïs avec le niébé et le manioc pour lutter contre le Striga

© INRAB/ Malick-IDRISSOU TOURE



Figure 65: Champ montrant la réduction des mauvaises herbes dans une association du maïs avec le pois d'angole

© FAO/CIRAD



3.3.3. Utilisation des herbicides

Les herbicides sont des produits chimiques de synthèse utilisés pour gérer les populations de mauvaises herbes et des adventices. Il existe différents groupes d'herbicides pour leur gestion en culture de maïs.

- **Les herbicides totaux:** ils sont des produits chimiques de synthèse non sélectifs utilisés pour éliminer toute la végétation d'un terrain prévu pour l'installation du maïs. Dans le Tableau 12, sont présentés quelques herbicides totaux utilisés en culture de maïs au Bénin.

Tableau 12. Herbicides totaux recommandés en culture de maïs au Bénin

Types de mauvaises herbes	Matières actives	Doses
Toutes les gammes de mauvaises herbes	Produit à base de Glyphosate 360 g/litre	5 litres/ha
	Produit à base de Glyphosate acide 360 g/litre	5 litres/ha
	Produit à base de Glyphosate 410 g/litre	4 litres/ha

- **Les herbicides sélectifs de prélevée:** les herbicides de ce groupe sont appliqués un (1) à deux (2) jours après le semis du maïs. Leur application doit se faire sur un terrain nu et humide. Ils sont efficaces sur une large gamme de mauvaises herbes. Ces herbicides sont toxiques pour les plants de maïs sur les sols sableux. Dans le Tableau 13 est présenté l'herbicide de prélevée recommandé en culture de maïs au Bénin.

Tableau 13. Herbicide de prélevée recommandé en culture de maïs au Bénin

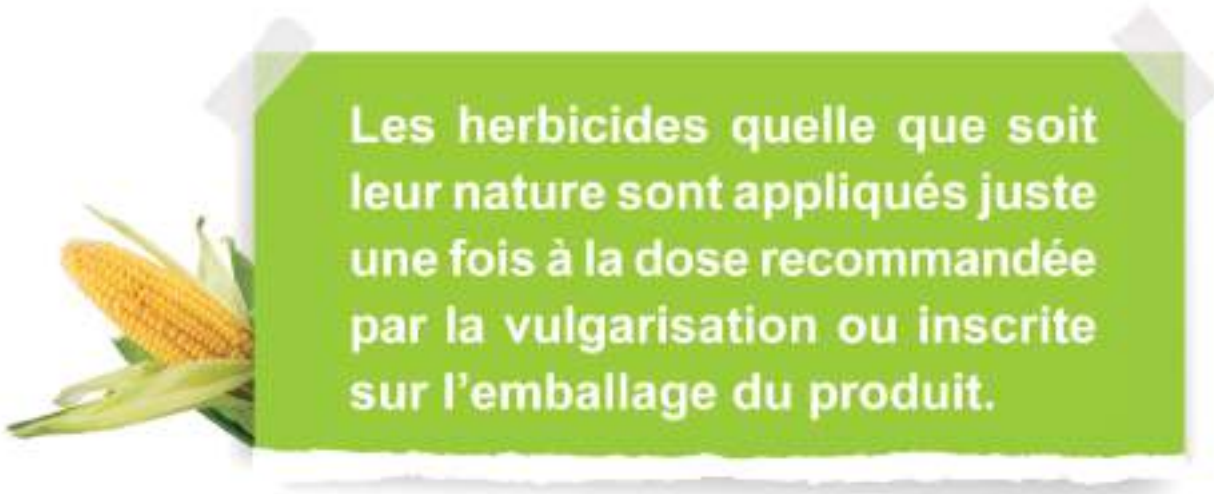
Types de mauvaises herbes	Matières actives	Doses
Cypéracées, Poacées, Plantes à feuilles larges	Pendimethaline 400 g/litre	3 litres/ha

- **Les herbicides sélectifs de post-levée:** ces herbicides sont appliqués dans les jeunes champs de maïs après la levée des mauvaises herbes. Ils agissent spécifiquement sur les dicotylédones et éliminent aussi les jeunes monocotylédones. Ils sont applicables sur les différents types de sols du Bénin sans risque de phytotoxicité pour les plants de maïs. Dans le Tableau 14 est présenté l'herbicide de post-levée recommandé en culture de maïs au Bénin.



Tableau 14. Herbicide de post-levée recommandé en culture de maïs au Bénin

Types de mauvaises herbes	Matières actives	Doses
Poacées, Dicotylédones	Nicosulfuron 400 g/litre	1 litre/ha





Références bibliographiques

1. **Ahanchédé, A. et Gasquez, J. 1995.** « Mauvaises herbes des cultures pluviales au Nord-Est du Bénin », *Agriculture et développement*, 7: 22-29.
2. **Akobundu, I. O. et Agyakwa, C. W. 1989.** *Guide des adventices d'Afrique de l'Ouest*, Institut International d'Agriculture Tropicale, Ibadan, Nigéria, 522 p.
3. **Bello, S. Ahanchédé, A., Gbèhounou, G., Amadji, G. et Aho, N. 2013.** « Diversité floristique, ethnobotanique et taxonomie locale des mauvaises herbes de l'oignon au Nord-est du Bénin », *Tropicultura*, 31 (2): 143-152.
4. **Caussanel, J. P. 1989.** « Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle: situation de concurrence bispécifique », *Agronomie*, EDP Sciences, 9 (3): 219-240.
5. **CNAC (Comité National d'Agrément et de Contrôle des Produits Phytopharmaceutiques). 2015.** *Liste des produits phytopharmaceutiques sous autorisation provisoire de vente et agrément homologation*, 6 p.
6. **CTA (Centre Technique de coopération Agricole et rurale). 2008.** *Comment lutter contre Striga et les foreurs de tige du maïs. Collections Guides Pratiques du CTA*, 2: 6.
7. **FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 2008.** *Catalogue ouest africain des espèces et variétés végétales*, Rome, 113 p.
8. **Gbèhounou, G. 1996.** « Survie des graines de *Strigahermonthica* en milieu réel au Bénin: implications pour le choix des méthodes de lutte », *Bulletin de la Recherche Agronomique*, 15: 17-28.
9. **Gbèhounou, G. et Toukourou, A. M. 1999.** « Impact de *Strigahermonthica* sur deux variétés améliorées de maïs en culture pure et en association avec l'arachide », *Bulletin de la Recherche Agronomique*, 25: 9-15.
10. **James, B., Atcha-Ahowe, C., Godonou, I., Baimey, H., Goergen, G., Sikirou, R. et Toko, M. 2010.** *Gestion intégrée des nuisibles en production maraîchère: Guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest*, Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigéria. 120 p.
11. **Le Bourgeois, T. et Marnotte, P. 2002.** « Modifier les itinéraires techniques: La lutte contre les mauvaises herbes », *Mémento de l'agronome*, Cirad-Gret-MAE [ed.], Montpellier, France. p. 663-684.
12. **Merlier, H. et Montegut, J. 1982.** *Adventices tropicales*, GERDAT, Ministère des relations extérieures-Coopération et Développement, 490 p.
13. **Sikirou, R., Bello, S. et Idrissou-Touré, M. 2016.** *Efficacité de l'herbicide Pendistar 400 EC (Pendiméthaline 400 g/litre) en culture de maïs au Sud-Bénin, Rapport d'activités*, LDC/CRA-A/INRAB, 20 p.
14. **Yallou, C. G., Aihou, K., Adjanooun, A., Baco, M. N., Sanni, O. A. et Amadou, L. 2010.** *Répertoire des Variétés de Maïs (Zea mays L.) Vulgarisées au Bénin. Document Technique d'Information et de vulgarisation*, INRAB, Cotonou, 19 p.





INTRODUCTION

Pour sécuriser les besoins alimentaires des familles, réduire le bradage après récolte et assurer l'approvisionnement en semences, il est indispensable de stocker le maïs. Cependant, plusieurs facteurs compromettent le stockage du maïs avec des effets négatifs se traduisant par des dommages ou la dépréciation de la qualité du grain. Parmi ces facteurs, figurent l'attaque des insectes qui occasionnent des pertes allant de 30 à 100% en quelques mois de stockage, l'attaque des rongeurs qui souillent les grains et l'infection par les moisissures qui compromettent la qualité du grain de maïs.

Quels sont les principaux nuisibles des stocks de maïs et les méthodes de lutte? Quelles sont les structures de stockage recommandées pour la conservation du maïs? Telles sont les deux questions prépondérantes auxquelles le chapitre 4, le dernier de ce manuel, apporte des réponses très pratiques. Toutes les informations et les dispositions fournies ici découlent de l'analyse bibliographique de divers travaux scientifiques réalisés sur la thématique dont les références sont présentées à la fin de ce chapitre.

4.1. Quels sont les principaux nuisibles des stocks de maïs et les méthodes de lutte?

Les insectes, les moisissures et les rongeurs sont les nuisibles majeurs du maïs après la récolte.

4.1.1. Quels sont les principaux insectes déprédateurs du maïs en stock au Bénin, les dispositions préliminaires à prendre et les méthodes de lutte?

Le maïs stocké est attaqué par deux grands groupes d'insectes au Bénin. Il s'agit des coléoptères et des lépidoptères.

4.1.1.1. Quels sont les principaux coléoptères rencontrés dans les stocks de maïs au Bénin?

Le charançon du maïs, le charançon du riz, le grand capucin du maïs et les triboliums sont les coléoptères fréquemment rencontrés dans les stocks de maïs au Bénin. Certes, d'autres espèces de coléoptères, telles que *Rhizoperta dominica*, *Dinoderus* sp. etc. se rencontrent moins fréquemment dans les stocks de maïs. Comment reconnaître et identifier ces quatre coléoptères redoutables rencontrés dans les divers stocks de maïs?



i). Le charançon du maïs: *Sitophilus zeamais*

• **Description:** le charançon du maïs est un petit insecte dont l'adulte mesure 4 à 5 mm de long. Il est de couleur brun-rouge foncé à noir. Il possède 2 paires d'ailes. Les ailes antérieures sont membraneuses alors que les ailes postérieures, encore appelés élytres, portent 4 taches rougeâtres. La tête se prolonge par une sorte de bec appelé rostre (Figure 66).

La larve, de forme ramassée presque globuleuse, est blanchâtre, avec une tête de couleur brune. Elle mesure environ 3 mm de long et est dépourvue de pattes (Figure 66).

• **Dégâts:** les femelles pondent sur les épis depuis le champ. Les larves issues des œufs se développent à l'intérieur des grains et dévorent aussi bien l'albumen (partie farineuse) que le germe. Les dommages des larves sont invisibles. Seuls les trous de sortie des adultes permettent de constater les attaques (Figure 67).



Figure 66: Adulte (A) et Larve (B) du charançon du maïs
© FAO/Goergen Georg (A);
© FAO/USDA-ARS-GMPRC (B)



Figure 67: Dégâts du charançon sur l'épi
© FAO/GTZ

ii). Le charançon du riz: *Sitophilus oryzae*

• **Description:** le charançon du riz ressemble beaucoup au charançon du maïs à la seule différence que le charançon du riz est de taille plus petite et plus effilée. Il ne vole presque pas. Il possède un rostre plus court et mesure 3 mm de long (Figure 68).

• **Dégâts:** le charançon du riz occasionne des dégâts similaires à ceux du charançon du maïs.

• **Importance économique des charançons du maïs et du riz :** les pertes peuvent atteindre 30% en quatre (4) mois de stockage en cas de forte infestation des grains.



Figure 68: Charançon du riz adulte
© FAO/Vaibhav Chaudhary



iii). Le grand capucin du maïs : *Prostephanus truncatus*

- **Description:** l'adulte du grand capucin du maïs a une forme cylindrique. Il mesure 3 à 4,5 mm de long et a une couleur brun-roux foncé à noir. La partie postérieure de son abdomen est abrupte (paraît sectionnée). Ses élytres portent de petits points alignés (Figure 69A).
- La larve est blanchâtre et mesure environ 4 mm de long. Elle a une tête rousse, une forme archée et possède 3 paires de pattes (Figure 69B).

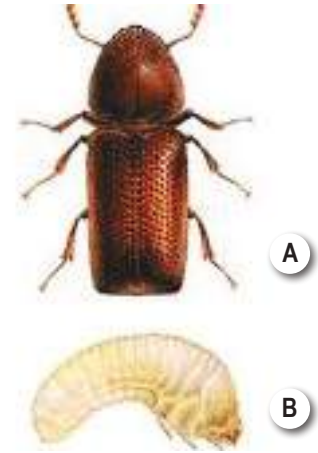


Figure 69:Adulte (A) et Larve (B) du grand capucin du maïs
© FAO/GASGA Technical Leaflet

- **Dégâts:** la larve et l'adulte attaquent surtout les épis en stock et réduisent en poudre le contenu des grains (Figure 70). Ils attaquent également les structures de stockage en bois.
- **Importance économique:** le grand capucin est une espèce introduite en Afrique. Il est plus vorace que le charançon du maïs. Il peut occasionner en cribs 34 à 40% de perte en 3 à 6 mois de stockage.



Figure 70: Dégâts du grand capucin sur un grain de maïs
© FAO/ Ortega Corona



Les triboliums roux et sombres: *Tribolium* spp.

• **Description:** L'adulte de tribolium mesure 3 à 4 mm de long. Il a une couleur uniforme brun rouge à brun noir. Il est de forme allongée et possède des élytres qui portent des stries visibles dans le sens de la longueur (Figure 71). La larve est de couleur jaunâtre. Elle a une forme effilée et mesure 5 à 6 mm de long. Elle possède 3 paires de pattes et circule librement dans le stock (Figure 71).



Figure 71: Adulte (A) et Larve (B) du grand capucin du maïs
© FAO/Courtesy Alex Wild (A) et Walter (B)
(Source: FAO, 2020)

• **Dégâts:** c'est un insecte secondaire qui est associé aux charançons ou au grand capucin de maïs dont il parachève les dégâts. Les adultes et les larves affectionnent la farine et les grains brisés dans lesquels ils creusent des galeries. Ils souillent la farine qui prend une couleur brunâtre et dégage une odeur irritante (Figure 72).

• **Importance économique:** les pertes causées par *Tribolium* sp. sont particulièrement qualitatives. Les stocks souillés deviennent impropres à la consommation et perdent leur valeur marchande.



Figure 72: Farine de maïs souillée par *Tribolium*
© Alamy stock photo (Source: FAO, 2020)

4.1.1.2. Quels sont les lépidoptères rencontrés dans les stocks de maïs au Bénin?

Les lépidoptères sont des papillons. Ces insectes sont dommageables au stade larvaire. Parmi les papillons ravageurs des stocks, seule l'alucite des céréales a une importance économique pour le maïs au Bénin. Certes, d'autres espèces de lépidoptères, telles que *Ephestia* spp, *Plodia interpunctella*, etc., se rencontrent moins fréquemment dans les stocks de maïs.



Comment reconnaître et identifier l'alucite des céréales (*Sitotroga cerealella*), ce papillon redoutable rencontré dans les divers stocks de maïs?

• **Description:** l'adulte de l'alucite est un petit papillon jaune pâle de 5 à 9 mm de long au repos et de 11 à 16 mm d'envergure (ailes étalées). Au repos, ses ailes sont repliées sur son dos sous forme de toit. Les ailes antérieures sont étroites, pointues, brun-jaune. Les ailes postérieures sont gris clair et portent de longues franges (Figure 73). La larve est de couleur blanc-rosâtre et mesure 12 à 14 mm de long (Figure 73).

• **Dégâts:** la femelle pond les œufs sur les épis au champ ou dans les lieux de stockage. Les jeunes chenilles pénètrent dans les grains et s'y alimentent. La présence du papillon permet de détecter l'infestation. Les dégâts sont identiques à ceux des charançons (Figure 74).

• **Importance économique:** les attaques de l'alucite des céréales se manifestent par une diminution du poids de maïs, la baisse du pouvoir germinatif des graines, la perte de la valeur nutritive et de la valeur marchande. En cas de forte infestation tout le stock de maïs peut être détruit.

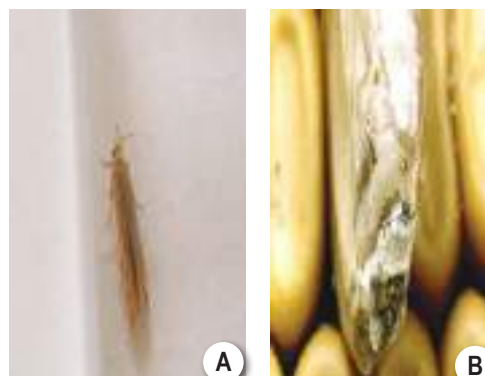


Figure 73: Adulte (A) sur un épi de maïs et Larve (B) logée dans un grain de maïs
© FAO/<http://devon-occasional.blogspot.com> (A);
© FAO/USDA CES/Clemson Univ./ (B)



Figure 74: Dégât de l'alucite des céréales sur épi de maïs
© Ortega Corona

4.1.1.3. Quelles sont les dispositions préliminaires à prendre pour une bonne conservation du maïs contre les insectes de stockage?

Il s'agit de faire ici ce qui suit:

- i) **Récolter le maïs à bonne date:** La récolte à bonne date du maïs fait éviter l'attaque des insectes, des rongeurs et des infections par les champignons au champ. Les critères suivants définissent le stade optimum de récolte du maïs au champ. Il s'agit de:
 - ✓ dessèchement complet de la barbe;
 - ✓ jaunissement des spathes;
 - ✓ épi maintenant encore sa position oblique sur le plant.



- ii) **Trier les épis:** Les épis attachés doivent être triés et mis à l'écart.

- iii) **Sécher les épis ou les grains de maïs:** Pour éviter le développement des moisissures et des insectes, les épis ou les grains doivent être séchés au soleil pendant plusieurs journées avant le stockage pour réduire le taux d'humidité des grains. Le taux d'humidité normal des grains à la conservation est de 13%. Un grain apte à la conservation est sec et craquant sous la dent.

- iv) **Entretenir le lieu et les matériels de stockage:** Avant de stocker la nouvelle récolte, débarrasser le grenier ou la salle de stockage et les sacs des résidus de récolte de la saison précédente. Les alentours des entrepôts de stockage doivent être maintenus propres.

- v) **Entreposer convenablement les sacs de maïs:** Les sacs de maïs stocké doivent être déposés sur des palettes (Figure 71A) disposées de manière à permettre une libre circulation entre elles. Les sacs ne doivent toucher ni les parois, ni le toit, ni aucune structure du magasin. Les sacs doivent être bien empilés (Figure 71B). Le stock doit être stable et compact.

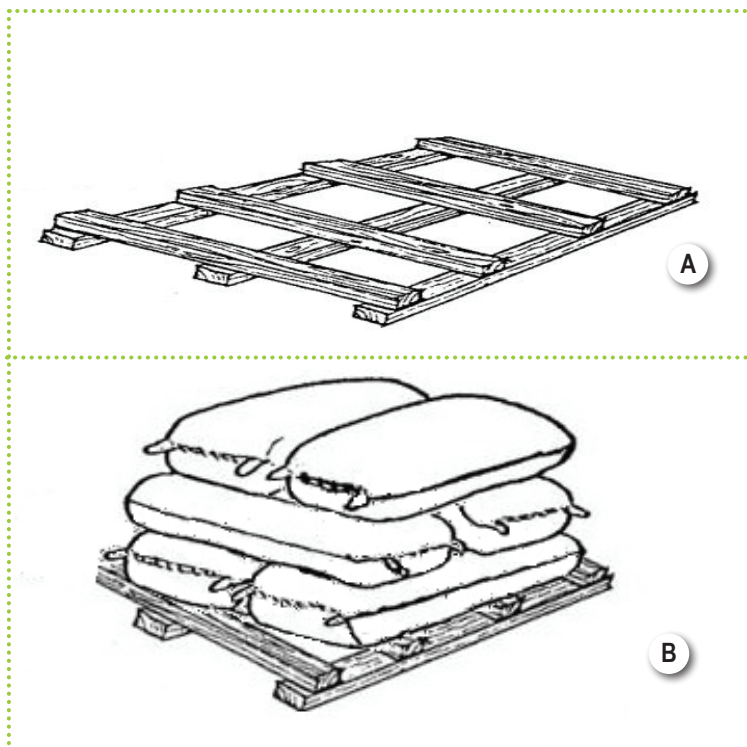


Figure 75: Palette (A) et mode d'entreposage des sacs de maïs (B)
© FAO/Inge de Groot
(Source: FAO, 2020)



4.1.1.4. Quelles sont les méthodes de lutte contre les insectes ravageurs du maïs en stock?

Les principales méthodes de lutte contre les insectes ravageurs du maïs en stock sont basées sur l'utilisation des plantes ou extraits de plantes, des produits minéraux et des produits chimiques de synthèse.

i) Utilisation des plantes

Les plantes sont aussi utilisées dans la protection du maïs en stock pour leur effet insecticide ou insectifuge. Des organes de la plante tels que les racines, l'écorce, les feuilles, les graines, les fleurs, etc. sont utilisés en l'état ou sous forme de poudre, d'huile et d'essence comme cela est résumé dans le Tableau 15. Plusieurs plantes (piment pili-pili, faux ricin, neem, basilique, zeste de citron, écorce de caïlcédrat, etc.) se sont révélées efficaces pour la protection du maïs en stock dont quelques-unes sont illustrées dans la Figure 76.

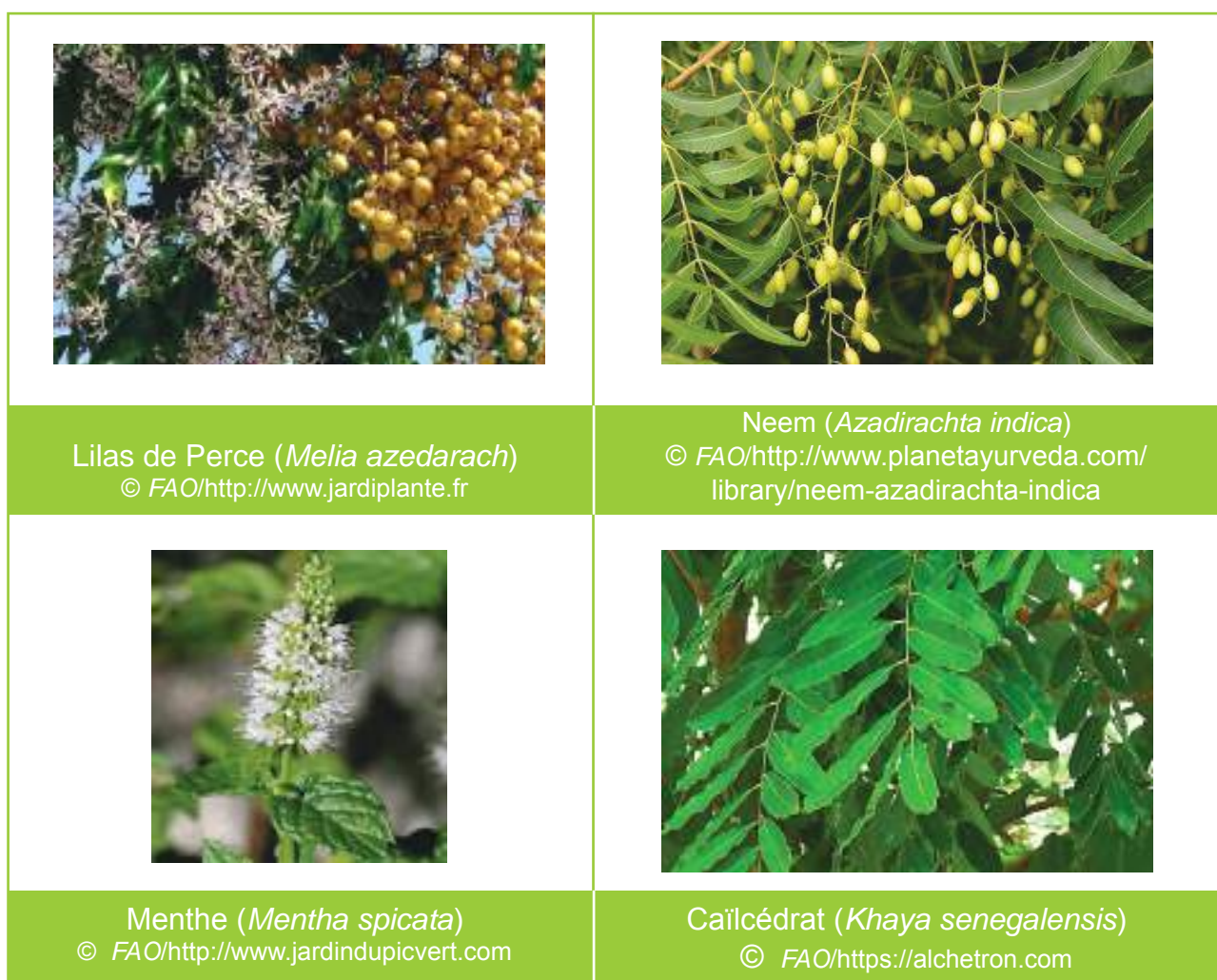






Figure 76: Quelques plantes à effet insecticides/insectifuges recommandées pour lutter contre les ravageurs de maïs en stock



Tableau 15. Utilisation des plantes à effets insecticides/insectifuges recommandées pour lutter contre les ravageurs de maïs en stock

Désignation de la plante	Organe utilisé	Dose (g/kg de maïs)	Ravageurs ciblés
 Neem	Feuille	10-20	Tous les insectes
	Graine	10	Tous les insectes
 Lilas de Perse	Feuille	40-80	Alucite des céréales
	Graine	10	Alucite des céréales
 Menthe	Feuille	10-20	Charançons
 Caillédraat	Ecorce	20-40	Tous les insectes

(Source: FAO, 2020)

Ici, le mode opératoire préconisé se résume comme suit:

- Prélever l'organe recommandé de la plante à effets insecticide/insectifuge (feuilles, graines ou écorce);
- Sécher l'organe prélevé à l'ombre, à un lieu sec et aéré jusqu'à ce qu'il devienne sec et craquant;
- Réduire l'organe séché en poudre (en le pilant par exemple);
- Prélever et peser la quantité de poudre recommandée (Tableau 15);
- Mélanger la poudre ainsi prélevée au maïs selon le même mode d'application que celui des poudres insecticides (Figure 74).



ii) Utilisation des cendres des espèces botaniques

Les cendres de bois d'acajou, de manguier et d'acacia utilisées à 1 volume de cendre pour 2 volumes de maïs (1 bol de cendre pour 2 bols de maïs) protègent le maïs contre les ravageurs de stock (Figure 73).

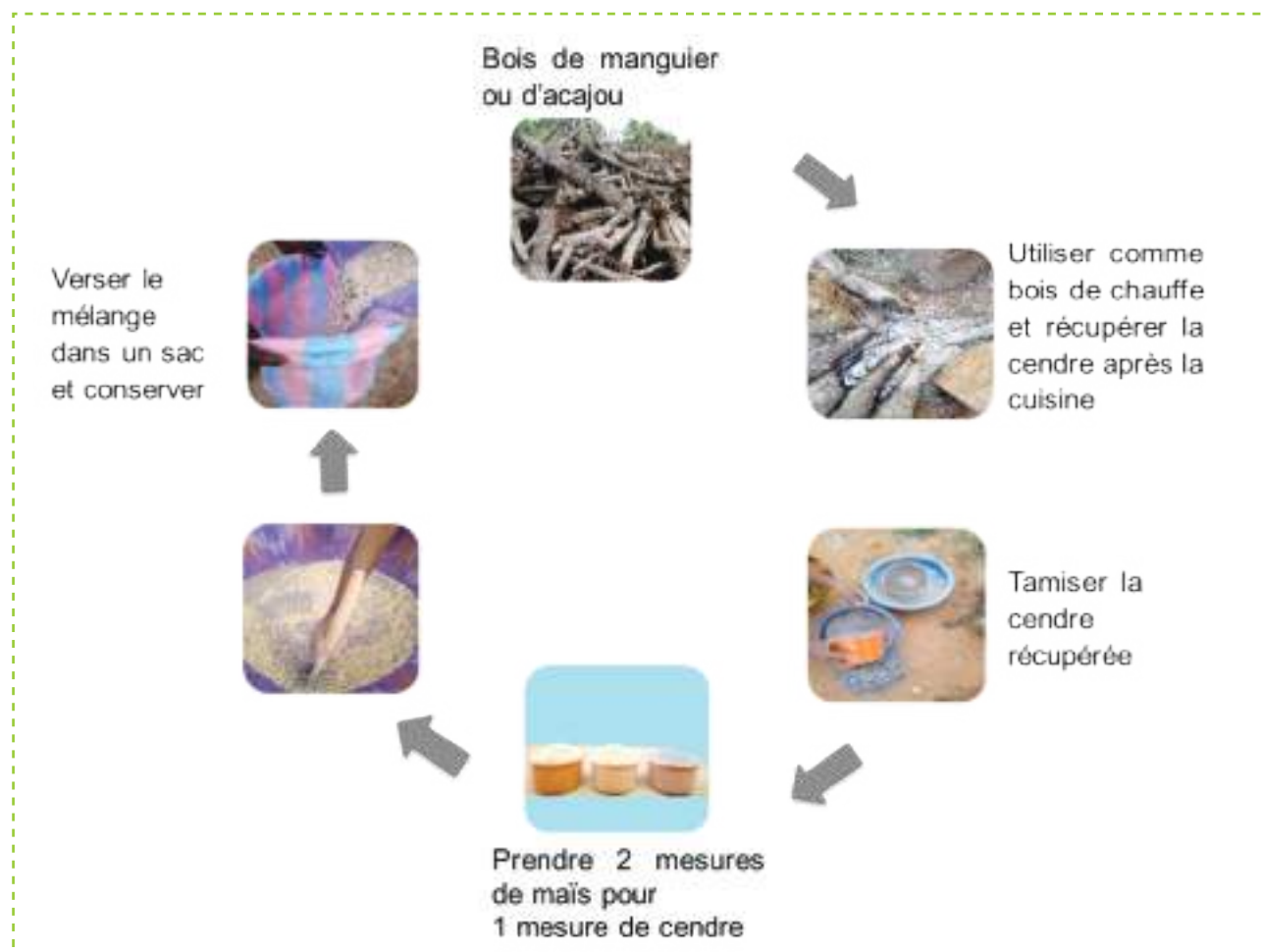


Figure 77: Mode de traitement du maïs avec les cendres des espèces botaniques

© FAO/ Sharif BOUKARI

iii) Utilisation des produits chimiques de synthèse

L'utilisation des poudres insecticides et des fumigants suivants sont les méthodes de lutte les plus efficaces et les plus courantes pour conserver le maïs:

a) Les poudres insecticides

Les produits présentés dans le Tableau 16 sont conseillés pour lutter contre tous les insectes ravageurs du maïs grain et du maïs en épis.



Tableau 16. Poudres insecticides recommandées pour lutter contre les ravageurs de maïs en stock

Poudres insecticides	Dose recommandée	Durée d'action
Pyrimiphos-Méthyl + Thiamethoxam	50 g pour 100 kg de maïs	6 mois
Pyrimiphos-Méthyl + Perméthrine	50 g pour 100 kg de maïs	6 mois
Deltaméthrine	150 g pour 100 kg de maïs	6 mois

Le mode d'application des poudres insecticides se résume comme suit

Les poudres insecticides s'appliquent au maïs grain. Le traitement se fait par le mélange du maïs grain et du produit dans une grande bassine à l'aide d'une pelle. Le mélange homogène obtenu est, par la suite, versé dans un sac, de préférence de jute, précédemment saupoudré avec l'insecticide, et attaché (Figure 78).



Figure 78: Application de poudre insecticide au stock de maïs égrené (A), transvasement de maïs traité dans un sac (B) et fermeture du sac rempli (C)

©INRAB/Julien OUSSOU

Les précautions suivantes sont à prendre lors de l'application de la poudre insecticide:

- se munir des ÉPI (vêtements, cache-nez, paires de lunettes, de gants et de bottes);
- éviter de manger, de boire et de fumer lors de la manipulation des produits;
- laver les mains à l'eau et au savon après l'application des produits.



- ***Il est inutile de traiter le maïs à consommer avant un mois.***
- ***Le maïs en stock traité avec un insecticide doit être obligatoirement lavé plusieurs fois à l'eau avant toute consommation (Figure 75) !!!***



Figure 79: Mesures à prendre avant la consommation du maïs conservé avec un insecticide
© BOUKARI Sharif

b). Les fumigants

Les fumigants sont des produits chimiques solides, liquides ou gazeux qui émettent des gaz utiles dans la protection des denrées.

Le fumigant actuellement disponible et recommandé au Bénin pour le traitement des denrées en stock, y compris, le maïs est le Phosphore d'aluminium. Il produit un gaz appelé le phosphore d'hydrogène qui tue les insectes de stock à tous les stades de développement. Il est recommandé pour des lots importants de stock de maïs infestés. **Toutefois, son application requiert l'utilisation de matériels spécifiques et l'expertise d'un professionnel.** Il est fortement recommandé de s'adresser à une structure agréée pour la fumigation.

4.1.2. Quels sont les principaux champignons qui causent des moisissures au maïs en stock au Bénin et comment prévenir leur développement sur le maïs?

4.1.2.1. Quels sont les principaux champignons qui causent des moisissures au maïs en stock?

Les moisissures sont causées par différentes espèces de champignons dont certaines d'entre elles produisent des mycotoxines. Les plus fréquemment rencontrées au Bénin sont les suivantes: *Aspergillus* spp.; *Fusarium* spp.; *Penicillium* spp..



i) *Aspergillus* spp.

• **Description et dégâts:** ce sont les champignons de stock, de couleur vert olive. Ils couvrent tout l'épi en cas d'attaque sévère (Figure 80). Ils sécrètent des **aflatoxines**, toxines très cancérigènes pour les humains et les animaux d'élevage qui consomment les grains contaminés.

• **Importance économique:** en cas d'un mauvais séchage, la totalité d'un stock peut être contaminée.

ii) *Fusarium* spp.

• **Description et dégâts:** ces champignons provoquent une coloration rose blanchâtre au saumon sur les grains infectés. Les grains ainsi moisiss portent des stries blanchâtres (Figure 81). Les spathes, dans certains cas, se décolorent et s'accolent aux grains. Ces champignons sécrètent une toxine appelée **fumonisine** qui est aussi cancérigène pour l'homme et les animaux d'élevage.

• **Importance économique :** tout un stock peut être contaminé en cas de mauvais séchage, devenant ainsi impropre à la consommation. En cas d'infection des stocks de semences, le pouvoir germinatif est fortement affecté.

iii) *Penicillium* spp.

• **Description et dégâts:** les épis attaqués par ces champignons présentent une moisissure de couleur bleu vert entre les grains au bout de l'épi (Figure 82). Ces champignons sécrètent une toxine appelée **ochratoxine** qui est classée comme cancérigène possible pour l'homme et les animaux d'élevage.

• **Importance économique:** l'incidence de *Penicillium* est généralement faible. Mais en cas de fortes infections, plus de la moitié d'un stock peut être endommagée et impropre à toutes formes d'utilisation.



Figure 80: Épi de maïs couvert de moisissure d'*Aspergillus* spp.
© FAO/Iowa State University



Figure 81: Épis de maïs couverts de moisissure de *Fusarium* spp.
© FAO/Duval Brigitte et Lachance Pierre



Figure 82: Épis de maïs couverts de moisissure de *Penicillium* spp.
© FAO/Montpetit Jean-Marc



4.1.2.2. Comment prévenir le développement des moisissures du maïs en stock?

Pour éviter le développement des moisissures, il faut procéder comme suit:

- éviter les attaques des épis de maïs par les ravageurs (insectes, oiseaux et rongeurs);
- trier les épis atteints et les mettre à l'écart;
- récolter à bonne date en respectant les bonnes pratiques de récolte;
- éviter de laisser traîner au champ le maïs récolté;
- éviter l'entassement des épis de maïs après récolte;
- sécher pour ramener le taux d'humidité du grain de maïs à 13% avant la conservation;
- respecter les bonnes pratiques de stockage.

4.1.3. Quels sont les principaux mammifères rongeurs dommageables aux stocks de maïs au Bénin et les méthodes de lutte?

4.1.3.1. Quels sont les principaux mammifères rongeurs qui causent des dommages et divers dégâts aux différents stocks de maïs?

Les mammifères rongeurs de stock sont généralement les souris et les rats. Il s'agit des trois principaux suivants:

i) La souris domestique: *Mus musculus*

•**Description:** la souris domestique est un animal de petite taille de 15 cm de long. La longueur de sa queue est pratiquement la moitié de toute sa taille. Il a un museau pointu et de petits yeux. Son pelage est brun gris à noir. Il pèse 15 à 20 g (Figure 83).



Figure 83: Souris domestique
© FAO/Shutterstock

ii) Le rat noir ou le rat des greniers: *Rattus rattus*

•**Description:** le rat noir mesure 17 à 26 cm de long et pèse environ 250 g. Sa queue est plus longue que son corps. Il a un pelage brun à noir, mais celui du ventre est gris. Son museau est pointu, ses yeux et ses oreilles sont grands (Figure 84).



Figure 84: Rat noir
© FAO/Greg Calvert



iii) Le rat brun ou le surmulot: *Rattus norvegicus*

• **Description:** ce rat est de grande taille et mesure 20 à 27 cm de long avec un poids vif de 150 à 600 g. Il a une queue plus courte que son corps qui est trapu. Son museau est court, ses yeux sont petits et ses oreilles sont petites et trapues. Le pelage du corps est gris foncé mais blanchâtre au ventre (Figure 85).



Figure 85: Rat brun consommant les grains du maïs après avoir endommagé le sac
Pest Solution Environmental Services

• **Dégâts et importance économique des rongeurs**

Les rongeurs consomment une grande quantité de grains de maïs en stock avec une préférence pour le germe. Les pertes de denrée dues aux rongeurs sont directes et peuvent être estimées à 30 % en phase d'entreposage. Ils souillent cette denrée avec leurs excréments, leurs urines et leurs poils. Les pertes s'évaluent en terme de sacs et de conteneurs détruits, rongés, percés, et des grains endommagés et souillés. Ils sont également des vecteurs de maladies humaines.

4.1.3.2. Comment lutter contre les mammifères rongeurs du maïs en stock?

Pour éviter l'attaque du maïs en stock par les mammifères rongeurs, les trois méthodes de lutte suivantes sont à utiliser: la lutte préventive, la lutte mécanique et la lutte à base de raticides.

i) **Lutte préventive contre les rongeurs**

Pour prévenir l'attaque des stocks par les rongeurs, il faut observer la propreté à l'intérieur et à l'extérieur des magasins et respecter les normes d'entreposage, notamment ce qui suit:

- éviter de laisser traîner les résidus de nourriture et des ordures aux alentours et à l'intérieur des lieux de stockage;
- sarcler les alentours des entrepôts et couper les branches des arbres qui touchent les fenêtres des entrepôts;
- déposer les sacs de maïs sur des palettes;
- poser les barrières anti rats sur les poteaux des greniers et des cribs;
- élever les chats aux alentours des entrepôts de stockage.



ii) Utilisation des pièges

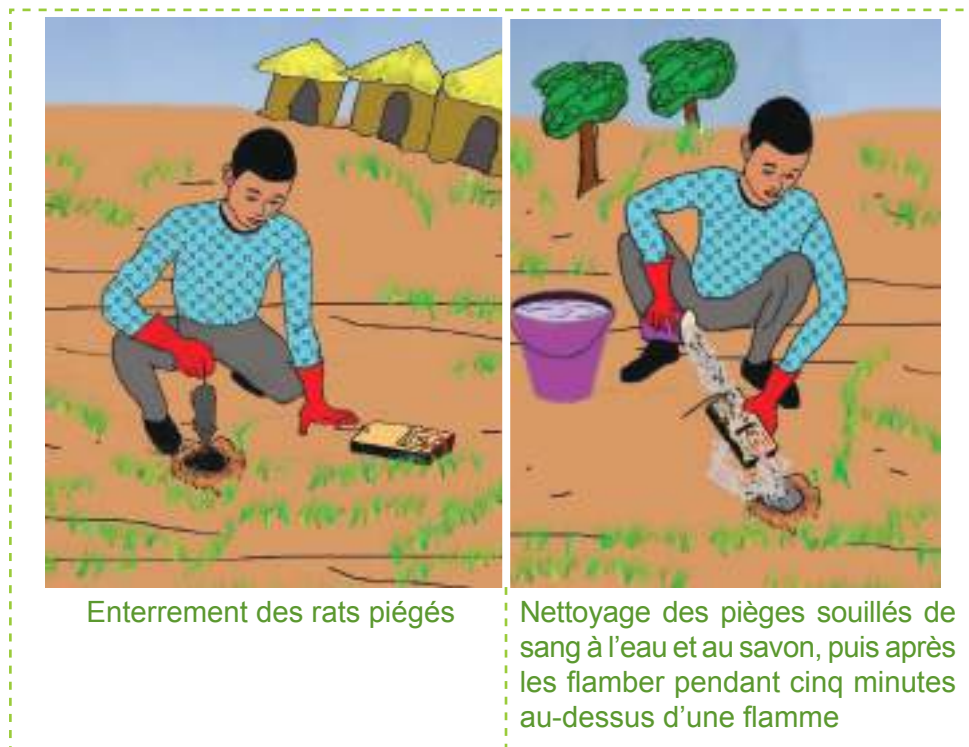
Le piégeage est l'un des moyens mécaniques simples et efficaces pour lutter contre les rongeurs. Pour piéger les rongeurs, il est recommandé d'observer les règles suivantes:

- placer les pièges sur le passage des rongeurs (le long des murs et autour des stocks);
- poser les pièges perpendiculairement au mur (Figure 82);
- renouveler les appâts tous les 3 jours et nettoyer les pièges à l'eau et au savon après chaque renouvellement (Figure 83);
- porter des gants et embaumer ses mains avec les feuilles de plantes odorantes (comme les feuilles de citronnelle, *Hyptis suaveolens*, citronnier et neem) lors des manipulations des pièges et des appâts. Cela permet d'éviter que le mammifère rongeur sente l'odeur humaine.



Figure 86: Postes de pièges métalliques dans un entrepôt de stockage de maïs

© INRAB/Julien OUSSOU



Enterrement des rats piégés

Nettoyage des pièges souillés de sang à l'eau et au savon, puis après les flamber pendant cinq minutes au-dessus d'une flamme

Figure 87: Comportements à adopter avant de renouveler les appâts des pièges métalliques

© INRAB/Julien OUSSOU

iii) Utilisation des raticides

Deux types de raticides sont généralement utilisés. Il s'agit des anticoagulants et des poisons violents suivants:

a) Les anticoagulants

Les anticoagulants agissent en perturbant la coagulation sanguine. Ils provoquent la mort par hémorragie interne du rat. Leur efficacité est liée à la consommation répétée de l'appât empoisonné par le rongeur sur plusieurs jours consécutifs. Dans le tableau 17 est présenté le raticide anticoagulant homologué au Bénin.

Tableau 17. Raticide anticoagulant homologué au Bénin

Raticide (matière active)	Dose recommandée
Difénacoum et dénatonium benzoate	50 mg/kg d'appât

(Source: FAO, 2020)



Le mode d'emploi de ce raticide anticoagulant est le suivant:

- suivi régulier de l'entrepôt pour détecter la présence des rats
- détecter les lieux de passage des rats, le cas échéant;
- déclencher l'intervention par la pose de 50 mg d'appâts dans les petites assiettes en plastique aux lieux de passages des rats;
- déposer les appâts aux lieux de passage et à des espacements raisonnables (Figure 86);
- renouveler les appâts tous les jours pendant 7 jours de l'intervention et enterrer chaque fois les résidus et les rats morts;
- déclencher une autre intervention dès réparation/résurgence des rats.

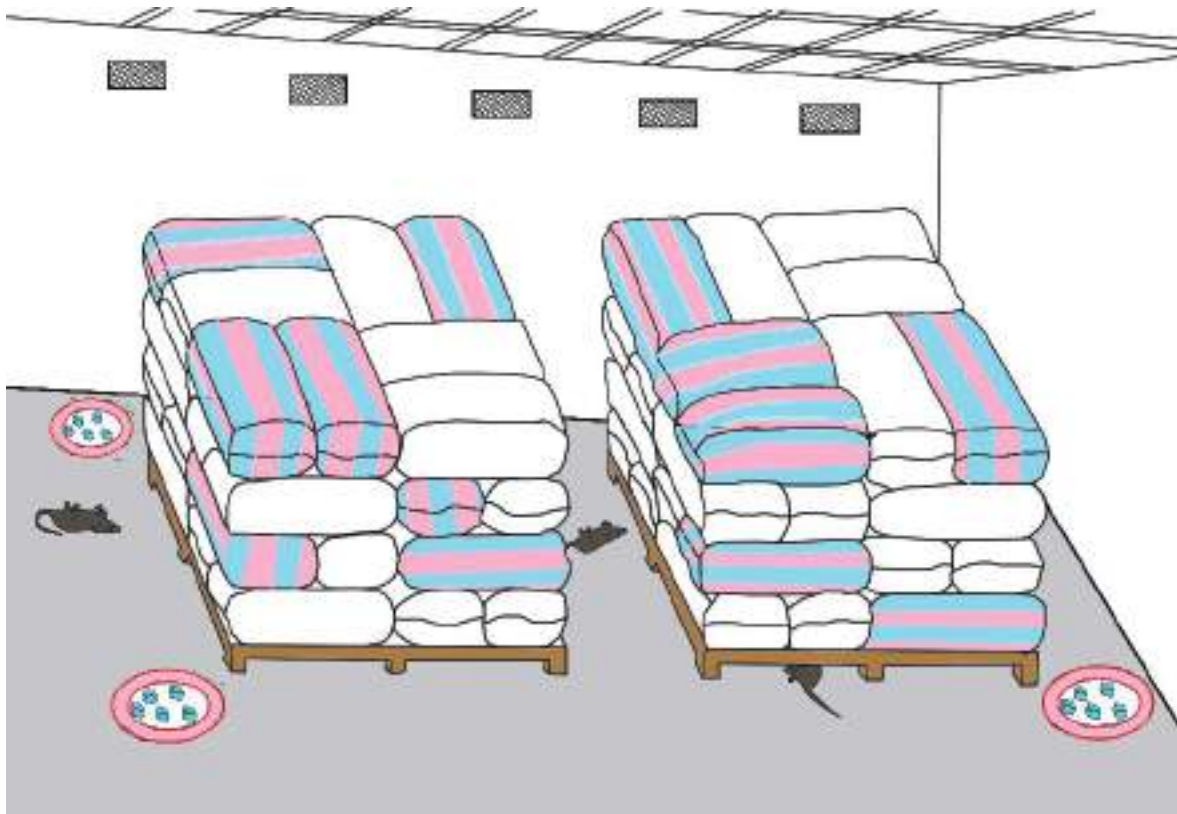


Figure 88: Postes de raticide anticoagulant dans un entrepôt de stockage de maïs

© INRAB/Julien OUSSOU



b). Les poisons violents

Les poisons violents causent la mort brusque des rongeurs juste après l'ingestion d'un appât contenant le produit. Les poisons violents les plus courants sont consignés dans le Tableau 18.

Tableau 18. Quelques poisons violents recommandés pour lutter contre les rongeurs de stocks

Raticide (matière active)	Dose recommandée (mg/kg d'appât)
Anhydride arsénieux	200
Phosphure de zinc	50

(Source: INRAB, 2018)



Compte tenu de leur dangerosité pour l'homme et la faune, l'utilisation des poisons violents est fortement déconseillée sauf pour les cas spécifiques sous contrôle des professionnels.

Le mode d'emploi est similaire à celui des anticoagulants, à la seule différence que les poisons violents sont posés une seule fois (Figure 89).



Figure 89: Postes d'appât contenant de poison violent dans un entrepôt de stockage de maïs

© INRAB/Julien OUSSOU



LES PRÉCAUTIONS SUIVANTES SONT À PRENDRE LORS DE L'APPLICATION DES RATICIDES:

- protéger les denrées stockées avant l'application des raticides;
- se munir des ÉPI (Équipement de Protection Individuel);
- éviter de manger, de boire et de fumer lors de la manipulation des produits;
- laver les mains à l'eau et au savon après l'application des raticides;
- prendre toutes les précautions nécessaires et utiles afin que les enfants ne soient pas en contact avec les appâts empoisonnés;
- éviter que les restes des appâts empoisonnés soient ingérés par les animaux domestiques;
- détruire systématiquement, par enterrement, les restes des appâts et les rats morts.

4.2. Quelles sont les structures de stockage recommandées pour la conservation du maïs?

Plusieurs structures permettent de conserver le maïs sans avoir recours aux produits de conservation. Elles empêchent le développement des insectes en les asphyxiant. Le choix de la structure de stockage dépend de la quantité et de la forme (épi ou en grain) de maïs à stocker. Pour plus de détail, consulter le *Manuel sur les technologies de stockage et conservation et de transformation du maïs au Bénin* (INRAB/FAO, 2018).



Références bibliographiques

1. Adégbola, Y. P., Djinadou, A. K. A., Ahoyo-Adjovi, N. R., Allagbé, C. M., Gotoechan, M. H., Adjanahoun, A. et Mensah, G. A. 2013. *Synthèse bibliographique des travaux de recherche effectués sur la filière maïs de 2000 à 2012 au Bénin, Document Technique et d'Information (DTI)*, CNS-maïs, Bénin, 162 p.
2. Adjalien, E., Noudogbessi, J-P., Kossou, D. et Sohounhloué, D. 2014. « État et perspectives de lutte contre *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789), déprédateur des céréales au Bénin: synthèse bibliographique », *J. Appl. Biosci.*, 79: 6955–6967.
3. Alzouma, I., Bartali, E. H., Ducom, P., Fleurat-Lessard, F., Huignard, J., Gautun, J. C., Grolleau, G., Lengua, A. et Sy, O. 1996. *Post-récolte: principes et applications en zone tropicale*, Universités francophones, Ed. ESTEM/AUPELF, Paris, 213 p.
4. Bosque-Pérez, N. A. 1992. « Les principaux insectes nuisibles du maïs en Afrique: biologie et méthodes de lutte », *Guide de recherche de l'IITA*, n°30, IITA, Ibadan, Nigéria, 33 p.
5. Camara, A. 2009. *Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales*, Thèse de doctorat, Université du Québec, Montréal. 154 p.
6. Chougourou, D. C. et Alavo, T. B. C. 2011. « Systèmes de stockage et méthodes endogènes de lutte contre les insectes ravageurs des légumineuses à grains entreposées au Centre Bénin », *Revue CAMES*, Série A, 12 (2): 137-141.
7. Colton-Gagnon, K., Duval, B. et Rioux, S. 2014. « Les moisissures de l'épi du maïs grain. Réseau d'avertissements phytosanitaires », *Bulletin d'information– Grandes cultures*, 33: 1-10.
8. De Groot, I. 2004. *Protection des céréales et des légumineuses stockées*, Ed. Digigrafi & Wageningen, Pays Bas, 74 p.
9. De Visser, J., Mensah, G. A., Codjia, J. T. C. et Bokonon-Ganta, A., H. 2001. *Guide préliminaire de reconnaissance des rongeurs du Bénin*, Ed. Coco Multimédia, Cotonou, Bénin, 252 p.
10. Fandohan, P. et Gnonlonfin, B. 2001. *Importance des attaques de *Fusarium* spp. et production de fumonisines au champ et dans les stocks de maïs paysan au Bénin*, cité par Monhouanou, D. J., Arodokoun, D. Y., Gotoéchan-Hodonou, H. et Sagbohan, J. in *Technologies post-récolte pour le développement, Actes de l'atelier scientifique*, p. 33-49.
11. Guèye, M. T., Seck, D., Wathelet, J-P. et Lognay, G. 2010. « Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale: synthèse bibliographique », *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 15(1): 183-194.



12. **Hubert, B. 1984.** Les rongeurs et les problèmes qu'ils causent aux cultures et aux stocks, *L'amélioration des systèmes post-récolte en Afrique de l'Ouest*, Ed. ORSTOM, p. 85-102.
13. **Kossou, D. K. et Aho, N. 1993.** *Stockage et conservation des grains alimentaires tropicaux: principes et pratiques*, Ed. Flamboyant, Cotonou, 125 p.
14. **Maboudou, A. G. 2003.** *Adoption et diffusion de technologies améliorées de stockage du maïs en milieu paysan dans le centre et le nord du Bénin*, Mémoire de DEA-Université de Lomé, Togo, 101 p.
15. **Ndiaye, D. S. B. 1999.** *Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux*, Coopérative Autrichienne, Thiès, Sénégal, 61 p.
16. **Ngamo, L.S.T. et Hance, Th. 2007.** «Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical», *Tropicultura*, 25(4): 215-220.
17. **Ortega Corona, A. 1988.** *Insectes ravageurs du maïs: guide d'identification au champ*, Ed. CIMMYT, Mexico, 106 p.
18. **Schneider, K. 2015.** *Gestion Post-Récolte en Afrique Subsaharienne: Étude de faisabilité pour la promotion de technologies Post-Récolte améliorées dans deux régions du Bénin. Rapport de mission*, Cotonou, Bénin, 26 p.
19. **Sikirou, R., Hounsou, C. M. et Aboué, M. 2013.** Actellic Gold Dust pour la conservation du maïs en stockage. Rapport d'activité, Laboratoire de Défense des Cultures (LDC)/INRAB, Bénin, 13 p.
20. **Sikirou, R., Bello, S., Pomalegni, C. B. S., Zocli, B., Matondo-Batina, J., Dossoumou, M-E. E. A. et Mensah, A. G. 2014.** Test d'efficacité du raticide NYNAD + PATE (difénacoum 0,05 g/kg et dénatonium benzoate 0,05 g/kg) contre les rats noirs des magasins de stockage des denrées. Rapport d'activité LDC/CRA-Agonkanmey/INRAB, 13 p.
21. **Sikirou, R., Hounsou, C., Étchiha-Afoha, S. A. P. et Aboe, M. M. 2014.** *Protect DP pour la protection du maïs en stockage. Rapport d'activité*, Laboratoire de Défense des Cultures (LDC)/INRAB, Bénin, 14 p.
22. **Sikirou, R., Zanmènou, C., Boukari, S. A. et Bello, S. 2016.** *Efficacité de l'insecticide K-OBIOL 2 DP (2 g/kg Deltaméthrine) contre les charançons (Sitophilus zeamais) du maïs en conservation. Rapport d'activité*, Laboratoire de Défense des Cultures (LDC)/INRAB, Bénin, 16 p.
23. **Sinsin, B. et Bergmans, W. 1999.** *Rongeurs, ophidiens et relations avec l'environnement agricole au Bénin*, Flamboyant, Cotonou, 199 p.
24. **Yallou, C. G., Aihou, K., Adjanohoun, A., Baco, M. N., Sanni, O. A. et Amadou L. 2010.** «Répertoire des Variétés de Maïs (*Zea mays* L.) Vulgarisées au Bénin», *Document Technique d'Information et de vulgarisation*, INRAB, Cotonou, 19 p.



ANNEXES

PRÉCAUTIONS A PRENDRE LORS DE LA MANIPULATION DES PESTICIDES CHIMIQUES DE SYNTHÈSE

Les pesticides sont utilisés pour contrôler les ravageurs, les maladies et les mauvaises herbes qui menacent les cultures et les récoltes stockées. Les pesticides sont, en général, des produits dangereux et doivent être manipulés avec précaution. Leur bonne utilisation permet un contrôle efficace des nuisibles des plantes et n'entraîne aucun risque d'empoisonnement pour l'applicateur, le consommateur et la nature. Pour y parvenir, nonobstant les dispositions réglementaires et organisationnelles de gestion des pesticides, il est nécessaire d'observer les principes et les précautions suivantes:

1. Avant le traitement

Il faut procéder comme suit:

- observer la culture attaquée et traiter quand c'est nécessaire;
- choisir un pesticide recommandé pour la culture et sur les nuisibles à combattre; dans le doute, demander conseil aux agents de vulgarisation agricole;
- acheter toujours les produits homologués par l'Etat auprès des distributeurs agréés;
- lire attentivement les étiquettes de l'emballage du produit;
- suivre les instructions;
- respecter les doses;
- s'assurer de l'existence d'Équipement Individuel de Protection (EPI: vêtements, cache-nez, chapeau, paires de bottes, de lunettes et de gants);
- s'assurer que le pulvérisateur n'est pas défectueux;
- bien se protéger en mettant tous les équipements de protection et en évitant d'enfoncer le pantalon dans les bottes et les manches des chemises dans les gants;
- éloigner les personnes, les animaux et les denrées alimentaires des zones à traiter;
- ne jamais confier l'application des produits aux enfants, aux femmes en état de grossesse ou allaitantes et aux vieilles personnes.

2. Pendant le traitement

Il faut tenir compte de ce qui suit:

- ne jamais manger, boire ou fumer au cours du traitement;
- ne pas traiter par temps nuageux annonçant une pluie et quand il y a beaucoup de vent;



- éviter de gratter le corps ou les yeux;
- mieux gérer le temps pour ne pas trop s'exposer au produit;
- appliquer le produit dans le sens du vent.

3. Après le traitement

Il faut procéder comme suit:

- en cas de reste de bouillie, la répartir sur les surfaces déjà traitées;
- rincer trois fois les emballages, les détruire en les perforant et les rassembler en un endroit;
- laver les équipements de traitement et de protection loin des rivières, des fleuves ou des points d'eau;
- ranger les équipements de traitement et enfermer le reste des produits en lieu sûr, hors de la portée des enfants;
- se laver à l'eau et au savon à la fin du traitement;
- respecter le délai avant d'entrer dans le champ.

Sur la Figure 90 sont schématisées les différentes étapes des dispositions à prendre pour une manipulation sans risques des pesticides.

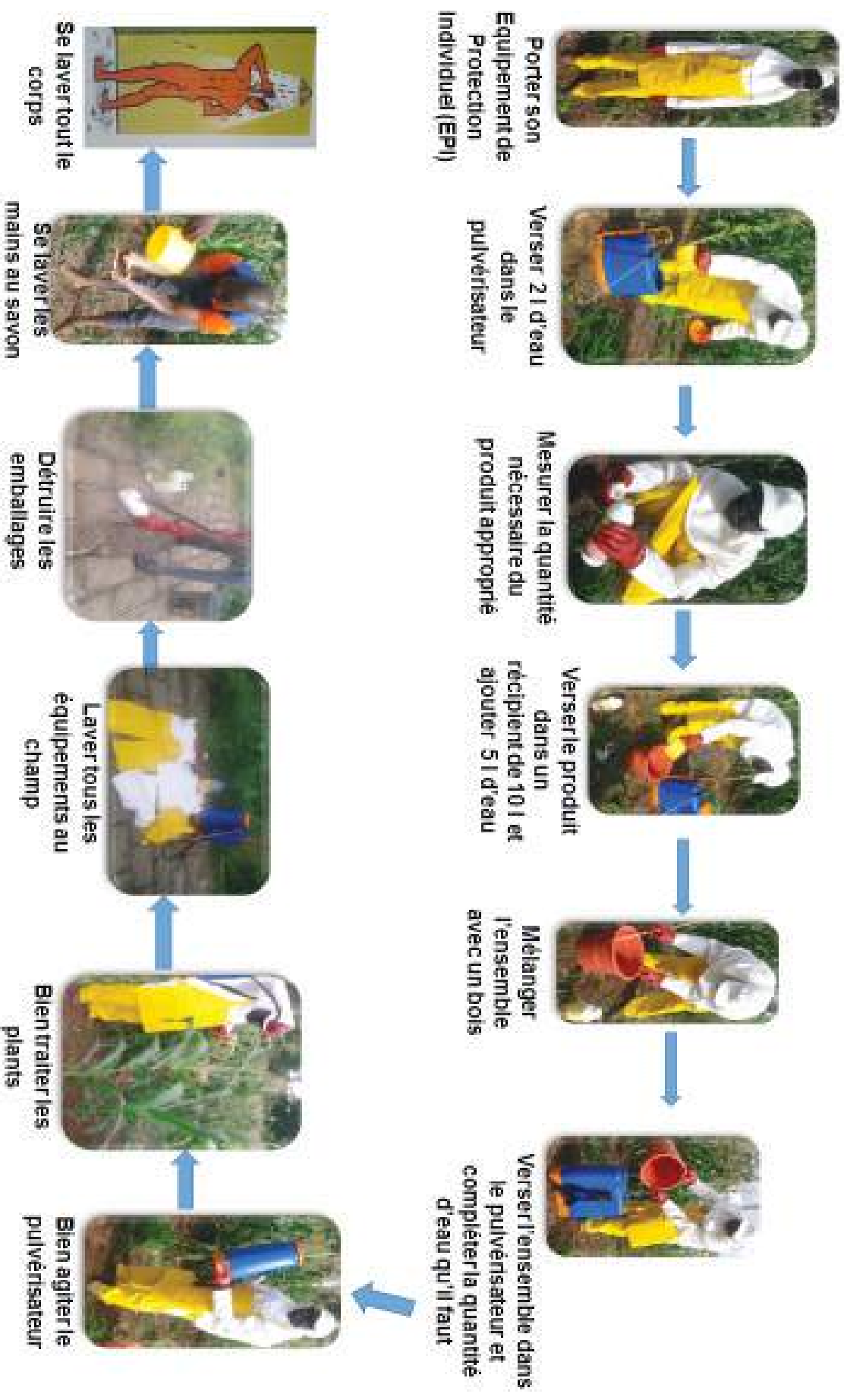


Figure 90: Dispositions pour l'application des pesticides chimiques de synthèse
© INRAE/ Bruno ZOCLI

Représentation de la FAO au Bénin

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Avenue Jean Paul II BP 1327 Cotonou - Bénin
Tél. (229) 21 31 42 45

ISBN 978-92-5-131245-2



9 789251 312452

CA2958FR/1/10.20