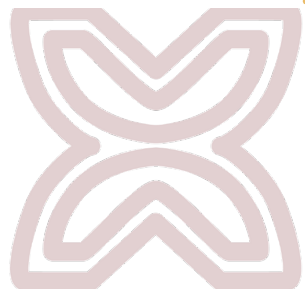


Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique
Un manuel de ressources pour les formateurs

4 RAVAGEURS, MALADIES ET MAUVAISES HERBES



coopération
allemande
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Mise en œuvre par

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

FiBL

MENTIONS LEGALES

Éditeur :

Institut de recherche de l'agriculture biologique
FiBL, Suisse, www.fibl.org

En collaboration avec:

- > IFOAM, Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique, www.ifoam.org
- > NOGAMU, Mouvement national d'agriculture biologique en Ouganda
- > FENAB, Sénégal
- > OPPAZ, Association de producteurs et transformateurs de produits biologiques de Zambie, www.oppaz.org

Auteur : Eric Wyss (FiBL)

Réviseur : Brian Ssebunya (FiBL)

Illustrateurs : Andrew Baingana et Okudi Deogratus Gerard, Ouganda

Version 1.0, 2021. Les commentaires et recommandations d'amélioration sont les bienvenus.

Ce manuel peut être reproduit sans autorisation.

Tous les documents issus des projets liés au manuel de formation à l'agriculture biologique en Afrique sont disponibles gratuitement sur Internet à l'adresse www.organic-africa.net.

La production de l'édition anglaise de ce manuel a été financée par la Fondation Bill et Melinda Gates et la Fondation Syngenta pour l'agriculture durable dans le but de promouvoir l'agriculture biologique en Afrique. La traduction française a été financée dans le cadre du projet global « Centre de Connaissances de l'Agriculture biologique en Afrique », mis en œuvre par la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH pour le compte du Ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ).



Toutes les informations contenues dans ce manuel ont été compilées par les auteurs au mieux de leurs connaissances. Des efforts raisonnables ont été faits par l'Institut de recherche de l'agriculture biologique et ses partenaires pour publier des données et des informations fiables. Les auteurs, les rédacteurs et les éditeurs ne peuvent assumer la responsabilité de la validité des documents. Ni les auteurs, ni les éditeurs, ni toute autre personne associée à cette publication, ne peuvent être tenus responsables de toute perte, dommage ou responsabilité directement ou indirectement causés ou supposés être causés par le manuel de formation et ses outils.

Le manuel de formation à l'agriculture biologique pour l'Afrique est basé sur des recherches financées par la Fondation Bill & Melinda Gates et la Fondation Syngenta pour l'agriculture durable. Les résultats, conclusions et recommandations du manuel sont ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les positions ou les politiques des deux fondations, ni celles de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH ou du Ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ).

Veillez citer cette publication comme suit :
FiBL (2021) : Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique. Version 1.0, 2021.
Institut de recherche en agriculture biologique
FiBL, Frick.

ISBN 978-3-03736-411-6

SOMMAIRE

1. Introduction	1
2. Approche générale de gestion des ravageurs, maladies et mauvaises herbes	3
3. Outils de gestion des ravageurs et des maladies	13
4. Outils de gestion des mauvaises herbes	35
5. Gestion des ravageurs et des maladies lors du stockage des grains	40

4 RAVAGEURS, MALADIES ET MAUVAISES HERBES



JEU DE TRANSPARENTS



LIVRET 8 : GESTION DES RAVAGEURS ET DES MALADIES



LIVRET 9 : GESTION DES MAUVAISES HERBES



LIVRET 10 : GESTION POST-RÉCOLTE ET STOCKAGE

Objectifs d'apprentissage pour les agricultrices et agriculteurs :

- › Faire la différence entre les organismes utiles, d'une part, et les ravageurs, maladies et mauvaises herbes, d'autre part.
- › Connaître les principaux organismes qui limitent la production et le stockage des produits agricoles.
- › Comprendre pourquoi la gestion des ravageurs, maladies et mauvaises herbes ne doit pas se limiter à la pulvérisation de pesticides, mais doit consister à offrir aux plantes de bonnes conditions de croissance pour augmenter leur résilience et résistance, et à favoriser des mécanismes naturels de contrôle à travers la promotion des ennemis naturels.
- › Reconnaître les outils de gestion biologique des ravageurs, maladies et mauvaises herbes et être capable de les combiner de manière appropriée pour limiter l'utilisation de pesticides.

1. Introduction

Dans une perspective écologique, tous les organismes font partie de la nature, indépendamment de ce qu'ils font. Les agricultrices et agriculteurs considèrent tous les organismes qui réduisent le rendement de leurs cultures comme des ravageurs, maladies ou mauvaises herbes. Les insectes, les oiseaux ou d'autres animaux sont considérés comme des organismes nuisibles chaque fois qu'ils causent un dommage aux cultures ou aux produits stockés. Les champignons, bactéries et virus sont reconnus comme des agents pathogènes lorsqu'ils conduisent à des conditions qui interrompent ou modifient les fonctions vitales des plantes en croissance ou altèrent l'état des produits stockés. Toutes les plantes non désirées qui poussent entre les cultures et rivalisent avec elles pour les éléments nutritifs, l'eau et la lumière sont considérées comme des mauvaises herbes. De telles plantes peuvent aussi servir d'hôtes aux ravageurs et aux maladies.

La présence de ces organismes dans les champs cultivés ne pose pas de problème jusqu'à ce que leur nombre dépasse un certain niveau où ils attaquent les cultures et causent une réduction substantielle des rendements ou de la qualité





DÉFIS COURANTS DE LA GESTION DES RAVAGEURS, MALADIES ET MAUVAISES HERBES

Influences environnementales sur la santé des plantes



Une culture médiocre sur un sol pauvre dans un environnement exposé



Une culture saine sur un sol profond et fertile dans un environnement naturel



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique

M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes

1

des produits récoltés et stockés. Les agricultrices et agriculteurs qui attendent jusqu'à ce point comptent souvent sur des méthodes agressives et très nocives pour limiter les dommages. Toutefois, puisque de nombreux petits exploitants africains n'ont ni accès à de tels produits et méthodes ni les moyens financiers nécessaires, les pertes de qualité et de rendement sont souvent substantielles. En général, les défis associés à la gestion des ravageurs, maladies et mauvaises herbes peuvent être résumés comme suit :

- › **Une grande diversité de ravageurs, de maladies et de mauvaises herbes** : en Afrique subsaharienne, une grande variété de ravageurs, de maladies et de mauvaises herbes sont présents presque tout au long de l'année en raison des conditions humides favorables. Par conséquent, de nombreux nouveaux organismes nuisibles évoluent ou sont introduits dans la région, la plupart du temps accidentellement. Voilà pourquoi il s'avère très difficile pour les agricultrices et agriculteurs de reconnaître, distinguer et contrôler les différents ravageurs, maladies et mauvaises herbes.
- › **Un suivi insuffisant** : beaucoup d'agricultrices et agriculteurs manquent de connaissances concernant les cycles des différents ravageurs, maladies et mauvaises herbes, et trouvent difficile la distinction de leurs caractéristiques spécifiques. Par conséquent, ils ne peuvent ni appliquer des mesures préventives convenables ni mettre en œuvre des mesures de lutte adéquates.
- › **Un accès limité aux pesticides** : la grande majorité des agricultrices et agriculteurs africains manque de ressources financières pour acheter des pesticides chimiques afin de réguler les ravageurs, maladies et mauvaises herbes.
- › **Une connaissance limitée des pesticides convenables** : il existe un large éventail de pesticides sur le marché, dont certains sont inefficaces. Dans la mesure où la majorité des agricultrices et agriculteurs ne peut pas lire et interpréter les étiquettes, notices d'emploi et autres précautions d'usage des pesticides, ils ne peuvent pas faire le bon choix. Ils se fient plutôt aux recommandations des revendeurs de pesticides, qui manquent souvent eux-mêmes de connaissances et sont plus motivés par la réalisation de ventes que par le conseil auprès des agriculteurs.
- › **Un manque de connaissances concernant le bon stockage et l'application des pesticides** : en cas de mauvaise application des pesticides, la santé des agricultrices et agriculteurs est grandement menacée ; la majorité manque notamment d'un équipement de protection approprié. En outre, les pesticides de synthèse et l'équipement d'application sont le plus souvent stockés



Évaluation des défis locaux en matière de gestion des ravageurs, maladies et mauvaises herbes

Demandez aux agricultrices et agriculteurs quels sont les défis majeurs en matière de gestion des ravageurs, maladies et mauvaises herbes. Posez les questions suivantes :

- › La gestion des ravageurs, maladies et mauvaises herbes constitue-t-elle un défi ?
- › Qu'est-ce qui rend difficile la gestion des ravageurs, maladies et mauvaises herbes ?
- › Ces défis sont-ils en rapport avec ceux énumérés ci-contre ?
- › Comment essayez-vous d'y faire face ?





UN SOL SAIN POUR DES PLANTES EN BONNE SANTÉ

Un sol sain pour des plantes en bonne santé



Un sol sain...

- est riche en humus ;
- est riche en micro-organismes, en flore et en faune ;
- a une structure stable ;
- permet la pénétration de l'eau à travers les micropores et les macropores ;
- résiste à l'érosion ;
- n'abrite ni des ravageurs, ni des maladies, ni des mauvaises herbes.

Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes 2

dans les maisons, où vivent les enfants et où est entreposée la nourriture. Par ailleurs, les cultures traitées sont parfois récoltées sans respect des délais d'attente avant récolte, exposant ainsi les consommatrices et consommateurs à de grands risques sanitaires.

Tout cela indique clairement que la gestion des ravageurs, maladies et mauvaises herbes reste un grand défi pour beaucoup d'agricultrices et agriculteurs en Afrique. Pour éviter des pertes de récolte majeures, les fermiers et fermières doivent être capables de mettre en œuvre des mesures abordables et efficaces, qui ne devraient ni substantiellement augmenter les coûts de production ni nuire aux organismes utiles à l'écosystème.

Dans l'ensemble, les méthodes et produits doivent être :

- > faciles d'application et peu coûteux ;
- > adaptés à la situation et aux conditions locales ;
- > manipulables en toute sécurité sans ou avec peu d'effets résiduels.

2. Approche générale de gestion des ravageurs, maladies et mauvaises herbes

L'approche biologique de gestion des ravageurs, maladies et mauvaises herbes fait référence aux quatre principes de l'agriculture biologique définis par l'IFOAM : le principe de santé, le principe d'écologie, le principe d'équité et le principe de précaution (voir Module 1 « Définitions et bénéfices », section 4.1 « Principes de l'agriculture biologique »).

Globalement, les agricultrices et agriculteurs biologiques visent à favoriser et à améliorer la santé de leurs sols, de leurs plantes, de leurs animaux ainsi que celle des êtres humains et, de manière générale, de la planète. La santé des individus et des communautés est indissociable de la santé des écosystèmes. Par conséquent, en préservant des sols sains et un environnement naturel diversifié, les agricultrices et agriculteurs sont en mesure de produire des cultures saines, qui favorisent la santé des animaux et des personnes.

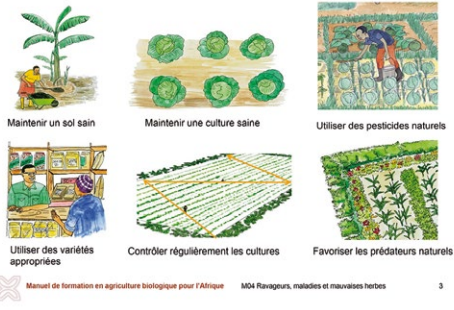
Les plantes saines sont aussi capables de résister aux perturbations et dommages physiologiques provenant des agents pathogènes et des ravageurs. Par conséquent, les agricultrices et agriculteurs biologiques visent à optimiser les





LES BASES DE LA GESTION BIOLOGIQUE DES RAVAGEURS ET DES MALADIES

Les bases de la lutte biologique contre les ravageurs et les maladies



conditions de croissance de leurs cultures pour les rendre fortes et compétitives. En même temps, ils favorisent les mécanismes naturels de contrôle pour empêcher les ravageurs, maladies et mauvaises herbes de se développer et d'endommager les cultures. De ce fait, ils donnent la priorité aux mesures préventives visant à empêcher et à limiter la propagation des infections au lieu de compter sur les mesures de contrôle direct. Ces dernières sont généralement mises en œuvre lorsque les agents pathogènes se sont déjà développés.

La gestion des ravageurs des cultures, des maladies des plantes et des mauvaises herbes est basée sur :

- › le renforcement d'un sol sain et fertile et de bonnes conditions de croissance pour favoriser des plantes saines ;
- › la culture de variétés convenables, adaptées aux conditions locales et résistantes aux maladies et ravageurs majeurs ;
- › la bonne surveillance des ravageurs et maladies en vue de permettre une intervention efficace en temps utile ;
- › la non-dépendance vis-à-vis des intrants externes coûteux ;
- › la diminution de la propagation et de la multiplication des ravageurs, maladies et mauvaises herbes et, par conséquent, la réduction des pertes dans les champs et au cours du stockage ;
- › la promotion des prédateurs naturels pour favoriser les mécanismes naturels de contrôle ;
- › des outils de contrôle direct qui respectent et protègent les ressources naturelles que sont le sol, l'eau, l'air et la biodiversité ; l'impact négatif sur l'environnement est également évité en renonçant à l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides de synthèse.

2.1. L'approche à trois étapes

La gestion biologique des ravageurs, maladies et mauvaises herbes peut être vue comme une approche en trois étapes avec des outils multiples.

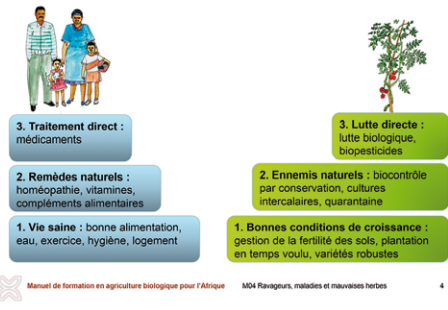
- › Étape 1 : la première étape consiste à fournir aux plantes de bonnes conditions de croissance pour augmenter leur résilience et résistance.
- › Étape 2 : la deuxième étape consiste à favoriser les mécanismes naturels de contrôle à travers la promotion d'ennemis naturels.





LES TROIS ÉTAPES DE LA SANTÉ HUMAINE ET DE LA SANTÉ DES PLANTES

Comparaison entre la santé humaine et la santé des cultures agricoles



- Étape 3 : la troisième étape implique la mise en œuvre de mesures de contrôle direct visant à éliminer les ravageurs, maladies ou mauvaises herbes tout en limitant autant que possible l'effet résiduel sur l'écosystème.

À titre de comparaison, l'approche en trois étapes s'applique aussi à la gestion de la santé humaine :

- Mesures de l'étape 1 : approvisionnement en nourriture et en eau saines en quantité suffisante et préservation d'un environnement sain pour favoriser la santé humaine ; cette étape comprend aussi de bonnes pratiques comportementales pour éviter les maladies par des mesures d'hygiène simples (p. ex. se laver les mains régulièrement et se brosser les dents) et de l'exercice physique adapté pour renforcer le corps.
- Mesures de l'étape 2 : prise préventive de vitamines, d'antioxydants ou d'agents probiotiques et utilisation de médicaments naturels contre les maladies (médecine traditionnelle, plantes médicinales et homéopathie).
- Mesures de l'étape 3 : traitement direct en utilisant des antibiotiques et d'autres médicaments pour soigner les infections.

Chaque étape de l'approche en trois étapes constitue la base de l'étape suivante. L'objectif est d'optimiser les étapes 1 et 2 en vue de favoriser les défenses naturelles des plantes contre les pathogènes et de réduire au minimum l'utilisation de mesures de contrôle direct (étape 3). Lorsque les mesures des étapes 1 et 2 sont appliquées convenablement, une intervention directe ne s'avère généralement pas nécessaire. Cette approche permet de réduire les coûts et d'éviter les impacts négatifs de certains outils de contrôle sur l'écosystème du champ.

Les expériences pratiques acquises par les agricultrices et agriculteurs biologiques au fil des décennies et les résultats des études scientifiques sur la gestion biologique des ravageurs, maladies et mauvaises herbes menées au cours des trente dernières années ont montré que l'approche la plus efficace consiste à combiner les mesures de contrôle indirect et direct. Comme les connaissances sur l'interaction entre les ravageurs et agents pathogènes et leurs ennemis naturels augmentent, l'efficacité de cette approche holistique s'accroît également. Idéalement, les agricultrices et agriculteurs finiront par être en mesure de renoncer à toute mesure de contrôle direct et d'optimiser plutôt l'utilisation de processus naturels.



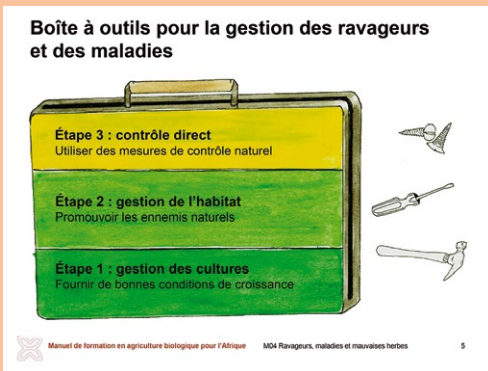
Discussion pour comparer la santé humaine et la santé des plantes

Invitez les agricultrices et agriculteurs à identifier les points communs et les différences entre la santé humaine et la santé des plantes. Le fonctionnement des soins phytosanitaires peut être élaboré en groupes et discuté en session plénière.





BOÎTE À OUTILS DE LA GESTION BIOLOGIQUE DES RAVAGEURS ET DES MALADIES



2.2. Gestion des ravageurs et des maladies

Les méthodes biologiques peuvent être très efficaces dans la gestion des ravageurs et des maladies, spécialement si elles sont appliquées convenablement et en temps voulu. Toutefois, lors d'infestations dévastatrices par certains ravageurs ou maladies, des moyens conventionnels plus agressifs peuvent s'avérer nécessaires en vue de limiter la propagation des infections. Dans certains cas, il existe des exigences réglementaires nationales auxquelles tous les agriculteurs doivent satisfaire ; l'agriculteur individuel peut donc avoir peu de marge de manœuvre voire pas du tout. L'agriculture biologique reconnaît de telles situations ; les agricultrices et agriculteurs concernés doivent en informer les consommatrices et consommateurs ainsi que leur organisme de certification afin de trouver des mesures correctives alternatives.

Boîte à outils : étapes et outils de gestion biologique des ravageurs et des maladies

Étape 1 : gestion des cultures

Ces pratiques visent à garantir de bonnes conditions de croissance pour améliorer la santé des plantes et prévenir l'introduction et la propagation de ravageurs et de maladies. Ces objectifs peuvent être atteints par la prise des mesures suivantes :

- › Choisir des variétés de culture appropriées, adaptées aux conditions locales. Dans la mesure du possible, utiliser des variétés tolérantes ou résistantes aux ravageurs et aux maladies.
- › Utiliser des outils de plantation propres.
- › Améliorer la fertilité des sols pour favoriser une croissance forte et vigoureuse des plantes, en utilisant du compost, du fumier, des engrais verts et d'autres matières organiques.
- › Mettre en place des cultures intercalaires et une rotation des cultures pour réduire le taux de multiplication des ravageurs.
- › Appliquer d'autres bonnes pratiques de gestion pour assurer une bonne croissance (plantation en temps voulu, bon espacement, économie d'eau, élagage, gestion de l'ombrage, récolte en temps voulu, etc.).



Étape 2 : gestion de l'habitat

Ces pratiques visent à augmenter la prolifération d'une variété d'organismes (y compris les ennemis naturels) autour et à l'intérieur des champs cultivés. Ces mesures comprennent :

- › la plantation de haies d'espèces de plantes indigènes autour des champs pour attirer les ennemis naturels ; la promotion d'espèces de plantes à fleurs au sein des cultures pour fournir du nectar et du pollen aux ennemis naturels tels que les coccinelles, les syrphes et les parasitoïdes ;
- › la mise en place de cultures pièges pour attirer les ravageurs vers les non-cultures ou les repousser des cultures (stratégie push-pull, etc.) ;
- › l'hygiène des cultures, y compris le désherbage en temps voulu pour éliminer les hôtes alternatifs, l'élimination des plantes et parties de plantes infectées et la désinfection des outils utilisés sur les plantes et champs infectés.

Étape 3 : contrôle direct

Dans des situations de fortes infections ou de maladies et ravageurs très dévastateurs, des mesures de lutte directe seront nécessaires pour limiter les pertes. Ces outils ne seront pleinement efficaces que si les outils des deux étapes précédentes sont correctement appliqués.

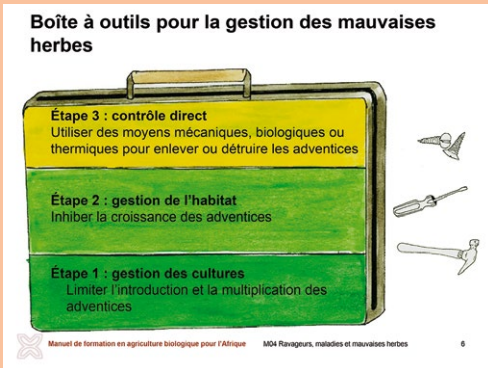
Ces outils comprennent :

- › les agents de contrôle biologique tels que les insectes et acariens prédateurs, les insectes parasitoïdes, les virus et les bactéries ;
- › les insecticides et acaricides homologués ou auto-produits d'origine biologique ou minérale, y compris les extraits de plantes, les huiles de plantes, les huiles minérales, le cuivre et le soufre ;
- › si disponibles, les pièges à phéromones d'insectes, qui peuvent être utilisés pour perturber l'accouplement des ravageurs ;
- › les pièges à lumière, à appât ou colorés, utilisables pour capturer en masse les ravageurs ;
- › les traitements des semences à l'eau chaude pour limiter les maladies transmises par les graines.





BOÎTE À OUTILS DE LA GESTION BIOLOGIQUE DES MAUVAISES HERBES



2.3. Gestion des mauvaises herbes

Une mauvaise herbe est une plante poussant dans un endroit où elle n'est pas désirée des êtres humains. En agriculture, les mauvaises herbes ou adventices peuvent endommager les cultures lorsqu'elles poussent dans les champs ou empoisonner les animaux de rente lorsqu'elles poussent sur les pâturages. Elles peuvent être grossièrement classées en espèces de plantes annuelles et pérennes.

Les **mauvaises herbes annuelles** sont des plantes qui profitent normalement des sols temporairement nus pour produire une autre génération de semences avant que le sol ne soit de nouveau couvert par les cultures.

Les **mauvaises herbes pérennes** sont des plantes qui poussent sur plusieurs saisons. Elles se propagent soit par les semences soit par l'expansion des parties végétatives telles que les racines ou les tubercules. La multiplication par voie végétative est une caractéristique propre aux mauvaises herbes pérennes : même la racine ou tige la plus petite peut reproduire une plante entière.

Boîte à outils : étapes et outils de gestion biologique des mauvaises herbes

Étape 1 : gestion des cultures

Ces pratiques visent à limiter l'introduction et la multiplication des mauvaises herbes. Elles comprennent :

- › l'utilisation de semences de cultures exemptes de graines de mauvaises herbes ;
- › la préparation appropriée des champs, selon qu'il y ait des mauvaises herbes annuelles ou des mauvaises herbes pérennes. Les mauvaises herbes pérennes doivent être enlevées, dans la mesure du possible, avant la plantation ou étouffées grâce à un engrais vert agressif, faute de quoi elles seront difficiles à contrôler après la plantation de la culture principale.

Étape 2 : gestion de l'habitat

Ces pratiques visent à réduire l'impact des mauvaises herbes sur les cultures en croissance. Elles incluent :

- › la mise en place de cultures intercalaires ou de cultures de couverture, pour rapidement couvrir le sol avant l'apparition des mauvaises herbes ;
- › le paillage, pour inhiber la croissance des mauvaises herbes.



Étape 3 : contrôle direct

Outre les mesures de l'étape 2, des pratiques de contrôle direct peuvent être mises en œuvre pour éliminer complètement les mauvaises herbes. Ces pratiques comprennent :

- > le contrôle mécanique à la main, à traction animale ou avec des machines appropriées, pour enlever les mauvaises herbes ;
- > l'utilisation d'agents de contrôle biologique, c'est-à-dire le recours à des maladies ou ravageurs spécifiques des plantes, pour lutter contre les mauvaises herbes ;
- > le contrôle thermique des mauvaises herbes (désherbage à la flamme).

2.4. Surveillance des ravageurs, maladies et mauvaises herbes

Étude des ravageurs, maladies et mauvaises herbes

Une surveillance régulière des ravageurs, maladies et mauvaises herbes constitue la base d'une gestion efficace. Pour être en mesure de gérer les organismes nuisibles, il faut disposer d'informations sur les ravageurs, maladies et mauvaises herbes spécifiques présents dans la région, le village ou les champs de culture et les dommages qu'ils causent.

Signes typiques d'attaques de ravageurs sur les plantes cultivées

La plupart des ravageurs des cultures sont des insectes, des acariens ou des nématodes. Toutefois, en Afrique, les mammifères (p.ex. les éléphants, les singes ou les campagnols) et les oiseaux (p. ex. les moineaux, les étourneaux et les corbeaux) peuvent eux aussi endommager les cultures. Les dommages causés par les ravageurs sont visibles et faciles à identifier.

Les **dommages causés par les insectes** peuvent être classés en morsures et mâchage (chenilles, charançons, etc.), en piqûres et succion (pucerons, psylles, etc.) et en perforations (foreurs, mineuses des feuilles, etc.). Certains insectes sont lents dans leurs déplacements (chenilles, etc.), d'autres rapides (mouches des fruits, etc.) ; certains sont cachés (foreurs de tige, etc.), d'autres faciles à observer (chenilles, charançons, etc.).

Les **dommages causés par les ravageurs** sont le plus souvent spécifiques à l'espèce : des feuilles trouées ou à parties manquantes sont le signe d'une attaque par des chenilles ou des charançons ; des feuilles enroulées indiquent une



infestation de pucerons ; des fruits endommagés ou pourris sont souvent causés par les larves de mouches des fruits ; le flétrissement des plantes peut être provoqué par les larves de noctuelles ou les foreurs de tige ; et des branches et troncs troués peuvent être dus à l'attaque d'insectes xylophages.

Les **acariens** sont très petits et invisibles à l'œil nu. Toutefois, certaines espèces (les acariens tétranyques) tissent un tissu typique sur les parties de plantes attaquées et peuvent donc être facilement détectées. Lorsque des acariens sont présents sur une plante, les feuilles et les fruits deviennent jaunâtres.

Les **nématodes** sont eux aussi très petits et par conséquent difficiles à observer à l'œil nu. Ils attaquent le plus souvent les racines des plantes ; les plantes jaunissent alors, se fanent et meurent.

Signes typiques d'attaques de maladies sur les plantes cultivées

La plupart des maladies des cultures sont provoquées par des champignons, des bactéries ou des virus.

Les **champignons** en causent la grande majorité, estimée à deux tiers des maladies infectieuses des plantes. Ces maladies comprennent toutes les rouilles, y compris les blanches, les charbons, le brunissement des aiguilles, l'enroulement des feuilles, le mildiou, la fumagine et l'antracnose. En outre, les champignons sont responsables de la plupart des taches, chancres, brunissures, flétrissements et gales des feuilles, fruits et fleurs ainsi que des pourritures des racines, des tiges, des fruits et du bois parmi tant d'autres. Des parties de plantes ou les plantes entières peuvent se faner et mourir.

Les **bactéries** sont à l'origine des quatre problèmes majeurs suivants : certaines bactéries produisent des enzymes qui détruisent les parois cellulaires des plantes n'importe où dans les plantes. Par conséquent, des parties de plantes commencent à pourrir (maladie connue sous le nom de « pourriture »). D'autres bactéries produisent des toxines qui sont généralement dommageables aux tissus des plantes, causant habituellement leur mort précoce. D'autres encore produisent de grandes quantités de sucres très collants. En circulant dans les plantes, ceux-ci bloquent les canaux étroits, empêchant ainsi l'eau de monter des racines des plantes aux pousses et aux feuilles, causant là encore une mort rapide des plantes. Enfin, certaines bactéries produisent des protéines qui imitent les hormones des plantes. Ces protéines conduisent à une surcroissance du tissu des plantes et à la formation de tumeurs.



Visite de terrain ou exercice pour identifier les ravageurs et les agents pathogènes

Recueillez des échantillons de plantes qui montrent différents dommages causés par les ravageurs et les maladies, et invitez les agricultrices et agriculteurs à classer les symptômes selon la nature de l'infection (fongique, bactérienne ou virale).



Les **virus** causent la plupart du temps des maladies systémiques. Généralement, les plantes développent une chlorose, qui se traduit par une décoloration des feuilles. Des taches vert clair ou jaunes de nuances, formes et tailles variées apparaissent sur les feuilles infectées. Ces taches peuvent former des mosaïques caractéristiques, provoquant une réduction générale de la croissance et de la vigueur des plantes.

Pour être en mesure de gérer les différents ravageurs, maladies et mauvaises herbes, l'agricultrice ou l'agriculteur doit connaître leurs comportements vis-à-vis de la culture concernée.

Critères de base pour comprendre les ravageurs, maladies et mauvaises herbes

Ravageurs

- > À quel stade de son cycle de vie l'organisme est-il un ravageur : larve, chenille ou adulte ?
- > À quel stade de croissance de la plante attaque-t-il : jeune plant, plante en croissance ou plante mature ?
- > Quelle partie de la plante attaque-t-il : les feuilles, les racines, la tige, les fruits, les graines ou la plante entière ?
- > Quel genre de dommage cause-t-il : morsures, succion ou la mort de la plante ?
- > Quand attaque-t-il : en saison sèche ou en saison humide ?

Maladies

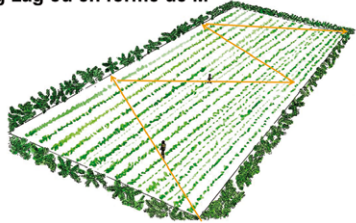
- > Quelle est la cause de la maladie : virus, bactérie ou champignon ?
- > Comment la maladie se transmet-elle : par les semences, le sol, l'air ou les insectes ?
- > À quel stade de la croissance de la plante attaque-t-elle : jeune plant, plante en croissance ou plante mature ?
- > Quelle partie de la plante est attaquée : les feuilles, les racines, la tige, les graines ou la plante entière ?
- > Quelle sorte de dommage cause-t-elle : pourrissement, chlorose, flétrissement, taches, etc. ?
- > Quand attaque-t-elle : en saison sèche ou en saison humide ?





MODÈLES D'EXPLORATION

Exploration du champ en suivant un chemin en zig-zag ou en forme de M



Assurer une surveillance attentive et continue des niveaux d'infestation par les maladies et les ravageurs pendant les moments critiques de la croissance de la culture.



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M4 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes

7

Critères de base pour comprendre les ravageurs, maladies et mauvaises herbes (suite)

Mauvaises herbes

- > La mauvaise herbe est-elle pérenne ou annuelle ?
- > Comment se propage-t-elle : par les graines, les rhizomes, etc. ?
- > Quelles conditions favorisent sa croissance ?

Exploration du champ à la recherche de ravageurs et de maladies

Une surveillance attentive et continue des niveaux d'infestation pendant les moments critiques de la croissance d'une culture est la clé d'une gestion réussie des ravageurs et des maladies. À cette fin, l'agricultrice ou l'agriculteur peut régulièrement explorer le champ. Cette démarche l'aide à intervenir suffisamment tôt, avant que les ravageurs et/ou les maladies ne causent des dommages significatifs. L'exploration évite l'utilisation inutile d'extraits naturels de plantes. Comme ces substances (p. ex. pyrèthre, Derris et tabac) et huiles ont également des effets négatifs sur les insectes utiles, il importe de limiter leur usage. Si l'utilisation de ces substances n'est pas régulée, beaucoup de prédateurs et parasitoïdes de ravageurs risquent d'être tués. L'utilisation excessive de ces substances peut aussi conduire au développement de résistances par les ravageurs.

Par conséquent, l'exploration doit être planifiée et conduite de manière organisée. Il est important d'obtenir un échantillon aléatoire qui sera représentatif de la situation générale dans le champ de culture. L'explorateur (l'agriculteur) doit donc observer et enregistrer toutes les découvertes en vue d'une meilleure prise de décision. Le modèle le plus courant des programmes d'exploration à la recherche de ravageurs et de maladies consiste à parcourir le champ en suivant un chemin prédéterminé en zig-zag ou en forme de M. Ce modèle est couramment utilisé parce qu'il est facile à enseigner et à utiliser, et qu'il garantit une inspection intégrale de toutes les parties du champ.

Pour surveiller les insectes nuisibles, on peut également utiliser différents types de pièges. L'idée, toute simple, est d'en savoir plus sur les ravageurs présents dans le champ, spécialement sur les insectes se déplaçant rapidement (p. ex. les mouches des fruits, les lépidoptères).

- > Les mouches des fruits peuvent être capturées à l'aide de **pièges à appât**. Par exemple, on peut remplir des bouteilles en PE munies de petits trous à moi-



Travail en groupe sur la surveillance des insectes ravageurs

Choisissez des champs cultivés dans le voisinage pour un exercice d'exploration à la recherche d'infestations par des ravageurs et des maladies. Montrez aux participant-es comment réaliser l'exploration, en soulignant la nécessité de savoir ce qu'il faut chercher et par où commencer à chercher.

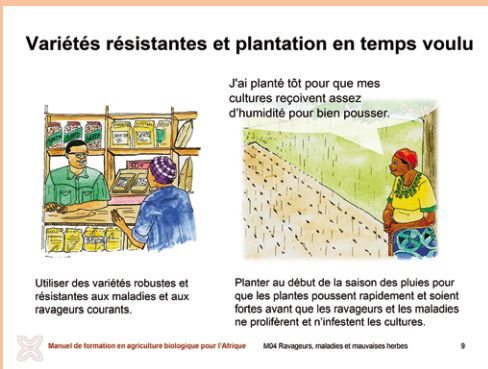




PIÈGES PERMETTANT DE SURVEILLER LES INSECTES RAVAGEURS



VARIÉTÉS RÉSISTANTES ET PLANTATION EN TEMPS VOULU



tié avec de l'eau et y ajouter un peu d'urine de bétail, de la chair de fruits ou un petit poisson mort ainsi qu'une goutte de détergent ou d'eau savonneuse. Ces bouteilles doivent ensuite être suspendues à un arbre et contrôlées tous les trois jours.

- › Les **cartes plastiques jaunes** engluées se prêtent à piéger les pucerons et les cicadelles. Les **plaques plastiques jaune-orange** sont appropriées pour les mouches blanches, tandis que les cartes bleues conviennent à la surveillance des thrips.
- › L'utilisation de **pièges à lumière** s'avère particulièrement nécessaire dans les champs où les noctuelles (papillons de nuit, vers gris, chenilles légionnaires d'Afrique, noctuelles de la tomate, etc.) posent problème. Dans les cultures attaquées par les vers gris, les contrôles visuels doivent être effectués à l'aube.

3. Outils de gestion des ravageurs et des maladies

3.1. Pratiques culturales pour gérer les ravageurs et les maladies (outils de l'étape 1)

Les agricultrices et agriculteurs biologiques visent à créer des systèmes agricoles diversifiés et écologiques et à améliorer les mécanismes naturels de défense des plantes. L'objectif est d'avoir des cultures robustes et saines. Leur priorité absolue est de prévenir le développement des ravageurs et des maladies plutôt que d'appliquer des mesures de contrôle direct. En même temps, cette approche améliore la biodiversité, préserve les ressources naturelles et favorise les mécanismes naturels de contrôle. Par ailleurs, elle évite les dépenses en pesticides, les résidus sur les récoltes et les impacts négatifs sur l'environnement.

Outil 1 : choix de cultures et variétés tolérantes ou résistantes

L'utilisation de cultures et variétés tolérantes ou même résistantes aux maladies et ravageurs courants constitue une mesure efficace pour diminuer le risque de dommages causés par des ravageurs ou des maladies. En agriculture biologique, la sélection de variétés possédant une résistance partielle ou une tolérance au champ à l'égard de ravageurs est pratique et même préférable à une résistance de haut niveau. Il existe plus de variétés commerciales résistantes à des maladies que de variétés connues pour leur résistance à des ravageurs. Par conséquent, s'agissant



Discussion en plénière sur les pratiques culturales utilisées pour gérer les ravageurs et les maladies

Invitez les agricultrices et agriculteurs à discuter des différentes pratiques culturales pouvant améliorer la santé des cultures. Identifiez des exemples locaux et discutez de la manière dont chaque pratique peut prévenir les infections. Invitez les agricultrices et agriculteurs qui ont mis en œuvre une telle pratique à partager leurs expériences en relatant tant les avantages que les inconvénients. Alternativement, vous pouvez rendre visite à une agricultrice ou un agriculteur qui pratique déjà ces méthodes pour qu'elle/il puisse partager ses connaissances.



de la résistance aux ravageurs, les connaissances des agriculteurs et conseillers locaux sur les caractéristiques des variétés de cultures locales et traditionnelles sont d'une grande valeur. Pour assurer une résistance effective, même les variétés dites résistantes doivent être adaptées aux conditions climatiques locales.

Outil 2 : plantation en temps voulu

La plantation doit être programmée de sorte que la période la plus sensible de la croissance de la culture ne coïncide pas avec l'inoculation du ravageur ou de la maladie qui endommage les plantes. La planification des semis et des plantations permet d'éviter l'invasion de migrants, la ponte de ravageurs particuliers dans les champs ou l'introduction dans les cultures de maladies transmises par des insectes vecteurs (comme les pucerons et les psylles). En outre, elle sert à synchroniser l'infestation par le ravageur ou la maladie avec la présence de ses ennemis naturels, avec des conditions météorologiques défavorables pour le ravageur ou l'agent pathogène ou avec l'abondance d'hôtes alternatifs. Cette planification requiert des connaissances spécifiques sur le ravageur ou l'agent pathogène en question et le moment hypothétique de l'attaque.

Outil 3 : gestion de la fertilité des sols

L'augmentation de la fertilité des sols joue un rôle majeur dans le contrôle des ravageurs et des maladies. Un sol fertile améliore la santé des plantes et déclenche même leur réaction immunitaire. La fertilité des sols doit être améliorée grâce à des rotations de cultures, des cultures de couverture, des engrais verts, du compost, du fumier et des paillis :

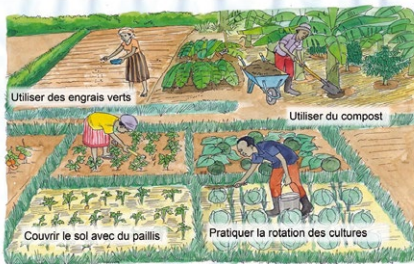
- › Outre leur effet bénéfique sur la fertilité des sols, les rotations de cultures sont essentielles pour éviter la propagation de ravageurs et de maladies dans les champs de culture. Un intervalle de 1 à 3 ans entre les cultures d'une même famille cultivées sur le même champ interrompt le cycle de vie des pathogènes. La durée minimale de l'intervalle dépend de la persistance de la maladie ou du ravageur dans le sol. Certaines maladies survivent dans un champ sous forme de spores dormantes pendant plusieurs années (le flétrissement bactérien reste infectieux pendant au moins 2 ans, le mildiou jusqu'à 4 ans et les champignons du genre *Fusarium* jusqu'à 6 ans). Plusieurs ravageurs tels que la pyrale du riz ou les nématodes parasites des plantes mourront facilement de faim si les cultures ne sont pas disponibles l'année suivante. Lorsque les problèmes phytosanitaires sont dus à des ravageurs terricoles ou





GESTION DE LA FERTILITÉ DES SOLS

Gestion de la fertilité des sols



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M4 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes 10

- à des maladies transmises par le sol, on peut également mettre en place des jachères améliorées pour au moins une saison.
- › En plus de nourrir le sol et d'augmenter sa teneur en matière organique, les **cultures de couverture** et les **engrais verts** peuvent réduire la pression des ravageurs par confusion et celle des maladies par biofumigation. Les espèces de ravageurs comme les pucerons, les mouches des racines ou les charançons ne trouveront pas les plantes cultivées en raison de la culture intercalaire, qui leur cause une confusion olfactive.
 - › L'utilisation de **compost** peut contribuer à contrôler les ravageurs et les maladies à travers : (i) un amendement réussi du sol avec des micro-organismes pathogènes des insectes ; (ii) la production d'antibiotiques par les micro-organismes bénéfiques ; (iii) l'activation dans les plantes d'une tolérance aux ravageurs ou de gènes résistants aux maladies grâce aux nutriments essentiels contenus dans les composts.
 - › La mise en place de **paillis** organiques peut, dans des cas particuliers, contribuer à réguler les ravageurs tels que les mouches des racines, les vers gris ou les pucerons par confusion olfactive ou en cachant les endroits préférés de ponte. Dans des cas spécifiques, les paillis réduisent en outre la pression des maladies en altérant l'environnement immédiat ou en diminuant la propagation par les éclaboussures de gouttes de pluie de certaines maladies transmises par le sol. Toutefois, les paillis organiques pourraient aussi favoriser certaines maladies fongiques en augmentant l'humidité du sol.

Outil 4 : travail de conservation du sol

Le travail de conservation du sol vise à créer un environnement du sol conve-nable. Il vise à faire pousser des cultures tout en conservant le sol, l'eau et les ressources énergétiques grâce à une réduction de l'intensité du travail du sol et le maintien des résidus végétaux. Ces derniers sont incorporés au sol et servent ainsi de matière organique supplémentaire. Les pratiques de travail de conser-vation du sol améliorent la structure du sol et favorisent sa microfaune, sa mésofaune et sa macrofaune. En même temps, cette diversité supplémentaire d'organismes peut améliorer la santé des plantes à travers la compétition, le pa-rasitisme ou l'antibiose avec les ravageurs terricoles et les maladies transmises par le sol.





HYGIÈNE ET ENTRETIEN DE LA PARCELLE



Outil 5 : hygiène et entretien des cultures

- › L'utilisation de semences et de jeunes plants exempts de maladies est un outil très efficace dans la prévention du développement de maladies et ravageurs transmis par les semences. Les semences certifiées sont normalement propres ; lorsque les agricultrices et agriculteurs n'ont accès qu'à des semences non certifiées, ils doivent les traiter avant utilisation pour éliminer les maladies transmises par les graines (voir « traitement des semences à l'eau chaude »).
- › L'entretien des cultures existantes, spécialement des cultures pérennes, doit être régulier. L'abandon ou la mauvaise gestion des cultures pérennes peut conduire à une multitude de problèmes liés aux ravageurs et aux maladies. Tout le matériel végétal endommagé et tous les fruits pourris par terre doivent être soit brûlés soit profondément enfouis à au moins 50 cm de profondeur.
- › L'élagage élimine les germes dans les cultures pérennes. Toutes les branches ou pousses infectées doivent être coupées à au moins 20 cm en dessous du dommage visible. L'élagage améliore par ailleurs l'aération et l'exposition à la lumière de la couronne, ce qui contribue à la prévention des maladies.
- › Le nettoyage systématique de tous les outils utilisés lors de l'élagage des plantes ou jardins infectés est essentiel, spécialement en cas de maladies bactériennes ou virales. Il est conseillé, dans la mesure du possible, d'utiliser de l'alcool (> 70 %) pour désinfecter les outils ou de chauffer au feu les pièces en métal des outils.

3.2. Gestion de l'habitat pour contrôler les ravageurs et les maladies (outils de l'étape 2)

Les agricultrices et agriculteurs biologiques utilisent des pratiques de gestion de l'habitat telles que le biocontrôle par conservation, les cultures intercalaires et les cultures pièges pour favoriser les ennemis naturels des ravageurs et des vecteurs de maladies.

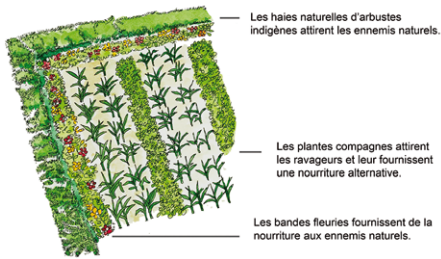
Pour améliorer les habitats, il convient de ne choisir que des espèces de plantes non-hôtes des principaux ravageurs et maladies (p. ex., éviter les espèces de la famille des brassicacées en cas d'infection par le virus de la mosaïque du navet ou de la famille des solanacées en cas de mildiou).





BIOCONTRÔLE PAR CONSERVATION

Biocontrôle par conservation



Les haies naturelles d'arbustes indigènes attirent les ennemis naturels.

Les plantes compagnes attirent les ravageurs et leur fournissent une nourriture alternative.

Les bandes fleuries fournissent de la nourriture aux ennemis naturels.



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique

M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes

12

La gestion de l'habitat comprend aussi l'adaptation de l'environnement au sein du champ et autour de celui-ci, afin d'améliorer la circulation de l'air (p. ex., élaguer les arbres et buissons limitant la circulation de l'air dans la direction principale du vent et éviter les cultures denses). Par rapport à la gestion des ravageurs, les possibilités de réduire l'incidence des maladies par la gestion de l'habitat sont plus limitées. Toutefois, ces pratiques contribuent également à stabiliser le système entier.

Outil 6 : biocontrôle par conservation

Les ennemis naturels des ravageurs sont d'autres organismes (champignons, bactéries, virus, insectes prédateurs et insectes parasitoïdes) qui tuent les ravageurs. Ces organismes sont donc des alliés des agricultrices et agriculteurs, puisqu'ils contribuent à contrôler les ravageurs. Par conséquent, de nombreuses espèces de ravageurs peuvent être gérées en augmentant l'efficacité et l'abondance des ennemis naturels existants. Cet objectif peut être atteint à travers la modification de l'environnement ou des pratiques existantes. Cette approche est appelée « biocontrôle par conservation » ou « contrôle biologique par conservation ».

Le biocontrôle par conservation convient à l'agriculture biologique, car les agricultrices et agriculteurs bio utilisent un minimum de pesticides à large spectre, lesquels, autrement, diminueraient l'efficacité des ennemis naturels des ravageurs. L'objectif du biocontrôle par conservation est de diversifier la végétation en ajoutant des espèces de plantes au sein des champs cultivés et surtout à proximité de ceux-ci. Ces mesures aident les ennemis naturels à trouver des sources de nourriture comme le pollen, le nectar et des proies et hôtes alternatifs, et satisfont leur besoin en abri (microclimat). Il existe plusieurs possibilités d'augmenter la diversité florale au sein des champs et en bordure de ceux-ci :

- › **Haies** : utiliser des arbustes indigènes connus pour attirer les prédateurs et parasitoïdes de ravageurs en offrant du nectar, du pollen, des proies et/ou des hôtes alternatifs. La plupart des espèces d'arbustes à fleurs ont cette propriété. Toutefois, il faut veiller à ne pas utiliser d'espèces de plantes connues pour être des hôtes alternatifs de ravageurs ou de maladies.
- › **Bandes enherbées** : les bandes enherbées à proximité des champs hébergent différents groupes d'ennemis naturels tels que les carabes, les staphylins et les araignées. Pour diminuer le risque de développement de mauvaises herbes et de plantes-hôtes connues de ravageurs et de maladies, on peut semer une à trois espèces de graminées locales en bandes de 1 à 3 mètres.



Discussion sur la gestion de l'habitat pour contrôler les ravageurs et les maladies

Discutez avec les agricultrices et agriculteurs de toutes les mesures de gestion de l'habitat. Invitez-les à partager leurs expériences en matière de biocontrôle par conservation, de cultures intercalaires et de cultures pièges.

Visitez une ferme possédant un habitat naturel diversifié et identifiez les espèces de plantes qui peuvent être favorisées en vue de contrôler les ravageurs et les maladies.





CULTURES PIÈGES/ CULTURES INTERCALAIRES

Culture piège (stratégie *push-pull*) dans le maïs



Plante piège
(herbe à éléphant,
Pennisetum purpureum)

Plante répulsive
(*Desmodium*)

Plante piège

La culture piège est plus attractive pour le ravageur comme source de nourriture ou site de ponte par rapport à la culture principale.

La culture répulsive dégage une odeur qui repousse le ravageur.



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes

13

- › **Bandes fleuries** : utiliser des espèces de plantes à fleurs indigènes connues pour attirer les prédateurs et parasitoïdes en offrant du nectar, du pollen, des proies et/ou des hôtes alternatifs. La plupart des espèces de plantes à fleurs ont cette propriété. Toutefois, il faut veiller à ne pas utiliser d'hôtes alternatifs de ravageurs ou de maladies. En bordure du champ, trois à cinq espèces de plantes à fleurs indigènes peuvent être semées dans un lit de semences bien préparé, disposé en bandes de 1 à 3 mètres. Après floraison, les graines peuvent être ramassées pour renouveler les bandes ou en créer de nouvelles.
- › **Plantes compagnes** : les ennemis naturels des ravageurs peuvent également être attirés par des plantes compagnes présentes au sein d'une culture. Les espèces utilisées comme plantes compagnes peuvent être les mêmes que celles utilisées dans les bandes fleuries. Quelques plantes à fleurs (1 à 2 par 10 m²) réparties au sein d'une culture servent de « station-service » aux ennemis naturels des ravageurs.

Outil 7 : cultures intercalaires (ou cultures associées)

Une autre approche de gestion des ravageurs et des maladies consiste à associer différentes cultures en mettant en place des cultures intercalaires. L'idée est d'avoir des zones de plantes-hôtes moins concentrées et donc moins faciles à détecter et à coloniser. Les cultures ayant un lien de parenté éloigné peuvent interférer avec des ravageurs spécialisés, visuellement ou chimiquement, rendant l'habitat moins favorable. Les cultures intercalaires mixtes, où deux ou souvent plusieurs espèces sont mélangées et cultivées sans rangées distinctes, sont très couramment utilisées sous les tropiques. Les cultures intercalaires en rangées (deux ou plusieurs cultures cultivées ensemble en rangées) et les cultures en bandes (deux ou plusieurs espèces cultivées en bandes alternantes) doivent être suffisamment larges pour permettre des systèmes séparés de gestion, mais suffisamment proches pour s'influencer entre elles. Ces systèmes de cultures associées ont été largement étudiés, car ils offrent un grand potentiel de réduction des attaques de ravageurs.

Le mélange de plantes doit être soigneusement choisi. L'anis, la ciboulette, l'ail, l'oignon, le radis, le persil et de nombreuses autres espèces sont considérés comme de bons partenaires pour la culture intercalaire. La rose d'Inde, par exemple, présente l'avantage de repousser les insectes ravageurs tels que les pucerons et les nématodes des racines, mais elle attire les limaces et peut avoir un effet herbicide sur le chou.



Outil 8 : cultures pièges

La culture piège doit être plus attractive pour le ravageur comme source de nourriture ou site de ponte par rapport à la culture principale. Le système de culture piège push-pull utilisé dans la production de maïs en Afrique orientale est un exemple particulièrement réussi.

La stratégie *push-pull* (repousser-attirer) appliquée est une stratégie de culture simple qui consiste à utiliser l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*) et la légumineuse *Desmodium uncinatum* comme cultures intercalaires dans les champs de maïs. *Desmodium* est planté entre les rangées de maïs ; cette plante produit une odeur que les papillons foreurs de tige n'aiment pas, les repoussant ainsi de la culture de maïs. L'herbe à éléphant est plantée autour de la culture de maïs comme plante piège ; plus attractive pour les foreurs de tige par rapport au maïs, la culture piège attire les papillons, lesquels viennent pondre leurs œufs en son sein. L'herbe à éléphant ne permet cependant pas aux larves de foreurs de tige de se développer. Lorsque les œufs éclosent et que les petites larves percent les tiges de l'herbe à éléphant, la plante produit une substance visqueuse ressemblant à de la colle, qui les piège et les tue. Ainsi, très peu de larves de foreurs de tige survivent, et le maïs est sauvé grâce à la stratégie *push-pull*. En outre, *Desmodium*, qui couvre le sol du champ de maïs, réduit la pression des herbes des sorcières (*Striga* spp.) en les supprimant grâce à des composés herbicides produits dans ses racines. Par ailleurs, en tant que légumineuse, *Desmodium* fixe l'azote dans le sol, enrichissant ce dernier.

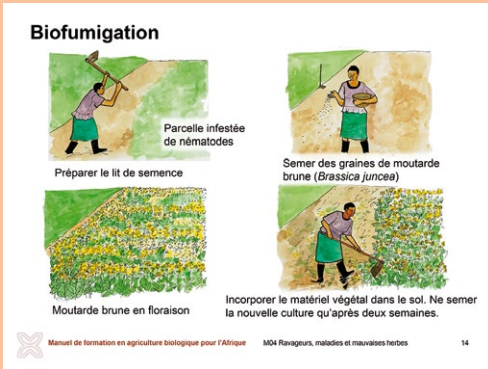
Autres exemples de cultures pièges connues pour être utilisables en Afrique :

- › La rose d'Inde est utilisée contre les limaces dans les cultures maraîchères.
- › La moutarde brune (*Brassica juncea*) sert à attirer la teigne des crucifères (*Plutella xylostella*) dans les cultures du genre *Brassica*.
- › La variété africaine de rose d'Inde de grande taille (cv. *Golden Age*) réduit le nombre d'œufs et de larves de la noctuelle de la tomate (*Helicoverpa armigera*) lorsqu'elle est intercalée entre les tomates, les pois d'Angole, les pois chiches, les légumineuses du genre *Crotalaria*, le maïs, le tabac, le sorgho ou le tournesol. En outre, cette plante est attractive pour la noctuelle de la tomate pendant sa floraison. Par conséquent, planter cette variété de rose d'Inde en bandes ou autour d'un champ peut protéger la culture des dommages causés par la noctuelle de la tomate.





BIOFUMIGATION



Une autre approche, appelée *sequential trap cropping* en anglais, consiste à effectuer une plantation précoce de la même culture sur des surfaces réduites pour attirer les ravageurs. Pour tuer les ravageurs, les cultures pièges précoces peuvent être soit détruites soit traitées avec des agents de biocontrôle ou des insecticides. Pour toutes sortes de cultures pièges, il est crucial d'effectuer des contrôles réguliers afin de détecter la présence de ravageurs. Dans la plupart des cas, les cultures pièges doivent être détruites lorsqu'elles sont sévèrement infestées, et cela avant qu'elles ne soient ravagées par l'organisme nuisible ou qu'elles n'aient complété leur cycle de vie. Cet aspect est crucial, car les ravageurs peuvent migrer des plantes pièges vers la culture principale. Les plantes pièges peuvent être enlevées et enterrées.

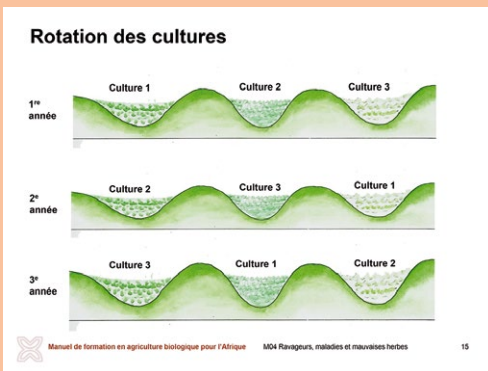
Outil 9 : biofumigation

La biofumigation consiste à incorporer dans le sol de la masse végétale fraîche, qui relâchera ensuite plusieurs substances (principalement des isothiocyanates) capables de supprimer les ravageurs terricoles. On constate également les bénéfices de la biofumigation sur des maladies telles que la sclérotiniose, la fonte des semis (due à *Pythium* spp. ou *Rhizoctonia solani*) et le feu bactérien (*Erwinia* sp.).

Les plantes de la famille des brassicacées (moutarde, radis, etc.) relâchent de grandes quantités de ces substances toxiques dans le sol lorsqu'elles se décomposent et sont considérées comme le matériau le plus adapté à la biofumigation. Il convient d'utiliser différentes moutardes (p. ex., *Brassica juncea* var. *integrifolia* ou *Brassica juncea* var. *juncea*) comme cultures intercalaires dans les champs infestés. Dès que les moutardes fleurissent, elles sont coupées et instantanément incorporées dans le sol à la houe ou à la charrue. Lorsque les parties de plantes incorporées sont en décomposition dans un sol humide, des composés nématocides, c'est-à-dire qui tuent les nématodes, sont produits. Pendant le processus de décomposition, des substances phytotoxiques sont également relâchées. Ces dernières peuvent détruire les graines de mauvaises herbes, mais elles peuvent aussi affecter les cultures. Voilà pourquoi une nouvelle culture ne doit pas être semée ou plantée avant les deux semaines qui suivent l'incorporation du matériel végétal dans le sol.



ROTATION DES CULTURES



Outil 10 : isolation des cultures par la mise en quarantaine

Les connaissances concernant la diffusion des ravageurs et des maladies dans la région doivent être elles aussi prises en compte, spécialement pour les infections



considérées comme épidémiques. Parfois, l'isolation de fermes et de champs situés suffisamment loin des zones infestées par des ravageurs ou des maladies est nécessaire pour assurer un contrôle adéquat. Un régime régional de rotation des cultures, en coopération avec d'autres agriculteurs, pourrait être la seule option efficace pour limiter la prolifération des ravageurs et des maladies.

3.3. Mesures de contrôle direct pour gérer les ravageurs (outils de l'étape 3)

Les mesures de lutte directe contre les ravageurs comprennent le contrôle biologique (recours à d'autres organismes vivants tels que les bactéries, les virus ou les insectes utiles pour réguler les ravageurs) et l'utilisation d'insecticides d'origine biologique ou minérale, de phéromones pour perturber l'accouplement, d'agents répulsifs en tant que barrières physiques et de pièges pour une capture en masse. Toutes ces mesures sont utilisées comme dernière option pour le contrôle des ravageurs lorsque toutes les méthodes utilisées dans les étapes précédentes ont échoué. Dans la production biologique certifiée, seuls les agents d'origine non synthétique sont autorisés. Les phéromones synthétiques représentent une exception : leur utilisation est autorisée, parce qu'elles sont contenues dans des diffuseurs et n'entrent donc pas en contact avec les cultures.

Outil 11 : contrôle biologique des ravageurs

Le contrôle biologique implique l'utilisation d'autres organismes vivants, par exemple les ennemis naturels, pour réguler les ravageurs. Les ennemis naturels aident l'agricultrice ou l'agriculteur à maîtriser les insectes ravageurs qui se nourrissent des récoltes et à les empêcher de causer des dommages économiques. Le contrôle biologique des ravageurs est basé sur le relâchement dans les champs d'agents vivants élevés en masse tels que les bactéries, virus, champignons, insectes prédateurs et insectes parasitoïdes pour réguler les ravageurs pendant une période brève ou longue. Considérées comme des mesures de contrôle direct, les stratégies de contrôle biologique ne sont utilisées que lorsque les mesures indirectes ne sont pas suffisamment efficaces. Toutefois, tous les agents de biocontrôle disponibles dans le commerce ne peuvent pas être utilisés en agri-



Partage d'expériences sur le contrôle direct des ravageurs

Invitez les agricultrices et agriculteurs à partager leurs expériences en matière de contrôle direct des ravageurs.

Ont-ils des expériences en matière de mesures de contrôle direct autres que l'utilisation de pesticides de synthèse ?

Quels critères considèrent-ils pertinents pour assurer le succès des mesures de contrôle direct ?

Quelle est la pertinence de la planification de l'application ?

Comment définir le moment approprié ?

Surveillent-ils régulièrement les ravageurs avant l'application ?



culture biologique ; par exemple, les organismes génétiquement modifiés sont interdits. L'utilisation du contrôle biologique est largement répandue dans les cultures sous serre, mais elle est encore limitée dans les cultures en plein champ.

Dans les cultures en plein champ, l'agent de biocontrôle le mieux connu est la bactérie *Bacillus thuringiensis* : *B. t. var. kurstaki* et *B. t. var. aizawai* sont utilisés contre divers ravageurs lépidoptères et *B. t. var. israeliensis* est employé contre les moustiques. *B. t. var. kurstaki* est produit dans des fabriques locales dans divers pays africains (Afrique du Sud, Kenya, Mozambique, etc.) et peut être utilisé contre différents ravageurs (chenille légionnaire d'Afrique, noctuelle de la tomate, légionnaire du haricot, légionnaire de la betterave, foreur du chou, noctuelle du chou, fausse-arpenteuse du chou, *Alabama argillacea*, teigne des crucifères, boarmie lunulée, *Chrysodeixis eriosoma*, *Earias biplaga*, *Earias vittella*, foreur de gousses, plusie chalcite).

Il existe quelques champignons connus pour être entomopathogènes. Les espèces les plus connues sont *Beauveria bassiana* (contre les termites, thrips, mouches blanches, pucerons et différents coléoptères) et *Verticillium (Lecanicillium) lecanii* (contre les mouches blanches, thrips et pucerons). De nombreux produits différents (mycopesticides) sont disponibles sur le marché, mais ils sont pour la plupart conçus pour être utilisés dans les serres. Ces champignons entomopathogènes ont besoin d'une humidité de l'air élevée pour se développer. Pour venir à bout de ce problème dans la culture en plein champ, quelques produits contiennent de l'huile (de plante). Le champignon *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* est un agent de biocontrôle fongique spécifique aux espèces de criquets. Largement répandu en Afrique, ce champignon cause, sous des conditions climatiques favorables, des épidémies locales au sein des populations de sauterelles et de locustes. Ses propriétés biologiques et physiques font de ce champignon un candidat idéal pour le contrôle biologique augmentatif. Les spores de *M. anisopliae* var. *acridum* peuvent être facilement produites en masse. Le champignon est disponible soit sous forme de poudre de spores sèches, soit comme concentré miscible à l'huile. Le produit est utilisé sous forme de suspension huileuse et peut être pulvérisé avec l'équipement habituel ou par voie aérienne pour un usage à grande échelle. Habituellement, le contrôle des locustes avec ce mycopesticide est mis en œuvre par le gouvernement ou des organisations non gouvernementales travaillant directement avec les agriculteurs, lesquelles suivent principalement des approches participatives. Cela semble être le meilleur moyen d'utiliser cet agent de biocontrôle.



Plusieurs autres agents de biocontrôle sont connus pour être efficaces contre les ravageurs :

- › Les **virus** de la granulose permettent de lutter contre les ravageurs lépidoptères, par exemple, le *Plutella xylostella granulovirus* contre la teigne des crucifères et le *Cydia pomonella granulovirus* contre le carpocapse des pommes.
- › Les **nématodes** entomopathogènes sont utilisés contre les différentes espèces de charançons (p. ex. *Steinernema carpocapsae*, *Heterorhabditis bacteriophora*).
- › Les insectes **prédateurs** tels que les coccinelles, les cécidomyies prédatrices et les larves de syrphes sont efficaces contre les pucerons et les psylles.
- › Les insectes **parasitoïdes** comme les espèces du genre *Trichogramma* utilisées contre la noctuelle de la tomate sont élevés dans quelques laboratoires africains et permettent de lutter contre les ravageurs lépidoptères et les pucerons. Une introduction réussie de la guêpe parasitoïde néotropicale *Apoanagyrus (Epidinocarsis) lopezi* pour réguler la cochenille farineuse du manioc (*Phenacoccus manihoti*) a entraîné une réduction satisfaisante de *P. manihoti* dans les champs de la plupart des agriculteurs africains. Voilà l'un des grands succès du biocontrôle classique.

Toutefois, la plupart de ces agents de biocontrôle ne sont pas accessibles aux petites exploitations agricoles africaines. En cause, le nombre insuffisant d'usines ou de coopératives agricoles produisant des agents de biocontrôle, des problèmes empêchant une distribution rapide de ces derniers aux utilisateurs par les usines de fabrication et la sensibilité de la plupart des agents à la chaleur.

Outil 12 : insecticides d'origine végétale ou minérale

Des insecticides biologiques commerciaux sont disponibles dans de nombreux pays d'Afrique (neem, roténone, pyrèthre, etc.). La plupart d'entre eux peuvent être fabriqués artisanalement par les coopératives agricoles ou les agricultrices et agriculteurs individuels.

Originaire d'Inde, le **neem** (*Azadirachta indica*) est aujourd'hui connu dans toute l'Afrique. Cet arbre compte plus de cent composés à propriétés pesticides. La plus forte concentration du principal composé, l'azadirachtine, se trouve dans le fruit, en particulier dans les graines. Le neem agit comme un répulsif à large spectre, un régulateur de croissance d'insectes et un insecticide. Contrairement à la plupart des insecticides botaniques, le neem a aussi un mode d'action partiel-





EXTRAITS DE PLANTES AFRICAINES CONNUES POUR LEURS PROPRIÉTÉS INSECTICIDES

Extraits de plantes africaines connues pour leurs propriétés insecticides

- **Neem** (*Azadirachta indica*) : contre de nombreux insectes nuisibles et, sous forme de tourteau de neem, contre les nématodes
- **Pyréthre** (*Chrysanthemum cinerariifolium*) : contre la plupart des insectes et acariens
- **Téphrosie de Vogel** (*Tephrosia vogelii*) : contre les chenilles et les acariens
- **Piment** (*Capsicum frutescens*) : contre de nombreux insectes nuisibles
- **Tabac** (*Nicotiana* spp.) : contre tous les insectes et acariens (très toxique pour l'homme)
- **Roses d'Inde** (*Tagetes* spp.) : effet répulsif contre les insectes nuisibles, effets contre les nématodes
- **Ail** (*Allium sativum*) : anti-appétant pour les insectes nuisibles
- **Basille sauvage** (*Ocimum suave*) : effet répulsif sur les insectes



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes

16

lement systémique. Autrement dit, les plantes peuvent absorber les extraits de neem par leurs racines et feuilles, répandant la substance active à travers leurs tissus. Pour cette raison, le neem peut aider à contrôler des ravageurs tels que les mineuses des feuilles. Les produits à base de neem sont efficaces contre un large éventail d'organismes nuisibles : environ 400 espèces de ravageurs sont connues pour être affectées par les extraits de neem. En dépit de leur large spectre d'action, ces produits ne nuisent généralement pas aux ennemis naturels.

Les produits à base de neem à forte teneur en huile sont phytotoxiques pour certaines plantes. En d'autres termes, les plantes peuvent être brûlées lorsque l'extrait de neem est utilisé à dose élevée. Par conséquent, les extraits doivent être testés sur quelques plantes avant d'effectuer une pulvérisation à grande échelle. En même temps, cependant, les extraits de neem sont rapidement décomposés par la lumière solaire. Pour cette raison, les produits commerciaux contiennent habituellement un écran solaire, qui protège l'extrait des rayons solaires, permettant ainsi une plus longue exposition au soleil.

Recommandations à l'attention des agriculteurs relatives à la préparation de pesticides à base de neem :

Les pesticides à base de neem peuvent être préparés à partir des feuilles ou des graines. Les feuilles ou les graines sont broyées et mélangées à de l'eau, de l'alcool ou d'autres solvants. Pour certains traitements, les extraits ainsi obtenus peuvent être utilisés sans raffinement ultérieur. Utilisées dans l'amendement du sol, les graines de neem tombées par terre (tourteau de neem) ou la poudre d'amandes de neem sont efficaces pour réguler les nématodes. Elles sont également utilisées pour lutter contre les foreurs de tige et pour préparer des extraits aqueux, qui sont pulvérisés sur les plantes. Le tourteau de neem a un potentiel considérable en tant qu'engrais et empêche dans le même temps que les racines des cultures ne soient attaquées par les nématodes (tomates, etc.). Mettre du tourteau de neem dans les trous de plantation (200 g/m²) et le mélanger avec le substrat. Le tourteau de neem repoussera et même tuera les nématodes et autres ravageurs des racines. Les agents insecticides (azadirachtine) seront transportés vers les parties aériennes des plantes, où ils aideront les plantes à se débarrasser des ravageurs.



Partage d'expériences en matière de mélanges de plantes utilisés pour contrôler les ravageurs

Choisissez les mélanges de plantes les plus couramment utilisés pour contrôler les ravageurs. Listez tous les éléments nécessaires à leur préparation et demandez aux agricultrices et agriculteurs expérimentés de montrer aux autres comment ils procèdent. Ont-ils fait des observations concernant le moment idéal d'application ou l'efficacité de ces préparations ? Encouragez les agricultrices et agriculteurs à apprendre davantage sur l'efficacité des préparations insecticides en menant des essais sur leurs fermes. La mise en place de différentes parcelles permet de comparer les plantes traitées avec celles qui ne le sont pas.

Le **pyrèthre** est un insecticide naturel dérivé des fleurs de *Chrysanthemum cinerariifolium*. Il s'agit d'une plante pérenne aux fleurs blanches ressemblant aux marguerites. La plante est plus productive à des altitudes supérieures à 1600 m et, idéalement, dans des conditions semi-arides. Sur les sols riches, les propriétés insecticides sont réduites. La teneur en substances actives augmente avec l'altitude et des températures moyennes basses. Les extraits de pyrèthre ne doivent pas être mélangés à de la chaux, du soufre ou des solutions savonneuses pendant l'application, puisque le pyrèthre se décompose aussi bien dans des conditions acides que dans des conditions alcalines. En outre, l'extrait de pyrèthre se décompose rapidement sous l'effet de la lumière du soleil. Le pyrèthre est un insecticide de contact à large spectre qui permet de réguler les ravageurs sur les fleurs, fruits et légumes. Il peut être utilisé pour lutter contre les pucerons, les acariens tétranyques, les thrips, les mouches blanches, les chenilles légionnaires d'Afrique, les noctuelles de la tomate, les vers gris, les foreurs des tiges de maïs et les cicadelles de la pomme de terre.

Recommandations à l'attention des agriculteurs relatives à la préparation de pesticides à base de pyrèthre :

La poudre de pyrèthre est fabriquée à partir de fleurs sèches tombées par terre. Utiliser le pyrèthre pur ou le mélanger avec un catalyseur comme le talc, la chaux ou la diatomite, et le saupoudrer sur les plantes infestées. Pour fabriquer un extrait de pyrèthre liquide, mélanger 20 g de poudre de pyrèthre à 10 l d'eau et ajouter du savon afin d'augmenter l'efficacité de la substance. Filtrer et appliquer immédiatement par pulvérisation. Pour obtenir de meilleurs résultats, le produit doit être appliqué le soir. Le pyrèthre peut aussi être extrait au moyen d'alcool.

Les **piments** et les poivrons ont tous des effets répulsifs et insecticides.

Recommandations à l'attention des agriculteurs relatives à la préparation de pesticides à base de piment :

Pour fabriquer de l'extrait de piment, moule 200 g de piment en poudre fine, le bouillir dans 4 l d'eau puis ajouter encore 4 l d'eau et quelques gouttes de savon liquide. Ce mélange peut être pulvérisé pour lutter contre les pucerons, les fourmis, les petites chenilles et les escargots.

L'**ail** possède des propriétés anti-appétantes (l'insecte cesse de s'alimenter), insecticides, nématicides et répulsives. Il serait efficace contre une grande variété d'insectes à différents stades de leur cycle de vie (œuf, larve, adulte), y compris



les fourmis, pucerons, chenilles légionnaires, teignes des crucifères, mouches blanches, vers fil de fer et termites. L'ail est non sélectif, il est doté d'un large spectre d'action et peut également tuer les insectes utiles. Par conséquent, il doit être utilisé avec précaution.

Recommandations à l'attention des agriculteurs relatives à la préparation de pesticides à base d'ail :

Pour fabriquer de l'extrait d'ail, écraser ou hacher 100 g d'ail et y ajouter un demi-litre d'eau. Laisser le mélange reposer pendant 24 h, ajouter un demi-litre d'eau et incorporer du savon liquide. Diluer à 1/20 avec de l'eau et pulvériser le soir. Pour améliorer l'efficacité, on peut y ajouter de l'extrait de piment.

Il existe de nombreux **autres extraits de plantes** connus pour avoir des effets insecticides tels que le tabac (*Nicotiana tabacum*), *Xanthorhiza simplicissima*, la téphrosie de Vogel (*Tephrosia vogelii*), l'« arbre à serpent » (*Securidaca longepedunculata*) et les capucines (*Tropaeolum*), qui sont traditionnellement utilisés pour contrôler les ravageurs en Afrique.

Précautions concernant l'utilisation des extraits de plantes à prendre par les agriculteurs :

- > Éviter que l'extrait brut n'entre en contact direct avec la peau pendant le processus de préparation et d'utilisation. Des extraits de plantes tels que le tabac peuvent également s'avérer très toxiques pour les êtres humains. Éviter tout contact des extraits de plantes avec les yeux.
- > Veiller à conserver l'extrait de plante hors de portée des enfants.
- > Porter des vêtements de protection (yeux, bouche, nez et peau) pendant l'application de l'extrait.
- > Se laver les mains après avoir manipulé l'extrait de plante.

Le **soufre** est sans doute le plus ancien pesticide utilisé. En agriculture biologique, il est principalement employé pour combattre les maladies des plantes (voir outil 18), mais il convient aussi à la lutte contre les acariens (acaricide). L'effet acaricide du soufre est renforcé à des températures supérieures à 12 °C. Toutefois, le soufre peut causer des lésions aux plantes par temps chaud et sec (à des températures supérieures à 32 °C). Il est en outre incompatible avec les autres pesticides. Pour éviter la phytotoxicité, le soufre ne doit être utilisé ni avec de l'huile ni après les traitements à l'huile.



Les **cendres de bois** de cheminées peuvent être efficaces contre les fourmis, les mineuses des feuilles, les foreurs de tige, les termites et les teignes de la pomme de terre. La cendre doit être saupoudrée directement sur les colonies de ravageurs et les parties de plantes infestées. Elle déshydratera les ravageurs aux corps souples. Les cendres de bois sont souvent utilisées pendant le stockage des graines pour éloigner les ravageurs des stocks tels que les charançons.

Outil 13 : phéromones pour perturber l'accouplement

Les diffuseurs de phéromones relâchent une hormone sexuelle de l'insecte femelle. Quelques diffuseurs combinés avec des pièges spéciaux attirent les insectes mâles dans le piège, où ils restent coincés. Les pièges à phéromones sont le plus souvent employés pour surveiller les insectes ravageurs, mais ils peuvent aussi servir à un piégeage massif. Plusieurs types de pièges à phéromones développés pour surveiller les noctuelles de la tomate, les vers gris, les mouches des fruits, etc. sont fréquemment utilisés. Toutefois, dans la plupart des régions d'Afrique, les pièges à phéromones ne sont pas localement disponibles et ceux importés ne sont pas abordables pour les petit-es exploitant-es agricoles. Les phéromones sexuelles peuvent également être utilisées pour perturber l'accouplement des insectes. Dans ce cas, un grand nombre de diffuseurs sont installés dans la parcelle (verger de pommiers, vignoble) pour obtenir un nuage de phéromones dans la culture ou au-dessus de celle-ci. Les insectes mâles ne pourront plus retrouver les femelles et l'accouplement sera ainsi perturbé. Par conséquent, aucune progéniture n'endommagera la récolte.

Outil 14 : répulsifs contre les mammifères ravageurs

Les espèces d'insectes, d'acariens, de nématodes et de limaces ne sont pas les seuls ravageurs connus. Les mammifères tels que les éléphants, les singes, les sangliers et bien d'autres peuvent aussi détruire les cultures de subsistance et menacer les moyens d'existence des petit-es exploitant-es agricoles d'Afrique. Néanmoins, il existe des répulsifs efficaces non létaux connus pour réduire considérablement les dommages causés par exemple par les éléphants. Le principal agent répulsif est dérivé de piments Capsicum ou de piments forts (*Pili pili kali*). Lorsque les cultures sont protégées contre les éléphants par des clôtures (au moins 2,5 m de haut avec deux fils parallèles), des carrés de tissu ou de toile trempés dans un agent à base de pétrole (huile de moteur) mélangé à de la poudre de piment peuvent être fixés entre les fils. La très forte odeur des piments Capsicum





PIÈGES POUR LES MOUCHES DES FRUITS

Fabrication de pièges pour les mouches des fruits



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes 18

cause des réactions physiques indésirables aux éléphants, y compris une irritation des yeux et des sensations de brûlure dans la trompe. Une autre approche consiste à produire des « bombes de piment » à base de piment écrasé et de déjections animales. Pour donner au mélange de piment et de déjections animales une forme solide, l'agricultrice ou l'agriculteur peut utiliser un moule à briques. Les « bombes à éléphant » doivent sécher pendant un jour ou deux puis être réparties de manière homogène autour du champ. L'agricultrice ou l'agriculteur peut y mettre le feu à la tombée de la nuit. Les « bombes à éléphant » produiront une fumée piquante qui éloigne les éléphants des champs de maïs, de sorgho et de millet. Le même agent peut être préparé pour lutter contre les sangliers, les singes et d'autres mammifères.

L'anis, les piments, la ciboulette, l'ail, la coriandre, la capucine, la menthe verte et la rose d'Inde sont des plantes connues pour avoir un effet répulsif sur différents insectes ravageurs (pucerons, papillons, mouches des racines, etc.) et peuvent être cultivées comme cultures intercalaires ou en bordure des champs. La rose d'Inde est surtout connue pour repousser les nématodes des racines, tandis que le tourteau de neem est connu pour éloigner les souris.

Outil 15 : pièges pour capturer en masse les ravageurs

Le piégeage massif des ravageurs est une mesure additionnelle de contrôle. Souvent, les pièges peuvent être facilement fabriqués à partir de matériel bon marché.

Les **pièges à lumière** peuvent être utilisés pour attraper les papillons de nuit tels que les chenilles légionnaires, les vers gris, les foreurs de tige et d'autres insectes nocturnes. Ils sont plus efficaces lorsqu'ils sont installés peu après que les papillons adultes commencent à émerger mais avant qu'ils ne commencent à pondre des œufs. Toutefois, les pièges à lumière présentent l'inconvénient d'attirer un large éventail d'espèces d'insectes. La plupart des insectes attirés ne sont pas des ravageurs. En outre, de nombreux insectes qui sont attirés dans la zone autour des pièges à lumière (parfois venant de distances considérables) ne tombent pas dans le piège. Au contraire, ils restent à proximité de celui-ci, augmentant le nombre total d'insectes dans la zone immédiate.

Les **pièges colorés** et les **pièges à eau** peuvent être utilisés pour surveiller les thrips adultes. Dans certains cas, on peut même réduire le nombre de thrips en les capturant en masse à l'aide de pièges colorés (bleus, jaunes, blancs) englués ou de pièges à eau installés dans la pépinière ou dans le champ. La gamme de



couleurs des plaques est cruciale pour l'efficacité des pièges collants. Les couleurs vives attirent plus de thrips que les couleurs sombres. Les pièges collants à surfaces cylindriques sont plus efficaces que ceux à surfaces plates. Ils sont idéalement placés lorsqu'ils sont installés à 1 m du niveau de la culture. Les pièges ne doivent être placés ni à proximité des bordures des champs ni à côté des haies brise-vent.

- › **Les pièges à eau** doivent avoir une profondeur minimale de 6 cm, une surface de 250 à 500 cm² et être de préférence ronds ; le niveau de l'eau doit se situer à environ 2 cm en dessous du bord. Quelques gouttes de détergent ajoutées à l'eau favorisent la noyade des thrips, évitant ainsi qu'ils ne dérivent vers les bords et ne s'échappent. Remplacer les pièges ou ajouter régulièrement de l'eau.
- › **Les pièges collants jaunes** peuvent être utilisés pour contrôler les mouches blanches, les pucerons et les mouches mineuses des feuilles. De tels pièges sont par exemple constitués de récipients jaunes en plastique montés à l'envers sur des bâtons et recouverts de graisse de voiture transparente ou d'huile de moteur utilisée. Ces pièges doivent être placés au sein du champ et autour de celui-ci à environ 10 cm au-dessus du feuillage. Nettoyer les pièges lorsqu'ils sont couverts d'insectes et les recouvrir d'huile. Les plaques collantes jaunes ont un effet similaire. Pour les utiliser, placer 2 à 5 plaques engluées jaunes par 500 m² de surface agricole. Remplacer les pièges au moins une fois par semaine. Pour fabriquer son propre piège collant, recouvrir du contreplaqué peint en jaune (taille : 30 cm x 30 cm) de vaseline ou d'huile de moteur usée. Installer les pièges à côté des plantes, mais suffisamment loin pour éviter que les feuilles ne se collent à la plaque. Il est à noter que la couleur jaune attire de nombreuses espèces d'insectes, y compris des organismes utiles. Il convient donc de n'utiliser les pièges jaunes que lorsque cela est nécessaire.

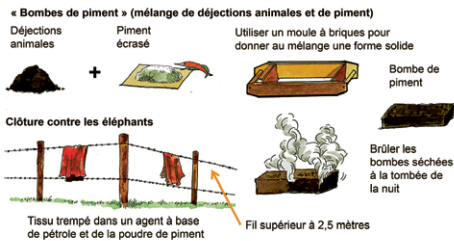
Pièges pour les mouches domestiques et les mouches des fruits : les mouches des fruits, les mouches domestiques et les mouches d'étable sont attirées par le jus de fruits en fermentation. Le haut d'une bouteille en plastique peut être coupé et retourné. Un peu d'eau sucrée ou de miel étalé sur le bord de la bouteille permet de mieux attirer les mouches, lesquelles entreront dans la bouteille contenant du jus de fruits sucré/en fermentation et seront prises au piège. Les pièges pour les mouches des fruits peuvent être fabriqués localement en ayant recours à un bocal ordinaire avec des bouteilles ou récipients en plastique munis





CLÔTURE CONTRE LES ÉLÉPHANTS (« BOMBES » À BASE DE PIMENT ET DE DÉJECTIONS ANIMALES)

Clôture et « bombes de piment » comme répulsifs contre les mammifères nuisibles

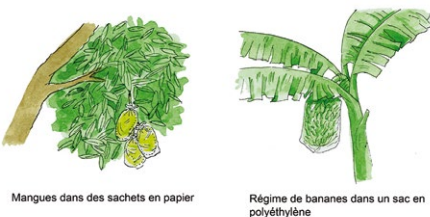


Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes 17



ENSACHAGE DES FRUITS

Ensachage des fruits



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes 19

de trous. Ils peuvent être utilisés avec des appâts alimentaires tels que les hydrolysats de protéines, la levure ou le jus de fruits sucré/en fermentation.

Outil 16 : barrières physiques contre les ravageurs

Il existe différentes barrières physiques connues pour avoir un effet de régulation sur les ravageurs (filets anti-insectes, ensachage, etc.). La mesure la plus utile est l'ensachage des fruits.

L'**ensachage**, à savoir la protection des fruits par des sachets, empêche les mouches des fruits de pondre leurs œufs sur les fruits. En outre, le sachet fournit une protection physique contre les lésions mécaniques (cicatrices et égratignures). Bien que laborieuse, cette pratique est bon marché et sans danger, et permet une estimation plus fiable de la récolte en perspective. L'ensachage convient aux melons, margoses, mangues, goyaves, caramboles, avocats et bananes (utilisation de sacs en plastique).

Recommandations à l'attention des agriculteurs relatives à l'ensachage :

Couper de vieux journaux en morceaux de la taille des fruits et doubler les couches, une seule couche se brisant facilement. Plier et coudre ou agraffer les côtés et le bas des feuilles de journaux pour en faire un sachet rectangulaire. Souffler dedans pour le gonfler. Mettre un fruit dans chaque sachet et le fermer ; attacher fermement le haut du sachet avec une ficelle en sisal, du fil de fer ou avec des fibres de bananier ou de cocotier. Pousser le fond du sachet vers le haut pour éviter que le fruit ne touche le sachet. Par exemple, commencer l'ensachage des mangues 55 à 60 jours après le début de la floraison ou lorsque les fruits font à peu près la taille d'un œuf de poule. En cas d'utilisation de sacs en plastique (p. ex. pour les bananes), ouvrir le fond ou faire quelques petits trous pour permettre à l'humidité de s'échapper. L'humidité piégée dans les sacs en plastique endommage les fruits et/ou favorise le développement de champignons et de bactéries qui causent des maladies aux fruits. En outre, le plastique surchauffe le fruit. Les sacs fabriqués à base de feuilles de plantes séchées sont des bonnes alternatives au plastique.



3.4. Mesures de contrôle direct pour gérer les maladies (outils de l'étape 3)

Les mesures de contrôle direct des maladies comprennent le contrôle biologique (recours à d'autres organismes vivants tels que les champignons parasites pour réguler les maladies) et l'utilisation de fongicides d'origine biologique ou minérale. Toutes ces mesures sont utilisées en dernière option pour le contrôle des maladies, lorsque toutes les méthodes utilisées dans les étapes précédentes ont échoué. Dans la production biologique, seuls les agents d'origine non synthétique sont autorisés. Le cuivre et le soufre, dont l'utilisation est controversée, sont d'origine minérale ; leur application est donc également limitée.

Les agricultrices et agriculteurs doivent être encouragés à en apprendre davantage sur l'efficacité des différents produits en menant des essais sur leurs fermes. Ils sont invités à mettre en place différentes parcelles, individuellement ou en groupe, pour être en mesure de comparer les plantes traitées avec celles qui ne le sont pas. Notons que certains produits ont des effets préventifs tandis que d'autres (comme le cuivre) ont des effets thérapeutiques. Les agents à effets préventifs doivent être utilisés avant que les cultures ne soient infectées.

Outil 17 : contrôle biologique des maladies des plantes

Les **champignons** appartenant au genre *Trichoderma* existent à travers le monde et sont faciles à isoler du sol, du bois en décomposition et d'autres formes de matière organique végétale. D'une part, les espèces *Trichoderma* sont connues comme parasites d'autres champignons, y compris les agents pathogènes d'importantes maladies des plantes telles que la fonte des semis (*Rhizoctonia solani*). D'autre part, les espèces *Trichoderma* impactent des maladies telles que la sclérotiniose, la fonte des semis (*Pythium*) et la pourriture grise (*Botrytis*) par l'antibiose et la compétition.

Le champignon *Trichoderma harzianum* (différentes souches) a été testé sous des climats subtropicaux et tropicaux. Des effets bénéfiques ont été rapportés contre la pourriture rouge (*Colletotrichum falcatum*), la pourriture charbonneuse des graines et des plants de niébé (*Macrophomina phaseolina*), l'oïdium et d'autres maladies. En outre, *Trichoderma* agit comme un stimulant de croissance et améliore par conséquent le rendement et la qualité des produits (soja, etc.). Les produits à base de *Trichoderma* sont disponibles dans quelques pays africains (p. ex. T-Gro, Eco-T et Tricho-Plus en Afrique du Sud).





BIOCONTRÔLE DES MALADIES DES PLANTES À L'AIDE DE CHAMPIGNONS NON PATHOGÈNES

Biocontrôle des maladies avec des champignons non pathogènes



Biocontrôle par *Trichoderma harzianum* :

- Le champignon *Trichoderma harzianum* est connu pour parasiter les agents pathogènes d'importantes maladies des plantes comme la fonte des semis (*Rhizoctonia solani*).
- Les espèces *Trichoderma* peuvent affecter les maladies des plantes par l'antibiose et par la compétition.
- En outre, *Trichoderma* agit comme un stimulant de croissance et améliore les rendements et la qualité des produits.
- Certains produits sont disponibles dans les pays africains.



Les espèces du genre *Aspergillus* sont presque omniprésentes dans les sols des zones tropicales. Elles sont surtout connues pour contaminer les graines avec des aflatoxines hautement toxiques résultant de la présence de souches toxigènes de *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* et *A. bombycis*. Cependant, il existe également des souches non aflatoxigènes de *A. flavus* et de *A. parasiticus*, lesquelles peuvent être utilisées comme agents de biocontrôle contre les espèces dangereuses d'*Aspergillus*. Au Bénin, *A. flavus* (BN 22 et BN 30) a permis d'obtenir une réduction de la contamination du maïs par les aflatoxines pouvant aller jusqu'à 90 %. Néanmoins, des études complémentaires sont nécessaires pour démontrer l'efficacité de ces agents de biocontrôle sur le terrain, leur persistance, leur sécurité et leur viabilité commerciale.

Certaines **bactéries** sont connues pour réguler des maladies des plantes. Une bactérie souvent utilisée est *Bacillus subtilis* (différentes souches), qui agit contre des maladies fongiques telles que la pourriture grise, l'oïdium ou la maladie des taches noires. D'autres exemples sont *Pseudomonas fluorescens* (et d'autres espèces du genre *Pseudomonas*) et les espèces des genres *Bacillus* et *Azotobacter*. Leurs principes d'action sont la compétition pour les niches écologiques formées par les systèmes racinaires, la compétition pour les éléments nutritifs, la production de métabolites secondaires et l'antibiose. Néanmoins, l'utilisation de ces bactéries comme agents de biocontrôle dépend fortement de la disponibilité de produits bon marché.

Outil 18 : fongicides d'origine végétale ou minérale

Des fongicides biologiques commerciaux, y compris des produits contenant des agents fongicides tels que le cuivre, le soufre et l'argile acide, sont disponibles dans de nombreux pays d'Afrique.

La **bouillie bordelaise (sulfate de cuivre et chaux)** a été utilisée avec succès pendant plus de 150 ans sur les fruits, les légumes et les plantes ornementales. Contrairement au soufre, la bouillie bordelaise est à la fois fongicide et bactéricide. Par conséquent, elle peut être utilisée efficacement contre des maladies telles que les taches foliaires causées par des bactéries ou des champignons, l'oïdium, le mildiou et l'antracnose, provoquée par différents agents pathogènes. La capacité de la bouillie bordelaise à résister à la pluie et à adhérer aux plantes est l'une des raisons pour lesquelles elle est si efficace. Le sulfate de cuivre contenu dans la bouillie bordelaise est acide ; il est neutralisé par la chaux (hydroxyde de calcium) qui, elle, est alcaline.



Discussions sur le contrôle direct des maladies

Invitez les agricultrices et agriculteurs à partager leurs expériences en matière de mesures de contrôle direct des maladies.

Déterminez les méthodes botaniques les plus utilisées pour contrôler les maladies des différentes cultures de la zone.

Invitez les agricultrices et agriculteurs expérimentés à partager leurs connaissances en matière de préparation de mélanges de plantes.

Encouragez les débats autour du moment optimal de traitement, des méthodes d'application et d'autres critères pertinents pour l'efficacité des produits.



Recommandations à l'attention des agriculteurs relatives à la préparation de la bouillie bordelaise :

La bouillie bordelaise se décline en plusieurs mélanges. Voici l'un des mélanges les plus populaires, les plus efficaces et les moins phytotoxiques : dans un récipient non métallique, mélanger 90 g de sulfate de cuivre bleu avec 4,5 l d'eau. Dans un autre récipient non métallique, mélanger 125 g de chaux éteinte avec 4,5 l d'eau. Remuer les deux solutions, les mélanger et remuer de nouveau. Cette préparation a été développée compte tenu du fait que le cuivre, comme le soufre, est phytotoxique et que le niveau de toxicité est lié à l'âge du tissu de plante traité. L'utilisation de la bouillie bordelaise par temps chaud (à des températures supérieures à 30 °C) pourrait causer le jaunissement et la chute des feuilles. En outre, la bouillie bordelaise peut engendrer des brûlures sur le feuillage, s'il pleut peu après son application. Des précautions particulières doivent être prises lorsqu'on applique ce fongicide sur des feuilles jeunes et tendres d'arbres fruitiers. Ne pas utiliser la bouillie bordelaise sur le maïs ou le sorgho, qui sont décrits comme des plantes sensibles au cuivre.

Il existe d'autres préparations à base de cuivre, très courantes et bon marché, disponibles sur le marché dans la plupart des pays africains : l'**hydroxyde de cuivre** et l'**oxychlorure de cuivre**. Ces produits sont acceptés en agriculture biologique, pourvu que le nombre maximal d'applications soit strictement respecté et qu'un bon amendement du sol soit assuré pour empêcher l'accumulation de cuivre dans le sol.

Le **soufre** est principalement utilisé contre des maladies des plantes telles que l'oïdium et le mildiou. Son efficacité repose sur la prévention de la germination des spores. Pour cette raison, il doit être appliqué avant le développement de la maladie pour être efficace. Le soufre peut être utilisé sous forme de poudre ou de liquide. Il n'est pas compatible avec les autres pesticides.

La **bouillie sulfocalcique** est obtenue lorsque de la chaux est ajoutée au soufre pour l'aider à pénétrer dans le tissu des plantes. Elle est plus efficace que le soufre élémentaire à des concentrations plus faibles. Toutefois, son odeur d'œufs pourris dissuade habituellement les agriculteurs de l'utiliser sur de vastes champs.

Les **argiles acides** possèdent un effet fongicide dû à des agents actifs tels que l'oxyde d'aluminium ou le sulfate d'aluminium. Ils sont utilisés comme une alternative aux produits à base de cuivre, mais sont souvent moins efficaces. Différents produits sont disponibles sur le marché dans quelques pays africains.





TRAITEMENT DES SEMENCES À L'EAU CHAUDE

Traitement des semences à l'eau chaude

Recommandations :

- Tubercules de pommes de terre, drageons de bananiers : 55 ° C pendant 10 minutes
- Épinards, choux de Bruxelles, choux, poivrons, tomates, aubergines : 50 ° C pendant 30 minutes
- Brocoli, chou-fleur, carotte, chou cavalier, chou frisé, chou-rave, navet : 50 ° C pendant 20 minutes
- Moutarde, cresson, radis : 50 ° C pendant 15 minutes
- Laitue, céleri, céleri-rave : 47 ° C pendant 30 minutes



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes

21

Le **lait** est utilisé contre l'oïdium, le mildiou, la mosaïque et d'autres maladies fongiques et virales. Un traitement efficace consiste à pulvériser tous les 10 jours un mélange constitué de 1 l de lait dilué dans 10 à 15 l d'eau.

Le mildiou et les rouilles peuvent être traités avec une préparation à base de **bicarbonate de soude** ou de **cristaux de soude**. Mélanger 100 g de bicarbonate de soude ou de cristaux de soude avec 50 g de savon doux et diluer le tout dans 2 l d'eau. Pulvériser le mélange une seule fois et attendre aussi longtemps que possible (plusieurs mois) avant de répéter le traitement. Ne pas appliquer par temps chaud et tester la préparation au préalable sur quelques feuilles en raison du risque d'effets phytotoxiques.

De nombreux **extraits de plantes** sont connus pour leurs effets fongicides. L'**oignon** et l'**ail** sont efficaces contre le mildiou et de nombreuses maladies fongiques et bactériennes. Les **roses d'Inde** agissent comme des fortifiants, aidant les pommes de terre, les haricots, les tomates et les pois à résister aux maladies fongiques telles que le mildiou. Les feuilles de **papayer** (*Carica papaya*) et le **basilic** possèdent un effet fongicide général. De nombreuses autres espèces de plantes présentes en Afrique sont connues pour leurs effets fongicides. Les connaissances traditionnelles pourraient contribuer à développer l'éventail d'extraits de plantes utilisés dans chaque région d'Afrique.

Outil 19 : traitement des semences à l'eau chaude

Le traitement à l'eau chaude de ses propres semences pour prévenir les maladies transmises par les graines telles que la pourriture noire, la nécrose du collet, les taches noires et les taches annulaires des crucifères est très efficace. Il permet de lutter contre les champignons pathogènes tels que *Alternaria* spp., *Colletotrichum* spp., *Phoma* spp., *Septoria* spp. et les bactéries pathogènes (*Pseudomonas* spp. et *Xanthomonas* spp.). Toutefois, le traitement à l'eau chaude est délicat, puisque les graines peuvent rapidement être détruites par des températures trop élevées.

Par conséquent, il faut strictement respecter des températures et intervalles de temps spécifiques pour maintenir la viabilité des semences. Utiliser un bon thermomètre ou demander assistance à une personne expérimentée ou à l'agent-e de vulgarisation local-e. Pour s'assurer que les semences ne sont pas endommagées, il est recommandé de tester la germination de 100 graines traitées à la chaleur et de 100 graines non traitées. Le traitement à l'eau chaude peut aussi être utilisé pour les tubercules de pommes de terre (10 minutes dans de l'eau à



55 °C), afin de lutter contre la nécrose du collet, la gale poudreuse et le rhizoctone brun, et pour les drageons de bananiers, afin de maîtriser les nématodes et les charançons du bananier.

4. Outils de gestion des mauvaises herbes

Les agricultrices et agriculteurs biologiques donnent la priorité absolue à la prévention de l'introduction et de la multiplication des mauvaises herbes. Les pratiques de gestion visent à maintenir les populations d'adventices à un niveau qui n'entraîne pas de pertes économiques dans la culture et n'altère pas la qualité de la récolte. Le but n'est pas d'éradiquer en totalité les mauvaises herbes, car elles ont aussi un rôle à jouer dans le champ. Par exemple, les adventices fournissent une couverture qui réduit l'érosion du sol. En outre, la diversité biologique dans nos champs de culture est en grande partie due à la présence des mauvaises herbes. Elles procurent un habitat aussi bien aux insectes utiles qu'aux champignons mycorhiziens. Comme les adventices offrent du pollen et du nectar, elles permettent aux insectes de biocontrôle de maintenir leurs populations et représentent donc un instrument précieux dans la régulation des ravageurs.

4.1. Pratiques culturales pour gérer les mauvaises herbes (outils de l'étape 1)

Les pratiques culturales telles que le choix de variétés compétitives, l'utilisation de semences et de jeunes plants exempts de mauvaises herbes, le choix de la date de semis optimale, la rotation des cultures et l'utilisation de paillis sont cruciales pour empêcher l'introduction et la propagation des mauvaises herbes.

Outil 1 : semences et jeunes plants exempts de mauvaises herbes

Il est important d'éviter l'introduction dans les champs de graines de mauvaises herbes à travers les outils ou les animaux. Un élément encore plus important est de n'utiliser que des semences et des jeunes plants exempts de mauvaises herbes en choisissant des graines/jeunes plants de qualité ou des semences soigneusement nettoyées.



Discussion sur les pratiques culturales utilisées pour gérer les mauvaises herbes

Amenez les participant·es à partager leurs expériences sur les manières de limiter la propagation des mauvaises herbes grâce aux pratiques culturales.

Discutez en groupes des espèces de mauvaises herbes nécessitant une attention particulière en fonction de la situation locale.





PRATIQUES CULTURALES UTILISÉES POUR GÉRER LES MAUVAISES HERBES

Pratiques culturales pour gérer les mauvaises herbes



Engrais verts et couverts végétaux



Cultures intercalaires



Paillage



Rotation des cultures



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique

M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes

22

Outil 2 : choix des cultures et des variétés

Les cultures et variétés de grande taille aux feuilles larges concurrencent mieux les mauvaises herbes se développant tardivement par rapport aux petites variétés à feuilles étroites. Certaines variétés inhibent la croissance des mauvaises herbes et les étoufferont tandis que d'autres les toléreront. Dans de nombreux pays africains, il existe par exemple des cultivars de maïs et de niébé résistants aux herbes des sorcières (*Striga*), qui offrent une meilleure performance au même niveau de pression des adventices où d'autres variétés sont plus affectées.

Outil 3 : rotation des cultures

Le succès des systèmes de rotation en matière d'élimination des mauvaises herbes repose sur l'utilisation de séquences de cultures. Celles-ci créent divers modèles de concurrence pour les ressources, d'interférence allélopathique (p. ex., les exsudats racinaires de certaines plantes agissent comme des herbicides), de perturbation du sol et de dommages mécaniques, créant ainsi un environnement instable et souvent hostile aux mauvaises herbes. Il est largement démontré que la monoculture conduit en fait au développement d'espèces de mauvaises herbes moins diverses et plus difficiles à maîtriser par rapport à la rotation de cultures. Cultiver les mêmes cultures sur le même site année après année favorisera l'accumulation de graines de mauvaises herbes dans le sol. Cette accumulation de graines d'adventices est appelée « banque de graines de mauvaises herbes du sol ». Le changement des conditions de culture interrompt les conditions de vie des mauvaises herbes, inhibant ainsi leur croissance et leur prolifération. Certaines cultures étouffent les mauvaises herbes efficacement, tandis que d'autres favorisent leur croissance. La rotation des cultures constitue donc la mesure la plus efficace pour réguler les mauvaises herbes annuelles et pérennes.

En vue du contrôle des mauvaises herbes, les rotations des cultures doivent inclure :

- > l'alternance de cultures germinant en différentes saisons (printemps, été, automne et hiver) ou adaptées aux périodes de pluies et de sécheresse ;
- > l'alternance de cultures annuelles et pérennes (y compris l'herbe) ;
- > l'alternance de cultures fermées et denses, qui étouffent les mauvaises herbes, et de cultures ouvertes, qui favorisent les mauvaises herbes ;
- > le labour et les opérations de coupe ou de décolletage, qui affectent directement les mauvaises herbes.



Discussion : stratégies visant à freiner la croissance et la propagation des mauvaises herbes

Amenez les agricultrices et agriculteurs à partager leurs expériences : comment font-ils pour limiter les problèmes liés aux mauvaises herbes à travers la culture intercalaire, la culture associée, le sous-semis et le pâturage ? Discutez de chaque stratégie en utilisant des exemples d'espèces cultivées au niveau local.



Outil 4 : préparation appropriée des terres

Un outil de contrôle simple mais très efficace consiste à empêcher la propagation des mauvaises herbes en préparant bien les terres. La préparation des terres doit être programmée pour éliminer toutes les mauvaises herbes à fleurs avant qu'elles ne produisent des graines. Une exploration régulière du champ à la recherche de mauvaises herbes est nécessaire pour limiter la propagation.

Outil 5 : gestion de la qualité du sol

Les partisans de l'agriculture biologique ont longtemps soutenu que le risque de problèmes liés aux mauvaises herbes peut être réduit grâce à un sol sain. L'augmentation de la fertilité des sols joue un rôle majeur dans le contrôle des mauvaises herbes. La matière organique et l'activité microbienne du sol associées aux terres conduites en bio ont notamment un effet tampon, qui permet de maintenir un équilibre optimal des nutriments et des minéraux dans les plantes cultivées. Toutefois, en raison de la fertilisation, les graines de mauvaises herbes germent rapidement tout compte fait. Elles peuvent alors être éliminées par des méthodes de désherbage. La fertilité des sols, quant à elle, peut être améliorée par :

- › **L'utilisation de compost et de fumier de ferme** : en plus d'augmenter la teneur en matière organique du sol et de servir d'engrais à libération lente, le compost peut contribuer à maîtriser les mauvaises herbes, s'il est utilisé comme couverture du sol pour éliminer la lumière à la surface de celui-ci. Les graines de mauvaises herbes resteront alors dormantes. Néanmoins, le compost doit être d'excellente qualité et ne doit pas contenir de graines de mauvaises herbes.
- › **L'utilisation de paillis organiques** : les paillis éliminent la lumière à la surface du sol. De nombreuses espèces de mauvaises herbes à petites graines ont besoin de lumière à la surface du sol et proche de celle-ci pour briser la dormance de leurs graines. Un paillis constitué d'un matériau sec, résistant au gel, qui se décompose lentement, maintient son effet plus longtemps qu'un matériau frais, qui se décompose très rapidement.

Outil 6 : date et densité de semis appropriées

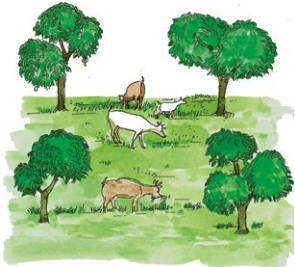
Des conditions idéales de croissance favorisent le développement optimal des plantes cultivées et leur capacité à concurrencer les mauvaises herbes. Le bon espacement des cultures assurera que les mauvaises herbes ne disposent que





LE PÂTURAGE COMME MOYEN DE CONTRÔLE DES MAUVAISES HERBES

Pâturage dans les cultures arboricoles



Rotation entre chèvres, moutons et bovins pour éviter le pâturage sélectif

Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes 23

de très peu d'espace pour se développer, réduisant ainsi la concurrence avec ces dernières. Pour appliquer cette approche qui limite efficacement le développement des mauvaises herbes, il faut connaître les principales espèces et savoir à quelles saisons elles apparaissent. Un calendrier des mauvaises herbes de la zone ou région concernée peut, le cas échéant, s'avérer utile pour gérer les adventices de manière ciblée, systématique et efficace.

4.2. Gestion de l'habitat pour contrôler les mauvaises herbes (outils de l'étape 2)

Dans le cadre de la gestion de l'habitat, les agricultrices et agriculteurs biologiques pratiquent, dans une deuxième étape (outils de l'étape 2), la culture intercalaire, la culture associée et le pâturage pour empêcher la croissance des mauvaises herbes et limiter leur prolifération.

Outil 7 : cultures intercalaires (cultures associées et sous-semis)

Bien que les cultures associées ne soient pas toujours supérieures aux monocultures en matière d'élimination des mauvaises herbes, dans certains cas, elles peuvent être très efficaces, à condition d'être bien planifiées. La pratique qui consiste à intercaler des espèces à croissance rapide qui étouffent les mauvaises herbes (couvert végétal ou paillis vivant) entre les rangées de la culture principale constitue une mesure de contrôle des mauvaises herbes efficace. Il existe différents exemples connus pour fonctionner en Afrique tels que la mise en place de niébé et de cucurbitacées *egusi* ou de citrouilles comme cultures intercalaires dans le manioc pour réduire la pression des mauvaises herbes.

Le sous-semis vise à couvrir le sol avec une couche de végétation à croissance rapide en dessous de la culture principale. L'espèce sous-semée est habituellement une légumineuse qui, en plus d'étouffer les mauvaises herbes, améliore la fertilité des sols.

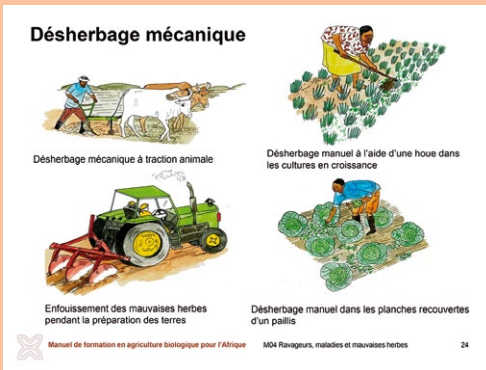
Outil 8 : pâturage

Dans les cultures pérennes telles que le café, les mangues, les avocats ou le cacao, l'utilisation de moutons et de chèvres pour réduire la croissance des mauvaises herbes rampantes est devenue courante. Dans le cas des bovins, les mauvaises herbes à feuilles larges tendent à prédominer en raison de la préférence





CONTRÔLE MÉCANIQUE DES MAUVAISES HERBES



des bêtes pour les graminées. Voilà pourquoi il est nécessaire d'alterner les bovins avec les moutons et les chèvres, qui préfèrent les feuilles larges, pour venir à bout de ce pâturage sélectif.

4.3. Mesures de contrôle direct pour gérer les mauvaises herbes (outils de l'étape 3)

Les mesures de contrôle direct comprennent les méthodes mécaniques, qui sont les plus courantes et largement applicables, ainsi que d'autres méthodes sophistiquées telles que l'utilisation d'agents de biocontrôle et le contrôle thermique des mauvaises herbes.

Outil 9 : contrôle mécanique des mauvaises herbes

Le désherbage mécanique est la méthode la plus courante et la plus efficace de contrôle direct des mauvaises herbes. Il peut être utilisé pour la préparation initiale des terres, mais aussi pendant les étapes ultérieures de la croissance de la culture. Les mauvaises herbes entièrement développées, possédant des racines profondes, ne peuvent être maîtrisées que grâce aux méthodes de contrôle mécanique.

Le contrôle mécanique des mauvaises herbes peut soit impliquer le désherbage de toute la culture soit se limiter au désherbage sélectif entre les rangs ou sur les rangs. Le désherbage manuel constitue sans doute la principale mesure de contrôle mécanique. Comme il demande beaucoup de main-d'œuvre, le fait de réduire, dans la mesure du possible, la densité des mauvaises herbes dans le champ réduira la charge de travail ultérieure. Il existe différents outils pour déterrer, couper et déraciner les mauvaises herbes : des outils manuels, à traction animale ou tractés par un tracteur. L'utilisation de l'outil adéquat peut considérablement augmenter l'efficacité du travail. Quel que soit l'outil utilisé, le désherbage doit être effectué avant que les mauvaises herbes ne fleurissent et ne donnent des graines. La météo et les conditions du sol sous lesquels l'opération est réalisée vont avoir une influence majeure sur son efficacité (par exemple, le désherbage mécanique est moins efficace lorsque les sols sont humides pendant ou après les opérations de désherbage).



Discussion sur le contrôle direct des mauvaises herbes

Amenez les agricultrices et agriculteurs à partager leurs expériences sur les manières de limiter les problèmes liés aux mauvaises herbes par les mesures de contrôle direct. Discutez en groupes des méthodes les plus efficaces pour les espèces prédominantes de mauvaises herbes.



Outil 10 : contrôle biologique des mauvaises herbes

Le champignon du sol *Fusarium oxysporum* (différents isolats du Burkina Faso, du Mali et du Niger) est très efficace dans la réduction de la pression des herbes des sorcières (*Striga hermonthica* et *S. asiatica*) dans différentes cultures céréalières ; dans des essais scientifiques, son utilisation a conduit à une augmentation des rendements. D'autres espèces de *Fusarium* trouvées au Soudan et au Ghana sont elles aussi très efficaces (*Fusarium nygamai*, *F. oxysporum* et *F. solani*). Des préparations effectuées à partir de ce mycoherbicide sont en cours d'élaboration et seront prochainement enregistrées dans plusieurs pays africains.

Les rhizobactéries capables d'arrêter la germination des graines des herbes des sorcières (*Striga* spp.) ou de les détruire totalement représentent des agents de contrôle biologique particulièrement prometteurs, puisqu'on peut les utiliser pour produire, facilement et à moindre coût, des inoculants pour les semences. Les isolats de *Pseudomonas fluorescens* et *P. putida* inhibent significativement la germination des graines de *Striga hermonthica*. Toutefois, aucun produit de biocontrôle n'est actuellement disponible.

Outil 11 : contrôle thermique des mauvaises herbes

Le désherbage à la flamme (ou brûlage), qui consiste à chauffer les mauvaises herbes brièvement à 100 °C ou plus, est une autre méthode de contrôle mécanique des mauvaises herbes. Le choc thermique provoque la coagulation des protéines des feuilles et l'éclatement de la membrane des cellules. Par conséquent, les mauvaises herbes se dessèchent et meurent. Bien qu'efficace, cette méthode s'avère coûteuse, car elle nécessite l'utilisation de machines et consomme de grandes quantités de carburant (gaz). Pour cette raison, elle est rarement utilisée en Afrique.

5. Gestion des ravageurs et des maladies lors du stockage des grains

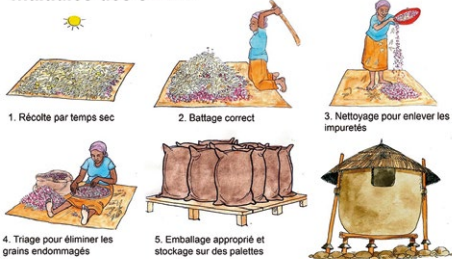
Les agriculteurs, notamment les petits exploitants en Afrique subsaharienne, utilisent souvent des techniques post-récolte médiocres en matière de conservation des grains. Certaines de ces méthodes exposent fortement les grains stockés aux insectes ravageurs et aux maladies, causant d'importantes pertes. Certaines infections sont dangereuses pour la santé humaine, parce que les champignons





MESURES PRÉVENTIVES CONTRE LES RAVAGEURS ET MALADIES DES STOCKS

Mesures préventives contre les ravageurs et les maladies des stocks



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes 25

en cause produisent des mycotoxines (aflatoxine, patuline, etc.). Ces toxines restent dans les produits stockés sous forme de résidus et sont très stables. Elles ne peuvent être détruites ni par ébullition, ni par pression, ni par transformation. Autrement dit, les produits infectés doivent être détruits. Les espèces les plus importantes appartiennent aux genres *Aspergillus* et *Penicillium*. Les champignons s'attaquant aux produits stockés nécessitent une humidité relative d'au moins 65 % pour se développer, ce qui équivaut à une teneur en humidité de 13 % dans les grains. Ils se développent à une température comprise entre 1 °C et 40 °C. L'infection par certaines espèces de champignons peut déjà se produire dans le champ, réduisant considérablement la durée de conservation des grains.

Comme les agricultrices et agriculteurs biologiques ne sont pas autorisés à utiliser des pesticides de synthèse pour réguler les ravageurs et les maladies, dans le présent chapitre, l'accent est mis sur les bonnes techniques de conservation, décrites ci-après.

5.1 Mesures préventives contre les ravageurs et maladies des stocks

Différentes mesures facilitent le stockage sûr des grains. Parmi les plus importantes, on distingue un bon battage, un bon décorticage et un bon séchage. À toutes les étapes de traitement, une bonne hygiène et une exposition minimale à l'humidité sont importantes pour une gestion efficace des ravageurs et des maladies lors du stockage. Si les produits sont déjà contaminés ou exposés à l'humidité, on ne pourra pas bien les stocker, même dans les meilleures conditions. Le stockage en lui-même peut être effectué dans différents types de greniers, silos et autres conteneurs.

Outil 1 : un bon séchage

Le séchage constitue un processus important dans la protection des grains lors du stockage. Il évite que les grains ne germent et prévient les infections fongiques. Tout de suite après la récolte, tous les grains doivent être séchés jusqu'à atteindre une teneur en humidité comprise entre 12 et 13 % en vue d'être stockés convenablement. La chaleur utilisée pour le séchage des produits tuera les ravageurs et les champignons.



Évaluation des problèmes phytosanitaires liés au stockage des grains

Évaluez la situation locale en matière de stockage des grains en posant aux agricultrices et agriculteurs les questions suivantes :

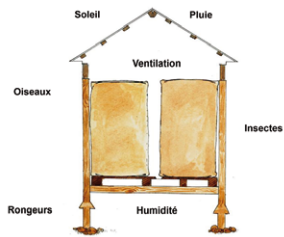
- > Quels types de grains avez-vous l'habitude de cultiver ? Les stockez-vous ?
 - > Quels sont les principaux ravageurs et maladies des stocks ?
- Laissez les participant-es partager leurs expériences en matière de contrôle des infestations.





LE BON STOCKAGE

Facteurs à considérer pour un stockage correct



Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique M04 Ravageurs, maladies et mauvaises herbes 26

Lorsqu'on sèche les grains pour les utiliser en tant que semences, il faut toutefois veiller à éviter la surchauffe. Les températures ne doivent excéder 35 °C pour les haricots, 43 °C pour les graines et 60 °C pour les céréales. Une méthode de séchage très simple consiste à étaler les produits au soleil sur une surface propre pendant plusieurs jours. Les couches de panicules, d'épis, de cosses et de grains ne doivent pas être épaisses et les produits doivent être retournés régulièrement afin d'assurer une aération homogène. Le soir, les produits doivent être soit empilés et couverts soit ramassés pour être étalés de nouveau le jour suivant. Une autre option consiste à utiliser des structures de séchage (séchoirs) simples, en particulier pour les petites quantités.

Outil 2 : un bon battage

Le grain battu peut être plus facilement stocké, ce qui permet d'éviter les pertes dues aux insectes, aux rongeurs et aux maladies. Après la récolte, le riz, le blé, le sorgho, le millet et autres sont souvent battus traditionnellement en battant les gerbes à l'aide d'un fléau en bois sur une natte, une bâche ou une surface pavée. Cette méthode réduit la quantité d'impuretés (sable, cailloux) dans le grain battu. Dans certaines régions, des batteuses motorisées sont utilisées par les coopératives agricoles pour faciliter l'opération. Indépendamment de la méthode de battage utilisée, il importe de réduire au minimum la contamination et de vanner, tamiser ou trier le grain battu avant le stockage pour le débarrasser de toute impureté. Le grain trié doit être mis dans des sacs en jute et entreposé de préférence sur des morceaux de bois ou des palettes et non à même le sol.

Outil 3 : un bon stockage

En Afrique, entre 60 % et 70 % de la production de céréales est stockée dans les fermes ; elle est généralement destinée à la consommation de la famille, mais aussi à la vente et au semis. Les méthodes de stockage doivent être parfaitement adaptées aux conditions locales et prémunir les grains de toute détérioration causée par la pluie, l'humidité, les insectes et les ravageurs vertébrés. Les greniers pour le stockage des grains sont parfois fabriqués en matériaux végétaux ou en argile. Dans le deuxième cas, il convient d'équiper la paroi de grillages/ filets métalliques pour favoriser un minimum d'aération.



Avant de stocker la nouvelle récolte, il importe de prendre certaines précautions :

- › Enlever tous les stocks résiduels, car des ravageurs pourraient y être cachés.
- › Nettoyer l'intérieur du grenier.
- › Lutter contre les ravageurs en remplissant toute fente capable d'abriter des insectes avec un mortier à base de plantes insecticides en poudre (p. ex. poudre de piment, de pyrèthre et de neem). Brûler des tiges de millet ou de maïs ou de la poudre de piment dans le grenier pour repousser ou tuer les ravageurs. Rester en dehors du grenier pendant que la poudre de piment brûle.

Les silos souterrains, les silos murés et les structures faites d'argile, souvent mélangée à un matériau renforçant, notamment de la paille ou de la bouse de vache, peuvent aussi être utilisés pour stocker les grains. Les silos modernes en métal peuvent représenter une option supplémentaire dans certaines régions d'Afrique. Les bidons en plastique ou en métal font d'excellents conteneurs de grains, dans la mesure où ils sont inaccessibles aux rongeurs, efficaces contre les insectes et scellés contre la pénétration de l'eau. Toutefois, pour éviter la condensation, ils doivent être protégés des rayons solaires directs et d'autres sources de chaleur en étant entreposés dans des endroits ombrageux et bien ventilés. Par ailleurs, il est nécessaire de protéger la récolte contre les ravageurs vertébrés tels que les rongeurs (rats et souris) et les oiseaux. Ceux-ci consomment en effet de grandes quantités de grains stockés et peuvent provoquer de lourdes pertes s'ils ne sont pas maîtrisés. Par conséquent, il est indispensable de bien sceller le grenier pour que les ravageurs vertébrés ne puissent pas y pénétrer. L'introduction de chats dans la ferme contribuera également à éloigner les rats et les souris.

5.2 Mesures de contrôle direct pour gérer les ravageurs des stocks

Les principaux insectes ravageurs des denrées stockées peuvent être groupés en deux catégories : les coléoptères et les papillons de nuit. Les ravageurs coléoptères sont : les bruches (bruche du niébé, bruche du haricot, etc.), les capucins des grains (*Rhizopertha dominica*, *Prostephanus truncatus*, etc.) les charançons, les triboliums, les dermestes des grains et *Carpophilus hemipterus*. Les larves et certains coléoptères adultes se nourrissent de graines et de céréales, laissant de petits trous. Souvent, l'on trouve une fine poussière autour des trous ; il s'agit des excréments des coléoptères. Ce dommage rend les graines et les céréales



impropres à la consommation humaine et même animale. Les papillons de nuit sont eux aussi des ravageurs des stocks redoutables. Les espèces les plus importantes sont l'alucite des céréales et la teigne des entrepôts. Tous ces ravageurs réduisent la qualité des produits stockés et sont souvent à l'origine d'infections fongiques secondaires en raison de l'humidité accrue due à leur activité.

Outil 4 : biocontrôle des insectes ravageurs

L'un des principaux ravageurs des denrées stockées est le grand capucin des grains (*Prostephanus truncatus*). C'est un ravageur redoutable des épis de maïs stockés dans les greniers ventilés et les hangars (structures étroites de stockage du maïs). Il y a 30 ans, *Teretriosa nigrescens*, un coléoptère prédateur, a été identifié au Costa Rica comme un candidat potentiel pour le biocontrôle classique. Après des études approfondies sur son potentiel de protection et les aspects de sécurité, ce prédateur spécifique du grand capucin des grains a été introduit au Togo en début d'année 1991. Dès lors, cette espèce de prédateur a substantiellement contribué à une réduction des populations de grand capucin des grains dans plusieurs pays africains. Pour utiliser cette méthode de biocontrôle, le grand capucin doit être surveillé en utilisant des pièges à phéromones. De plus, le prédateur *Teretriosa nigrescens* doit être élevé en masse dans le pays/la région et relâché par des experts locaux.

Outil 5 : contrôle des ravageurs des stocks à l'aide d'additifs

Les substances minérales comme le sable fin (à raison de >50 %), la poussière d'argile (à 5 à 10 %), le kaolin (à 0,1 %) et la chaux (à 0,3 %) causent des lésions articulaires aux ravageurs et entraînent leur déshydratation. En outre, ces substances poudreuses remplissent les espaces entre les grains, ce qui complique les mouvements et la respiration des ravageurs. L'ajout de substances minérales est particulièrement utile pour protéger les réserves de semences des petites fermes ou pour stocker de petites quantités de graines pour le réensemencement. Toutefois, pour de grandes quantités de graines et de céréales, il est souvent plus pratique de mélanger les grains avec n'importe quelle matière végétale à forte odeur disponible pour repousser les insectes. Des plantes telles que le pyrèthre et Derris peuvent en fait tuer les insectes ravageurs des denrées stockées.

La **diatomite** ou terre de diatomée est une substance minérale spéciale extraite dans certains pays d'Afrique orientale. Elle est constituée de silice provenant de petites diatomées fossiles. La diatomite est un insecticide bon marché,



très efficace et non toxique, qui sèche les insectes. En outre, elle peut absorber beaucoup d'eau. Généralement, un traitement à raison de 0,3 % devrait être efficace contre tous les coléoptères qui s'attaquent aux stocks.

La **cendre de bois**, seule ou mélangée à de la poudre de piment, représente un outil efficace pour maîtriser les ravageurs. Toutefois, les cendres et les piments pourraient avoir un impact sur le goût du produit traité. Le succès de cette méthode dépend de la quantité de cendres que l'on ajoute. L'ajout de cendres à raison de 2 à 4 % par rapport au poids des grains devrait assurer 4 à 6 mois de protection si la teneur en humidité des grains est inférieure à 11 %. Les cendres de Casuarina, de Derris, de manguier et de tamarinier conviennent particulièrement. Toute autre cendre mélangée à de la poudre de pyrèthre, de rose d'Inde ou de graines de Syringa renforce la protection contre les insectes. Veuillez noter que les cendres ne permettent pas de lutter contre le grand capucin des grains.

Les **huiles végétales** (noix de coco, ricin, graine de cotonnier, arachide, maïs, moutarde, tournesol, carthame des teinturiers, neem et soja) peuvent affecter la ponte des ravageurs des stocks et le développement de leurs œufs et larves. Les traitements aux huiles végétales sont particulièrement utiles dans la protection des légumineuses contre les bruches. L'ajout de 5 ml d'huile par kg de graines/céréales devrait être efficace, à condition que toutes les graines soient bien recouvertes d'huile. Toutefois, l'effet du traitement à l'huile diminue avec le temps, si bien que les semences stockées de cette manière doivent être de nouveau traitées en cas de signes d'infestation. Veuillez noter que l'huile de graines de neem ou toute autre huile non alimentaire laisse un goût amer (raison pour laquelle elle agit comme insectifuge). Ce goût amer peut être supprimé en plongeant les graines dans de l'eau chaude pendant quelques minutes avant la préparation des repas.

Les **parties de plantes** et les **poudres sèches** sont traditionnellement indiquées pour lutter contre les ravageurs des stocks. Généralement, ces produits sont utilisés à raison de 50 g par kg de produit stocké. Voici quelques exemples de produits d'origine végétale qui aident à protéger les graines/céréales lors du stockage :

- > les piments (les gousses ou la poudre séchées, mélangées à des cendres ou de l'argile fine) ;
- > le neem (les feuilles, les graines broyées ou l'huile) ;
- > le pyrèthre (les têtes de fleurs séchées ou la poudre séchée) ;



- › *Derris* (toutes les parties de la plante en poudre ou sous forme de liquide à pulvériser);
- › l'eucalyptus (les feuilles);
- › *Syringa* (les feuilles séchées ou la poudre de graines mûres à raison de 2 %);
- › la rose d'Inde (la plante entière séchée comme couche de 3 à 5 cm au fond du silo de grains);
- › la menthe verte (la poudre de la plante entière séchée à raison de 4 %);
- › l'aloé vera (la poudre de la plante entière séchée).



Sources et suggestions de lecture

- > Altieri, M. A. 1994. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems. Haworth Press, New York
- > Biovision-Infonet : www.infonet-biovision.org ; informations détaillées sur les ravageurs, maladies et mauvaises herbes en Afrique de l'Est
- > Butterfield, J., Bingham, S., and Savory, A. 2006. Holistic Management Handbook, Island Press, Washington, DC 237 p.
- > Cook, S., Khan, Z. R., and John A. Pickett. 2007. Use of the Pull strategies of Integrated Pest Management. *Ann. Rev. Entomology*. 52:375-400. www.annualreviews.org.
- > Elwell, H. and Maas, A. 1995. Natural pest and disease control. Natural Farming Network, Harare, Zimbabwe. Mambo Press, Gweru.128 pp.
- > Eyhorn, F., Heeb, M. et Weidmann, G. 2004. Manuel de formation de l'IFOAM sur l'agriculture biologique dans les tropiques. 234 pp.
- > FAO 1998. African experience in the improvement of post-harvest techniques. www.fao.org/docrep
- > Gungali. S. 2002. Neem; Therapeutic for all seasons. *Current Science* 82(11): 1304-1311.
- > HDRA. Pest control TPC 1 to 12: www.hdra.org.uk
- > HDRA. Disease control TDC 1 to 2: www.hdra.org.uk
- > IFOAM 2005. The IFOAM norms for organic production and processing. www.ifoam.org > about ifoam > standards
- > Neuenschwander P., Borgemeister C. and Langewald J. (2003). Biological Control in IPM Systems in Africa. CABI Publishing: www.cabi-publishing.org
- > Schmutterer, H. (ed.). 1995. Neem source of natural product for Integrated Pest Management, medicine, industry and other purposes. VCH, Weinheim, Germany. 696 p.
- > Stoll, G. 2000. Natural Crop Protection in the Tropics: Letting Information Come to Life. Joseph Margraf Verlag, 400pp.
- > Westerman, P. R., et al. 2005. Are many little hammers effective? *Weed Science* 53(3): 382-392.

