

# Gestion intégrée des nuisibles en production maraîchère : Guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest

B. James, C. Atcha-Ahowé, I. Godonou,  
H. Baimey, G. Goergen, R. Sikirou et M. Toko



Ce guide est le fruit d'une collaboration entre l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) et l'Institut national des recherches agricoles du Bénin (INRAB), Cotonou, Bénin, avec le soutien du Programme global de gestion intégrée des nuisibles (SP-IPM) du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR). Il a pour objectif d'améliorer la qualité et l'utilité des recherches en gestion des nuisibles. L'IITA bénéficie du soutien du CGIAR ([www.cgiar.org](http://www.cgiar.org)). Cette publication a en outre été partiellement financée par le Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA) de l'ACP-UE.

Le **CTA** a été créé en 1983 dans le cadre de la convention de Lomé entre le groupe des Etats de l'ACP (Afrique, Caraïbes et Pacifique) et les Etats membres de l'Union européenne (UE). Il opère depuis l'année 2000 dans le cadre de l'Accord de Cotonou entre ACP et UE. Les tâches du CTA sont de développer et de fournir des produits et des services qui améliorent l'accès aux informations servant au développement agricole et rural, et de renforcer la capacité des pays de l'ACP à réunir, traiter, présenter et diffuser les informations dans ce secteur. Le CTA est financé par l'Union européenne. [www.cta.int](http://www.cta.int)

L'**IITA** est une organisation internationale de recherche pour le développement basée en Afrique, créée en 1967 et dirigée par un comité directeur. Cette organisation a pour vocation d'être l'un des principaux partenaires de recherche de l'Afrique lorsqu'il s'agit de trouver des solutions à la faim et à la pauvreté. Elle dispose de plus de 100 chercheurs internationaux basés dans ses diverses stations de recherche à travers l'Afrique. Ce réseau des chercheurs se consacre au développement de technologies qui réduisent les risques courus par les producteurs et les consommateurs, augmentent la production locale et génèrent de la richesse.

[www.iita.org](http://www.iita.org)

L'**INRAB**, Cotonou, Bénin a été créé en 1992 et a pour objectifs de :

- Contribuer à l'élaboration de la politique nationale de recherche dans les domaines relevant de sa compétence
- Concevoir, exécuter ou faire exécuter, soit de sa propre initiative, soit à la demande du gouvernement, des organismes publics ou privés, nationaux ou internationaux, des programmes de recherche présentant un intérêt particulier ou général dans les domaines intéressant le secteur agricole
- Assurer le transfert des acquis de recherche en direction des utilisateurs
- Assurer d'une manière générale toutes les activités de recherche concourant au développement des sciences agricoles et à leur application
- Coordonner sur le plan national toutes les activités en matière de recherche agricole
- Contribuer à la formation des cadres pour la recherche agricole et le développement
- Effectuer des études et expertises dans son champ d'action
- Publier et de diffuser les résultats de ses travaux et, plus généralement, concourir au développement de l'information scientifique.

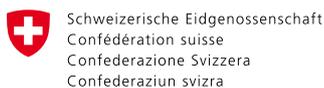
Le **SP-IPM** est un partenariat global qui rassemble les recherches, connaissances et expertises en gestion intégrée des nuisibles (GIN) des centres internationaux de recherche agricole et de leurs partenaires afin d'exploiter au mieux les synergies des résultats et des impacts de ces recherches et pour répondre plus efficacement aux besoins des maraîchers dans les pays en développement. Le SP-IPM encourage la recherche collaborative, avec les objectifs suivants : 1) adapter la GIN au changement climatique ; 2) gérer les problèmes posés par les contaminants dans la nourriture humaine et animale et dans l'environnement ; et 3) améliorer la résistance de l'agroécosystème. Ces domaines de recherche sont renforcés par la diffusion des connaissances en technologies innovatrices de GIN, grâce à l'amélioration des capacités au niveau des systèmes nationaux de recherche agricole. Le SP-IPM entend réaliser des progrès rapides en mettant fin à la fragmentation des efforts de recherche et développement et en empruntant des voies scientifiques novatrices. Plus particulièrement, le SP-IPM encourage :

- Les partenariats entre institutions pour une efficacité accrue de la recherche
- Les approches holistiques et écologiques du développement des technologies de GIN
- La communication efficace entre parties prenantes pour la prise de décisions de GIN averties
- L'assimilation des technologies de GIN par les maraîchers pour des récoltes plus abondantes et plus saines
- La sensibilisation du public à la GIN et à son impact sur l'agriculture durable.

[www.spipm.cgiar.org](http://www.spipm.cgiar.org)

# Gestion intégrée des nuisibles en production maraîchère : Guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest

**B. James, C. Atcha-Ahowé, I. Godonou,  
H. Baimey, G. Goergen, R. Sikirou et M. Toko**



**Swiss Agency for Development  
and Cooperation SDC**



partageons les connaissances au profit des communautés rurales  
sharing knowledge, improving rural livelihoods

## **Auteurs**

- Braima James, sierra-léonais, entomologiste  
Institut international d'agriculture tropicale, Cotonou, Bénin  
Email : b.james@cgiar.org
- Cyprien Atcha-Ahowé, béninois, formateur en GIN  
Institut international d'agriculture tropicale, Cotonou, Bénin  
Email : c.atcha@cgiar.org
- Ignace Godonou, béninois, entomopathologiste  
Institut international d'agriculture tropicale, Cotonou, Bénin  
Email : i.godonou@cgiar.org
- Hugues Baimey, béninois, nématologiste  
Institut international d'agriculture tropicale, Cotonou, Bénin  
Email : h.baimey@cgiar.org
- Georg Goergen, allemand, taxonomiste  
Institut international d'agriculture tropicale, Cotonou, Bénin  
Email : g.goergen@cgiar.org
- Rachidatou Sikirou, béninoise, phytopathologiste  
Institut national des recherches agricoles du Bénin, Cotonou, Bénin  
Email : rachidatous@yahoo.fr
- Muaka Toko, congolais (RDC), entomologiste  
Institut international d'agriculture tropicale, Cotonou, Bénin  
Email : m.toko@cgiar.org

## **Contributeurs**

- Chigozie Asiabaka, nigérian, agroéconomiste  
Federal University of Technology, Owerri, Etat d'Imo, Nigeria  
Email : profchygoz@yahoo.com
- Alexis Onzo, béninois, acarologiste  
Université de Parakou, Parakou, Bénin  
Email : a.onzo@cgiar.org
- Danny Coyne, britannique, nématologiste  
Institut international d'agriculture tropicale, Dar es-Salaam, Tanzanie  
Email : d.coyne@cgiar.org

ISBN 978-978-50004-4-3

© 2010 Institut international d'agriculture tropicale (IITA), PMB 5320, Ibadan, Etat d'Oyo, Nigeria

[www.iita.org](http://www.iita.org)

Tous droits réservés. L'éditeur encourage l'utilisation de ce matériel, à condition qu'elle soit correcte et que les sources soient citées. Toute reproduction, copie ou transmission de ce rapport nécessite une autorisation écrite de l'éditeur.

*Citation correcte :*

James, B., Atcha-Ahowé, C., Godonou, I., Baimey, H., Goergen, G., Sikirou, R., et Toko, M., 2010. *Gestion intégrée des nuisibles en production maraîchère : Guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest*. Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigeria. 120 p.

# Table des matières

<b>Avant-propos</b>	<b>vii</b>
<b>Remerciements</b>	<b>viii</b>
<b>Introduction</b>	<b>I</b>
<b>Agroécosystèmes des légumes</b>	<b>3</b>
<b>Diagnostic au champ</b>	<b>21</b>
<b>Techniques de collecte des spécimens</b>	<b>29</b>
<b>Fiches documentaires sur les nuisibles</b>	<b>41</b>
<b>Options de gestion intégrée des nuisibles</b>	<b>77</b>
<b>Apprentissage de la gestion intégrée des nuisibles</b>	<b>87</b>
<b>Conclusion</b>	<b>91</b>
<b>Annexes</b>	<b>93</b>
1. Profil d'un site maraîcher : résumé d'entretiens avec un groupe de producteurs de légumes, Cotonou, Bénin	93
2. Economie de la production maraîchère : grille à utiliser pour les entretiens avec groupes cibles	94
3. Nuisibles de la grande morelle au Bénin	95
4. Nuisibles de l'amarante au Bénin	96
5. Nuisibles du chou au Bénin	97
6. Nuisibles de la laitue au Bénin	98
7. Nuisibles de la tomate au Bénin	99
8. Nuisibles des légumes au Bénin	100
9. Répartition des nuisibles des légumes au Bénin	102
<b>Bibliographie</b>	<b>103</b>
<b>Index</b>	<b>105</b>

## Liste des figures

1. Production maraîchère dans un site périurbain au Bénin	1
2. Irrigation dans un site maraîcher périurbain au Bénin	4
3. Puceron <i>Lipaphis erysimi</i> , un insecte nuisible du chou	4
4. Acarien prédateur, ou phytoséiide (à gauche), sur un acarien nuisible (à droite)	4
5. La grande morelle, un légume-feuille	5
6. L'amarante, un légume-feuille	5
7. Le chou, un légume-feuille	5
8. La laitue, un légume-feuille	5
9. La tomate, un légume-fruit	6
10. Le piment, un légume-fruit	6
11. La carotte, un légume-racine	6
12. Types de rendement et causes des pertes de rendement	7
13. Tomates plantées sur terrain plat	8
14. Laitues plantées sur planches surélevées	8
15. Légumes plantés sur terrain plat : laitue et oignon en association	9
16. Adulte femelle de la noctuelle de la tomate, <i>Helicoverpa armigera</i>	12
17. Acariens rouges <i>Tetranychus</i> spp.	12
18. Tache ou symptôme du champignon <i>Colletotrichum fuscum</i> sur une feuille de laitue	12
19. Femelle de nématode à galles, <i>Meloidogyne</i> sp.	12
20. Parasitoïdes adultes de pucerons nuisibles	14
21. Parasitoïdes « momies » de pucerons nuisibles	14
22. Adultes de la coccinelle prédatrice, <i>Cheilomenes sulphurea</i>	14
23. Larve de la coccinelle prédatrice, <i>Cheilomenes sulphurea</i>	14
24. Adulte mâle de syrpe prédateur, <i>Ischiodon aegyptius</i>	15
25. Larve de syrpe prédateur, <i>Ischiodon aegyptius</i>	15
26. « Momie » du parasitoïde <i>Cotesia</i> sp., ennemi naturel de la teigne du chou, <i>Plutella xylostella</i>	15
27. « Momie » de l'agent entomopathogène <i>Beauveria bassiana</i> sur larve de la teigne du chou, <i>Plutella xylostella</i>	15
28. Application de pesticides dans un site de production maraîchère	19
29. Entretien avec un maraîcher, informateur clé	22
30. Un récepteur GPS	25
31. Inspection de plantes de légumes pour détecter des dégâts de nuisibles	26
32. Un technicien (à gauche) avec un maraîcher (à droite) observant des acariens au microscope	27
33. Feuilles de laitue malades	31
34. Feuilles de laitue malades (à gauche) et saines (à droite)	31
35. Larve de la teigne du chou et « momies » du champignon entomopathogène <i>Beauveria bassiana</i> avec mycélium blanc du champignon	33
36. Taille normale des chenilles de la teigne du chou (en haut) et taille de chenilles du même âge mortes d'une maladie virale (en bas)	34
37. Galles causées par des nématodes à galles sur des racines de légumes	36
38. Système racinaire réduit causé par des dégâts de nématodes à galles sur planches de légumes	36
39. Schéma montrant les points de prélèvement d'échantillons en échantillonnage systématique	36
40. Schéma montrant les points de prélèvement d'échantillons en échantillonnage aléatoire	36
41. Etape 1 de l'échantillonnage du sol	37
42. Etape 2 de l'échantillonnage du sol	37
43. Etape 3 de l'échantillonnage du sol	38
44a, b. Extraction des nématodes des racines et du sol, étape 1	39
45a, b. Extraction des nématodes des racines et du sol, étape 2	39
46a, b. Extraction des nématodes des racines et du sol, étape 3	39

47a, b. Extraction des nématodes des racines et du sol, étape 4	39
48. La courtilière, <i>Gryllotalpa africana</i>	42
49. Femelle (à gauche) et mâle (à droite) de nématode à galles	43
50. Racines de laitue saines (en haut) et racines endommagées par des nématodes à galles (en bas)	43
51. Plantes de laitue endommagées par la bactérie <i>Erwinia carotovora</i>	44
52. Plantes de tomate endommagées par la bactérie <i>Ralstonia solanacearum</i>	45
53. Lésion en forme de V sur le bout d'une feuille de chou (en haut à gauche), causée par la bactérie <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	46
54. Dessèchement des feuilles de chou, causé par la bactérie <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	46
55. Jaunissement et flétrissement de la feuille de tomate causés par le champignon <i>Fusarium oxysporum</i>	47
56. Plantes d'amarante présentant les symptômes de la « fonte des semis » due au champignon <i>Phytophthora</i> spp.	48
57. Plantes de piment attaquées par le champignon <i>Sclerotium rolfsii</i>	49
58. Base de la tige de piments présentant une couche blanche (mycélium) du champignon <i>Sclerotium rolfsii</i>	49
59. Mycélium (couche blanche) du champignon <i>Sclerotium rolfsii</i> sur le piment	49
60. Racines et tiges basales de piment détruites par le champignon <i>Sclerotium rolfsii</i>	49
61. Papillon de la pyrale de la betterave, <i>Spoladea recurvalis</i>	50
62. Feuilles d'amarante endommagées par la chenille de la pyrale de la betterave, <i>Spoladea recurvalis</i>	50
63. Abris de feuilles caractéristiques de la chenille de feuilles <i>Phycita melongenae</i>	51
64. Adulte du foreur de feuilles <i>Selepa docilis</i>	52
65. Chenille de <i>Selepa docilis</i> sur la grande morelle	52
66. Feuilles de grande morelle réduites à l'état de squelettes par les chenilles de <i>Selepa docilis</i>	52
67. Chenille de <i>Psara basalis</i> sur l'amarante	53
68. Feuilles d'amarante pliées et endommagées par les chenilles de <i>Psara basalis</i>	53
69. Plante d'amarante endommagée par les chenilles de <i>Psara basalis</i>	53
70. Adulte de la teigne du chou, <i>Plutella xylostella</i>	54
71. Symptômes de l'épiderme parcheminé causé par la teigne du chou, <i>Plutella xylostella</i> , sur le chou	54
72. Choux détruits par les chenilles de la teigne du chou, <i>Plutella xylostella</i>	54
73. Multiples têtes de chou causées par le foreur du chou, <i>Hellula undalis</i>	55
74. Adulte aptère du faux puceron du chou, <i>Lipaphis erysimi</i>	56
75. Adultes ailés du faux puceron du chou, <i>Lipaphis erysimi</i>	56
76. Colonies de faux pucerons du chou, <i>Lipaphis erysimi</i>	56
77. Parcelles de choux endommagés par le faux puceron du chou, <i>Lipaphis erysimi</i>	56
78. Adulte de la mouche mineuse de feuilles <i>Liriomyza</i> sp.	57
79. Tunnels creusés par la mouche mineuse de feuilles <i>Liriomyza</i> sp. sur une feuille de laitue	57
80. Tunnels creusés par la mouche mineuse de feuilles <i>Liriomyza</i> sp. sur une feuille de citrouille	57
81. Adultes de la mouche blanche <i>Bemisia tabaci</i> au microscope	58
82. Nymphes de la mouche blanche <i>Bemisia tabaci</i> au microscope	58
83. Adulte de la punaise <i>Helopeltis schoutedeni</i>	59
84. Punaise verte, <i>Nezara viridula</i>	60
85. Bases de tiges d'amarante gonflées et perforées par la larve du coléoptère <i>Gasteroclisus rhomboidalis</i>	61
86. Coccinelle <i>Epilachna elaterii</i>	62
87. Charançon <i>Hypolixus nubilus</i>	63

88. Effilement des feuilles causé par l'acarien <i>Polyphagotarsonemus latus</i> sur la grande morelle	64
89. L'acarien rouge <i>Tetranychus</i> spp. sur une feuille d'amarante	65
90. Symptômes des dégâts de l'acarien rouge <i>Tetranychus</i> spp. sur une feuille d'amarante	65
91. Têtes de chou endommagées par le champignon <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	66
92. <i>Colletotrichum capsici</i> sur la grande morelle	67
93. Taches foliaires causées par le champignon <i>Cercospora</i> sp. sur la laitue	68
94. Fruits et bourgeons de la grande morelle endommagés par les chenilles de <i>Scrobipalpa ergasima</i>	69
95. Chenilles des bourgeons <i>Scrobipalpa ergasima</i> à l'intérieur de jeunes fruits de la grande morelle	69
96. Chenille de la noctuelle de la tomate, <i>Helicoverpa armigera</i>	70
97. Fruits de tomate avec des trous causés par les chenilles de la noctuelle de la tomate, <i>Helicoverpa armigera</i>	70
98. Adulte femelle de la mouche de fruits <i>Dacus ciliatus</i>	71
99. Feuilles de tomate avec des symptômes causés par l'acarien de la tomate, <i>Aculops lycopersici</i>	72
100. Fruit de tomate avec des symptômes de la bactérie <i>Xanthomonas campestris</i> sp.	73
101. Chiendent, <i>Imperata cylindrica</i>	74
102. Herbe des Bermudes, <i>Cynodon dactylon</i>	74
103. <i>Carex Mariscus alternifolius</i>	74
104. Herbe <i>Ageratum conyzoides</i>	75
105. Herbe à lapin, <i>Tridax procumbens</i>	75
106. Rhizomes du chiendent, <i>Imperata cylindrica</i>	76
107. Tubercules du souchet <i>Cyperus rotundus</i>	76
108. Maraîcher montrant la longueur du stolon de l'herbe des Bermudes, <i>Cynodon dactylon</i>	76
109. Des maraîchers étudient sur le terrain une parcelle de culture maraîchère	87
110. Analyse par un sous-groupe de données provenant d'un champ	90

## Liste des tableaux

1. Pratiques de plantation et de fertilisation du sol en production maraîchère au Bénin	11
2. Nuisibles des légumes	12
3. Tâches et compétences requises pour les diagnostics au champ	21
4. Tâches d'inspection sur le terrain pendant les prospections diagnostiques	27
5. Techniques de collecte d'insectes et d'acariens	30
6. Symptômes de dégâts causés par les agents phytopathogènes et techniques de collecte	32
7. Symptômes de maladie provoquée par les catégories communes d'agents entomopathogènes	33
8. Fréquence de la contamination des cultures maraîchères par les nématodes à galles au Bénin	80
9. Parasitoïdes qui bénéficient de l'utilisation réduite des pesticides en lutte biologique de conservation	82
10. Exemple d'un exposé résumant les résultats d'une AAES	89

## Liste des encadrés

1. Composants des agroécosystèmes des légumes	3
2. Ennemis naturels des nuisibles	13
3. Techniques de collecte des agents entomopathogènes	35
4. Technique du plateau de Baermann pour l'extraction de nématodes des échantillons de racines et du sol	39
5. Options de gestion des nuisibles	78
6. Principes généraux du contrôle biologique des nuisibles	82
7. Agents entomopathogènes potentiellement utiles contre les nuisibles des cultures maraîchères en Afrique de l'Ouest	84

## Avant-propos

A l'échelle mondiale, les légumes indigènes et exotiques jouent un rôle primordial dans la plupart des programmes de nutrition, de sécurité alimentaire et de lutte contre la pauvreté. Cependant en Afrique de l'Ouest, les opportunités économiques offertes par les légumes sont souvent affaiblies par des problèmes affectant leur production et leur commercialisation : endommagement par les nuisibles, utilisation inappropriée des pesticides, absence des politiques environnementales de sécurité et/ou de normes de sécurité alimentaire rigoureuses. Les agents de vulgarisation et, par endroits, des groupes de maraîchers et des organisations communautaires locales aident cependant les maraîchers à augmenter leurs rendements de façon durable, pour créer la richesse et réduire les risques affectant la productivité.

Or très souvent, les agents de vulgarisation ne connaissent pas la cause des problèmes communs des nuisibles dans les cultures. Les problèmes de nuisibles surgissent généralement quand les processus biologiques, écologiques et sociologiques qui soutiennent l'agriculture sont perturbés. Ce guide aide à pallier ce manque d'information. Il s'agit là de l'une des nombreuses mesures de l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) pour permettre aux agents de vulgarisation de développer et d'utiliser les technologies. Ce guide porte avant tout sur l'identification correcte et sur la meilleure compréhension de la biodiversité dans le développement et dans l'application des options de gestion intégrée des nuisibles (GIN) contre les nuisibles des légumes. La GIN est une approche à forte concentration de savoir qui a pour but d'augmenter la profitabilité des systèmes agricoles tout en réduisant au minimum les menaces pour la santé humaine et l'environnement.

Les connaissances et les compétences techniques contenues dans ce guide peuvent être utilisées pour trouver, développer et appliquer des options efficaces de GIN en production maraîchère. Les options de GIN décrites ici sont en harmonie avec l'environnement, durables, simples à appliquer et peu coûteuses sur la durée. Ce guide répond à l'objectif stratégique de l'IITA d'augmenter la qualité et l'utilité de la recherche en GIN en vue de combattre les problèmes de la sécurité alimentaire et de la pauvreté. Il s'inspire largement des expériences de l'IITA en Afrique, en mettant l'accent sur les agroécosystèmes maraîchers au Bénin. Etant donné les coûts économiques substantiels que présentent les infestations de nuisibles dans les agroécosystèmes maraîchers, l'utilisation de ce guide en Afrique devrait y améliorer les revenus et la productivité agricole globale d'une manière durable.



Peter Hartmann  
Directeur général  
Institut international d'agriculture tropicale  
Mars 2010

## Remerciements

Ce guide est basé sur les expériences pratiques des participants à un projet de gestion des nuisibles des légumes à l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA). Ce projet constituait un partenariat entre l'IITA, l'agence nationale suisse Direction du développement et de la coopération (DDC) et les systèmes nationaux de recherche agricole et de vulgarisation (SNRA), y compris des organisations non gouvernementales (ONG) locales au Bénin. Ce projet a :

- Formé des maraîchers dans des zones urbaines et périurbaines à identifier correctement les principaux nuisibles et maladies des légumes, et à les combattre efficacement
- Développé des options de lutte biologique contre les nuisibles des légumes, utilisables dans les programmes de gestion intégrée des nuisibles (GIN)
- Renforcé les compétences locales en GIN des agents de vulgarisation et des maraîchers, leur permettant de mieux comprendre et traiter les problèmes des nuisibles des légumes.

Sincères remerciements aux organisations et individus suivants :

- L'agence nationale suisse Direction du développement et de la coopération (DDC), qui a financé ce projet
- Les chercheurs suivants : Prof. Chigozie Asiabaka, agroéconomiste à la Federal University of Technology, Owerri, Etat d'Imo, Nigeria ; Dr Danny Coyne, nématologiste à l'Institut international d'agriculture tropicale, Dar es-Salaam, Tanzanie ; Katherine Lopez et Rose Umelo à l'Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Etat d'Oyo, Nigeria ; et Dr Alexis Onzo, acarologiste à l'Université de Parakou, Parakou, Bénin, qui nous ont apporté informations et conseils lors de la préparation de ce guide
- Les maraîchers qui ont participé à titre volontaire aux activités entrant dans le cadre de ce projet
- Le Centre technique pour la coopération agricole et rurale (CTA) de l'ACP-UE, pour le soutien qu'il a apporté à la publication de ce guide.

# Introduction

**Les exemples spécifiques dans ce guide portent sur le Bénin, mais les méthodologies et les informations générales s'appliquent à d'autres sites de production maraîchère en Afrique de l'Ouest. D'autres pays peuvent adapter les méthodologies et produire une documentation similaire pour leurs conditions spécifiques.**

Les légumes constituent une composante importante des régimes alimentaires quotidiens en Afrique, et des sources importantes de revenu, particulièrement dans les zones urbaines et périurbaines. Près de vingt différents types de légumes indigènes et exotiques sont cultivés sur les principaux sites de production maraîchère de l'Afrique de l'Ouest (Figure 1). Ces cultures fournissent à bon marché des protéines, des vitamines et d'autres éléments essentiels pour la santé et le bien-être. En Afrique de l'Ouest, les légumes sont généralement cultivés dans les écologies pluviales des hautes terres et dans les écologies des basses terres telles que les « bolilands », les prairies fluviales et les vallées marécageuses intérieures. Les agroécosystèmes de ces différentes écologies ouest-africaines offrent d'excellentes opportunités pour la production maraîchère commerciale.

La production maraîchère en zones urbaines et périurbaines en Afrique de l'Ouest est commune dans les écologies pluviales des hautes terres. Les écologies pluviales des hautes terres se rencontrent sur les flancs de montagnes, souvent au-dessus des niveaux d'inondation, leurs sols sont bien drainés et ne sont pas souvent recouverts d'eau stagnante. La végétation y est dominée par des buissons d'arbustes et des arbres



Figure 1. Production maraîchère dans un site périurbain au Bénin (Photo : B. James/IITA)

pluriannuels, avec une faible couverture d'herbe. Les légumes sont habituellement plantés au début de la saison des pluies, soit en semis direct, soit par repiquage des jeunes plants. Ils sont fréquemment cultivés en association avec d'autres cultures d'aliments de base (le riz, par exemple), ou plantés en monoculture après la récolte d'autres cultures. Les grands producteurs utilisent des systèmes d'irrigation leur permettant de produire pendant toute l'année dans les écologies des hautes terres, alors que les petits producteurs comptent sur l'eau de pluie et la nappe phréatique pour arroser leurs cultures, qui sont saisonnières.

Les bolilands sont de grandes dépressions en forme de cuvette qui sont naturellement inondées par l'eau de pluie et les courants d'eau douce. Leur sol est souvent argileux, riche en terreau, avec des dépôts limoneux et généralement une grande quantité d'humus en surface. La végétation est dominée par des herbes. Dans les bolilands, le riz est planté soit en semis direct, juste avant l'inondation du sol, pendant la saison des pluies, soit par repiquage après l'inondation du sol. Les légumes sont plantés sur les petits monticules qui restent dans les bolilands après la récolte du riz, à la fin de la saison des pluies.

Les vallées marécageuses intérieures sont inondées par les eaux des fleuves ou des cours d'eau et les eaux de pluie de ruissellement provenant des collines environnantes. L'intensité de ces inondations dépend de la durée des précipitations, de la saison et du type de topographie. On peut régler artificiellement le niveau d'eau pour pouvoir cultiver des légumes sur les digues qui séparent les rizières dans ces marécages.

Les prairies fluviales sont des plaines alluviales qui s'étendent le long des parties inférieures et des embouchures des rivières d'eau douce ; elles tendent à être inondées assez abondamment pendant la saison des pluies. La végétation naturelle y est dominée par les herbes. Les plantes de riz qui sont transplantées avant l'inondation deviennent des plantes flottantes en conditions d'inondations. Dans les mois précédant les inondations, ces plaines alluviales constituent des sites maraîchers importants.

# Agroécosystèmes des légumes

Les agroécosystèmes des légumes comprennent un mélange dynamique d'éléments biotiques (vivants), d'éléments abiotiques (non vivants) et d'interactions internes et entre éléments. Tout changement dans un élément ou dans une interaction est susceptible d'affecter un autre élément ou interaction. Les réactions des agroécosystèmes aux changements peuvent être désastreuses pour les communautés agricoles, et ne sont pas toujours faciles à prévoir. Afin de réaliser une bonne gestion des nuisibles des légumes, il faut identifier correctement les composants essentiels des agroécosystèmes, bien comprendre leurs corrélations et considérer l'agroécosystème comme une unité fonctionnelle (Encadré 1).

## Encadré 1. Composants des agroécosystèmes des légumes

### **Eléments abiotiques**

- Sol et eau (Figure 2) : fournissent le milieu de germination des semences et les conditions générales de croissance des légumes et autres plantes
- Ensoleillement, durée du jour, température et humidité : fournissent les conditions supplémentaires nécessaires à la croissance de plantes saines et aux bons rendements ; influencent le développement des insectes, acariens, champignons, bactéries et mauvaises herbes
- Vent : contribue à la dispersion des insectes, des acariens, des champignons, des bactéries et des mauvaises herbes
- Engrais minéraux : favorisent la croissance des plantes et l'amélioration de rendements
- Pesticides chimiques : servent à tuer les nuisibles

### **Eléments biotiques**

- Légumes et autres cultures dans le champ
- Mauvaises herbes qui concurrencent les cultures maraîchères pour la lumière, l'eau et les nutriments ; servent de plantes hôtes alternatives et de sources de dissémination des nuisibles ; fournissent de la nourriture spécialisée, par exemple le nectar aux pollinisateurs et aux adultes d'autres insectes
- Insectes (Figure 3), acariens, champignons, bactéries et virus qui endommagent les cultures
- Insectes, acariens, nématodes, champignons, bactéries et virus qui se nourrissent d'autres insectes et acariens et les tuent
- Insectes et acariens qui assurent la pollinisation des plantes

### **Interactions**

- Concurrence intraspécifique entre individus de la même espèce pour la lumière, l'eau, la nourriture, les mâles/femelles et les abris
- Concurrence interspécifique entre individus de différentes espèces pour la lumière, l'eau, la nourriture et les abris
- Insectes, acariens, champignons, bactéries et virus se nourrissant de légumes, d'autres cultures et de mauvaises herbes
- Insectes et acariens se nourrissant d'autres insectes et acariens (Figure 4)
- Contamination des plantes, des insectes et des acariens par des bactéries, champignons et virus, causant des maladies chez les plantes et les animaux
- Influences des facteurs abiotiques sur le développement et la propagation des insectes, acariens et agents pathogènes
- Méthodes de production et de gestion des cultures et leurs implications agronomiques
- Effets bénéfiques et néfastes des produits agrochimiques sur l'environnement



Figure 2. Irrigation dans un site maraîcher périurbain au Bénin (Photo : B. James/IITA)



Figure 3. Puceron *Lipaphis erysimi*, un insecte nuisible du chou (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 4. Acarien prédateur, ou phytoséiide (à gauche), sur un acarien nuisible (à droite) (Photo : G. Goergen/IITA)

## Types de cultures

Les légumes constituent la composante centrale de l'agroécosystème. Ils peuvent être regroupés en fonction de la partie de la plante qui est consommée et/ou vendue.

### Légumes-feuilles

Les légumes-feuilles communément cultivés en Afrique de l'Ouest sont la grande morelle, l'amarante, le chou et la laitue. Il existe deux types communs de grande morelle, qui sont tous deux indigènes à l'Afrique : *Solanum macrocarpon* (Figure 5) et *Solanum aethiopicum*. On cultive *S. macrocarpon* principalement pour ses feuilles succulentes, mais dans certaines communautés on en consomme également les fruits amers. *S. aethiopicum* est principalement cultivé pour ses fruits. Les parties comestibles de *S. macrocarpon* et de *S. aethiopicum* sont nourrissantes et contiennent des glucides, de la cellulose, du calcium, des matières grasses, des protéines et de l'eau.

L'amarante, *Amaranthus cruentus* (Figure 6), est cultivée pour ses feuilles qui sont riches en bêta carotène, calcium, fer, protéines, vitamine C et eau. Le chou, *Brassica oleracea* (Figure 7), est indigène aux régions tempérées du monde. Sa variété principale s'appelle aussi chou pommé parce que ses jeunes feuilles se regroupent vers le haut en une boule ou « pomme » ou « tête », qui est la partie normalement vendue et consommée. Les feuilles contiennent des glucides, des protéines et divers éléments essentiels tels que le calcium, le fer et la vitamine C, ainsi que de l'eau. La laitue, *Lactuca sativa* (Figure 8), est indigène à la région méditerranéenne et comporte quatre catégories de variétés. Cette plante est cultivée pour ses feuilles succulentes que l'on utilise en salade. Les feuilles de laitue contiennent une proportion élevée d'eau, ainsi que du calcium, des protéines et des vitamines.



Figure 5. La grande morelle, un légume-feuille  
(Photo : B. James/IITA)



Figure 6. L'amarante, un légume-feuille  
(Photo : B. James/IITA)



Figure 7. Le chou, un légume-feuille  
(Photo : B. James/IITA)



Figure 8. La laitue, un légume-feuille  
(Photo : B. James/IITA)



Figure 9. La tomate, un légume-fruit  
(Photo : B. James/IITA)



Figure 10. Le piment, un légume-fruit  
(Photo : B. James/IITA)



Figure 11. La carotte, un légume-racine  
(Photo : B. James/IITA)

### Légumes-fruits

Les légumes-fruits les plus communément cultivés en Afrique de l'Ouest sont la tomate, le piment et l'aubergine. La tomate, *Lycopersicon esculentum* (Figure 9), originaire des Andes en Amérique du Sud, est produite pour ses fruits. La forme du fruit diffère selon la variété. Les tomates peuvent être consommées crues ou cuites. Les tomates contiennent beaucoup d'eau, ainsi que du calcium, des glucides, du carotène, du fer, des protéines et des vitamines.

Le piment, *Capsicum annuum* (Figure 10), est originaire d'Amérique Centrale. Il en existe deux catégories de variétés. A la différence de la plupart des légumes, le piment est une culture de durée relativement longue. Ses fruits verts et ses fruits mûrs sont vendus et consommés. Ce fruit contient beaucoup d'eau, des glucides, des protéines, des minéraux et de la vitamine C.

### Légumes-racines

La carotte, *Daucus carota* (Figure 11), une plante originaire d'Asie, est le légume-racine le plus commun cultivé à travers l'Afrique de l'Ouest. On cultive la carotte pour ses racines gonflées, riches en bêta carotène. Ces racines contiennent également une grande quantité d'eau, ainsi que des glucides, des minéraux et des protéines.

## La production de légumes

Selon la demande du marché et la disponibilité de l'eau pour irriguer les parcelles, on peut cultiver des légumes toute l'année. Les cultures se font en monoculture, en association et en rotation. Les sites de production commerciale sont généralement situés près des marchés, par exemple dans des secteurs urbains et périurbains.

### Rendement des cultures

Selon le type de légumes, ce sont les feuilles, les fruits et les racines qui constituent le rendement et fournissent nourriture et revenu aux maraîchers. Pour bien saisir le but de la production agricole et des mesures de gestion des nuisibles, les ouvriers agricoles et les maraîchers doivent comprendre qu'il y a deux types de rendement : le rendement maximal ou rendement potentiel réalisable, et le rendement réel (Figure 12).

**Le rendement maximal potentiel** est le rendement obtenu à partir des cultures produites dans des parcelles et dans des conditions expérimentales, avec recours maximum aux dernières technologies et ressources. C'est le rendement le plus élevé envisageable pour une variété donnée, cultivée dans les conditions idéales.

**Le rendement réel** est le rendement obtenu à partir de cultures produites dans les conditions réelles rencontrées par les maraîchers avec les mêmes variétés que dans les parcelles expérimentales. Les rendements réels sont souvent inférieurs aux rendements potentiels.

La différence entre rendement potentiel et rendement réel est due à une série de facteurs environnementaux, notamment le type de sol, la variété de plante cultivée, les pratiques agronomiques, le temps et les nuisibles. Les activités de recherche, de vulgarisation et de formation agronomique visent à trouver des moyens d'améliorer les rendements réels pour qu'ils se rapprochent des rendements potentiels, par exemple en manipulant des facteurs agronomiques et environnementaux qui réduisent les rendements. L'objectif global de la gestion des nuisibles des légumes est donc d'empêcher, de réduire et de maintenir l'effet des nuisibles à des niveaux où ils ne constituent plus des obstacles à l'obtention de rendements réels plus élevés (Figure 12). C'est de cette façon que les interventions de gestion des nuisibles augmentent les rendements.

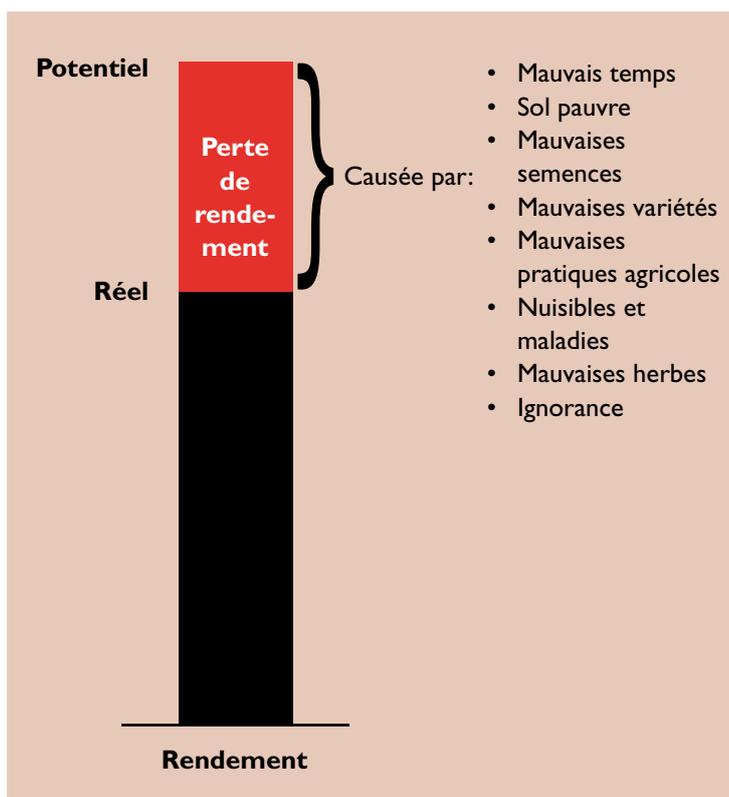


Figure 12. Types de rendement et causes des pertes de rendement (B. James/IITA)



Figure 13. Tomates plantées sur terrain plat  
(Photo : B. James/IITA)



Figure 14. Laitues plantées sur planches surélevées  
(Photo : B. James/IITA)

### Préparation du sol et des semis

Les sites les plus appropriés pour la production maraîchère sont les endroits plats et ensoleillés, avec un sol léger et bien drainé, riche en humus et non susceptible d'être saturé d'eau. Ces conditions favorisent l'établissement de bonnes pépinières et la santé des plantules et donc une excellente croissance des légumes. Les maraîchers ameublissent le sol en le labourant, et enlèvent les pierres et les débris pour permettre l'aération, l'humidification et le drainage du sol. Cela favorise une bonne croissance des racines. L'enlèvement des débris végétaux permet également de limiter l'incidence des mauvaises herbes et des nuisibles provenant de la saison précédente.

Les légumes sont souvent plantés sur terrain plat (Figure 13) dans les zones qui ne sont pas susceptibles d'être inondées ou saturées d'eau. On plante aussi communément en terrain plat lorsque le sol est riche en nutriments. Dans les zones susceptibles d'être inondées ou celles où le sol est pauvre en nutriments, les maraîchers forment avec la couche arable des monticules ou des billons sur lesquels ils plantent les légumes. Les monticules de sol surélevés au-dessus du niveau du sol sont généralement désignés sous le nom de « planches surélevées » (Figure 14).

## Plantation

A l'exception des légumes exotiques (betteraves, chou, carotte, concombre et laitue), la plupart des maraîchers produisent leurs propres semences de légumes à partir de leurs champs ou s'en procurent dans les champs d'autres maraîchers. Les grands producteurs ne produisent pas leurs propres semences, mais achètent des semences certifiées auprès de semenciers et de fournisseurs nationaux de semences. Les légumes sont plantés par semis direct (par exemple amarante et carotte) ou par repiquage des plantules issues de pépinières (par exemple grande morelle, chou, laitue et tomate). En semis direct, les semences sont semées sur la planche puis enfouies, ou répandues en lignes puis recouvertes de terre ; on les laisse ensuite germer sans que rien ne les perturbe. Au moment du repiquage, les maraîchers sélectionnent des plantules vigoureuses et saines et les transplantent. Le Tableau 1 récapitule les pratiques de plantation de légumes et de fertilisation du sol en usage au Bénin. Si l'on récolte les cultures en déracinant les plantes (par exemple amarante, carotte et radis), les plantules sont généralement repiquées plus serrées que lorsqu'on les récolte par « ratooning » (repousse). Les dates de semis sont généralement adaptées à la demande du marché, par exemple en prévision des périodes de fête. Afin d'éviter l'inondation des planches de légumes, on plante rarement en pleine saison des pluies.

## Cultures associées

Les maraîchers font fréquemment des cultures associées de légumes sur une même planche (Figure 15). Une planche peut contenir jusqu'à cinq légumes différents. Les cultures associées peuvent être plus rentables que la monoculture. Elles améliorent le revenu des maraîchers par rapport à l'unité de terre et à la main-d'œuvre ; elles permettent en outre de maintenir une bonne humidité du sol et de réduire l'incidence des mauvaises herbes et autres nuisibles sur les légumes.



Figure 15. Légumes plantés sur terrain plat : laitue et oignon en association (Photo : B. James/IITA)

La « repousse » (en anglais « ratooning ») est une méthode qui consiste à laisser, sans les couper, les parties inférieures de la plante, ainsi que la racine, au moment de la récolte afin d'obtenir une « repousse », qui servira de point de départ à la culture suivante. L'avantage principal de la repousse est que la culture vient plus tôt à maturité. La repousse peut également réduire le coût de préparation du champ et de la plantation.

### Rotation des cultures

La rotation des cultures permet aux maraîchers de maintenir la terre en production continue en plantant une culture après l'autre au fil des saisons. Cette pratique permet également aux maraîchers de répondre aux demandes saisonnières du marché pour certaines cultures. Lorsqu'une culture de rotation ne constitue pas une plante hôte pour un nuisible qui a endommagé une culture précédente, la rotation de cultures aide à venir à bout de ce nuisible en cassant son cycle de vie. Il est donc essentiel de bien connaître la susceptibilité des cultures aux nuisibles lorsque l'on a recours à la rotation de cultures pour la gestion des nuisibles. C'est le cas particulièrement pour les espèces des nématodes à galles, qui attaquent toutes sortes de légumes, y compris les cultures les plus économiquement importantes, cultivées dans un grand nombre d'endroits. La grande variété des plantes hôtes des nématodes à galles fait qu'il est difficile de trouver des solutions de rotation de cultures pour combattre ce nuisible, particulièrement dans les sites en production de légumes continue.

### Fertilité du sol

Les légumes trouvent dans le sol les nutriments minéraux qui leur confèrent une croissance vigoureuse, succulente et saine ; mais la production continue des légumes peut épuiser les nutriments du sol des sites de production maraîchère. Les maraîchers utilisent des engrais organiques et minéraux pour aider les sols à récupérer les nutriments perdus, et parfois, à limiter les problèmes posés par les nuisibles. Les engrais, tant organiques (matières végétales/animales décomposées) qu'inorganiques (produits chimiques et minéraux), améliorent la fertilité du sol en dotant la terre de nutriments ; ils sont utilisés de plusieurs manières différentes.

Le paillage (ou « mulching »), par exemple, consiste à mélanger des matières végétales à la terre pendant la préparation du sol, ou à couvrir les bases et les lignes de plantes avec de l'herbe sèche ou avec des feuilles de plastique après la plantation. L'herbe sèche ou les feuilles de plastique servent de barrières physiques entre le sol et l'environnement, ce qui fait que les résidus de végétaux se décomposent dans la terre et augmentent sa teneur en matière organique. Le feuillage mélangé à la terre aide à conserver l'humidité, à combattre les mauvaises herbes et à limiter la propagation des spores phytopathogènes vers les feuilles de légumes à travers les éclaboussures d'eau ou de terre.

Les maraîchers utilisent le fumier ou l'humus provenant du compost de résidus végétaux comme engrais organiques. Ils empêchent le roussissement des plantes en ajoutant tout d'abord soigneusement de la terre et de l'eau au fumier. Lorsque les sols sont pauvres, les légumes-feuilles, comme la grande morelle, l'amarante, le chou et la laitue, auront besoin d'apports complémentaires d'azote et de potassium (fournis par des engrais inorganiques). Des taux élevés d'azote retardent le début de la floraison et favorisent ainsi la production des feuilles. Le Tableau 1 donne pour les engrais organiques et minéraux un résumé de leurs types, les quantités requises et leur moment d'application.

Tableau 1. Pratiques de plantation et de fertilisation du sol en production maraîchère au Bénin

Culture	Stade des plantules au repiquage	Espacement des plantules	Application d'engrais
Grande morelle	Utiliser des plantules au stade 5/6 des feuilles ; ce stade de croissance est atteint 30-40 jours après le semis en pépinières.	Repiquer les plantules en lignes avec un écartement de 40 à 60 cm entre plantes d'une ligne et entre lignes.  Si la récolte des feuilles se fait par repousse, espacer de 30 cm entre plantules et lignes.	Utiliser un engrais minéral dans les proportions NPK <sup>1</sup> 5 : 3 : 3 avec 40 % d'azote (N) comme engrais de surface. Dans les sols particulièrement pauvres en potassium (K), utiliser 400 kg/ha d'engrais composite NPK <sup>2</sup> 10 : 10 : 20 ou une matière organique à la dose de 20-40 tonnes/hectare (t/ha) pour un bon rendement de feuilles.
Amarante	Utiliser des plantules 3 semaines après semis dans les pépinières.	Si la récolte des feuilles se fait en déracinant les plantes, semer les semences très densément sur le semis ou repiquer les plantules avec un espacement de 10 cm entre plantes et entre lignes. Si la récolte se fait par repousse, espacer jusqu'à 20 cm entre plantes et entre lignes.	Utiliser des engrais minéraux dans les proportions NPK 1,5 : 1,5 : 2. Diviser l'application en fumure de fond (40 % N, 100 % P et 40 % K) et en fumure de surface, 3, 6 et 9 semaines après repiquage. Pailler le sol avec de la matière organique à la dose de 10-20 t/ha au moment de la préparation du sol pour obtenir un bon rendement de feuilles.
Chou	Utiliser des plantules au stade de 5/6 feuilles ; ce stade de croissance est atteint 25-35 jours après le semis en pépinières.	Il est préférable de repiquer les plantules en lignes espacées de 30 à 60 cm entre plantes et entre lignes. L'écartement dépend de la taille de chou que l'on veut obtenir.	Pailler le sol avec de la matière organique à la dose de 20-30 t/ha pendant la préparation du sol. Utiliser un engrais chimique NPK (formule 1 : 1 : 2) en le divisant en engrais de fond (40 % N, 100 % P et 40 % K) et fumure de surface, 20-35 jours après repiquage.
Laitue	Utiliser des plantules au stade de 4/5 feuilles.	Repiquer les plantules en lignes espacées de 15 à 20 cm entre plantes et de 40 cm entre lignes.	Pailler le sol avec de la matière organique au moment de la préparation du sol. Dans les régions sèches, la laitue peut requérir 10-15 t/ha d'engrais, 150 kg de phosphate d'ammonium et 300 kg de sulfate de potassium avant le repiquage. Utiliser 100 kg/ha d'urée lors de l'implantation et 100 kg/ha 15 jours plus tard.
Tomate	Utiliser des plantules au stade de 5/6 feuilles ; ce stade de croissance est atteint 25 à 45 jours après le semis.	Repiquer les plantules en lignes espacées de 1 m au maximum entre plantes et de 40 cm entre lignes.	Pailler le sol avec de la matière organique à la dose de 20-30 t/ha lors de la préparation des planches. Utiliser NPK 1 : 1 : 2 en divisant en engrais de fond (40 %) et fumure de surface (20 %), 2, 5, 8 et 11 semaines après repiquage.

<sup>1</sup> N-P-K ou NPK représentent trois composés différents : azote, phosphore et potassium, qui constituent l'engrais.

<sup>2</sup> Les trois chiffres donnés sur les étiquettes d'engrais correspondent au pourcentage de ces matières dans l'engrais.



Figure 16. Adulte femelle de la noctuelle de la tomate, *Helicoverpa armigera* (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 17. Acariens rouges *Tetranychus* spp. (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 18. Tache ou symptôme du champignon *Colletotrichum fuscum* sur une feuille de laitue (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 19. Femelle de nématode à galles, *Meloidogyne* sp. (Photo : G. Goergen/IITA)

## Protection des cultures maraîchères

Dans les cultures maraîchères, la diversité des cultures, les modes de culture et certaines pratiques de production maraîchère attirent toutes sortes d'organismes (bactéries, champignons, insectes, acariens, nématodes parasites et virus), qui peuvent être bons ou mauvais pour la plante.

### Nuisibles

Un nuisible est un organisme qui cause des dégâts aux cultures, au bétail et aux humains, provoquant des pertes de revenu et de nourriture et des maladies. Le terme « nuisible » se réfère au rôle d'un organisme qui aggrave la faim, la pauvreté et les maladies. Le terme « nuisible » est donc plus socioéconomique que biologique, puisqu'il se rapporte principalement aux aspects sociaux et économiques des activités humaines. Un organisme n'est pas un nuisible dans son habitat naturel (par exemple les insectes dans les herbes sauvages et la végétation naturelle), mais dès qu'il entre en conflit avec l'homme et ses intérêts (par exemple les insectes dans les cultures), il est considéré comme un nuisible. Le Tableau 2 donne une liste des catégories d'organismes qui peuvent être des nuisibles des cultures ou des produits stockés.

Parmi les nuisibles, le terme « ravageur » est souvent réservé aux arthropodes et autres catégories d'animaux. Le terme « vecteur » est utilisé pour désigner les nuisibles qui transmettent des organismes qui causent des maladies aux cultures, à l'homme et au bétail. Les microorganismes qui causent des maladies chez les plantes sont souvent désignés sous le nom d'« agents phytopathogènes ». Les mauvaises herbes sont des nuisibles qui sont normalement considérés comme causant des problèmes agronomiques.

### Tableau 2. Nuisibles des légumes

**Arthropodes** : Insectes (Figure 16) et acariens (Figure 17) qui se nourrissent de plantes et/ou qui transmettent des microbes vecteurs de maladies

**Microorganismes** : Champignons, bactéries et virus qui causent des maladies chez les plantes (Figure 18)

**Mollusques** : Escargots et limaces qui se nourrissent des plantes

**Nématodes phytoparasites** : Se nourrissent des racines et autres parties des plantes (Figure 19)

**Vertébrés** : Rongeurs et oiseaux qui se nourrissent des plantes

**Mauvaises herbes** : Font concurrence aux cultures pour l'espace, la lumière, l'humidité et les nutriments du sol nécessaires à une saine croissance des plantes

Dans ce guide, le terme « nuisible » se rapporte, de façon générale, à tout organisme qui nuit aux cultures, au bétail et à l'homme, causant des pertes de revenu et de nourriture et des maladies. Ce guide porte avant tout sur les nuisibles suivants : insectes, acariens, agents phytopathogènes, nématodes phytoparasites et mauvaises herbes. Là où c'est utile, nous indiquons les nuisibles non arthropodes qui sont des agents phytopathogènes, vecteurs et mauvaises herbes.

### Ennemis naturels

Beaucoup d'organismes trouvés sur les légumes attaquent d'autres espèces et/ou s'y reproduisent. Ces organismes sont connus sous le nom d'ennemis naturels (Figures 20 à 27). Les ennemis naturels courants des nuisibles sont les parasitoïdes, les prédateurs et les agents entomopathogènes (Encadré 2).

### Encadré 2. Ennemis naturels des nuisibles

**Parasitoïdes.** Les parasitoïdes sont des ennemis naturels qui tuent et empêchent la propagation des nuisibles en vivant et en se développant dans leur corps. Les principaux parasitoïdes sont des mouches ou des guêpes minuscules (Figure 20) qui pondent leurs œufs dans ou sur le corps des nuisibles. Lorsque ces œufs éclosent, ils se transforment en larves qui se nourrissent des tissus internes du nuisible, s'y développent et tuent ainsi le nuisible. Le corps du nuisible mort ne se décompose pas, mais durcit. Ce corps durci s'appelle « momie » (Figures 21 et 26). Les parasitoïdes adultes émergent des « momies » et tuent d'autres nuisibles en y pondant leurs œufs.

**Prédateurs.** Les prédateurs sont des ennemis naturels qui tuent et empêchent la propagation des nuisibles en les attaquant et en se nourrissant d'eux. La plupart des prédateurs des insectes et acariens nuisibles sont d'autres insectes et acariens, par exemple la coccinelle prédatrice (Figures 22 et 23), les syrphes (Figures 24 et 25), et les acariens prédateurs appelés phytoséiides (Figure 4).

**Agents entomopathogènes.** Les agents entomopathogènes sont des ennemis naturels qui tuent et empêchent la propagation des insectes et acariens en causant des maladies dans leur corps. Quand l'insecte ou acarien hôte meurt, le cadavre se présente sous la forme d'une « momie » (Figure 27). Les agents entomopathogènes comprennent, par exemple, des espèces de certaines bactéries, champignons, nématodes, protozoaires ou virus. Les agents entomopathogènes constituent la matière active utilisée dans les biopesticides du commerce. Les biopesticides à base de spores de bactéries ou de champignons sont les produits les plus courants. Les biopesticides sont souvent appliqués de la même manière que les pesticides chimiques ; mais les matières actives vivantes (par exemple champignon) qui y sont contenues se reproduisent, assurant ainsi le contrôle permanent des nuisibles et ne nécessitant donc qu'une application unique.



Figure 20. Parasitoïdes adultes de pucerons nuisibles (Photo : A. Staverløkk/Bioforsk)



Figure 21. Parasitoïdes « momies » de pucerons nuisibles (Photo : A. Staverløkk/Bioforsk)



Figure 22. Adultes de la coccinelle prédatrice, *Cheilomenes sulphurea* (Photo : A. Staverløkk/Bioforsk)



Figure 23. Larve de la coccinelle prédatrice, *Cheilomenes sulphurea* (Photo : A. Staverløkk/Bioforsk)



Figure 24. Adulte mâle de syrphe prédateur, *Ischiodon aegyptius*  
(Photo : A. Staverløkk/Bioforsk)



Figure 25. Larve de syrphe prédateur, *Ischiodon aegyptius* (Photo : A. Staverløkk/Bioforsk)



Figure 26. « Momie » du parasitoïde *Cotesia* sp.,  
ennemi naturel de la teigne du chou, *Plutella xylostella*  
(Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 27. « Momie » de l'agent entomopathogène  
*Beauveria bassiana* sur larve de la teigne du chou, *Plutella*  
*xylostella* (Photo : G. Goergen/IITA)

### Dégâts aux cultures

Les agents de vulgarisation et les maraîchers considèrent souvent les dégâts aux cultures comme synonymes de perte de rendement. Or les dégâts aux cultures désignent les dégâts ou dommages aux plantes, mais ces dégâts n'entraînent pas forcément la perte de rendement. Les dégâts que les nuisibles infligent aux cultures peuvent être directs ou indirects.

- **Dégâts directs** : dégâts aux parties de la plante qui sont récoltées pour la consommation et/ou la vente (par exemple feuilles des légumes-feuilles), causant des pertes de rendement
- **Dégâts indirects** : dégâts aux parties de la plante qui ne sont pas consommables ou commercialisables (par exemple feuilles des légumes-racines). L'effet des dégâts indirects sur la perte de rendement est imprévisible et souvent moins grave que celui des dégâts directs. Selon le type et l'âge de la culture et le moment où le nuisible attaque, une plante qui a perdu des feuilles peut en fait récupérer en produisant de nouvelles feuilles ou des feuilles de remplacement.

### Perte de rendement

La perte de rendement est la perte partielle ou totale de parties consommables ou commercialisables des plantes cultivées. Cette perte peut se traduire en termes de quantité ou de qualité. Pour les légumes, il est plus facile de repérer et d'évaluer les pertes quantitatives que les pertes qualitatives. Les pertes qualitatives sont dues à une réduction de la valeur nutritive ou de la valeur commerciale du produit. Ces pertes sont souvent négligées dans des conditions socioéconomiques pauvres : elles sont cependant très importantes dans le commerce des légumes. Divers facteurs qualitatifs peuvent inciter les négociants à rejeter un produit, particulièrement sur les marchés internationaux :

- Fruits talés
- Feuilles déformées et décolorées
- Racines de stockage endommagées
- Apparition d'organismes vivants ou morts (par exemple insectes, acariens)
- Apparition d'organismes de quarantaine
- Résidus de pesticides.

### Abondance de nuisibles et perte de rendement

Des dégâts importants provoqués par les nuisibles peuvent souvent entraîner des pertes totales de rendement au cours de la période entre la plantation et la récolte. L'abondance de nuisibles et l'importance des dégâts aux cultures ne sont cependant pas forcément toujours un indicateur de l'importance des pertes de rendement à prévoir : il faut donc se garder des mauvaises décisions de gestion des nuisibles. Pour certains nuisibles (par exemple les nuisibles des feuilles des légumes-feuilles), une infestation plus importante entraîne des pertes plus élevées. Dans d'autres cas (par exemple pour les insectes vecteurs de maladies des plantes), même les infestations légères peuvent causer des pertes de rendement élevées. Pour certains autres types de nuisibles, bien que des infestations importantes de nuisibles puissent causer une défoliation alarmante des plantes, elles n'entraînent pas nécessairement des pertes élevées de rendement. Le rapport entre l'abondance de nuisibles et la perte de rendement est complexe et dépend de beaucoup de facteurs, notamment :

- Moment de l'attaque du nuisible
- Age et stade de développement de la plante au moment de l'attaque
- Stade de développement des organismes nuisibles
- Conditions de croissance/agronomie de la culture
- Durée de l'infestation par le nuisible, la maladie et les mauvaises herbes.

### Seuil économique

Il y a généralement un seuil d'infestation par les nuisibles ou de dégâts aux cultures qui constitue le niveau maximum tolérable, car l'expérience montre que des dégâts supplémentaires entraîneraient des pertes de rendement significatives. Les dégâts sont généralement acceptables en dessous de ce seuil, car l'expérience montre aussi qu'en dessous de ce seuil, les plantes peuvent supporter certains dégâts, et que les dégâts observés ne causeront pas de pertes de rendement économiques. La lutte contre les nuisibles n'est pas nécessaire lorsque l'infestation ou les dégâts à la culture sont en dessous du seuil où ils causeront des dégâts économiques. En d'autres termes, un certain niveau de dégâts à la culture par les nuisibles n'empêche pas d'obtenir des rendements élevés. Les maraîchers doivent donc établir le niveau tolérable de densité de nuisibles ou de dégâts aux cultures pour les guider dans leurs décisions de gestion des nuisibles.

Le terme « seuil économique » est employé pour désigner le niveau de population de nuisibles ou de dégâts en dessous duquel les mesures de lutte sont inutiles. Le seuil économique est aussi parfois appelé seuil d'action puisqu'il représente le point à partir duquel des actions ou mesures sont enclenchées. Le seuil économique ou d'action est extrêmement dynamique et flexible ; en voici quelques caractéristiques :

- Il s'applique à l'utilisation des pesticides pour faire baisser la population des nuisibles afin qu'elle passe d'un niveau élevé à un niveau bas.
- Il ne s'applique pas à l'utilisation d'ennemis naturels qui empêchent la population des nuisibles d'atteindre des niveaux élevés.
- Il ne s'applique pas aux pratiques agricoles qui contribuent à empêcher les infestations de nuisibles d'atteindre des niveaux dangereux.
- Il varie d'un nuisible à l'autre : il est élevé pour les nuisibles qui causent des dégâts indirects, mais faible pour ceux qui causent des dégâts directs.
- Il varie d'un maraîcher à l'autre, même dans le même environnement et pour la même variété de culture, et dépend des normes du consommateur. Les maraîchers adoptent des mesures plus rigoureuses de gestion des nuisibles s'ils ont pour objectif de vendre leurs produits dans les marchés des sociétés à revenus élevés. La contamination du produit par des fragments et des déjections de nuisibles peut également pousser les maraîchers à prendre des mesures rigoureuses de gestion des nuisibles. Ces conditions se traduiront par des seuils économiques bas pour les nuisibles. D'autre part, des seuils économiques plus élevés seront appliqués si les maraîchers visent à vendre leurs produits dans des marchés où dominant les sociétés à faibles revenus. Les clients à faible revenu représentent souvent des débouchés pour les marchandises endommagées, alors que les mêmes produits de qualité inférieure seraient rejetés par des personnes à revenus élevés avec des exigences de consommation plus élevées. Généralement donc, les seuils économiques diminuent à mesure que la valeur des cultures augmente ; et les seuils économiques sont souvent élevés pour les maraîchers du secteur vivrier et bas pour les producteurs commerciaux.

**Frass** : Débris ou déjections produits par les insectes.

- Il varie d'un endroit à l'autre, puisque les conditions agroécologiques qui affectent les populations varient selon les endroits.
- Il varie d'une saison à l'autre, puisque les conditions de température, de précipitations et d'humidité qui affectent les populations varient selon les saisons.

La détermination du seuil économique est donc complexe et difficile et on laissera souvent aux chercheurs le soin d'effectuer les investigations requises. Les maraîchers comptent généralement sur l'expérience d'infestations antérieures, et non sur des seuils économiques, pour décider s'il faut traiter ou non les infestations qui se présentent. Les agents de vulgarisation doivent être prudents lorsqu'ils présentent aux maraîchers le concept de seuil économique.

### Suivi des nuisibles

Les légumes sont généralement des cultures de courte durée. Le chou, par exemple, se récolte trois mois après le repiquage ; quant aux feuilles d'amarante, elles sont récoltées trois semaines après le repiquage, si la récolte consiste à déraciner les plantes entières. Quand l'amarante est récoltée par la méthode de la repousse, la première récolte commence environ 40 jours après le repiquage, et les récoltes suivantes se font à intervalles de dix jours. La majeure partie des dégâts provoqués par les nuisibles – équivalant parfois à 100 % de perte de cultures – peut se produire durant la courte période allant du repiquage à la récolte. La production maraîchère exige donc des maraîchers un suivi régulier de leurs champs/parcelles pour évaluer les changements constatés dans la santé des plantes, l'impact des nuisibles et les dégâts aux cultures. En inspectant régulièrement leurs champs, les maraîchers peuvent détecter très tôt les problèmes causés par les nuisibles et agir rapidement pour les empêcher de se propager et de causer de plus amples dégâts aux cultures. Les agents de vulgarisation et les maraîchers trouveront dans le chapitre sur les diagnostics au champ des conseils sur les principales tâches, connaissances et aptitudes qui sont requises pour le suivi des nuisibles.

### Stratégies de lutte des maraîchers

La lutte chimique est une stratégie de lutte communément utilisée par les maraîchers pour protéger leur investissement en légumes (Figure 28). Cependant, la liste de pesticides actuellement utilisés contre les nuisibles des légumes en Afrique de l'Ouest comporte des produits dont l'utilisation est interdite ou des produits extrêmement toxiques, selon la classification des pesticides de l'OMS. La lutte chimique contre les nuisibles est tellement souvent utilisée pour les légumes que certaines cultures (grande morelle, chou, piment et tomate) sont devenues des indicateurs de régimes de pesticides inappropriés dans beaucoup d'agroécosystèmes maraîchers. Les producteurs de choux appliquent des pesticides tous les 3 à 4 jours pendant une période de trois mois avant la récolte pour lutter contre les chenilles sur la culture. Les maraîchers vont également jusqu'à 18 applications de pesticides sur le piment au cours des 10 semaines de développement de la culture pour combattre les pucerons, les acariens et les mouches blanches ; et jusqu'à 12 applications de pesticides sur la grande morelle dans les 10 semaines de développement de la culture pour combattre les acariens et les nématodes à galles.

Divers programmes de formation au champ encouragent l'utilisation de pesticides botaniques comme solutions alternatives aux pesticides chimiques contre de nombreux nuisibles des légumes en Afrique de l'Ouest. Les extraits de feuilles et de



Figure 28. Application de pesticides dans un site de production maraîchère  
(Photo : A. Staverløkk/Bioforsk)

graines de neem *Azadirachta indica* sont les pesticides botaniques les plus populaires contre les nuisibles des feuilles. Les maraîchers s'approvisionnent souvent eux-mêmes en plantes en brousse ou les font pousser près de leurs champs. Les biopesticides ont le potentiel de limiter l'utilisation inappropriée de pesticides chimiques dans la sous-région. Dans certains pays, tels que le Ghana, des formulations commerciales de biopesticides sont proposées aux maraîchers pour lutter contre les chenilles qui se nourrissent des feuilles de légumes, mais ces produits ne sont généralement pas disponibles sur les marchés d'Afrique de l'Ouest.

Dans les conditions de production agricole traditionnelles et dans les petites plantations de légumes, on combat les mauvaises herbes grâce au désherbage ou au sarclage manuels, travail qui demande beaucoup de temps et d'effort. On a également recours à des pratiques agronomiques telles que la plantation en rangs serrés ou la culture associée pour obtenir des voûtes de feuillage épais qui agissent comme cultures de couverture, réduisant la germination et la croissance des mauvaises herbes. L'utilisation des herbicides en production maraîchère est rare dans la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest.

### Gestion intégrée des nuisibles

La gestion intégrée des nuisibles (ou GIN) est la science qui consiste à combiner différentes options et pratiques pour maîtriser durablement les nuisibles. Cette approche combine souvent des technologies issues de la recherche avec des pratiques agricoles traditionnelles de manière à limiter de façon durable les pertes de culture. Le succès de la GIN dépend en grande partie de la connaissance et de la compréhension dont font preuve les maraîchers concernant les processus biologiques et écologiques

qui affectent l'impact des nuisibles. La réussite de la GIN dépend également de la mise en pratique de ces connaissances par les maraîchers, lorsqu'ils optent d'introduire de nouvelles solutions dans leurs pratiques agricoles. La mise en œuvre de la GIN cause un minimum de dégâts à l'homme et à l'environnement, et aide à améliorer la valeur nutritionnelle et le revenu des récoltes. Les approches participatives de recherche et de formation, facilitées par les agents de vulgarisation, contribuent à améliorer le niveau d'instruction des maraîchers et à promouvoir le recours à la GIN comme solution aux problèmes de nuisibles. Le reste de ce guide a pour objectif de fournir aux agents de vulgarisation les connaissances et les savoir-faire nécessaires pour planifier et promouvoir la GIN en production maraîchère. Nous y aborderons les domaines clés suivants :

**L'apprentissage par la pratique** ou **apprentissage expérimental** est un processus d'apprentissage fondé sur l'expérience directe, qui consiste à « apprendre en faisant ».

- Diagnostic au champ pour détecter et surveiller les nuisibles et ennemis naturels, évaluer la gravité de dégâts aux cultures et dresser des listes de nuisibles des légumes
- Techniques de terrain et de laboratoire pour collecter, préserver et envoyer aux experts des spécimens de nuisibles et d'ennemis naturels à des fins d'identification
- Fiches documentaires sur les nuisibles, permettant aux agents de vulgarisation et aux maraîchers d'identifier rapidement les nuisibles et d'en savoir plus à leur sujet
- Options de GIN, y compris les directives sur la manipulation et l'utilisation appropriées des pesticides
- Apprentissage et diffusion de la GIN par la pratique.

## Diagnostic au champ

Les prospections diagnostiques visent à recueillir et à analyser des informations concernant la production maraîchère, la protection des végétaux, ainsi que les pratiques commerciales, impacts, problèmes et opportunités. Ces prospections aident les agents de vulgarisation agricole à spécifier les besoins des maraîchers, à cerner les principaux problèmes et à conseiller les maraîchers sur le type de soutien qu'il leur faut pour s'attaquer aux problèmes qu'ils rencontrent. Généralement, les prospections diagnostiques portent sur de vastes domaines, sur des agroécosystèmes de légumes très divers et sur un large éventail et un grand nombre de maraîchers. Cela permet aux chercheurs et aux agents de vulgarisation agricole de découvrir et de décrire des problèmes et des opportunités rencontrés par les maraîchers de différentes localités. Les résultats des diagnostics au champ aident à promouvoir des décisions prises en connaissance de cause concernant le développement et l'utilisation des options de gestion des nuisibles.

### Tâches et compétences pour les prospections

Le Tableau 3 donne une liste des tâches et des compétences requises pour les prospections diagnostiques. Elles comprennent généralement :

- **Consultation de la communauté :** Les prospections diagnostiques participatives consistent à parler avec les maraîchers et avec d'autres groupes d'intéressés, à les écouter, et à analyser et discuter avec eux les questions qui se posent. Dans la plupart des zones de production maraîchère, il y a un certain nombre de

Tableau 3. Tâches et compétences requises pour les diagnostics au champ

Tâches	Compétences requises
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spécifier l'importance relative des cultures de légumes.</li> <li>• Détecter les nuisibles, compiler et mettre à jour les listes de nuisibles.</li> <li>• Détecter les nuisibles nouveaux, introduits et de quarantaine.</li> <li>• Identifier les nuisibles d'importance économique.</li> <li>• Identifier et collecter les ennemis naturels</li> <li>• Noter les changements dans les populations de nuisibles et d'ennemis naturels.</li> <li>• Évaluer la gravité des dégâts aux cultures.</li> <li>• Noter les pratiques de protection des cultures en vigueur chez les maraîchers.</li> <li>• Noter les effets des pratiques de gestion des nuisibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techniques appropriées d'échantillonnage et de prospection</li> <li>• Collecte et identification des nuisibles et ennemis naturels</li> <li>• Identification des stades de cycle de vie des organismes</li> <li>• Attribution des dégâts aux cultures à des nuisibles spécifiques</li> <li>• Mise en rapport de la densité des nuisibles avec la perte potentielle de rendement</li> <li>• Expérience de combinaison de diverses options dans un même système de GIN pour obtenir des solutions durables</li> <li>• Identification des effets nocifs de certaines pratiques de gestion des nuisibles sur les cultures, l'environnement et les humains</li> </ul>

maraîchers, qui cultivent chacun plus d'un type de légume sur des petites parcelles. Les maraîchers rencontrent souvent les mêmes problèmes de production de légumes et manquent d'informations appropriées concernant la gestion des nuisibles. Lorsque les maraîchers travaillent en groupes organisés, les agents de vulgarisation et des représentants de ces groupes peuvent collaborer avec des chercheurs et mener ensemble des prospections diagnostiques. Cette approche participative permet aux agents de vulgarisation et aux chercheurs de concentrer leur attention sur les besoins vécus des maraîchers.

- **Inspections sur le terrain :** Echantillonnage de cultures et de nuisibles, récolte de spécimens pour identification
- **Reporting :** Compilation et/ou mise à jour des informations sur les listes de nuisibles et de leurs ennemis naturels, impact économique des nuisibles et cartes de répartition géographique des nuisibles.

Dans les prospections diagnostiques participatives, les équipes de prospection doivent, si possible, être subdivisées en deux sous-équipes. Une des sous-équipes consulte la communauté en interrogeant des groupes de maraîchers (Figure 29), pendant que l'autre sous-équipe, avec un représentant des maraîchers, inspecte les cultures maraîchères pour dresser une liste des problèmes et des opportunités rencontrés par les maraîchers de l'endroit. Il est recommandé d'inspecter les mêmes sites une fois pendant la saison sèche et une fois pendant la saison des pluies. Les conditions de saison sèche, accompagnées d'une irrigation insuffisante des parcelles de légumes, peuvent favoriser une augmentation rapide de certains nuisibles, et donc aggraver les dégâts provoqués par ces nuisibles. Les conditions de saison humide, d'autre part, peuvent voir apparaître des symptômes provoqués par certains agents phytopathogènes.



Figure 29. Entretien avec un maraîcher, informateur clé (Photo : B. James/IITA)

## Entretiens avec groupe cible

Les entretiens avec un groupe cible sont l'occasion de discuter et de se mettre d'accord sur diverses questions d'actualité touchant les localités visitées, comme les pratiques de production et de protection des végétaux, les problèmes posés par les nuisibles, le marketing et d'autres questions socioéconomiques. L'équipe de prospection utilise pour guider les discussions un questionnaire qui a été prétesté sur le terrain avant son utilisation.

### Conception du questionnaire

Lors de la conception du questionnaire, il est recommandé de regrouper les questions qui traitent d'un même sujet. Si le questionnaire commence par une sous-section contenant des questions « faciles », cela aidera à détendre l'atmosphère et les personnes interrogées. Il vaut mieux placer les questions relatives aux finances et autres sujets personnels à la fin du questionnaire. Le questionnaire peut contenir des questions « factuelles » où les personnes interrogées peuvent répondre qu'elles sont « d'accord », « pas d'accord », « ni d'accord ni pas d'accord » ou qu'elles « ne savent pas ». De même, les questions factuelles peuvent concerner des pratiques : il s'agit d'évaluer si les personnes interrogées les connaissent (en ont-elles entendu parler ou non), si elles les comprennent (bien, moyennement ou mal) et si elles les ont adoptées (pourcentage de personnes qui disent les avoir adoptées).

Le questionnaire doit être d'une longueur raisonnable de manière à retenir l'attention des personnes interrogées, qui auront d'autres choses à faire le jour de l'entretien. Le format du questionnaire doit permettre de saisir et d'analyser rapidement et facilement les données. Le contenu d'un questionnaire de groupe cible peut être structuré en cinq parties principales :

#### 1. *Vue d'ensemble*

- Nombre total de personnes interrogées dans le groupe cible (indiquer le nombre d'hommes et de femmes)
- Appartenance des personnes interrogées à des groupes ou associations de maraîchers
- Position des membres du groupe cible dans les groupes ou associations de maraîchers
- Nombre de personnes interrogées qui cultivent des légumes sur place (indiquer le nombre d'hommes et de femmes)
- Liste des principaux légumes cultivés par les personnes interrogées
- Saisons de production de légumes dans la localité (par exemple toute l'année ; saison sèche uniquement ; saison des pluies uniquement : préciser, pour les principaux légumes, en quelle saison ils sont cultivés)

#### 2. *Pratiques de production de légumes*

- Superficie sous production de légumes (spécifier les légumes)
- Taille des planches de légumes
- Nombre de planches par légume et par maraîcher
- Nombre de plantes par planche et par légume en monoculture (noter l'écartement des plantes lors des visites de terrain)
- Test de germination des semences (demander aux maraîchers de décrire les méthodes utilisées, le cas échéant)

- Engrais utilisé (engrais inorganique ou organique, culture traitée, type et nom de l'engrais utilisé sur la culture, source de l'engrais, quantité/volume, méthode et fréquence d'application de l'engrais)
- Désherbage et sarclage (demander aux maraîchers de décrire la méthode utilisée et la fréquence)

### 3. *Pratiques de protection des végétaux*

- Connaissance des nuisibles/maladies
- Aptitude à identifier les nuisibles et maladies en fonction des symptômes
- Connaissance des ennemis naturels des légumes
- Aptitude à associer à des nuisibles spécifiques leurs ennemis naturels
- Produits phytosanitaires utilisés, par exemple pesticides chimiques, biopesticides, produits botaniques (demander aux maraîchers de préciser la culture traitée, le type, la source, la quantité ou le volume, la méthode utilisée et la fréquence d'application du produit)
- Facteurs qui influencent le choix des produits phytosanitaires, par exemple coût, disponibilité, efficacité, sûreté, recommandation d'agents de vulgarisation ou autres maraîchers ou revendeurs de produits phytosanitaires
- Connaissance des effets secondaires des produits phytosanitaires (interroger les maraîchers pour tester s'ils connaissent, comprennent et se rendent compte des effets des produits phytosanitaires qu'ils utilisent contre des nuisibles)
- Nature des dégâts provoqués sur les cultures par les produits phytosanitaires
- Méthodes de conservation employées pour les pesticides chimiques, biopesticides ou pesticides botaniques (demander aux maraîchers de préciser le lieu et la méthode de conservation, par exemple à la maison, dans la ferme, dans un magasin spécial)
- Usage des récipients de pesticides vides (demander aux maraîchers ce qu'ils en ont fait, par exemple enfouissement dans un trou ou utilisation à la maison)

### 4. *Sensibilisation du public*

- Formation antérieure, par exemple nombre de personnes interrogées qui ont déjà reçu une formation en production et protection des cultures maraîchères (indiquer le nombre d'hommes et de femmes)
- Connaissance des solutions alternatives aux pesticides chimiques
- Sources d'information sur les solutions alternatives aux pesticides chimiques (par exemple formation, autres maraîchers, agents de vulgarisation, chercheurs, revendeurs de produits agrochimiques, radio/TV, etc.)
- Sources d'information sur les semences, les engrais organiques, les engrais inorganiques, les pesticides chimiques, les biopesticides et les pesticides botaniques (par exemple formation, autres maraîchers, agents de vulgarisation, chercheurs, revendeurs de produits agrochimiques, radio/TV, etc.)

### 5. *Coûts et bénéfices de la production*

- Origine des fonds pour produire la culture (spécifier le légume ; demander si les fonds sont personnels ou s'ils proviennent de prêts, subventions, etc.)
- Débouchés pour les maraîchers qui vendent des légumes (demander qui achète directement auprès des maraîchers, par exemple commerçants, marchés locaux, marchés internationaux, hôtels, restaurants, etc.)

- Coût de production et bénéfices des ventes : voir l'Annexe 1 pour le calcul des coûts et bénéfices ; encourager le groupe à évaluer les coûts ou prix minimum et maximum pour chaque ligne de produit. Les maraîchers peuvent présenter leurs estimations des coûts ou prix en termes d'unités traditionnelles, telles que « prix par planche de légumes », « prix d'un sac de légumes », « prix d'un panier de légumes », que l'équipe de prospection pourra convertir en unités standards (revenu par hectare)
- Revenu annuel total provenant des légumes (encourager le groupe à indiquer le revenu annuel minimum et maximum de leurs champs de cultures maraîchères)
- Revenu annuel des ménages provenant d'autres entreprises (encourager le groupe à donner le revenu minimum et maximum ; l'équipe de prospection pourra ensuite établir le pourcentage du revenu total des ménages qui provient de la vente des légumes)

### Modalités du questionnaire

Idéalement, les entretiens avec les groupes cibles sont menés par une équipe de trois personnes (un chef d'équipe, un secrétaire et un interprète). Le chef d'équipe doit être un bon communicateur avec une bonne expérience pratique de la consultation des communautés. Partout où ont lieu des entretiens, un membre de l'équipe utilise un récepteur GPS (Figure 30) pour enregistrer la longitude, la latitude et l'altitude de la localité visitée. Au moment de l'entretien, le chef d'équipe doit expliquer chaque partie du questionnaire aux personnes interrogées pour permettre au groupe de mieux comprendre la signification des questions qui seront discutées. Pour chaque question soulevée, les membres des groupes cibles donneront différentes réponses. L'équipe de prospection doit donc encourager les personnes interrogées à expliquer clairement leurs réponses.

Le deuxième membre de l'équipe (qui joue le rôle de secrétaire), ainsi que les autres membres de l'équipe, doivent écouter attentivement, et noter en particulier les sujets où les membres du groupe semblent hésiter dans leurs réponses. Pendant les discussions, le secrétaire enregistrera les réponses des maraîchers. Le secrétaire aura du reste besoin d'un cahier pour noter d'autres observations et remarques pertinentes. Les instructions au secrétaire doivent être claires et sans ambiguïté, de sorte qu'il/elle sache exactement quoi noter sur le questionnaire. Le troisième membre de l'équipe, idéalement un agent de terrain basé dans la localité, traduit, lorsque cela est nécessaire, les questions et réponses dans les langues locales. L'Annexe 2 récapitule les résultats d'entretiens avec un groupe de producteurs de légumes dans une zone périurbaine du Bénin.

### Inspections sur le terrain

On trouve dans les agroécosystèmes des légumes plusieurs types différents de nuisibles, d'ennemis naturels et de pratiques de production agricole. Certains des



Figure 30. Un récepteur GPS  
(Photo : C. Atcha-Ahowé/IITA)

#### Les nuisibles introduits

sont ceux qui ont été importés (accidentellement) dans une nouvelle région sans leurs ennemis naturels.

nuisibles présentent de larges éventails de cultures hôtes tandis que d'autres en ont peu. Certains nuisibles sont indigènes (ils ont toujours été dans la région), tandis que d'autres sont des nuisibles introduits. En l'absence d'ennemis naturels efficaces, les nuisibles introduits s'adaptent, se multiplient et se dispersent largement dans de nouvelles régions. Les nuisibles introduits qui se propagent rapidement dans de nouvelles régions sont souvent appelés « espèces exotiques envahissantes ». Les inspections sur le terrain permettent aux équipes de prospection de préciser ces caractéristiques de la production de légumes, et d'autres, qu'elles constatent dans les champs des maraîchers.

Pendant les entretiens de groupe, une deuxième équipe de prospection, comprenant un ou plusieurs experts en production végétale et un ou plusieurs experts en protection des végétaux, inspectent les planches de légumes/fermes avec le maraîcher (ou son représentant) (Figures 31 et 32). Les experts et le maraîcher rassemblent les informations requises sur les cultures prioritaires, les nuisibles, les dégâts aux cultures, les ennemis naturels, les pratiques de production et de protection des végétaux dans les champs. Afin d'obtenir un résumé représentatif de la situation d'un champ sur un site à échantillonner, il faut inspecter, pour chaque type de culture, trois à cinq différentes planches des maraîchers de la localité de l'entretien. Le Tableau 4 récapitule les activités suggérées pour chaque ferme/terrain. Le prochain chapitre traite des techniques de collecte des spécimens.

### Impact économique des nuisibles

On utilise les données concernant la gravité de dégâts aux cultures pour classer les nuisibles dans la catégorie mineure ou majeure.

Le niveau-seuil de 10 % est basé sur une combinaison de facteurs. Les parties consommables et commercialisables des légumes sont les feuilles, les fruits et, dans certains cas, les racines. Selon la culture, les dégâts de nuisibles sur ces parties de la plante représentent une perte alimentaire et économique directe. Le seuil des dégâts tolérables est donc faible. Un autre facteur qui influence la décision sur le niveau-seuil

Si plus de 10 % du nombre total des plantes de légumes inspectées présentent des dégâts modérés à graves, alors le nuisible causant les dégâts peut être considéré comme un nuisible d'importance économique majeure, et le nuisible est classé dans la catégorie **nuisible majeur**.

Si moins de 10 % du nombre total des plantes de légumes inspectées présentent des dégâts modérés à graves, alors le nuisible causant les dégâts peut être considéré comme un nuisible d'importance économique mineure, et le nuisible est classé dans la catégorie **nuisible mineur**.



Figure 31. Inspection de plantes de légumes pour détecter des dégâts de nuisibles (Photo : C. Atcha-Ahowé/IITA)



Figure 32. Un technicien (à gauche) avec un maraîcher (à droite) observant des acariens au microscope (Photo : B. James/IITA)

Tableau 4. Tâches d'inspection sur le terrain pendant les prospections diagnostiques

Dans chaque ferme visitée	Dans chaque planche de légumes sélectionnée	
	Evaluer l'incidence des nuisibles	Evaluer la gravité des dégâts
<p>Noter le nombre de planches (indiquer la taille des planches) avec un légume en monoculture et préciser la monoculture.</p> <p>Noter le nombre de planches avec cultures associées et préciser les cultures associées.</p> <p>Indiquer le légume prédominant dans les cultures associées.</p> <p>Choisir trois planches de légumes par culture.</p>	<p>Choisir au hasard 5 plantes de légumes de la culture ciblée par planche (exclure les plantes de bordure) et les étiqueter.</p> <p>Inspecter les feuilles, tiges, fleurs, fruits et racines de chaque plante étiquetée pour identifier et collecter les nuisibles, les parties de plantes malades et les spécimens d'ennemis naturels (sauf nématodes).</p> <p>Voir techniques d'échantillonnage pour les nématodes.</p>	<p>Evaluer la gravité des dégâts sur chaque plante étiquetée en spécifiant la gravité des symptômes sur la partie commercialisable de la plante.</p> <p>Evaluer la gravité des dégâts selon le barème suivant :</p> <p>Faible = moins de 10 % des organes de la plante sont endommagés</p> <p>Moderé = 10 à 30 % des organes de la plante sont endommagés</p> <p>Grave = plus de 30 % des organes de la plante sont endommagés.</p>

de 10 % est que la plupart des légumes ont des cycles de vie courts (entre 3 semaines et 3 mois, selon la culture) et que les parties de feuilles endommagées ne repoussent pas avant la récolte. Pour empêcher les dégâts de devenir graves, les maraîchers doivent agir rapidement. Ici encore, cela signifie que des mesures rigoureuses doivent être prises pour empêcher des pertes importantes. Généralement, le niveau des « seuils économiques » pour les nuisibles des légumes est par nature peu élevé.

Les nuisibles d'importance mineure peuvent devenir économiquement importants lorsque les processus naturels et les pratiques agricoles qui les empêchaient de causer des dégâts graves sont perturbés. Cela peut se produire de plusieurs manières, qui peuvent, notamment, être dues aux facteurs suivants :

- L'introduction de nouvelles variétés de cultures qui plaisent aux nuisibles mineurs
- Applications inadéquates de pesticides qui tuent les ennemis naturels des nuisibles et permettent à leurs populations d'augmenter rapidement
- Mesures phytosanitaires faibles qui favorisant la dispersion rapide des nuisibles
- Changement et variabilité climatiques (par exemple fluctuations anormales des températures, de l'humidité relative et du vent) pouvant augmenter le nombre des générations produites par les nuisibles et réduire la capacité des variétés de cultures, des ennemis naturels et des pesticides à lutter contre les nuisibles.

### Listes de nuisibles

Les données provenant des prospections diagnostiques servent à compiler et/ou mettre à jour une liste des nuisibles trouvés sur les cultures à un moment donné dans une localité donnée. Les listes de nuisibles (Annexes 3 à 8) fournissent les données de référence grâce auxquelles on peut :

- Informer le public sur le type de problèmes de nuisibles que l'on risque de rencontrer dans une localité
- Aider les maraîchers et les agents de vulgarisation agricole lorsqu'il s'agit de décider quels nuisibles méritent une attention immédiate
- Aider à planifier des recherches sur les types de problèmes de nuisibles qui méritent d'être approfondis
- Guider le commerce des légumes. Des listes complètes de nuisibles fournissent des informations sur les espèces de nuisibles qui sont susceptibles d'entrer dans un pays avec les légumes importés. Si des nuisibles de quarantaine entrent dans un nouveau pays, un climat favorable et la présence d'hôtes favorables risquent de permettre à ce nuisible de s'établir et de menacer l'économie du pays. Les listes des nuisibles des légumes sont donc particulièrement importantes pour les pays qui produisent et exportent des légumes, ainsi que pour ceux qui en importent.

Les nuisibles qui ne sont pas autorisés à quitter un pays pour entrer dans un autre sont appelés **nuisibles de quarantaine**.

## Techniques de collecte des spécimens

Pour compiler des listes de nuisibles, les agents de vulgarisation doivent bien connaître l'identification, la biologie et le cycle de vie des nuisibles et de leurs ennemis naturels. Les agents de vulgarisation doivent également avoir les compétences requises pour collecter les insectes, acariens, agents pathogènes, nématodes phytoparasites, ennemis naturels et autres organismes. Les instituts de recherche agricole et les organisations de protection des végétaux utilisent des collections de référence pour les aider à identifier les spécimens d'insectes, acariens, nématodes, agents pathogènes et ennemis naturels que leur fournissent les agents de vulgarisation.

Différentes méthodes et différents types d'équipement sont utilisés pour collecter les spécimens d'organismes sur les plantes. Pour les légumes, citons les facteurs suivants parmi ceux qui déterminent le choix de la méthode et de l'équipement à utiliser : la taille, la forme, le stade de développement des organismes, leur comportement et les parties de la plante qui sont attaquées. On collecte généralement les minuscules insectes, acariens, agents pathogènes et nématodes phytoparasites en les prélevant à la main sur les parties de la plante qui sont affectées. Pour beaucoup d'insectes, les chenilles/larves constituent le stade de développement le plus généralement trouvé sur les légumes. Beaucoup de ces insectes ne peuvent être identifiés correctement qu'au stade adulte. Il faut donc élever jusqu'au stade adulte les larves collectées au champ pour pouvoir confirmer l'identité des insectes.

### Insectes et acariens

Trois méthodes sont indiquées pour collecter les insectes et acariens sur les légumes : la collecte à la main, l'utilisation d'aspirateurs et les filets aériens (Tableau 5). La collecte à la main est la méthode la plus simple pour collecter les spécimens de grande taille et/ou relativement dociles. La collecte à la main est également utilisée pour collecter des parties de plantes, dont on peut ensuite prélever de minuscules insectes et acariens avec une brosse en poils de chameau ou un aspirateur. Parmi les dispositifs fréquemment utilisés pour collecter insectes et acariens, citons les suivants :

- *Bocaux à tuer* : Ce sont des bocaux en verre à large ouverture avec de la ouate ou du plâtre à mouler placé au fond et imbibé d'acétate d'éthyle.
- *Bocaux d'élevage* : Ce sont des bocaux en verre à large ouverture dont l'ouverture est couverte d'une toile de coton fin pour permettre l'aération des collections vivantes.
- *Boîtes d'élevage* : Ce sont des boîtes perforées pour permettre l'aération des collections vivantes.
- *Aspirateurs* : Ils servent à collecter un grand nombre d'insectes minuscules qui risqueraient de s'échapper ou d'être endommagés s'ils étaient collectés à la main.
- *Filets aériens* : Légers, ils servent à collecter les insectes volants.

Citons encore la brosse en poils de chameau, les flacons avec de l'alcool à 70 %, les sacs ou enveloppes en papier kraft, les boîtes de Petri tapissées de papier buvard. Pour collecter les insectes, on utilise également les filets fauchoirs et les battoirs à insectes, mais ceux-ci ne peuvent pas être utilisés sur les légumes. Les filets fauchoirs sont en matériel lourd et durable. On agite et fait retomber ces filets sur la surface des plantes

Avec le temps, la collecte de spécimens par les agents de vulgarisation finit par constituer un inventaire des organismes trouvés sur les cultures d'un pays. On appelle cet inventaire **collection de référence**.

pour y capturer les insectes. Les battoirs sont utiles pour collecter les insectes et les acariens (particulièrement les spécimens sessiles et non ailés) que l'on trouve sur les plantes relativement grandes et qui sont souvent difficiles à détecter. Le principe du battoir est le suivant : on frappe la végétation avec un bâton, ce qui fait tomber les insectes sur un drap, ou battoir, placé sous les plantes. Les spécimens qui se trouvent sur les battoirs ou dans les filets fauchoirs peuvent être récoltés à la main ou avec un aspirateur. L'utilisation des filets fauchoirs et des battoirs risque d'endommager les cultures et ils ne sont donc pas indiqués pour les légumes.

Tableau 5. Techniques de collecte d'insectes et d'acariens

Organisme	Équipement	Collecte	Manipulation
Insectes de grande taille	Pincettes Bocal à tuer Flacons avec alcool à 70 %	Si les insectes sont susceptibles de mordre ou de piquer, utiliser les pincettes pour les prélever sur la plante ; autrement les prendre avec les doigts. Tuer et préserver les insectes adultes en les transférant dans des bocaux à tuer ou dans des flacons avec de l'alcool. Mettre les papillons/papillons de nuit adultes dans des bocaux à tuer et non dans l'alcool.	Transférer les spécimens morts et secs des bocaux à tuer dans des enveloppes ou des flacons secs. Conserver les spécimens humides dans des flacons avec de l'alcool à 70 %. Mais les insectes risquent de perdre leur couleur dans l'alcool (ne pas mettre les papillons et papillons de nuit dans de l'alcool). Il faut donc envoyer rapidement au laboratoire les insectes conservés dans de l'alcool. Étiqueter correctement chaque collection et envoyer les collections étiquetées à des experts pour identification.
Larves d'insecte (chenilles, vers, asticots et nymphes) et momies sur feuilles, tiges et racines	Sacs ou enveloppes en papier Boîtes d'élevage Bocaux d'élevage avec de l'alcool à 70 %	Ramasser à la main les parties de plantes afin de collecter les organismes qui s'y trouvent. Mettre les parties de plante infestées ou les momies dans des sacs en papier ou dans des boîtes/bocaux d'élevage. Collecter certaines des larves d'insecte dans des flacons avec de l'alcool. Ne pas mettre les momies dans l'alcool.	Bien fermer et conserver chaque sac en papier ou table d'élevage ou bocal d'élevage sans les déranger, à la température ambiante, jusqu'à ce que les adultes émergent. Conserver les spécimens humides dans l'alcool. Garder les momies au sec jusqu'à ce qu'en émergent les parasitoïdes. Étiqueter et envoyer les collections à des experts pour identification.
Larves d'insectes (chenilles, larves, vers) dans les fleurs, bourgeons de fleurs et fruits	Bocaux d'élevage avec de l'alcool à 70 %	Placer les fleurs, bourgeons et fruits dans le bocal d'élevage. Ouvrir les fleurs, bourgeons et fruits pour y collecter des larves d'insecte et les placer dans des flacons avec de l'alcool à 70 %.	Garder le bocal d'élevage avec les parties de plantes sans les déranger à la température ambiante jusqu'à ce que les adultes émergent. Transférer les spécimens secs d'adultes dans des enveloppes ou des flacons secs. Conserver les spécimens humides dans de l'alcool. Étiqueter et envoyer les collections à des experts pour identification.
Nymphes et adultes d'insectes minuscules (par ex. parasitoïdes)	Aspirateurs Flacons avec de l'alcool à 70 % Bocaux à tuer Bocaux d'élevage	Aspirer les insectes minuscules sur le feuillage ou dans les filets aériens avec l'aspirateur. Transférer les spécimens dans des bocaux à tuer ou des bocaux ou flacons avec de l'alcool à 70 %.	Transférer les spécimens adultes secs des bocaux à tuer dans des enveloppes ou des flacons secs. Conserver les spécimens humides dans des flacons avec de l'alcool à 70 %. Étiqueter et envoyer les collections à des experts pour identification.

(Tableau 5, suite)

Organisme	Equipement	Collecte	Manipulation
Insectes volants, par ex. papillons, papillons de nuit, mouches, guêpes, etc.	Filets aériens Bocaux à tuer Aspirateurs Flacons avec de l'alcool à 70 %	Agiter l'extrémité ouverte du filet dans l'air en avant et en arrière pour collecter les insectes volants. Transférer les spécimens du filet dans un bocal à tuer en utilisant un aspirateur. Collecter à la main les grands spécimens qui se trouvent dans le filet. Transférer les spécimens dans des bocaux à tuer ou flacons avec de l'alcool à 70 %.	Transférer les spécimens secs d'adultes des bocaux à tuer dans des enveloppes ou flacons secs. Garder les spécimens humides dans des flacons avec de l'alcool à 70 %. Etiqueter et envoyer les collections à des experts pour identification.
Acariens sur feuilles	Flacons avec de l'alcool à 70 % Boîtes de Petri couvertes Papier buvard Pinceau en poils de chameau	Collecter les feuilles avec les spécimens. A l'aide de la brosse, faire tomber les spécimens qui sont sur les feuilles dans des flacons avec de l'alcool à 70 %. Maintenir certains des acariens en vie en plaçant des feuilles infestées d'acariens sur du papier buvard humide dans des boîtes de Petri couvertes.	Conserver les spécimens humides dans de l'alcool à 70 %. Inspecter les spécimens vivants pour identification préliminaire. Etiqueter et envoyer les collections à des experts pour identification.

## Agents phytopathogènes

Chaque groupe d'agents phytopathogènes provoque sur la plante des symptômes de maladies différents. On identifie généralement les agents phytopathogènes grâce aux symptômes spécifiques observés sur la plante. Le Tableau 6 donne un résumé des symptômes provoqués par différents groupes d'agents phytopathogènes et des techniques de collecte de ces agents. Notons que d'autres organismes peuvent causer des symptômes semblables à ceux provoqués par les agents phytopathogènes. Il est donc toujours recommandé de collecter et d'envoyer les parties malades de la plante à des laboratoires pour analyse. Les chercheurs isolent les agents pathogènes des parties endommagées de la plante (Figure 33) et les testent sur des plantes saines pour voir si ces agents pathogènes causent les mêmes types de symptômes que ceux observés au champ (Figure 34). De cette façon, les chercheurs peuvent indiquer aux agents de vulgarisation et aux maraîchers l'identité précise des agents phytopathogènes collectés dans les cultures.



Figure 33. Feuilles de laitue malades (Photo : F. Beed/IITA)



Figure 34. Feuilles de laitue malades (à gauche) et saines (à droite) (Photo : F. Beed/IITA)

Les organismes microbiens communément rencontrés dans les champs de légumes sont les bactéries, les champignons et les virus. Certains types de microbes (appelés **agents phytopathogènes**) infectent les légumes, y causent des maladies et les tuent. D'autres types de microbes (appelés **agents entomopathogènes**) infectent les insectes, acariens et autres nuisibles, les rendent malades et les tuent.

Tableau 6. Symptômes de dégâts causés par les agents phytopathogènes et techniques de collecte

Pathogène	Symptômes observés sur les plantes	Technique de collecte
Bactéries	Taches foliaires Flétrissement bactérien des feuilles Défoliation de la plante Dépérissement de la tige Pourriture de parties de la plante Nécroses <b>Test rapide:</b> Couper la tige et la placer dans un bocal d'eau propre ; un écoulement de pâte trouble et laiteuse dans l'eau indique la présence d'une maladie bactérienne.	<b>Si l'on observe les symptômes sur les feuilles, tiges ou fruits :</b> Utiliser des outils tranchants et propres, par ex. couteau, pour collecter des matières fraîches sur place. Ne pas collecter d'échantillons sur des plantes mortes ou sèches.  Collecter plusieurs plantes ou organes de plantes présentant des symptômes évidents de maladie.  Mettre les échantillons dans des sacs en papier ou sacs d'échantillonnage ; les conserver, si possible, dans des glacières. Les échantillons de feuilles peuvent être placés entre des feuilles de journal.
Champignons	Taches foliaires Plaques de tissu mort localisées (lésions nécrotiques) à la surface des feuilles, des tiges et des racines Apparence trouée des feuilles une fois les lésions nécrotiques tombées Rouille, ou mort du feuillage sans pourriture ni flétrissement Arrêt soudain de la croissance des plantes Dessèchement des plantes (les feuilles tombent comme si elles souffraient de la sécheresse) Mildiou, une couche de matière blanchâtre visible qui recouvre la surface des feuilles Fonte des semis (dans les plantules) Dépérissement de la tige Pourriture de la tige Pourriture des racines	Etiqueter chaque collection de feuilles, tiges ou fruits malades avec les mêmes informations que pour les collections d'insectes ou d'acariens.  Envoyer rapidement les collections au laboratoire le plus proche. Ne pas garder longtemps les spécimens parce que les parties de plantes pourrissent, se dessèchent et se détériorent rapidement.  <b>Si la racine ou le collet sont contaminés :</b> Déraciner la plante entière sans endommager les racines, en laissant un peu de terre sur les racines.  Envelopper la plante dans un sac en papier sec, puis mettre le sac en papier dans un sac en plastique (l'échantillon est conservé dans un « sac doublé »).  Bien fermer le sac en plastique et le nettoyer pour enlever les débris de plantes et restes de terre.
Virus	Apparence anormale du feuillage Feuilles déformées Croissance anormale des plantes, plantes plus petites, moins vigoureuses Taches chlorotiques sur les feuilles Feuilles panachées <sup>1</sup> (qui peuvent aussi être causées par d'autres facteurs) Fruits tachetés, malformés ou nécrotiques Plantes rabougries	Etiqueter chaque collection et envoyer rapidement les collections au laboratoire le plus proche.

<sup>1</sup> Moins de chlorophylle dans certaines parties des feuilles, causant un aspect plus pâle ou tacheté.

## Agents entomopathogènes

Parmi les agents entomopathogènes courants, on compte des bactéries, champignons, virus et, dans une moindre mesure, des nématodes et protozoaires. Comme avec les agents phytopathogènes, chaque groupe d'agents entomopathogènes cause des symptômes de maladies spécifiques, que l'on observe souvent sur la surface externe des insectes ou acariens malades ou morts. Les spécimens morts sont désignés sous le nom de cadavres. Il est donc important de bien connaître les symptômes qui sont provoqués par différents agents entomopathogènes sur les cadavres lorsque l'on collecte ces ennemis naturels au champ. Le Tableau 7 récapitule l'aspect des symptômes de maladie causés par différents groupes d'agents entomopathogènes.

**Bactéries :** Les bactéries sont minuscules et invisibles à l'œil nu. Certaines bactéries sont phytopathogènes tandis que d'autres sont entomopathogènes. Les bactéries entomopathogènes attaquent les larves d'insectes et les insectes qui se nourrissent en mâchant le feuillage et les fruits des plantes ou les larves d'insecte. Elles n'infectent généralement pas les insectes qui s'alimentent en perçant et en suçant la sève des tissus de plantes. Lorsqu'un insecte ingère des bactéries, les agents pathogènes l'envahissent, se reproduisent et libèrent des toxines dans son corps. Les insectes infectés cessent de s'alimenter et meurent.

**Champignons :** Les champignons se reproduisent par des spores qui deviennent des filaments connus sous le nom de mycélium. Les spores germent, envahissent les insectes et acariens, et utilisent l'eau et les nutriments de l'organisme contaminé pour se développer. Le champignon se développe, se multiplie et se disperse rapidement dans l'organisme. La croissance importante du champignon (Figure 35), ajoutée à l'accumulation des toxines qu'il sécrète, tue l'organisme. En milieu sec, les symptômes énumérés (Tableau 7) n'apparaissent pas forcément, mais les spores et le mycélium subsistent à l'intérieur du cadavre.

**Virus :** Les virus ne peuvent être observés qu'à l'aide de microscopes puissants. Ils se composent de brins ou particules de matériel génétique (connus sous le nom de virions), qui peuvent être recouverts d'une couche de protéines appelée corps d'occlusion. Ces virus sont connus sous le nom de virus occlus. Dans les virus non occlus, le matériel génétique n'est pas recouvert d'un manteau de protéines. Les virus ne peuvent se développer que dans des tissus vivants et ne peuvent pas se déplacer ou métaboliser la nourriture tout seuls. En d'autres termes, ce sont des agents pathogènes

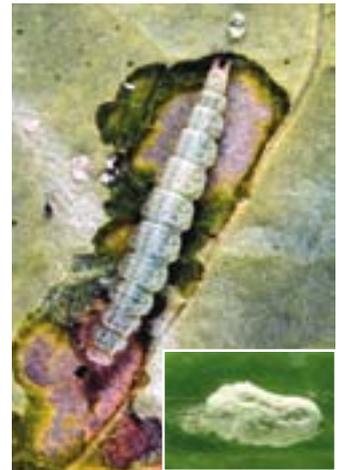


Figure 35. Larve de la teigne du chou et « momies » du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* avec mycélium blanc du champignon (Photo : G. Goergen/IITA)

Tableau 7. Symptômes de maladie provoquée par les catégories communes d'agents entomopathogènes

Agent entomopathogène	Symptômes de maladie chez les insectes ou acariens contaminés
Bactéries	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les cadavres sont de couleur foncée et ratatinés.</li> <li>Les cadavres frais sont mous et flasques.</li> <li>La surface du cadavre est intacte.</li> <li>Le corps du cadavre ne se liquéfie pas.</li> </ul>
Champignons	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le corps de l'insecte ou acarien contaminé sèche rapidement pour se transformer en cadavre (ou momie).</li> <li>Le cadavre demeure sec et ne s'amollit pas.</li> <li>Si l'hôte avait un corps mou (par ex. larves d'insecte ou acariens), la momie est recouverte de mycélium et de spores de champignon (Figures 27 et 35).</li> <li>Si l'insecte avait un corps dur (par ex. adultes de charançons), le champignon se propage à travers les parties molles, entre les segments de la momie.</li> </ul>
Virus	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larves généralement plus petites que des larves saines (Figure 36).</li> <li>De couleur pâle, mou avant la mort.</li> <li>De couleur sombre une fois mort.</li> <li>S'accrochent habituellement aux parties de la plante où ils meurent ; on trouve les cadavres sur les branches supérieures des plantes.</li> <li>Le corps du cadavre se liquéfie.</li> </ul>



Figure 36. Taille normale des chenilles de la teigne du chou (en haut) et taille de chenilles du même âge mortes d'une maladie virale (en bas) (Photo : G. Goergen/IITA)

obligatoires, ce qui signifie qu'ils ne peuvent vivre et survivre qu'à l'intérieur de tissus vivants (Figure 36). Certains virus sont des agents phytopathogènes tandis que d'autres sont des agents entomopathogènes. Les larves d'insectes sont le plus souvent attaquées par des virus entomopathogènes. Lorsqu'un insecte se nourrit d'une feuille, d'un fruit, d'une tige ou d'une autre partie de plante contaminée par des virus entomopathogènes,

le corps d'occlusion (couche de protéines, le cas échéant) du virus se dissout dans son intestin et libère des virions dans son corps. Les virions envahissent son corps et s'assemblent rapidement pour former de nouveaux virus dans différents organes de l'insecte, provoquant sa mort.

**Nématodes :** Les nématodes phytoparasites sont des nuisibles économiquement importants des légumes, qui se nourrissent des racines et des parties foliaires des plantes. Les nématodes entomopathogènes ne sont pas parasitaires sur les plantes, mais contaminent les insectes, et peuvent être utilisés comme agents de lutte biologique en gestion des nuisibles. Les insectes tués par des nématodes changent souvent de couleur.

**Protozoaires :** Les protozoaires ne peuvent être observés qu'au microscope. Quand un insecte ingère les spores d'un protozoaire, le pathogène se développe et pénètre dans l'intestin de l'insecte, causant des maladies chroniques. Les protozoaires ne tuent l'insecte que si un nombre relativement élevé d'agents pathogènes le contaminent. Il est difficile d'identifier les symptômes des maladies protozoaires au champ.

Les agents entomopathogènes les plus souvent utilisés en gestion des nuisibles sont les bactéries, champignons et virus. L'Encadré 3 récapitule les techniques de collecte des agents entomopathogènes.

### Nématodes phytoparasites

Les nématodes phytoparasites (NPP) sont probablement les nuisibles du sol des légumes les plus répandus en Afrique de l'Ouest. Ils se nourrissent des racines et parfois des parties foliaires des plantes. Dans la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest, en raison d'une pénurie de spécialistes, on ne dispose pas de données complètes et précises sur l'identité, la diversité et la répartition des NPP des légumes. Les agents de vulgarisation agricole peuvent envoyer des échantillons du sol et de racines aux laboratoires et aux spécialistes pour l'identification des nématodes phytoparasites. Les informations fournies par les scientifiques peuvent indiquer les cultures hôtes des nématodes nuisibles. Cela aide les maraîchers à choisir les cultures de rotation ou l'association de cultures qui sont appropriées pour une gestion efficace de ces nuisibles.

Certains **nématodes phytoparasites (NPP)** quittent le sol pour se nourrir des feuilles des plantes et sont appelés nématodes aériens.

### Encadré 3. Techniques de collecte des agents entomopathogènes

#### Recherche des cadavres

Collecter les agents pathogènes d'insectes en cherchant des cadavres sur les feuilles, tiges, fleurs et fruits des légumes et des plantes sauvages dans le champ et ses alentours. Les cadavres des larves tuées par des virus sont souvent accrochés aux branches supérieures des plantes. Noter les symptômes de maladie et placer individuellement les spécimens morts dans des flacons en verre ou en plastique stérilisés (avec des bouchons à vis) ou dans des sacs en papier ou dans des enveloppes. Ne pas mettre dans des enveloppes en papier les insectes morts dont on soupçonne qu'ils ont été tués par des virus parce que le cadavre se liquéfie et que le liquide sera absorbé par le papier. Conserver les collections à la température ambiante dans une pièce sèche et propre ou les envoyer à un laboratoire. Pour sécher les spécimens, ouvrir chaque flacon ou enveloppe et les laisser ouverts pendant trois à quatre jours. Cela permettra aux spécimens de sécher naturellement et de rester en bon état pendant plusieurs jours. Ne pas sécher les spécimens au soleil ou par un moyen artificiel. Conserver les spécimens séchés à l'air dans des flacons avec des bouchons à vis ou dans des enveloppes. On peut également conserver les spécimens séchés à l'air dans un réfrigérateur (à une température maximale de 5° C), si un réfrigérateur est disponible. Ne pas conserver les spécimens dans l'alcool. Etiqueter chaque collection de spécimens séchés à l'air en donnant les mêmes détails que pour les collections d'insectes et d'agents phytopathogènes. Envoyer les spécimens séchés à l'air à des experts qui examineront et identifieront les agents pathogènes des insectes. Emballer les spécimens dans des enveloppes de papier résistantes. Les matières plastiques ne sont pas indiquées pour emballer les spécimens parce que la condensation dans les sacs en plastique peut contaminer les spécimens. Etiqueter chaque paquet en y inscrivant « spécimens biologiques pour étude scientifique ».

#### Recherche d'insectes ou d'acariens vivants

Parfois, les fourmis et les oiseaux enlèvent rapidement les cadavres et l'on ne trouve donc pas de cadavres dans le champ au moment de la prospection. Une petite proportion d'insectes ou d'acariens vivants peut cependant avoir été contaminée par des agents entomopathogènes. Collecter des spécimens vivants pour examen au laboratoire. Collecter et nourrir les spécimens vivants d'insectes ou d'acariens sur leur plante préférée, dans des cages, ou sur les parties préférées de la plante, dans de petites boîtes ventilées d'élevage d'insectes. Élever de nombreux individus de l'insecte ou de l'acarien sur leur plante hôte ou partie de plante hôte préférée. Le stress causé par le surpeuplement et l'humidité élevée dans les cages favorise l'apparition de maladies. Arroser régulièrement les plantes pour maintenir une humidité élevée dans les cages ou remplacer tous les jours les parties de plante dans les boîtes d'élevage. Surveiller les organismes pour détecter des signes de maladies et d'anomalies, particulièrement dans leur alimentation et leurs mouvements. Selon les insectes, acariens, types d'agents pathogènes et conditions dans lesquelles les spécimens sont élevés, l'apparition des symptômes de maladie peut prendre jusqu'à trois semaines. Observer de près les insectes qui tendent à se cacher ou à monter sur les plantes dont ils se nourrissent : ils peuvent être malades. Laisser les spécimens malades se développer sur la plante, s'y dessécher et se transformer en cadavres. Collecter les cadavres, les placer dans des flacons de verre stérilisés et les conserver dans un réfrigérateur (à environ 5° C). Etiqueter et envoyer les spécimens séchés à l'air à des experts qui examineront et identifieront les agents pathogènes des insectes.



Figure 37. Galls causées par des nématodes à galls sur des racines de légumes (Photo : B. James/IITA)



Figure 38. Système racinaire réduit causé par des dégâts de nématodes à galls sur planches de légumes (Photo : G. Goergen/IITA)

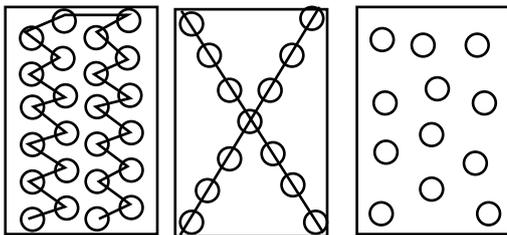


Figure 39. Schéma montrant les points de prélèvement d'échantillons en échantillonnage systématique

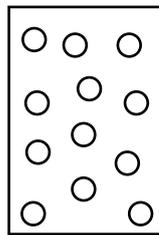


Figure 40. Schéma montrant les points de prélèvement d'échantillons en échantillonnage aléatoire

Les nématodes phytoparasites causent des dégâts sur les racines, les tiges et les feuilles des légumes, dont les symptômes sont les suivants :

- Galls sur les racines (Figure 37), raccourcissement et déformation des racines, noircissement et nécrotisation, réduction de la masse du système racinaire (Figure 38), formation de lésions et apparition de fissures sur la surface des racines
- Chlorose ou jaunissement des feuilles, retard de croissance des plantes, distribution inégale des plantes dans le champ, amincissement des feuilles, flétrissement ou enroulement des feuilles
- Les dégâts causés par les nématodes aériens peuvent se présenter sous la forme de galls ou de gonflement anormal des graines ou des feuilles, de feuilles rayées, de chlorose/décoloration des feuilles, et causer la mort des fleurs.

Les dégâts aux cultures causés par les nématodes phytoparasites sont souvent non spécifiques. Examiner la terre et les parties affectées de la plante afin de vérifier la présence et l'identité des nématodes. Les techniques spéciales requises sont l'échantillonnage, l'extraction et la préservation des nématodes.

### Echantillonnage de nématodes

Les nématodes phytoparasites se rencontrent d'habitude en colonies de forte densité dans le sol, et apparaissent comme des zones où la croissance des plantes est médiocre, rabougrie ou chlorotique. La collecte d'échantillons de racines et du sol est nécessaire pour déterminer la présence des nématodes phytoparasites et pour savoir s'ils sont à l'origine du problème. Pour les surfaces importantes, la méthode d'échantillonnage systématique (Figure 39) fournit des résultats plus fiables que l'échantillonnage aléatoire (Figure 40).

Pour les grandes parcelles :

- Diviser le champ en parcelles de 1 ha.
- Pour chaque parcelle de 1 ha, sélectionner et étiqueter les plantes de légumes à des points d'échantillonnage selon un schéma systématique. La distance entre les points d'échantillonnage doit se situer entre 5 et 10 m.
- Collecter entre 10 et 50 échantillons de racines, avec la terre environnante, sur des plantes situées aux points d'échantillonnage.

- Si la culture n'a pas encore été plantée dans le champ, collecter des échantillons de sol aux points d'échantillonnage. Cela permettra de connaître le niveau initial d'infestation par des nématodes avant de planter les légumes.

Pour les petites parcelles :

Dans certaines régions, les légumes sont cultivés sur de petites parcelles subdivisées en « planches ». Sur ces petites planches, l'échantillonnage aléatoire (Figure 40) peut fournir une collection représentative d'espèces de nématodes trouvées dans les racines et dans le sol. Pour ce type de petites parcelles, suivre la procédure suivante :

- Choisir trois planches de légumes par culture (indiquer la taille de la planche).
- Sur chaque planche, choisir environ cinq plantes de légumes (exclure les plantes de bordure). La distance entre les points d'échantillonnage peut varier entre 0,1 et 1 m, selon la taille des planches.
- Collecter de façon aléatoire des échantillons de racines provenant de cinq plantes ; ne pas collecter d'échantillons de plantes mortes.
- Si la culture n'est pas encore plantée dans le champ, collecter des échantillons de sol de façon aléatoire en cinq points par planche pour déterminer le niveau initial d'infestation par les nématodes avant de planter les légumes.

Pour collecter un échantillon de racines et de sol, procéder comme suit :

**Etape 1 :** Utiliser un déplantoir ou le bord plat d'une machette ou d'un couteau large pour déraciner la plante (Figure 41). Déraciner la plante avec tout son système racinaire et la terre environnante sans les endommager. Ne pas collecter d'échantillons de plantes mortes.

Prélevez les échantillons de sol à une profondeur de 20 à 30 cm.

**Etape 2 :** Mettre les échantillons de racines dans un sac d'échantillonnage en plastique en y laissant la terre. Couper le système racinaire des plantes à la base des tiges (Figure 42). Placer toutes les racines collectées dans chaque parcelle (grandes fermes) ou dans chaque planche (petites parcelles), ou tout au moins une grande partie de ces racines, dans un sac en plastique unique. Ne pas utiliser de sacs en papier parce que ces derniers deviennent humides et se déchirent facilement, et que les racines et le sol y sécheront donc rapidement.

Combiner tous les échantillons de sol en un échantillon composite unique (1 kg) et placer ce dernier dans un sac d'échantillonnage en plastique.



Figure 41. Etape 1 de l'échantillonnage du sol (Photo : B. James/IITA)



Figure 42. Etape 2 de l'échantillonnage du sol (Photo : B. James/IITA)

**1 kg est le poids recommandé** pour les sacs d'échantillonnage. Des sacs plus lourds seraient difficiles à transporter.



Figure 43. Etape 3 de l'échantillonnage du sol  
(Photo : B. James/IITA)

**Etape 3 :** Écrire au crayon sur un bout de papier pour faire une étiquette que l'on attache en haut du sac (Figure 43). On peut aussi utiliser un feutre permanent pour écrire sur l'extérieur du sac en plastique. L'étiquette doit contenir les informations suivantes :

- Nom du pays où l'échantillon a été collecté
- Nom de la localité où l'échantillon a été collecté
- Date à laquelle l'échantillon a été collecté
- Plante hôte et partie de la plante sur laquelle l'échantillon a été collecté
- Noms de la culture et de la variété sur laquelle l'échantillon a été prélevé
- Nom des autres plantes cultivées en association sur la parcelle
- Nom de la culture précédente sur la parcelle
- Nom de la personne qui a collecté l'échantillon.

Bien fermer les sacs en plastique et les entreposer temporairement dans un endroit frais, par exemple à l'ombre des arbres. Ne pas laisser les échantillons exposés directement au soleil parce que les nématodes risquent fort de mourir au soleil. Mettre les échantillons dans une glacière et les envoyer au laboratoire immédiatement après les avoir collectés. La survie des nématodes diminue avec le temps : il vaut donc mieux ne pas garder les échantillons trop longtemps avant de les envoyer au laboratoire.

### **Extraction de spécimens de nématodes des échantillons de racines et du sol**

Nous recommandons la méthode du plateau de Baermann pour l'extraction des spécimens de nématodes phytoparasites des échantillons de racines de légumes ou du sol. Nous expliquons ci-dessous, point par point, la procédure à suivre pour extraire les nématodes des racines et du sol (Encadré 4). Cette technique utilise un équipement simple et largement disponible. Elle ne peut être utilisée pour l'extraction des stades inactifs des nématodes ou des grands nématodes qui se déplacent lentement. Parmi les autres techniques employées pour extraire des spécimens de nématodes phytoparasites sur des échantillons de racines de légumes ou du sol, citons les suivantes :

- Méthode de décantation et de tamisage de Cobb : pour extraire les nématodes immobiles et léthargiques
- Méthode du « tamisage-centrifugation-flottement » : pour l'extraction de spécimens de nématodes rapides/actifs, léthargiques, petits et grands. Cependant, cette méthode nécessite un équipement et une expertise qui sont relativement coûteux et ne sont pas disponibles dans la plupart des instituts de recherche.
- Technique de l'éluatrieur de kystes de Seinhorst : pour l'extraction des femelles de nématodes à kyste qui ne peuvent pas passer à travers les mailles des tamis.

## Encadré 4. Technique du plateau de Baermann pour l'extraction de nématodes des échantillons de racines et du sol

### Echantillons de racines

Secouer les racines pour en séparer la terre et garder la terre séparément dans un sac en plastique. Fermer le sac en plastique. Laver les racines à l'eau pour enlever toutes les particules de terre. Utiliser du papier essuie-tout ou papier-mouchoir pour absorber l'excès d'eau des racines. Mettre ensemble dans un petit saladier en plastique tous les échantillons de racines collectés sur 1 ha (grandes fermes) ou sur une planche (petites parcelles). Couper les racines de chaque plante en petits morceaux. Chaque morceau doit mesurer entre 0,3 et 0,5 cm de long. Mélanger dans le saladier les morceaux de racines de chaque grande ferme, et faire de même pour les racines provenant des petites parcelles. Pour chaque catégorie de racines, prendre un sous-échantillon d'environ 10 à 20 g des morceaux de racine (le poids dépend de la taille des racines et de la taille du tamis utilisé).

### Echantillons du sol

Mettre tous les échantillons composites du sol collectés sur chaque hectare (grandes fermes) ou sur chaque planche (petites parcelles) dans un saladier en plastique et bien les mélanger. Prendre un sous-échantillon de 10 à 50 g du sol (selon la taille du tamis employé).

**Étape 1 :** Placer du papier essuie-tout dans un tamis en plastique à mailles larges (tamis grossier) (Figures 44). Utiliser du papier kleenex triple épaisseur (pas de mouchoir en tissu). Ne pas utiliser de papier hygiénique parce que les pores sont trop grands et permettront à la terre et aux matières de passer à travers trop rapidement.

**Étape 2 :** Placer le tamis sur un saladier en plastique et mettre le sous-échantillon de racines ou du sol sur le papier kleenex. S'assurer que les morceaux de racine ou particules de terre sont répartis uniformément et ne se chevauchent pas (Figures 45). Verser doucement de l'eau entre le tamis et le saladier jusqu'à ce que l'eau humecte l'échantillon de racines ou du sol (Figures 46).

**Étape 3 :** Laisser l'installation sans la déranger à la température ambiante pendant 2 à 3 jours. Entretemps, les nématodes passeront à travers le papier kleenex et tomberont dans l'eau contenue dans le saladier (Figures 47).

Enlever le tamis contenant l'échantillon de racines ou du sol sur le papier kleenex.

Verser l'eau du saladier (contenant maintenant les nématodes) dans un gobelet en plastique propre. Laisser le liquide sans y toucher pendant au moins 2 heures. Entretemps, les nématodes se retrouveront au fond du gobelet.

**Étape 4 :** Jeter une partie du contenu du gobelet (liquide surnageant) pour qu'il y reste moins de 50 ml d'eau. Le liquide au fond du gobelet constitue la suspension de nématodes. Mettre la suspension de nématodes dans un flacon à couvercle à vis et ajouter de l'eau chaude contenant une petite quantité de formaldéhyde pour tuer les nématodes.

**Étape 5 :** Etiqueter correctement le flacon et l'envoyer à des experts pour identification et pour le décompte des espèces de nématodes.



Figures 44a, b. Extraction des nématodes des racines et du sol, étape 1



Figures 45a, b. Extraction des nématodes des racines et du sol, étape 2



Figures 46a, b. Extraction des nématodes des racines et du sol, étape 3



Figures 47a, b. Extraction des nématodes des racines et du sol, étape 4

(Photos: B. James/IITA)



## Fiches documentaires sur les nuisibles

De nombreux types de nuisibles attaquent les légumes et s'en nourrissent (insectes, acariens, agents pathogènes et nématodes phytoparasites). Les agents de vulgarisation doivent savoir identifier correctement ces nuisibles pour pouvoir conseiller les maraîchers sur les mesures de lutte appropriées et partager ainsi leurs connaissances et leur expérience. En Afrique de l'Ouest, les agents de vulgarisation agricole identifient difficilement les nuisibles au champ parce qu'ils n'ont pas reçu de formation spécialisée en taxonomie des insectes. Les agents de terrain peuvent cependant identifier assez correctement les nuisibles en associant à un nuisible spécifique des symptômes observés dans les cultures. Cette approche est particulièrement utile pour les nuisibles qui ne restent pas dans les cultures après les avoir endommagées et ne sont donc pas forcément faciles à collecter et à identifier au moment des visites de terrain.

Les nuisibles des légumes se nourrissent de différentes parties des plantes. On peut regrouper les nuisibles en fonction des parties des plantes qu'ils endommagent, par exemple nuisibles des racines/nuisibles du sol, nuisibles qui se nourrissent des feuilles ou des tiges, des fleurs ou des fruits, par exemple chenilles de certains papillons, mouches de fruits et certains agents pathogènes fongiques. Certains nuisibles (comme les nématodes phytoparasites, les acariens mangeurs de feuilles et les chenilles de certains papillons, les mouches blanches, les mouches de fruits, les mouches mineuses de feuilles, certaines espèces de pucerons et des agents pathogènes fongiques) ont un large éventail de cultures hôtes et causent de dégâts économiques à de nombreuses cultures maraîchères. D'autres nuisibles, comme les agents pathogènes bactériens, disposent d'un nombre restreint de cultures hôtes et ne causent de dégâts économiques qu'à une ou deux cultures de légumes.

Les mauvaises herbes causent de dégâts aux légumes en leur faisant concurrence pour les nutriments, l'espace et la lumière. Les mauvaises herbes hébergent également certains nuisibles et maladies, ce qui permet aux nuisibles/maladies de survivre pendant les périodes où leurs plantes alimentaires préférées sont absentes, particulièrement après la mort de leurs hôtes primaires. Les mauvaises herbes servent donc de réservoirs à certains nuisibles et maladies. On peut résumer dans des fiches documentaires sur les nuisibles les informations les concernant, leurs plantes hôtes et les techniques de contrôle correspondantes. Un guide pratique des nuisibles des cultures ciblées est simplement une collection complète de fiches documentaires. De tels guides pratiques constituent des sources d'information très utiles pour les agents de terrain, dont ils peuvent se servir pour identifier, évaluer, décrire et conseiller sur la situation des nuisibles dans leurs localités.

Les informations sur l'identité, la biologie, les plantes hôtes, les symptômes, les ennemis naturels et les techniques de suivi des nuisibles peuvent se résumer dans des fiches documentaires. Ces fiches constituent une source d'information utile pour les agents de terrain dans leur travail, lorsqu'il s'agit d'identifier, d'évaluer, de décrire et de donner des conseils sur des situations de nuisibles. Les fiches documentaires et listes de nuisibles correspondantes présentées ici (Annexes 3 à 8) sont le résultat de prospections diagnostiques d'agroécosystèmes maraîchers béninois. Les fiches documentaires traitent de l'identification des nuisibles, de leur biologie et de leur importance économique. Bien que ces fiches documentaires se rapportent au Bénin, elles aideront également les agents de terrain d'autres pays d'Afrique de l'Ouest à se familiariser avec les nuisibles qu'ils sont susceptibles de rencontrer dans leurs agroécosystèmes maraîchers.



Figure 48. La courtilière, *Gryllotalpa africana* (Photo : G. Goergen/IITA)

## Nuisibles des racines et du sol

### Insectes

#### Courtilière, *Gryllotalpa africana*

**Identification :** La courtilière, *Gryllotalpa africana*, se rencontre dans les sols humides. Elle ne peut pas survivre sous l'eau et ne se trouve donc pas dans les terrains inondés. La courtilière est de taille importante, de couleur brun foncé et son corps est recouvert de poils fins et denses (Figure 48). Les pattes antérieures de l'insecte sont élargies et lui servent à creuser des tunnels et des terriers dans les sols humides. La « région du cou » (appelé prothorax) est relativement grande ; elle aide l'insecte à se frayer un passage dans le sol. Ses ailes postérieures sont rudimentaires et ne couvrent pas tout l'abdomen. Les courtilières sont faciles à reconnaître car elles laissent de petits monticules de terre et de déjections sur la surface du sol quand elles se déplacent et se nourrissent dans les tunnels.

**Biologie :** Le cycle de vie de la courtilière comporte œufs, nymphes et adultes. La femelle pond ses œufs dans la terre et les œufs éclosent au bout de deux à quatre semaines. L'insecte reste dans les tunnels pendant le jour et sort la nuit à la recherche de nourriture.

**Importance économique :** *Gryllotalpa africana* se nourrit des racines de toutes sortes de légumes et d'invertébrés du sol. Cet insecte est un nuisible mineur des légumes, généralement d'importance localisée. Les stades dangereux de la courtilière sont les nymphes et les adultes. Cet insecte peut transporter et se nourrir de semences dans ses tunnels et réduit ainsi la germination des graines semées directement. L'insecte endommage également et tue les jeunes plantes en se nourrissant de leurs racines dans les semis. Ce nuisible n'est pas capable de tuer les plantes adultes parce que leurs systèmes racinaires sont plus grands et plus robustes que ceux des jeunes plantes. Les dégâts aux cultures se produisent souvent de manière localisée.

**Méthode de propagation :** Les adultes de la courtilière sont ailés mais ne volent pas loin.

## Nématodes phytoparasites

### Nématode à galles, *Meloidogyne* spp.

**Identification :** Les nématodes à galles, *Meloidogyne* spp., sont des nématodes phytoparasites communs. Ils vivent dans le sol et les tissus des plantes et attaquent les légumes. Ce sont des organismes microscopiques (invisibles à l'œil nu), mais ils se reconnaissent aux types de dégâts qu'ils causent aux plantes. La femelle du nématode à galles est blanchâtre et sphérique, avec un cou mince, en forme de gourde ; les mâles sont minuscules, minces et vermiformes (Figure 49). Les espèces de nématodes à galles trouvées sur les racines de cinq des légumes les plus importants au Bénin sont les suivantes : *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. exigua* et *M. chitwoodi*.

**Biologie :** Le cycle de vie des nématodes à galles comporte œufs, larves (ou juvéniles) et adultes, qui peuvent tous se trouver dans le sol ou dans les racines et le feuillage de la plante. Les mâles adultes vivent dans le sol. Les femelles vivent dans les racines et les femelles immatures peuvent quitter une racine pour une autre pour y arriver à maturité. Une femelle produit 500 à 1500 œufs, réunis dans des sacs d'œufs, et les libère dans le sol. Le cycle de vie des nématodes à galles est d'un mois. Les œufs éclosent pour donner des larves qui muent quatre fois avant de devenir adultes.

**Importance économique :** Les espèces de *Meloidogyne* sont des nuisibles économiquement importants pour de nombreux légumes, y compris la grande morelle, l'aubergine, le basilic, la carotte, la laitue, le gombo, le piment et la tomate. La larve de deuxième stade constitue le stade infectieux du nuisible : ce dernier pénètre, mange et endommage les racines des légumes. Les symptômes sont les suivants : galles le long de la surface des racines (Figures 37 et 50), perte de la masse racinaire (Figure 38), jaunissement (chlorose) des feuilles et rabougrissement des plantes. Ces dégâts provoquent une mauvaise croissance et la mort des plantes, entraînant une répartition inégale des plantes dans les parcelles. L'Annexe 9 montre la répartition des dégâts provoqués par les nématodes à galles sur la grande morelle au Bénin.

**Méthode de propagation :** Les espèces de *Meloidogyne* sont dispersées par le mouvement des résidus de plantes et de terre contaminés (particulièrement au stade des œufs), et par adhérence aux chaussures et aux outils agricoles. Les nématodes à galles sont également disséminés par la pluie, l'irrigation et l'eau de ruissellement. Les nématodes à galles et d'autres nématodes phytoparasites peuvent survivre sous forme d'œufs en l'absence temporaire de plantes hôtes. Cela leur permet de rester à l'état dormant pendant plusieurs années sans aucune réduction de leur capacité à se reproduire et à attaquer les plantes lorsque les conditions redeviennent favorables. Il est donc difficile de se débarrasser des nématodes phytoparasites dans les sites de production maraîchère.

### Nématodes à lésion

Les nématodes à lésions sont des nématodes phytoparasites qui ne causent pas de galles sur la surface des racines, ni de nœuds dans les racines.



Figure 49. Femelle (à gauche) et mâle (à droite) de nématode à galles (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 50. Racines de laitue saines (en haut) et racines endommagées par des nématodes à galles (en bas) (Photo : B. James/IITA)



Figure 51. Plantes de laitue endommagées par la bactérie *Erwinia carotovora* (Photo : B. James/IITA)

## Pathogènes

### Bactérie, *Erwinia carotovora*

**Identification :** On trouve la bactérie *Erwinia carotovora* dans le sol, sur les tiges et sur les feuilles qui sont en contact étroit avec le sol. Le pathogène est invisible à l'œil nu, mais les symptômes des dégâts qu'il cause sont facilement reconnaissables. Sur la laitue, la bactérie cause la pourriture des bordures des feuilles, en particulier des vieilles feuilles à la base des plantes. Ces dégâts se propagent ensuite à toutes les feuilles de la plante et finalement au cœur de la plante, qui pourrit et se décompose en une masse visqueuse (Figure 51) dégageant une odeur de poisson.

**Importance économique :** *Erwinia carotovora* endommage les feuilles de toutes sortes de cultures maraîchères, dont le haricot, le chou, l'ail, le gingembre, la laitue, l'oignon, le piment et la tomate, ainsi que beaucoup d'autres cultures non maraîchères. Cette bactérie est un pathogène économiquement important de la laitue.

**Méthode de propagation :** *Erwinia carotovora* se disperse par l'intermédiaire de débris végétaux et de terre contaminés se trouvant sur les outils agricoles et les chaussures. La bactérie se déplace du sol vers les feuilles des plantes par l'éclaboussement de l'eau de pluie et d'irrigation.

**Bactérie *Ralstonia solanacearum***

**Identification :** La bactérie *Ralstonia solanacearum* vit dans le sol et les symptômes des dégâts qu'elle cause sont facilement reconnaissables. Cette bactérie cause le flétrissement rapide de toute la plante (Figure 52). Les symptômes s'observent d'abord sur les plus jeunes feuilles, qui deviennent molles. La plante flétrit ensuite rapidement, sans jaunissement des feuilles. Le système vasculaire des plantes infectées est décoloré, ce qui se voit bien sur une section longitudinale des tiges.

**Importance économique :** *Ralstonia solanacearum* endommage le feuillage de toutes sortes de cultures maraîchères, comme par exemple l'aubergine, le haricot, le gingembre, l'arachide, le piment, le tabac et la tomate, ainsi que beaucoup d'autres cultures non maraîchères. Cette bactérie est un pathogène économiquement important de la tomate.

**Méthode de propagation :** *Ralstonia solanacearum* se propage par l'eau d'irrigation, la terre contaminée, les semences infectées, les débris végétaux, les outils agricoles, les chaussures et le repiquage de plants malades.



Figure 52. Plantes de tomate endommagées par la bactérie *Ralstonia solanacearum* (Photo : R. Sikirou/ INRAB)



Figure 53. Lésion en forme de V sur le bout d'une feuille de chou (en haut à gauche), causée par la bactérie *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Photo : B. James/IITA)

Les plantes comestibles de la famille des *Brassicaceae* (également appelées *Cruciferae*) sont désignées sous le nom de légumes crucifères ou **brassicacées**.



Figure 54. Dessèchement des feuilles de chou, causé par la bactérie *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Photo : B. James/IITA)

### Bactérie *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*

**Identification :** La bactérie *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* apparaît dans les tissus de ses plantes hôtes à tous les stades de croissance ; on la reconnaît aux symptômes qu'elle cause. Chez les jeunes plantes de chou qui germent à partir de semences infectées, les cotylédons présentent des bords décolorés. Les cotylédons malades tombent prématurément. Chez les plantes vieilles, les symptômes apparaissent sous forme de lésions jaunes en forme de V sur les feuilles, généralement le long des bordures des feuilles inférieures (Figure 53). Le V est généralement orienté vers une veine de la feuille. Au fur et à mesure de la progression de la maladie, les veines de la feuille passent du brun foncé au noir, les feuilles flétrissent et une défoliation précoce commence à se produire (Figure 54). Une infection grave par cet agent pathogène cause le dépérissement, la pourriture ou la malformation des choux.

**Importance économique :** *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* cause des dégâts aux feuilles du chou de Bruxelles, du chou-fleur, du radis et d'autres cultures. Cette bactérie est un nuisible économiquement important pour la production du chou.

**Méthode de propagation :** *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* survit sur des débris de plantes laissés dans le sol et sur les mauvaises herbes crucifères. Ce pathogène se propage par l'intermédiaire de semences infectées, mauvaises herbes crucifères, débris végétaux contaminés, sol, outils agricoles, chaussures et éclaboussures d'eau, par exemple pendant l'irrigation. Il se propage généralement dans les semis saturés d'eau.

**Champignon *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici***

**Identification :** Le champignon *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* attaque principalement le système racinaire. Les formes infectieuses du champignon qui causent la maladie sont les spores (l'équivalent des semences chez les plantes à fleurs). Au contact des racines, les spores pénètrent et envahissent les tissus des racines. Les spores se transforment en mycélium (l'équivalent des branches chez les plantes à fleurs) dans les tissus et perturbent l'absorption d'eau et de minéraux par la plante. Les feuilles affectées jaunissent latéralement, flétrissent et meurent, mais restent attachées à la tige (Figure 55). Le tissu vasculaire des plantes contaminées est d'apparence rouge brun ; la décoloration se voit bien lorsque l'on fend la tige longitudinalement. Les plantules de tomate contaminées par le champignon rabougrissent et les feuilles les plus vieilles jaunissent.

**Importance économique :** *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* cause de dégâts aux racines de la tomate. Ce champignon est un nuisible économiquement important de la tomate.

**Méthode de propagation :** *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* se propage plus rapidement dans les sols chauds à faible taux d'humidité. Une fois introduit dans le sol, le champignon peut y survivre pendant plusieurs années, et se propager par l'intermédiaire du sol, d'outils agricoles, des chaussures, de semences contaminées, de plantules contaminées, ou par des éclabousses de pluie ou d'eau pendant l'irrigation.



Figure 55. Jaunissement et flétrissement de la feuille de tomate causés par le champignon *Fusarium oxysporum* (Photo : R. Sikirou/INRAB)



Figure 56. Plantes d'amarante présentant les symptômes de la « fonte des semis » due au champignon *Phytophthora* spp. (Photo : R. Sikirou/ INRAB)

### Champignon *Phytophthora* spp.

**Identification :** Les espèces de *Phytophthora* se trouvent principalement sur les racines, les tiges et le feuillage des plantes. Les spores de ce champignon germent et pénètrent les tissus des plantes, causant des taches aqueuses aux points d'entrée. Les spores se transforment en mycélium à l'intérieur de la plante, causant le dessèchement des racines (« maladie de la pourriture sèche ») et du feuillage. Les zones aqueuses prennent une couleur chocolat. Sur l'amarante, les feuilles et tiges contaminées présentent de grandes lésions nécrotiques irrégulières et brunes (tissus morts localisés) et les feuilles flétrissent. Le nom de « maladie de la fonte des semis » désigne ces symptômes sur le feuillage. Généralement, ces symptômes apparaissent sur une branche avant de se propager à toute la plante, causant un flétrissement rapide (Figure 56).

**Importance économique :** Les espèces de *Phytophthora* endommagent les racines et le feuillage de nombre de légumes, comme la grande morelle, l'amarante, le haricot, le piment, la pomme de terre et la tomate. Ce pathogène est un nuisible économiquement important pour l'amarante et la tomate. La pourriture sèche causée par les espèces de *Phytophthora* tue plus facilement les plantules que les plantes adultes. Le flétrissement rapide provoqué par le champignon se produit généralement durant les périodes chaudes et humides, comme la saison des pluies, où il peut causer jusqu'à 100 % de pertes des récoltes.

**Méthode de propagation :** Les conditions chaudes et humides favorisent un développement rapide des espèces de *Phytophthora*. Ce champignon survit pendant des années dans les sols humides, même en l'absence de plantes hôtes appropriées, et se propage par l'intermédiaire des tissus végétaux en décomposition. Les spores du champignon se dispersent également par l'eau de pluie, l'eau d'écoulement (par exemple au cours de l'irrigation) et le déplacement de parties de plantes, de terre et d'équipement contaminés.

### Champignon *Sclerotium rolfsii*

**Identification :** Le champignon *Sclerotium rolfsii* se rencontre dans le sol et sur les débris de plantes. Les plantes contaminées présentent un jaunissement et un flétrissement progressif des feuilles (Figure 57). Le pathogène se reconnaît principalement à la couche blanche de mycélium à la base des tiges contaminées (Figure 58) ou juste en dessous de la surface du sol (Figure 59) et sur les débris de feuilles. Cette couche blanche et épaisse de mycélium comporte plusieurs petits corps durs de forme sphérique, connus sous le nom de scléroses. Ces scléroses sont initialement de couleur blanche, mais deviennent plus tard brun foncé. Le champignon cause la fonte des semis, la pourriture des racines (Figure 60) et la pourriture des fruits. Les plantules contaminées développent des lésions brun foncé à la base des tiges. Sur des plantes ligneuses plus âgées (par exemple le piment), les lésions se développent autour de la base de la tige et tuent lentement la plante.

**Importance économique :** *Sclerotium rolfsii* endommage les racines de toutes sortes de légumes, dont la grande morelle, le haricot, le chou, la carotte, le gingembre, la laitue, le gombo, le piment, la tomate, *Venomium amygdalina* (« feuille amère ») et beaucoup d'autres cultures non maraîchères. Ce pathogène est un nuisible économiquement important de la tomate et du piment.

**Méthode de propagation :** *Sclerotium rolfsii* survit dans les sols humides et sur les débris de plantes hôtes qui ne sont pas entièrement décomposés. Le compost et le fumier provenant de débris de plantes hôtes contaminées sont des sources de dissémination du champignon. Le champignon se propage également par l'intermédiaire de semences contaminées, d'outils agricoles contaminés et par l'eau de pluie ou le vent.



Figure 57. Plantes de piment attaquées par le champignon *Sclerotium rolfsii* (Photo : B. James/IITA)



Figure 58. Base de la tige de piments présentant une couche blanche (mycélium) du champignon *Sclerotium rolfsii* (Photo : B. James/IITA)



Figure 59. Mycélium (couche blanche) du champignon *Sclerotium rolfsii* sur le piment (Photo : B. James/IITA)



Figure 60. Racines et tiges basales de piment détruites par le champignon *Sclerotium rolfsii* (Photo : B. James/IITA)

## Nuisibles des feuilles et des tiges

### Insectes

#### Pyrale de la betterave *Spoladea recurvalis*



Figure 61. Papillon de la pyrale de la betterave, *Spoladea recurvalis* (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 62. Feuilles d'amarante endommagées par la chenille de la pyrale de la betterave, *Spoladea recurvalis* (Photo : G. Goergen/IITA)

**Identification :** Les papillons de la pyrale de la betterave, *Spoladea recurvalis* (également connue sous le nom de *Hymenia recurvalis*), sont de couleur brun foncé, avec deux raies blanches sur leurs ailes postérieures (Figure 61). Les jeunes chenilles sont de couleur verte, avec un épiderme (peau) transparent, deux bandes blanches le long du corps et une bande foncée entre les bandes blanches. Les chenilles adultes deviennent rougeâtres avant de tomber par terre pour se transformer en pupes à l'intérieur de cocons, juste en dessous de la surface du sol. Les chenilles enroulent les feuilles d'amarante pour en faire des abris de feuilles caractéristiques, et réduisent le feuillage à l'état de squelette, ne laissant intactes que les principales nervures des feuilles (Figure 62). Les abris de feuilles sont un signe de la présence de *S. recurvalis*.

**Biologie :** Les femelles de la pyrale de la betterave, *S. recurvalis*, pondent des œufs minuscules, individuellement ou en lots, sur le dessous des feuilles. Chaque femelle pond jusqu'à 200 œufs durant sa vie, qui dure de 12 à 15 jours ; au bout d'une semaine, les œufs éclosent pour donner des larves (connues sous le nom de chenilles). Le stade larvaire dure trois à quatre semaines, et cet insecte produit plusieurs générations en une année. Parmi les ennemis naturels de *S. recurvalis*, on compte le parasitoïde *Trichogramma* spp. (qui tue les œufs) et *Apanteles*, *Campoletis*, *Cardiochiles*, *Chelonus*, *Phanerotoma* et *Prosopodopsis*, qui tuent les chenilles. Ces ennemis naturels ne sont pas spécifiques au nuisible.

**Importance économique :** La pyrale de la betterave, *S. recurvalis*, endommage les feuilles d'un certain nombre de légumes, par exemple l'amarante, l'aubergine, le haricot, la betterave, les cucurbitacées (par exemple melon, pastèque) et d'autres cultures non maraîchères. Cet insecte est un nuisible économiquement important de l'amarante. Les chenilles se nourrissent voracement et causent une défoliation grave. En peu de temps, les chenilles détruisent tout le feuillage de l'amarante, réduisant les feuilles à l'état de squelette (Figure 62). Les jeunes plantes sont particulièrement sujettes à ce genre de dégâts. L'Annexe 9 montre la répartition des niveaux de gravité des dégâts de *S. recurvalis* sur l'amarante au Bénin.

**Méthode de propagation :** Les papillons *S. recurvalis* volent bien ; les chenilles rampent d'une plante à l'autre.

### Foreur de feuilles *Phycita melongenae*

**Identification :** Les papillons du foreur de feuilles *Phycita melongenae* sont petits et de couleur brune, avec de petits points noirs pâles sur les ailes. Les chenilles du papillon sont de couleur verdâtre avec des rayures blanches le long du corps. Les abris de feuilles caractéristiques (Figure 63) que fabriquent les chenilles de cet insecte indiquent la présence du nuisible.

**Biologie :** Les femelles de *P. melongenae* pondent des œufs individuellement ou en lots sur les feuilles des plantes. Les œufs éclosent pour donner des chenilles qui vivent et se nourrissent dans les abris de feuilles. Le stade de la chenille dure environ deux mois, puis les chenilles se transforment en pupes puis en papillons. On ne connaît pas d'ennemis naturels spécifiques à *P. melongenae* au Bénin.

**Importance économique :** Le foreur de feuilles *Phycita melongenae* endommage les feuilles de la grande morelle, de l'aubergine et du gombo. Cet insecte est un nuisible économiquement important de la grande morelle et de l'aubergine. Les chenilles causent des pertes graves de feuilles en enroulant ces dernières pour en faire des abris de feuilles, ce qui cause la défoliation de la plante. Les dégâts les plus graves se constatent sur les feuilles situées à l'apex des plantes.

**Méthode de propagation :** Les papillons de *P. melongenae* volent et les chenilles rampent d'une plante à l'autre.



Figure 63. Abris de feuilles caractéristiques de la chenille de feuilles *Phycita melongenae* (Photo : B. James/IITA)



Figure 64. Adulte du foreur de feuilles *Selepa docilis* (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 65. Chenille de *Selepa docilis* sur la grande morelle (Photo : B. James/IITA)



Figure 66. Feuilles de grande morelle réduites à l'état de squelettes par les chenilles de *Selepa docilis* (Photo : B. James/IITA)

### Foreur de feuilles *Selepa docilis*

**Identification :** Les papillons de *Selepa docilis* sont de couleur brune (Figure 64). Les chenilles sont couvertes de longs poils gris et sont de couleur vert pâle avec des rayures jaunâtres sur le dos et une petite tache noire sur chaque côté. On reconnaît généralement la présence du nuisible à de petits groupes de jeunes chenilles qui s'agglomèrent sur la plante près de l'endroit où elles ont éclos (Figure 65).

**Biologie :** Les papillons femelles pondent un seul œuf à la fois, très souvent sur le bord des feuilles. Les œufs éclosent après quatre à neuf jours. Les chenilles se transforment ensuite en pupes dans des cocons de forme conique situés sur les feuilles. Les papillons adultes s'accouplent peu de temps après avoir émergé. *Selepa docilis* peut produire de nombreuses générations au cours d'une année. On n'a pas encore signalé la présence au Bénin d'ennemis naturels qui se nourrissent spécifiquement de *S. docilis*. Certaines guêpes de grande taille (par exemple *Polistes marginalis*, *Polybioides tabidus*, *Ropalidia cincta*), des insectes et des oiseaux prédateurs se nourrissent de ces chenilles. Cependant, ces ennemis naturels se nourrissent également de nombreux autres insectes et ne sont donc pas spécifiques à *S. docilis*.

**Importance économique :** *Selepa docilis* est un nuisible économiquement important de la grande morelle et de l'aubergine. Les chenilles se nourrissent voracement des feuilles et défolient la plante en réduisant les feuilles à l'état de squelettes, n'en laissant que les nervures principales (Figure 66). Ces dégâts causent de graves pertes de feuilles. L'Annexe 9 montre la répartition des niveaux de gravité des dégâts provoqués par *S. docilis* sur la grande morelle au Bénin.

**Méthode de propagation :** Les papillons de *S. docilis* sont des insectes volants actifs et les chenilles rampent d'une plante à l'autre.

### Foreur de feuilles *Psara basal*

**Identification :** Les papillons de *Psara basal* sont petits, de couleur jaunâtre et ont de fines taches noires sur les ailes. Les chenilles de *P. basal* sont de couleur blanc verdâtre avec des raies vertes le long du corps. Les jeunes chenilles (Figure 67) plient les feuilles d'amarante pour former des abris (Figure 68), dans lesquels elles vivent. La présence d'abris de feuilles indique la présence de *P. basal*.

**Biologie :** Les papillons femelles pondent des œufs sur les feuilles et après environ une semaine, les œufs éclosent pour donner des chenilles. Le stade de la chenille dure trois à quatre semaines. Sur l'amarante, les chenilles migrent ensuite vers l'inflorescence où elles se transforment en pupes dans des cocons. *Psara basal* produit de nombreuses générations en une année. On n'a pas encore signalé en Afrique de l'Ouest d'ennemis naturels spécifiques à *P. basal*. Le parasitoïde *Hypomicrogaster botydis* attaque et tue les chenilles de plusieurs insectes, y compris celles de *P. basal*.

**Importance économique :** *Psara basal* endommage les feuilles d'amarante, de betterave, des cucurbitacées et de radis. Au Bénin, cet insecte est un nuisible économiquement plus important pour l'amarante que pour tout autre légume. Les chenilles restent à l'intérieur des abris de feuilles, se nourrissent des feuilles et remplissent ces abris de leurs excréments. En peu de temps, les chenilles réduisent les feuilles à l'état de squelettes (Figure 69). Généralement, ce sont les jeunes plantes qui sont sujettes à ce genre de dégâts. L'Annexe 9 montre la répartition de niveaux de gravité des dégâts causés par *P. basal* sur l'amarante au Bénin.

**Méthode de propagation :** Les papillons de *P. basal* volent de manière active ; les chenilles sont capables de ramper d'une plante à l'autre.



Figure 67. Chenille de *Psara basal* sur l'amarante (Photo : B. James/IITA)



Figure 68. Feuilles d'amarante pliées et endommagées par les chenilles de *Psara basal* (Photo : B. James/IITA)

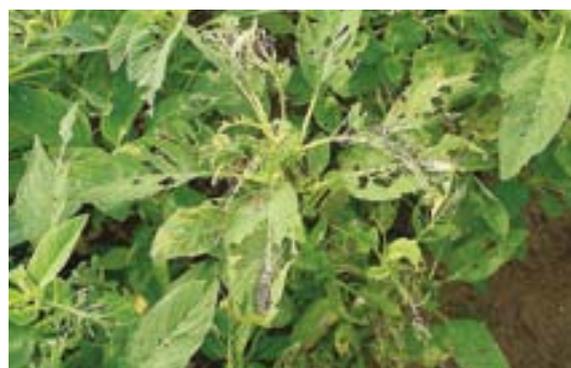


Figure 69. Plante d'amarante endommagée par les chenilles de *Psara basal* (Photo : B. James/IITA)



Figure 70. Adulte de la teigne du chou, *Plutella xylostella* (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 71. Symptômes de l'épiderme parcheminé causé par la teigne du chou, *Plutella xylostella*, sur le chou (Photo : B. James/IITA)

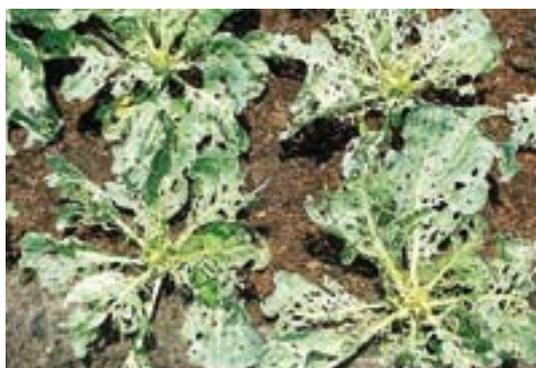


Figure 72. Choux détruits par les chenilles de la teigne du chou, *Plutella xylostella* (Photo : B. James/IITA)

### Teigne de chou, *Plutella xylostella*

**Identification :** Les papillons de la teigne du chou, *Plutella xylostella*, sont petits, minces, d'une longueur d'environ 6 mm, et de couleur brune (Figure 70). Il y a trois marques triangulaires sur le bord de chacune des ailes qui recouvrent leur corps. Ces ailes ont une frange de poils. Les œufs sont de forme ovale et de couleur jaunâtre. Les chenilles de la teigne du chou sont de couleur verte (Figure 36), parfois teintées de jaune pâle, et leur corps comporte des segments distinctifs. Les pupes vivent dans des cocons soyeux transparents qui sont environ quatre fois plus longs que larges. Les larves et les pupes de la teigne du chou se trouvent souvent sur la face inférieure des feuilles ; on les trouve également entre les jeunes feuilles du chou. La présence de la teigne du chou dans les champs de légumes se repère facilement au « fenêtrage » typiques sur les feuilles (voir ci-dessous sous Importance économique) ou à la défoliation causée par les chenilles (Figure 71).

**Biologie :** La femelle de la teigne du chou vit un peu plus de deux semaines. Chaque femelle peut pondre entre 50 et 150 œufs pendant sa vie. Les œufs sont pondus soit individuellement soit en groupes de deux à trois œufs, souvent le long de la nervure centrale des feuilles. Deux à trois jours après leur ponte, les œufs éclosent pour donner des chenilles ; les chenilles muent quatre fois et se transforment en pupes. Ce nuisible produit jusqu'à dix générations par année. Les parasitoïdes, par exemple *Cotesia plutellae*, sont des ennemis naturels communs des chenilles de la teigne du chou, qui peuvent également être victimes d'agents entomopathogènes.

**Importance économique :** La teigne du chou est un nuisible économiquement important des cultures de brassicacées. Sur le chou, les chenilles de la teigne du chou mangent voracement la chlorophylle du dessous des feuilles, du bourgeon terminal et des têtes de chou. Ces dégâts laissent intacte un épiderme parcheminé sur la surface supérieure des feuilles et des fenêtres translucides dans le limbe des feuilles : ces symptômes s'appellent « fenêtrage ». Les « fenêtrages » se cassent ensuite et prennent l'apparence de trous irréguliers dans les feuilles, entraînant une perte totale de la récolte (Figure 72). L'Annexe 9 montre la répartition des niveaux de gravité des dégâts de la teigne du chou au Bénin.

**Méthode de propagation :** Les papillons de la teigne du chou ne volent pas bien et sont incapables de voler sur de longues distances. Cependant, ils sont souvent transportés sur de longues distances par le vent et par l'homme lorsqu'il déplace des parties de plantes infestées.

### Foreur du chou, *Hellula undalis*

**Identification :** Les papillons de *Hellula undalis* sont de couleur brune et de forme triangulaire lorsqu'ils sont au repos. Les ailes postérieures présentent des lignes brun clair en zigzag. Les œufs sont de couleur crème ; les chenilles sont de couleur crème avec des têtes brun foncé ou noires et des rayures pâles brun rosâtre tout le long du corps. Au stade de pupes, les cocons se trouvent sur la plante ou dans le sol. La présence de *H. undalis* dans les champs de légumes se détecte souvent par l'apparition de têtes de chou multiples sur une plante (Figure 73), et par les grandes quantités de déjections produites par les chenilles entre les surfaces des feuilles. La présence de déjections est souvent le premier signe visible d'infestation.

**Biologie :** Les femelles de *H. undalis* pondent plus de 100 œufs, soit individuellement soit en petits lots de quatre ou six œufs. Le papillon pond généralement ses œufs à la base de jeunes feuilles, souvent près du bourgeon terminal. Les œufs éclosent deux à cinq jours après la ponte et donnent des chenilles. Le stade de la chenille dure environ une semaine avant la transformation en pupes sur la plante ou dans le sol. Les chenilles tissent une toile protectrice dont elles s'entourent, entre les surfaces des feuilles. *Hellula undalis* peut produire jusqu'à 12 générations par année. De nombreuses espèces différentes de parasitoïdes tuent ces chenilles, par exemple, *Apanteles*, *Agathis*, *Bracon*, *Casiniaria*, *Diadegma*, *Microchelonus*, *Pristomerus*, *Trathala* et *Venturia*. On ne connaît cependant pas d'ennemis naturels spécifiques à *H. undalis* au Bénin.

**Importance économique :** *Hellula undalis* endommage les feuilles du brocoli, du chou, des radis et parfois de l'aubergine. Ce nuisible est économiquement important dans la production de choux. Les chenilles nouvellement écloses se nourrissent des jeunes feuilles tendres qui entourent le bourgeon terminal du chou et creusent dans les nervures principales des feuilles. Les chenilles pénètrent ensuite dans le bourgeon terminal de la plante, s'en nourrissent et le détruisent. Cela empêche la formation des têtes de chou. Les plantes vieilles réagissent en produisant de nombreux points de croissance et la plante répond (ou compense) en formant plusieurs petites têtes (Figure 73). Ces petites têtes sont impropres à la consommation ou à la vente, ce qui entraîne des pertes alimentaires et économiques graves. Si des plantules ou des jeunes plantes de chou sont attaquées par *H. undalis*, elles se flétrissent et meurent rapidement, provoquant de graves pertes dans les pépinières et les champs de choux nouvellement repiqués.

**Méthode de dispersion :** Les papillons de *H. undalis* volent activement sur de longues distances. Le nuisible peut également être dispersé par l'homme, lorsqu'il déplace des parties infestées de la plante.



Figure 73. Multiples têtes de chou causées par le foreur du chou, *Hellula undalis* (Photo : B. James/IITA)



Figure 74. Adulte aptère du faux puceron du chou, *Lipaphis erysimi* (Photo : A. Staverløkk/Bioforsk)



Figure 75. Adultes ailés du faux puceron du chou, *Lipaphis erysimi* (Photo : A. Staverløkk/Bioforsk)



Figure 76. Colonies de faux pucerons du chou, *Lipaphis erysimi* (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 77. Parcelles de choux endommagés par le faux puceron du chou, *Lipaphis erysimi* (Photo : B. James/IITA)

### Faux puceron de chou, *Lipaphis erysimi*

**Identification :** *Lipaphis erysimi* est un puceron de couleur vert grisâtre à vert noirâtre. Les adultes peuvent être aptères (Figure 74) ou ailés (Figure 75). Les adultes et nymphes de ce puceron vivent en colonies, la plupart du temps sur la face inférieure des feuilles et sur de jeunes pousses de chou (Figure 76).

**Biologie :** *Lipaphis erysimi* se reproduit sans accouplement (par parthénogenèse). Les femelles ne pondent pas d'œufs mais donnent naissance à des nymphes vivantes (c'est la reproduction vivipare). Chaque femelle peut produire jusqu'à 160 nymphes pendant sa vie. Les nymphes muent quatre fois avant de devenir adultes. Dès que la dernière nymphe devient adulte, elle commence à se reproduire, alors que sa « mère » est toujours dans la colonie et continue de s'y reproduire. Par conséquent, les générations de pucerons se chevauchent dans les colonies d'insectes. Le cycle de vie du faux puceron du chou dure de trois semaines à un mois, et ce puceron peut produire six générations qui se chevauchent avant la récolte du chou. Les ennemis naturels de ce puceron comprennent des prédateurs, comme la coccinelle prédatrice (Figures 22 et 23), les larves de syrphes (Figure 25), les larves des chrysopes et des parasitoïdes (Figures 20 et 21).

**Importance économique :** *Lipaphis erysimi* endommage les feuilles de l'aubergine, du chou, du radis et du navet. Cet insecte est un nuisible économiquement important du chou et du navet. Sur le chou, les symptômes sont l'enroulement des jeunes feuilles, des plaques jaunâtres (chlorose) sur les feuilles (Figure 77), le raccourcissement des entre-nœuds, la déformation et le rabougrissement des plantes. *Lipaphis erysimi* est également un vecteur de virus qui causent des maladies des plantes.

**Méthode de dispersion :** Le faux puceron du chou, *L. erysimi*, se disperse par le vol actif des adultes ailés, par le vent et lorsque l'homme déplace des parties de plantes infestées. La mauvaise herbe *Chromolaena odorata* est une plante hôte sauvage de *L. erysimi* et une source d'infestation par le puceron.

### Mouche mineuse de feuilles *Liriomyza* spp.

**Identification :** Les adultes de la mouche mineuse de feuilles *Liriomyza* spp. sont minuscules (environ 2 mm de long) et de couleur noire et jaune (Figure 78). La présence de la mouche mineuse de feuilles *Liriomyza* dans les champs de légumes se détecte au blanchiment des surfaces des feuilles, dû aux mines creusées dans la feuille par les larves de cette mouche lorsqu'elles s'alimentent (Figures 79 et 80).

**Biologie :** Les femelles la mouche mineuse de feuilles *Liriomyza* pondent leurs œufs sur des feuilles. Les œufs éclosent pour donner des larves ou vers. Les larves vivent dans des tunnels sous l'épiderme des feuilles. A maturité, les larves creusent un trou dans la feuille et tombent par terre pour se transformer en pupes dans le sol. Certains parasitoïdes, par exemple *Encarsia* spp., tuent les larves de *Liriomyza* spp.

**Importance économique :** Les espèces de *Liriomyza* endommagent les feuilles de toutes sortes de légumes, par exemple la grande morelle, l'amarante, le chou, le concombre, la laitue, la tomate et beaucoup d'autres cultures non maraîchères. Cet insecte est un nuisible économiquement important pour beaucoup de légumes, mais d'importance mineure au Bénin. Les larves de la mouche mineuse de feuilles *Liriomyza* se nourrissent de la chlorophylle des feuilles en creusant des tunnels à travers le tissu des feuilles, juste en dessous de l'épiderme. A mesure qu'elles se déplacent et s'alimentent dans différentes directions, les dégâts apparaissent sous la forme de tunnels blanchâtres à la surface des feuilles (Figures 79 et 80). Ces tunnels blanchâtres sont particulièrement saillants sur les feuilles de concombre, de citrouille, de pastèque et d'autres cucurbitacées. Les infestations graves de la mouche mineuse de feuilles peuvent tuer les plantules et favoriser le développement de maladies fongiques dans les feuilles.

**Méthode de dispersion :** L'adulte de la mouche mineuse de feuilles *Liriomyza* se disperse en volant.



Figure 78. L'adulte de la mouche mineuse de feuilles *Liriomyza* sp. (Photo : B. James/IITA)



Figure 79. Tunnels creusés par la mouche mineuse de feuilles *Liriomyza* sp. sur une feuille de laitue (Photo : B. James/IITA)



Figure 80. Tunnels creusés par la mouche mineuse de feuilles *Liriomyza* sp. sur une feuille de citrouille (Photo : B. James/IITA)



Figure 81. Adultes de la mouche blanche *Bemisia tabaci* au microscope (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 82. Nymphes de la mouche blanche *Bemisia tabaci* au microscope (Photo : G. Goergen/IITA)

### Mouche blanche *Bemisia tabaci*

**Identification :** On trouve les adultes, nymphes et pupes de la mouche blanche *Bemisia tabaci* sur le dessous des jeunes feuilles. Les adultes sont petits (environ 1 mm de long). Les mâles sont légèrement plus petits que les femelles. Les ailes de cette mouche blanche sont d'un blanc éclatant (Figure 81), comme celles de la mouche blanche *Aleurodicus dispersus*. Cependant, les adultes de *Bemisia tabaci* sont beaucoup plus petits que ceux d'*Aleurodicus dispersus*, ne sont pas recouverts de grandes quantités d'une matière blanche cireuse et ne pondent pas leurs œufs en spirales distinctives. Les nymphes plus âgées de *B. tabaci* sont sessiles et apparaissent à l'œil nu comme de petites taches ovales jaune pâle (Figure 82).

**Biologie :** La femelle de *B. tabaci* peut pondre jusqu'à 160 œufs sur le dessous de feuilles durant son cycle de vie, qui est de deux mois au maximum. Les œufs éclosent pour donner des nymphes (larves) au bout d'une semaine. Les nymphes nouvellement écloses (chenilles) sont le seul stade mobile de la nymphe de l'insecte. Les chenilles rampent vers des endroits où elles peuvent se nourrir, sur le dessous des feuilles, et s'y installent ; elles sont sessiles pour les stades nymphaux restants. La mouche blanche *B. tabaci* peut produire entre 11 et 15 générations en une année. De nombreuses espèces de parasitoïdes, par exemple *Encarsia* et *Eretmocerus*, tuent les nymphes de *B. tabaci*. Les coccinelles sont des prédateurs des nymphes de la mouche blanche.

**Importance économique :** *Bemisia tabaci* endommage les feuilles de toutes sortes de légumes, par exemple la grande morelle, l'aubergine, le haricot, le concombre, la laitue, le gombo, le piment et la tomate, ainsi qu'un certain nombre d'autres cultures non maraîchères. Cette mouche blanche est un nuisible économiquement important de beaucoup de cultures maraîchères. Les adultes et nymphes de l'insecte sucent la sève des feuilles, mais cela ne cause pas beaucoup de dégâts physiques aux plantes. Les principaux dégâts sont provoqués par des virus, par exemple le virus TYLCV : les plantes de tomate contaminées par ce virus ont des branches verticales avec de petites feuilles chlorotiques, qui sont rabougries et s'enroulent vers le haut (enroulement des feuilles). Sur les plantes de tomate gravement touchées, les fleurs avortent et les fruits ne se forment pas. Les mouches blanches sécrètent également le miellat qui favorise le développement d'une moisissure (champignon) noire et poudreuse sur les feuilles et les tiges de la plante. Cette moisissure, ou fumagine, peut perturber la capacité de la plante à absorber la lumière, nécessaire pour la photosynthèse.

**Méthode de dispersion :** Les adultes de cette mouche blanche ne volent pas bien. Cependant, une fois dans l'air, ils peuvent être transportés sur de longues distances par le vent. En outre, tous les stades de développement de ce nuisible peuvent être transportés d'un endroit à l'autre sur les feuilles et le feuillage de plantes hôtes.

### Punaise *Helopeltis schoutedeni*

**Identification :** La punaise *Helopeltis schoutedeni* est petite (environ 9 mm de long), avec des yeux proéminents et un corps de couleur rouge ou orange (Figure 83). Ses antennes sont de couleur noire et sont plus longues que son corps. Les femelles ont des ovipositeurs en forme de couteau qu'elles utilisent pour insérer leurs œufs dans les tiges ou dans les feuilles des plantes. Les nymphes sont très allongées, ont des pattes et des antennes longues et sont initialement de couleur jaune blanchâtre, avec des points et des bandes rouges sur le corps.



Figure 83. Adulte de la punaise *Helopeltis schoutedeni* (Photo : G. Goergen/IITA)

**Biologie :** Les œufs de *H. schoutedeni* éclosent pour donner des nymphes. Chaque nymphe mue plusieurs fois avant de devenir adulte. Cet insecte peut produire plusieurs générations en une année. Les fourmis rouges (*Oecophylla smaragdina*) se nourrissent de *H. schoutedeni* ; certains parasitoïdes attaquent également ce nuisible.

**Importance économique :** *Helopeltis schoutedeni* se nourrit des feuilles, fleurs et fruits d'un certain nombre de légumes, dont la grande morelle et le haricot, ainsi que de cultures non maraîchères. Les nymphes et les adultes de *H. schoutedeni* sont les stades dangereux du nuisible. Ils se nourrissent en perçant et en suçant la sève des feuilles, des fleurs et des fruits des plantes. En se nourrissant, ils libèrent des toxines dans la plante et y causent des points morts (nécrotiques) aux endroits où ils ont percé la plante pour en sucer la sève. Les feuilles endommagées par la punaise tombent prématurément. Les jeunes plantes qui sont attaquées se rabougrissent. L'insecte est un nuisible mineur des légumes, souvent d'importance localisée.

**Méthode de dispersion :** Les adultes de *H. schoutedeni* volent bien et se propagent en volant.



Figure 84. Punaise verte, *Nezara viridula*  
(Photo : G. Goergen/IITA)

#### Punaise verte, *Nezara viridula*

**Identification :** Les adultes de *Nezara viridula* sont grands, plats et entièrement verts (Figure 84). La punaise à bouclier, *Acrosternum acutum*, ressemble à *N. viridula* de par la taille, la forme, la couleur, le comportement, les plantes hôtes et les dégâts qu'elle cause aux cultures, mais les adultes de *A. acutum* ont des épines pointues sur la région du cou (pronotum) tandis que le pronotum de *N. viridula* est arrondi.

**Biologie :** La femelle de la punaise verte pond environ 300 œufs regroupés sur le dessous des feuilles. Les œufs éclosent pour donner des nymphes. Les jeunes nymphes se regroupent ; les nymphes plus âgées se dispersent vers d'autres régions de la plante et des parcelles maraîchères. Les nymphes muent cinq fois pendant environ un mois avant de devenir adultes.

**Importance économique :** *Nezara viridula* cause des dégâts aux jeunes pousses d'un certain nombre de légumes, comme la grande morelle, l'amarante, le chou, le gombo, les petits pois et la tomate. Les larves et les adultes de cet insecte percent et sucent la sève des jeunes pousses, causant le flétrissement de parties de la plante. Cet insecte est un nuisible mineur des légumes, souvent d'importance localisée.

**Méthode de dispersion :** *Nezara viridula* se disperse en volant et en rampant d'une plante à l'autre.

### Coléoptère *Gasteroclisus rhomboidalis*

**Identification :** Les adultes du coléoptère *Gasteroclisus rhomboidalis* sont de couleur jaunâtre ou blanchâtre, avec une tache noire sur le dos. Ce coléoptère est de forme allongée et recouvert de poils denses et fins. Ses antennes sont courbées comme un coude. La partie supérieure du corps comporte deux lignes brunes en forme de V sur sa partie antérieure et une tache noire légèrement plus grande sur sa partie postérieure. *G. rhomboidalis* endommage les tiges de l'amarante. Les bases des tiges touchées se gonflent et on trouve les larves à l'intérieur des parties gonflées (Figure 85).

**Biologie :** Les femelles adultes de ce coléoptère creusent un trou dans la tige et y pondent leurs œufs. Les œufs éclosent pour donner des larves.

**Importance économique :** *Gasteroclisus rhomboidalis* se nourrit d'amarantes, mais c'est un nuisible mineur de cette culture, généralement d'importance localisée. Les larves du coléoptère percent des tunnels dans les tiges et se nourrissent de ces tiges, souvent sur les bases des tiges, au sol. Les attaques graves de ce coléoptère tuent les plantes d'amarante, particulièrement les plantules.

**Méthode de dispersion :** Le repiquage de plantules d'amarante infestées d'œufs ou de larves du coléoptère est la principale méthode de propagation du nuisible.



Figure 85. Bases de tiges d'amarante gonflées et perforées par la larve du coléoptère *Gasteroclisus rhomboidalis* (Photo : B. James/IITA)



Figure 86. Coccinelle  
*Epilachna elaterii*  
(Photo : G. Goergen/IITA)

### Coccinelle *Epilachna elaterii*

**Identification :** Les adultes de la coccinelle *Epilachna elaterii* sont petits, de forme ovale et de couleur rouge orangé (Figure 86). Ils ont 12 taches noires disposées en deux rangées longitudinales sur chacune des ailes dures qui leur recouvrent le corps. Chacune de ces taches noires est entourée d'une zone claire. Les larves sont de forme ovale, avec plusieurs épines noires à branches disposées en six rangées le long de leur corps. Les pupes sont jaunes et restent attachées à la surface de la feuille grâce à ces épines.

**Biologie :** Les femelles de la coccinelle *E. elaterii* pondent jusqu'à 200 œufs en l'espace d'environ un mois. Les œufs sont pondus en groupes de 5 à 40 sur le dessous des feuilles. Une semaine après la ponte, les œufs éclosent pour donner des larves. Les jeunes larves restent d'abord regroupées à l'endroit où elles ont éclos, mais gagnent ensuite d'autres parties de la plante.

**Importance économique :** Les coccinelles sont surtout connues en tant que prédateurs d'autres insectes. Cependant, *E. elaterii* et certaines autres espèces de coccinelles se nourrissent de plantes. *E. elaterii* endommage les feuilles d'un certain nombre de cultures, dont la grande morelle, l'amarante, le concombre, le melon, la laitue et la citrouille. Cet insecte est un nuisible mineur des cultures, souvent d'importance localisée (par exemple sur le concombre, le melon, la citrouille). Les larves et les adultes d'*E. elaterii* se nourrissent de la chlorophylle grattée sur la surface inférieure des feuilles. Les feuilles endommagées se transforment en membranes pâles ou brunes translucides, où seules les nervures restent intactes ; elles deviennent grisâtres et sèches.

**Méthode de dispersion :** *Epilachna elaterii* se disperse en volant.

**Charançon *Hypolixus nubilosis***

**Identification :** Les adultes de ce charançon sont de couleur brun foncé, avec des taches blanches et brun clair (Figure 87). Les larves sont de couleur blanche.

**Biologie :** Les femelles adultes pondent leurs œufs dans des cavités sur les tiges et les pétioles des feuilles. La femelle pond en moyenne plus de 400 œufs durant sa vie, qui dure environ trois mois et demi. Les œufs éclosent pour donner des larves.

**Importance économique :** *Hypolixus nubilosis* se nourrit de feuilles et de tiges d'amarante, de chou, de concombre et de laitue. Cet insecte est un nuisible mineur de ces cultures, généralement d'importance localisée. Les larves de ce charançon creusent dans les tiges principales des plantes dont elles se nourrissent. Elles se transforment en nymphes à l'intérieur des tiges principales ou des racines.

**Méthode de dispersion :** Les adultes de ce charançon volent sur de petites distances.



Figure 87. Charançon *Hypolixus nubilosis*  
(Photo : G. Goergen/IITA)

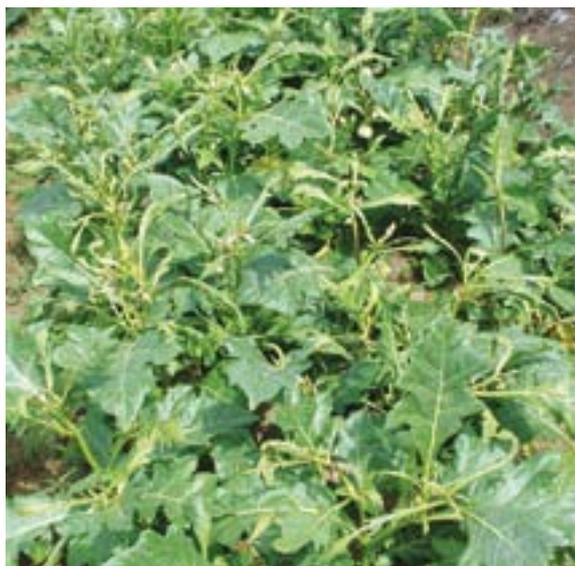


Figure 88. Effilement des feuilles causé par l'acarien *Polyphagotarsonemus latus* sur la grande morelle (Photo : B. James/IITA)

## Acariens

### Acarien *Polyphagotarsonemus latus*

**Identification :** L'acarien *Polyphagotarsonemus latus* vit sur le dessous des feuilles. Il est minuscule, de forme trapue et de couleur blanc jaunâtre. A cause de leur taille minuscule, ces acariens apparaissent à l'œil nu comme de petites taches et se voient mieux à la loupe ou au microscope. La présence d'acariens est le signe évident des dégâts qu'ils causent aux cultures (Figure 88).

**Biologie :** La population de l'acarien consiste en œufs, nymphes et adultes. La femelle pond ses œufs individuellement, généralement dans de petites dépressions sur le dessous des feuilles, des tiges tendres, des fleurs et des fruits. Ce nuisible est abondant quand le temps est chaud et sec. La durée du cycle de vie de cet acarien est d'un peu plus d'une semaine. Les acariens prédateurs (phytoséiides) sont les ennemis naturels communs de cet acarien. Les phytoséiides sont minuscules et ressemblent aux acariens nuisibles, mais leur corps est plus brillant et ils se déplacent plus rapidement que les acariens nuisibles.

**Importance économique :** *Polyphagotarsonemus latus* endommage les feuilles de toutes sortes de cultures maraîchères, dont la grande morelle, l'aubergine, le haricot, le concombre, le piment, la tomate, ainsi que beaucoup d'autres cultures non maraîchères. Cet acarien est connu en tant que nuisible d'importance économique de la grande morelle. Il suce la sève des feuilles. Sur la grande morelle, il provoque des taches pâles minuscules sur les feuilles. Les symptômes apparaissent d'abord sur les jeunes feuilles et les bourgeons terminaux. En cas d'infestations graves, les feuilles se rétrécissent, s'effilent et jaunissent (Figure 88). Ces acariens réduisent rapidement la surface de la feuille, causant de pertes alimentaires et économiques graves.

**Méthode de dispersion :** Etant minuscules et légers, ces acariens peuvent facilement être portés par le vent d'une plante à l'autre.

### Acarien rouge *Tetranychus* spp.

**Identification :** La population des espèces de *Tetranychus* consiste en œufs, nymphes et adultes, que l'on trouve tous sur le dessous des feuilles. Comme tous les acariens, ceux-ci sont aptères (Figure 89). Ils vivent sur le dessous des feuilles et apparaissent à l'œil nu comme de minuscules taches rouges. Les jeunes nymphes sont vert clair, mais les nymphes plus âgées sont rougeâtres, comme les adultes. La présence d'acariens rouges est évidente à cause des symptômes de dégâts sur les cultures (Figure 90).

**Biologie :** La femelle de cet acarien rouge pond jusqu'à 100 œufs pendant sa vie. Les acariens rouges *Tetranychus* se multiplient rapidement et sont surtout abondants quand le temps est chaud et humide, spécialement lorsque les plantes n'ont pas reçu assez de pluie ou d'eau d'irrigation. Le cycle de vie de cet acarien rouge dure un peu plus d'une semaine et il peut produire plusieurs générations au cours d'une année. Les espèces de *Tetranychus* produisent des toiles de soie fine, qui les protègent de certains prédateurs et des gouttes de pulvérisation de produits phytosanitaires. Les ennemis naturels communs de l'acarien rouge sont des phytoséiides (acariens prédateurs).

**Importance économique :** L'acarien rouge *Tetranychus* spp. endommage les feuilles de toutes sortes de cultures maraîchères, dont la grande morelle, l'amarante, l'aubergine, le haricot, le concombre, le piment, la tomate, ainsi que de nombreuses cultures non maraîchères. C'est un nuisible économiquement important de nombreuses cultures maraîchères. Les nymphes et les adultes de l'acarien rouge *Tetranychus* sucent la sève des feuilles, ce qui produit de minuscules taches pâles sur les feuilles. En cas d'attaque grave, les feuilles prennent une couleur brun rougeâtre (Figure 90) et une apparence friable, comme si elles avaient été légèrement brûlées par le soleil ; les feuilles gravement endommagées tombent prématurément. Une irrigation insuffisante ou inappropriée aggrave les infestations des cultures par ces acariens rouges : dans ces conditions, le nuisible tue rapidement les plantes maraîchères.

**Méthode de dispersion :** Les acariens rouges *Tetranychus* sont facilement transportés par le vent d'une plante à l'autre et d'un champ à l'autre. De cette manière, ces acariens se répandent rapidement dans les parcelles de culture maraîchère. Le transport de feuilles infestées représente une autre voie importante de dispersion des infestations.



Figure 89. L'acarien rouge *Tetranychus* spp. sur une feuille d'amarante (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 90. Symptômes des dégâts de l'acarien rouge *Tetranychus* spp. sur une feuille d'amarante (Photo : B. James/IITA)



Figure 91. Têtes de chou endommagées par le champignon *Sclerotinia sclerotiorum* (Photo : B. James/IITA)

## Pathogènes

### Champignon *Sclerotinia sclerotiorum*

**Identification :** Le champignon *Sclerotinia sclerotiorum* se trouve et se multiplie sur les tiges et les feuilles des cultures et des mauvaises herbes. Dans les cultures maraîchères, on reconnaît ce champignon par les dégâts qu'il cause (Figure 91). Il provoque des taches aqueuses circulaires sur le feuillage ; les parties atteintes se couvrent ensuite d'un duvet fongique blanc. A mesure que la maladie progresse, le tissu endommagé devient mou et aqueux. Le champignon produit de grandes formes noires, semblables à des semences, appelées sclérotés, sur les tissus malades.

**Importance économique :** *Sclerotinia sclerotiorum* endommage les feuilles, les tiges et les fruits de toutes sortes de cultures maraîchères, dont l'aubergine, le chou, le chou-fleur, le haricot, la laitue, le gombo, le piment, la tomate, ainsi que de nombreuses autres cultures non maraîchères. Ce pathogène est un nuisible mineur des cultures, généralement d'importance localisée. Sur le chou, le champignon envahit et détruit entièrement la tête de chou, causant la pourriture de la tête (Figure 91).

**Méthode de dispersion :** Un temps chaud et humide favorise le développement et la dispersion de *S. sclerotiorum*

### Champignon *Colletotrichum capsici*

**Identification :** Le champignon *Colletotrichum capsici* se trouve sur les feuilles, les tiges et les fruits des cultures et des mauvaises herbes, et les attaque. La présence du champignon sur les légumes se détecte aux dégâts qu'il provoque. Sur les feuilles de la grande morelle, le champignon cause des lésions nécrotiques circulaires blanches, entourées d'une coloration brune (Figure 92). Les feuilles gravement touchées deviennent perforées après la chute des tissus morts. Ce champignon cause en outre la pourriture des tiges et le flétrissement des plantes.

**Importance économique :** *Colletotrichum capsici* endommage les feuilles d'un certain nombre de cultures maraîchères, dont la grande morelle, l'oignon, le piment et la tomate. C'est un nuisible mineur de ces cultures, généralement d'importance localisée. Les dégâts aux cultures dus à ce champignon sont plus prévalents pendant la saison des pluies. Dans les champs gravement touchés, près de la moitié des feuilles présentent des lésions nécrotiques.

**Méthode de dispersion :** *Colletotrichum capsici* est un agent pathogène transporté par l'air et les semences. Ce champignon peut survivre pendant plusieurs années dans le sol humide sur des débris de plantes en décomposition. Le compost et le fumier sont donc des sources idéales de dispersion du champignon. Le champignon se disperse aussi à travers la terre contaminée sur les outils agricoles et les chaussures, ainsi que par l'eau de pluie et d'irrigation.



Figure 92. *Colletotrichum capsici* sur la grande morelle (Photo : R. Sikirou/ INRAB)



Figure 93. Taches foliaires causées par le champignon *Cercospora* sp. sur la laitue (Photo : R. Sikirou/INRAB)

### Champignon *Colletotrichum fuscum*

**Identification :** Le champignon *Colletotrichum fuscum* vit dans le sol sous forme de spores. Sa présence dans les légumes se détecte par les dégâts qu'il cause (qui sont semblables à ceux de la Figure 93). Lorsqu'ils entrent en contact avec les feuilles, les spores de ce champignon pénètrent le tissu des feuilles et s'y transforment en mycélium. Les symptômes de ce champignon apparaissent sur les feuilles sous forme de taches nécrotiques brun clair, avec une zone de couleur orange autour de ces taches (Figure 92). Les infections graves causent la mort des feuilles.

**Importance économique :** Le champignon *Colletotrichum fuscum* endommage les feuilles de plusieurs cultures maraîchères, comme la grande morelle, le haricot, la laitue et la tomate. Ce pathogène est un nuisible mineur des légumes, généralement d'importance localisée.

**Méthode de dispersion :** Les spores se propagent par l'intermédiaire des débris de plantes et des outils agricoles contaminés par les spores, par la terre contaminée, le vent et l'eau de pluie.

## Nuisibles des fleurs et des fruits

### Insectes

#### Chenille des bourgeons *Scrobipalpa ergasima*

**Identification :** La chenille des bourgeons *Scrobipalpa ergasima* se rencontre sur les feuilles, les fleurs et les fruits des plantes maraîchères. Le papillon est petit et de couleur brun clair et se trouve sur le dessous des feuilles. Les chenilles sont translucides, avec une tête noire et des marques foncées sur le corps. On les trouve surtout dans les boutons floraux et dans les fruits en développement : les trous de sortie sur les boutons floraux et sur les fruits en développement sont des signes révélateurs de leur présence (Figure 94).

**Biologie :** Les femelles de *S. ergasima* pondent leurs œufs en grappes (il y a jusqu'à six œufs par grappe) sur de tout jeunes bourgeons floraux. Les œufs éclosent pour donner des chenilles une semaine après la ponte. Une fois développées, les chenilles quittent les bourgeons floraux ou les fruits en développement et tombent par terre pour se transformer en pupes. *S. ergasima* peut produire trois générations au cours d'une année. Les chenilles peuvent être attaquées par des parasitoïdes, par exemple *Apanteles*, *Bracon*, *Chelonus*, *Eriborus* et *Orgilus*, qui tuent aussi un certain nombre d'autres insectes.

**Importance économique :** *Scrobipalpa ergasima* endommage les fleurs et jeunes fruits de la grande morelle et de l'aubergine ; cet insecte est considéré comme un nuisible d'importance économique de ces cultures. Les dégâts les plus importants s'observent sur les bourgeons, en particulier sur les bourgeons prêts de fleurir. Les jeunes chenilles creusent des tunnels dans les bourgeons et les fruits en développement, s'en nourrissent et en détruisent l'intérieur (Figure 95). Ces dégâts provoquent l'avortement du bourgeon, ce qui empêche les fruits (les parties consommables et commercialisables de la plante) de se former. Lorsque les chenilles quittent le bourgeon et tombent par terre pour se transformer en pupes dans le sol, les trous de sortie sont des symptômes visibles des dégâts que les larves ont pu causer. La partie de la fleur ou du fruit en développement qui joint la fleur ou le fruit aux branches de la tige est appelée pédoncule. Les chenilles de *S. ergasima* peuvent pénétrer dans les pédoncules et faire tomber prématurément les fleurs et les fruits. L'Annexe 9 montre la répartition des niveaux de gravité des dégâts des chenilles de *S. ergasima* sur la grande morelle au Bénin.

**Méthode de dispersion :** Les papillons de *S. ergasima* volent activement dans les champs, et d'un champ à l'autre.



Figure 94. Fruits et bourgeons de la grande morelle endommagés par les chenilles de *Scrobipalpa ergasima* (Photo : B. James/IITA)



Figure 95. Chenilles des bourgeons *Scrobipalpa ergasima* à l'intérieur de jeunes fruits de la grande morelle (Photo : B. James/IITA)



Figure 96. Chenille de la noctuelle de la tomate, *Helicoverpa armigera* (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 97. Fruits de tomate avec des trous causés par les chenilles de la noctuelle de la tomate, *Helicoverpa armigera* (Photo : B. James/IITA)

### Noctuelle de la tomate, *Helicoverpa armigera*

**Identification :** Dans les cultures maraîchères, la noctuelle de la tomate, *Helicoverpa armigera*, se rencontre principalement sur les fleurs et les fruits de la tomate. Les papillons mâles sont de couleur gris vert tandis que les femelles sont brun orange. Les ailes antérieures ont des taches noirâtres sur les bords et il y a une large bande brune à travers le bout des ailes postérieures (Figure 16). Les jeunes chenilles sont de couleur blanc jaunâtre à brun rougeâtre. Lorsqu'elles sont entièrement développées, les chenilles ont deux lignes foncées le long du corps (Figure 96).

**Biologie :** Les femelles du papillon de *H. armigera* pondent leurs œufs sur les feuilles de l'apex des pousses des plantes. Les œufs éclosent pour donner au bout d'une semaine des chenilles qui muent cinq à sept fois avant la pupaison. Les chenilles entièrement développées quittent généralement la plante et tombent par terre pour se transformer en pupes dans le sol, mais peuvent aussi former des pupes à l'intérieur des fruits attaqués. Dans des conditions défavorables (par exemple temps sec et chaud), les pupes peuvent rester dormantes quelque temps avant d'éclore et de devenir adultes. *Helicoverpa armigera* est attaquée par un large éventail d'ennemis naturels, particulièrement les parasitoïdes comme les espèces de *Telenomus*, *Trichogramma* et *Trichogrammatoidea*, qui tuent les œufs ; d'autres parasitoïdes tuent les chenilles de *Helicoverpa armigera*.

**Importance économique :** Les chenilles de *H. armigera* attaquent les feuilles, les fleurs et les fruits, et peuvent défolier des plantes entières. Sur la tomate, les jeunes chenilles se nourrissent des fleurs ; plus tard, elles creusent les fruits de la tomate et les mangent (Figure 97). Les fruits pourrissent par la suite. Une seule chenille peut détruire beaucoup de tomates avant de se transformer en puce. L'Annexe 9 montre la répartition de niveaux de gravité des dégâts de *H. armigera* sur la tomate au Bénin.

**Méthode de dispersion :** Les papillons de *H. armigera* se dispersent en volant sur de longues distances. Les larves se déplacent rarement d'une plante à l'autre. Le stade de la puce permet au nuisible de survivre dans des conditions difficiles et d'exploiter les sources de nourriture lorsque celles-ci sont à nouveau disponibles.

### Mouches de fruits, par exemple *Dacus* spp.

**Identification :** Un certain nombre d'espèces de mouches de fruits attaquent les fruits de cultures maraîchères. Les adultes des mouches de fruits sont généralement petits, avec des marques distinctives sur le corps, qui varient en fonction de l'espèce. Dans les espèces de *Dacus*, les yeux sont rouges et la partie antérieure du corps est de couleur orange foncé à brun rouge, tandis que la partie postérieure est noire (Figure 98). La présence de marques de perforation sur les fruits est généralement un signe de la présence de mouches de fruits dans la culture que l'on inspecte.

**Biologie :** Les femelles de la mouche de fruits pondent leurs œufs à l'intérieur des fruits en développement, ou près de la surface de nourritures en putréfaction ou de toute autre matière maraîchère humide en putréfaction. La femelle de la mouche de fruits pond environ 500 œufs au cours de sa vie. Les œufs éclosent pour produire des larves ou vers, qui se transforment ensuite en pupes dans le sol. Le cycle de vie, de l'œuf à l'adulte, prend généralement autour d'une semaine, et cet insecte produit de nombreuses générations au cours d'une année. Les parasitoïdes sont les principaux ennemis naturels des vers et des pupes de la mouche de fruits.

**Importance économique :** Les espèces de la mouche de fruits *Dacus* attaquent les fruits du concombre, de la pastèque, de la courge et de la tomate. Cet insecte est économiquement important pour les cultures maraîchères. Les mouches de fruits endommagent les cultures de deux manières. Premièrement, les femelles causent des dégâts directs en perforant la surface des fruits pour pondre leurs œufs en dessous. Ce faisant, l'insecte introduit des bactéries qui causent la pourriture des tissus des fruits. Les vers de la mouche de fruits préfèrent les tissus pourris parce qu'il leur est difficile de se nourrir de tissus frais. L'effet combiné des bactéries et des vers cause la pourriture rapide de l'ensemble du fruit. Les fruits attaqués tombent par terre, où les vers se transforment en pupes. Toutes les espèces de la mouche de fruits sont des nuisibles de quarantaine et causent des pertes indirectes lorsque les pays importateurs rejettent et parfois détruisent les fruits endommagés.

**Méthode de dispersion :** Les mouches de fruits sont capables de voler sur de longues distances. La dispersion de l'insecte est aussi encouragée par de mauvaises conditions sanitaires dans les cultures, par exemple le fait de laisser des fruits attaqués par terre. Le transport de fruits infestés est une autre cause de la propagation des mouches de fruits à l'échelle internationale.



Figure 98. Adulte femelle de la mouche de fruits *Dacus ciliatus* (Photo : G. Goergen/IITA)



Figure 99. Feuilles de tomate avec des symptômes causés par l'acarien de la tomate, *Aculops lycopersici* (Photo : B. James/IITA)

## Acariens

### Acarien de la tomate, *Aculops lycopersici*

**Identification :** L'acarien de la tomate, *Aculops lycopersici*, se rencontre sur les feuilles, dans les inflorescences et les jeunes fruits de la tomate. Les acariens apparaissent à l'œil nu comme des taches rouges et se voient mieux à la loupe ou au microscope. L'apparence de feuilles et de fruits brillants et recroquevillés de couleur bronze (Figure 99) est indicative de la présence de l'acarien de la tomate.

**Biologie :** Les femelles pondent leurs œufs aussitôt qu'elles ont colonisé les plantes de tomate. Les acariens se développent du stade de l'œuf à l'adulte en une semaine environ, spécialement par temps sec. La population de cet acarien peut donc croître très rapidement sur les cultures. Les phytoséiides et les insectes hémiptères, comme *Agistemus exsertus* et *Euseius concordis*, sont des prédateurs communs de l'acarien de la tomate.

**Importance économique :** *Aculops lycopersici* attaque les feuilles de l'aubergine, de la tomate et de quelques autres plantes hôtes non maraîchères. Cet acarien est un nuisible économiquement important de la tomate, qui attaque la plante aux stades du semis, végétatif, de floraison et de fructification. Il suce la sève des feuilles, des inflorescences et des jeunes fruits de la tomate, et donne aux feuilles et aux fruits attaqués une teinte bronze brillante et un aspect recroquevillé. Les fleurs attaquées tombent prématurément et, en cas d'attaque grave, les fruits attaqués prennent un aspect bronzé, durcissent et deviennent impropres à la consommation et à la commercialisation. Les dégâts de ce nuisible sur la tomate sont particulièrement graves lorsque le temps est sec et chaud, ce qui favorise la multiplication rapide du nuisible. L'acarien de la tomate peut aussi transmettre à la plante le champignon pathogène *Hirsutella thompsonii*.

**Méthode de dispersion :** C'est le vent qui disperse l'acarien de la tomate.

## Pathogènes

### Bactérie *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

**Identification :** La bactérie *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* se rencontre sur les feuilles, les pétioles des feuilles, les tiges, les pédicelles et les fruits. Sur la tomate, les premiers symptômes de la maladie sont des taches (ou lésions) de petite taille (environ 3 mm de large), circulaires, sombres et aqueuses sur les feuilles, qui tournent au brun noir, avec un centre translucide. Les lésions sont généralement nombreuses sur les jeunes feuilles. A mesure que les bactéries se multiplient et attaquent les tissus, les lésions deviennent angulaires. La surface des fruits contaminés comporte de petites taches noires surélevées (Figure 100), qui en se développant se transforment en lésions brunes légèrement enfoncées, parfois d'apparence grasseuse ou entourées d'une marge blanchâtre.

**Importance économique :** La bactérie *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* endommage les feuilles, tiges, fleurs et fruits de la tomate et du piment. Cette bactérie est une maladie économiquement importante de la tomate.

**Méthode de dispersion :** La dispersion de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* se fait à travers les débris végétaux, les mauvaises herbes et les semences contaminées. La bactérie est aussi dispersée par la pluie et l'irrigation par aspersion.



Figure 100. Fruit de tomate avec des symptômes de la bactérie *Xanthomonas campestris* sp. (Photo : B. James/IITA)



Figure 101. Chiendent, *Imperata cylindrica*  
(Photo : B. James/IITA)



Figure 102. Herbe des Bermudes, *Cynodon dactylon*  
(Photo : B. James/IITA)



Figure 103. *Carex Mariscus alternifolius*  
(Photo : B. James/IITA)

## Mauvaises herbes

Chaque fois que l'on défriche une surface pour l'agriculture, les mauvaises herbes sont parmi les premières plantes à y pousser. Parce qu'elles croissent et se reproduisent très rapidement, elles peuvent s'établir dans les exploitations agricoles en peu de temps. Les mauvaises herbes poussent plus rapidement que les autres plantes, occupant les espaces entre les cultures, ce qui leur permet d'« étrangler » les cultures maraîchères et de leur faire de l'ombre. Les mauvaises herbes peuvent recouvrir presque entièrement le sol, et forcer les maraîchers à consacrer plus de temps au désherbage/sarclage. Lorsqu'elles poussent en abondance, les mauvaises herbes utilisent beaucoup des éléments nutritifs et de l'eau contenus dans le sol, et en privent les cultures maraîchères. Certains agents phytopathogènes, comme *Cercospora* sp., qui attaquent l'amarante, se multiplient sur les mauvaises herbes, qui deviennent alors des sources d'agents pathogènes.

Les principales catégories de mauvaises herbes que l'on rencontre dans les champs ou parcelles de cultures maraîchères sont les suivantes :

- *Graminées* : Les graminées sont généralement minces et érigées, ou des plantes grimpantes, dont les tiges peuvent être de forme ovale ou cylindrique. Les feuilles des graminées sont beaucoup plus longues que larges et ne sont jamais subdivisées en petites feuilles (folioles). Selon la localité et le statut de jachère du terrain, les mauvaises herbes graminées qui causent communément des problèmes aux cultures maraîchères comprennent le chiendent, *Imperata cylindrica* (Figure 101), l'herbe des Bermudes ou chiendent pied de poule, *Cynodon dactylon* (Figure 102), et l'herbe de Guinée.
- *Carex* : Les carex ou laïches ressemblent aux graminées mais sont toujours érigés et ont généralement des tiges solides de forme triangulaire. Le carex qui cause des problèmes en production maraîchère est *Mariscus alternifolius* (Figure 103).

- *Mauvaises herbes à feuilles larges* : Les mauvaises herbes à feuilles larges sont des herbes, des plantes rampantes, des plantes grimpantes et des arbustes dont les tiges sont solides et de forme irrégulière. Leurs feuilles sont larges, développées, individuelles ou subdivisées en folioles formant des feuilles composées. Parmi les mauvaises herbes à larges feuilles qui causent des problèmes pour la production maraîchère, on compte l'herbe *Ageratum conyzoides* (Figure 104) et l'herbe à lapin, *Tridax procumbens* (Figure 105).



Figure 104.  
Herbe *Ageratum conyzoides*  
(Photo :  
B. James/IITA)



Figure 105. Herbe à lapin, *Tridax procumbens* (Photo : B. James/IITA)



Figure 106. Rhizomes du chiendent, *Imperata cylindrica* (Photo : B. James/IITA)



Figure 107. Tubercules du souchet *Cyperus rotundus* (Photo : B. James/IITA)



Figure 108. Maraîcher montrant la longueur du stolon de l'herbe des Bermudes, *Cynodon dactylon* (Photo : B. James/IITA)

## Méthodes de dispersion des mauvaises herbes

Les mauvaises herbes se reproduisent et se dispersent par leurs semences et leurs structures végétatives. Les mauvaises herbes annuelles se reproduisent et se dispersent principalement par les semences, qui se propagent généralement pendant la saison sèche ; elles meurent peu après. Les graines survivent dans le sol et germent durant la saison suivante, ou peuvent rester dans le sol pendant plusieurs années jusqu'à ce qu'elles soient dérangées par les labours. L'herbe à lapins, *Tridax procumbens*, est une mauvaise herbe annuelle. Les mauvaises herbes vivaces, par contre, vivent plusieurs années et sont présentes en toute saison. Certaines mauvaises herbes vivaces se reproduisent par les graines, tandis que d'autres se reproduisent par structures végétatives. Parmi les structures de reproduction végétatives figurent les suivantes :

- **Rhizomes** : Les rhizomes sont des tiges souterraines qui sont disposées horizontalement par rapport à la surface. Ils ont des feuilles brunes et minces parcheminées, enroulées autour de la tige. Les rhizomes ont des racines. Le chiendent, *Imperata cylindrica*, se reproduit principalement par rhizomes (Figure 106).
- **Tubercules** : Les tubercules sont des tiges souterraines sans feuilles mais avec des bourgeons. Les tiges sont gonflées de nutriments stockés. Les espèces de *Cyperus* et de *Mariscus* se propagent par leurs tubercules. Les tubercules des espèces de *Cyperus* se présentent comme de grosses « perles » sur des tiges souterraines effilées qui joignent les différentes plantes (Figure 107).
- **Stolons** : Un stolon est une tige mince le long de la surface du sol. Les stolons ont des feuilles et des racines normales. L'herbe des Bermudes, *Cynodon dactylon*, se reproduit par ses stolons, qui sont très longs (Figure 108).

Les mauvaises herbes qui se reproduisent par rhizomes, stolons et tubercules sont difficiles à éliminer du sol. Elles se cassent facilement en morceaux lors du désherbage ou du sarclage. Les morceaux restent dans le sol et germent ensuite, dispersant la mauvaise herbe. Les maraîchers risquent donc fort, lors de la préparation du sol et des semis, de disperser les mauvaises herbes qui se multiplient par ces structures à reproductions végétative. Il est donc difficile de venir à bout des mauvaises herbes avec ces structures dans les fermes maraîchères. En plus des rhizomes, des stolons et des tubercules, certaines mauvaises herbes se dispersent au moyen d'autres parties végétatives, comme les boutures de tiges et les souches à boutures basales.

## Options de gestion intégrée des nuisibles

Les menaces biotiques affectant les cultures maraîchères sont diverses et considérables. On peut ainsi compter jusqu'à huit nuisibles économiquement importants qui s'attaquent à une culture maraîchère donnée dans une localité donnée (Annexes 3 à 8). Les nuisibles peuvent se disperser par vol actif (par exemple les papillons de nuit), par courant d'air (par exemple les acariens), à travers le matériel de plantation (par exemple la plupart des agents pathogènes), par des plantes hôtes alternatives, par des outils agricoles et des chaussures contaminés (par exemple les nématodes à galles et les agents phytopathogènes) et par l'homme (lorsqu'il transporte du matériel de plantation). L'objectif de la gestion intégrée des nuisibles est de minimiser les pertes de cultures causées par les nuisibles, en tuant ou non les organismes. Il existe plusieurs options de gestion des nuisibles et celles-ci peuvent être regroupées en trois grandes catégories : la prévention de l'accès physique, l'amélioration de l'environnement et la réduction de la population (Encadré 5).

La gestion intégrée des nuisibles (GIN) se définit comme une stratégie qui combine des options de protection variées pour empêcher les infestations de nuisibles d'atteindre des niveaux économiquement dangereux. La GIN est menée par les maraîchers et non pour les maraîchers. Avec la GIN, les maraîchers combinent des options issues de la recherche avec des pratiques agricoles traditionnelles. Les maraîchers doivent bien comprendre les diverses options de gestion des nuisibles pour être à même de choisir en connaissance de cause des combinaisons d'options compatibles, dans le cadre d'une stratégie de GIN. Les agents de vulgarisation ont aussi besoin de ce genre d'information pour montrer aux maraîchers comment identifier de manière autonome les options de GIN les plus appropriées aux différents stades de production agricole et de croissance des cultures. En incorporant la GIN dans les pratiques de production agricole, les maraîchers seront capables de :

- Détecter et résoudre le plus tôt possible les problèmes causés par les nuisibles, et obtenir ainsi une protection à long terme contre les nuisibles
- Encourager une croissance vigoureuse et saine des cultures
- Réduire d'une manière soutenable les problèmes posés par les nuisibles et les pertes de cultures
- Prévenir ou limiter les dégâts et les dommages affectant l'homme, le bétail et l'environnement
- Accroître la valeur nutritionnelle et monétaire du produit.

### Pratiques avant plantation

#### Sélection des semences

Une production rentable de culture maraîchère dépend en grande partie du choix de semences de qualité et de variétés adaptées à l'environnement dans lequel elles sont plantées. C'est une pratique agricole courante que de se procurer soi-même des semences des variétés traditionnelles de légumes. Afin de s'assurer de la qualité des semences et de limiter les problèmes posés par les nuisibles dans les cultures, il est conseillé de suivre les recommandations suivantes (voir p. 79) :

## Encadré 5. Options de gestion des nuisibles

### Prévention de l'accès physique

On peut empêcher les nuisibles d'accéder physiquement aux cultures dans les champs grâce à différentes barrières :

- Législation par les gouvernements et les autorités locales, qui passent et renforcent des lois ou des règlements visant à combattre les nuisibles qui posent des risques au niveau régional
- La quarantaine des plantes et la délivrance de certificats phytosanitaires internationaux sont des méthodes législatives communes de gestion des nuisibles. Ces méthodes visent essentiellement à empêcher l'introduction et la propagation de nuisibles de quarantaine (particulièrement les espèces exotiques envahissantes) via le matériel de plantation.
- Barrières physiques, par exemple clôture des champs contre les ruminants, couverture des parcelles de légumes avec des filets contre les insectes nuisibles
- Barrières comportementales, par exemple utilisation des phéromones pour capturer ou repousser les insectes nuisibles.

### Amélioration de l'environnement

- L'amélioration de l'environnement consiste à créer, à travers des pratiques de lutte culturale, des conditions qui découragent les accumulations de nuisibles.
- Grâce à la lutte culturale, les maraîchers appliquent consciemment ou inconsciemment les pratiques agricoles existantes afin de fournir aux plantes des conditions optimales pour leur croissance, leur vigueur et leur santé, et afin d'en augmenter les rendements.
- Techniques de préparation de la terre, par exemple labour et ameublissement minimum du sol
- Utilisation de variétés résistantes pour limiter les infestations de nuisibles et les dégâts aux cultures et pour améliorer les rendements
- Adaptation du calendrier de plantation pour déphaser les stades vulnérables de la croissance des légumes par rapport à la période d'abondance des stades dangereux des nuisibles
- Cultures intercalaires pour réduire les infestations de nuisibles, améliorer la santé du sol et combattre les mauvaises herbes
- Assainissement des cultures par la destruction ou l'enlèvement des plantes très malades (épuration), des parties des plantes gravement endommagées par les maladies (élagage), des résidus de cultures et des mauvaises herbes qui favorisent la propagation des nuisibles (particulièrement les agents phytopathogènes) et la survie des populations de nuisibles.

### Réduction de la population

- Méthodes de réduction de la population, qui visent tout d'abord à tuer les organismes nuisibles
- Méthodes de contrôle physique, qui consistent à enlever manuellement ou à détruire les nuisibles, les masses d'œufs de nuisibles, les maladies et les mauvaises herbes. Ces méthodes demandent beaucoup de main-d'œuvre, sont coûteuses et exigent une exécution soigneuse pour garantir un succès à long terme. Généralement, les méthodes de contrôle physique ont une utilisation limitée.
- Lutte biologique, utilisant des ennemis naturels des nuisibles
- Lutte chimique (utilisation de pesticides pour empoisonner, repousser ou attirer les nuisibles sur des sites munis d'appâts), qui réduit les populations de nuisibles et prévient ainsi les dommages aux cultures.

- Eviter de prendre les semences de plantes dont les inflorescences sont infestées de cocons de papillons de nuit : par exemple sur l'amarante, les chenilles de *Psara basalid* se transforment en pupes dans l'inflorescence, et les cocons y réduisent la qualité des semences.
- Eviter de prendre les semences de plantes attaquées par des agents pathogènes comme le champignon *Phytophthora* sur l'amarante, *Colletotrichum capsici* sur la grande morelle et les bactéries telles que *Xanthomonas vesicatoria* sur la tomate.
- Acheter des semences certifiées provenant de sources fiables.
- Traiter les semences avec des pesticides appropriés afin de prolonger leur durée de vie et de protéger les plantules contre les dégâts causés par des organismes terricoles tels que *Colletotrichum* spp., *Fusarium* spp. et *Pythium* spp. Contacter les services nationaux de protection des végétaux, les services semenciers nationaux et les sociétés productrices de semences pour obtenir des conseils sur la disponibilité de pesticides adaptés pour le traitement des semences.
- Tester les semences au champ avant la plantation pour vérifier leur viabilité : compter 100 semences, les semer en trois répétitions et noter le nombre des plantules saines qui germent à partir de ces semences.

### Préparation du sol et des semis

Un bon sol, une bonne pépinière et une bonne préparation des semis comportent le labour, le hersage, l'enlèvement des débris de plantes et le paillage avant la plantation/le semis et le repiquage des légumes sur la terre plate ou sur des planches. Ces pratiques encouragent l'aération, l'humidification et le drainage des sols, améliorent la germination, favorisent le développement des racines, détruisent les mauvaises herbes et les structures végétatives de propagation, détruisent les stades dormants des insectes, des nématodes et des agents pathogènes, et réduisent les infestations de nuisibles. La préparation du sol et des lits de semis limite les infestations de nuisibles des légumes de plusieurs manières, notamment :

- En cassant et en ramollissant le sol pendant le labour et le hersage, ce qui aide à déloger les adultes et les nymphes des courtilières, *Gryllotalpa africana*, qui vivent dans des tunnels profonds et se nourrissent des racines de plantes et des invertébrés du sol
- En nettoyant les lits de semis pour enlever les débris de plantes (racines, feuilles et tiges) avec des galles, des lésions, des stries, des chancres, des taches foliaires, des dépérissements des pointes de pousses, tous potentiellement porteurs de nématodes parasites et de différentes sortes d'agents pathogènes. Ce nettoyage aide à limiter l'infestation des cultures par les nuisibles provenant de la saison précédente.
- En paillant certains produits botaniques dans les lits de semis, on peut protéger les jeunes plants des dégâts causés par les nématodes phytoparasites. Des recherches récentes montrent que l'écorce ou la poudre de l'épiderme du manioc utilisée comme paillis lors de la préparation des semis réduit l'incidence et les symptômes des nématodes à galles dans les pépinières de grande morelle, de carotte et de tomate.
- En nettoyant les outils agricoles avant et après le labour, ce qui réduit la dissémination des nuisibles par la terre transportée sur des outils agricoles contaminés.

- En enlevant totalement les rhizomes, les stolons, les tubercules et les structures reproductives pendant la préparation du sol et des semis, pour éviter la germination de ces structures, qui aggravent les problèmes de mauvaises herbes.

## Plantation

Les maraîchers utilisent couramment les cultures intercalaires et la rotation des cultures pour accroître leur revenu par unité de surface et de main-d'œuvre. Un écartement serré entre les plantes ainsi que la pratique des cultures intercalaires contribuent à limiter les infestations de mauvaises herbes. L'expérience des maraîchers sur le terrain les aidera à choisir les cultures les plus aptes à être intercalées et utilisées en rotation et à choisir les meilleures dates de plantation. Les dates de plantation des légumes sont fonction des conditions agricoles (par exemple la disponibilité de l'eau pour l'irrigation) et de la demande du marché pour des légumes particuliers. Dans certains cas, les maraîchers peuvent éviter des dégâts graves par les nuisibles en ajustant la date de plantation. Par exemple, l'acarien rouge *Tetranychus* spp. est abondant sur l'amarante par temps sec et chaud ; en l'absence d'une irrigation adéquate, on peut très rapidement perdre les cultures de saison sèche à cause d'attaques par cet acarien.

Lorsque l'on adopte la rotation des cultures pour éviter les pertes causées par les nématodes phytoparasites, il est impératif de connaître la susceptibilité des cultures aux nématodes. Les nématodes à galles se rencontrent dans la plupart des agroécosystèmes maraîchers et infestent toutes sortes de cultures maraîchères. Au Bénin, par exemple, les cinq principales cultures maraîchères d'importance économique sont toutes victimes d'au moins trois espèces de *Meloidogyne* trouvées sur des légumes dans différents endroits du pays (Tableau 8). Le large éventail de nématodes phytoparasites des plantes hôtes fait qu'il n'est pas facile de recommander des régimes de rotation des cultures efficaces, particulièrement pour les sites où la production maraîchère dure toute l'année.

Tableau 8. Fréquence de la contamination des cultures maraîchères par les nématodes à galles au Bénin

Cultures	Fréquence des contaminations (en %)				
	<i>M. javanica</i>	<i>M. incognita</i>	<i>M. exigua</i>	<i>M. arenaria</i>	<i>M. chitwoodi</i>
Grande morelle	+++	+++	+	+	+
Amarante	+	++	+	+	–
Chou	++	–	+	–	+
Laitue	++	+	+	+	–
Tomate	+	++	+	–	+

Légende : – = pas (encore) trouvé sur la culture      ++ = commun (5-10 % de plantes contaminées)  
 + = rare (moins de 5 % de plantes contaminées)      +++ = le plus fréquent (> 10 % de plantes contaminées)

## Après la plantation

### Assainissement/Contrôle physique

Un bon assainissement des champs et un bon contrôle physique sont des pratiques agricoles qui contribuent à empêcher les infestations de nuisibles de causer des dégâts économiques. Cette pratique est particulièrement utile sur les petites parcelles de cultures maraîchères.

- Les chenilles de *Selepa docilis* s'agglutinent sur quelques feuilles de la grande morelle et de l'aubergine juste après être écloses. On peut enlever les feuilles avec les chenilles pour empêcher leur propagation vers d'autres feuilles et d'autres plantes.
- Les chenilles de *Psara basalidis* et de *Spoladea recurvalis* sur l'amarante et de *Phycita melongenae* sur la grande morelle vivent dans des abris de feuilles caractéristiques qui sont facilement reconnaissables. En enlevant à temps ces abris de feuilles, on peut arrêter la propagation de ces nuisibles dans les plantes, et d'une plante à l'autre.
- Lorsque les chenilles de *Hellula undalis* endommagent les bourgeons terminaux du chou, la plante compense en produisant des têtes multiples. Chacune de ces têtes est petite et impropre à la consommation et à la vente. Cependant, si aussitôt que les têtes multiples apparaissent, les maraîchers enlèvent les têtes malingres en n'en laissant qu'une, celle-ci pourra alors se développer pour devenir un chou assez grand et commercialisable. L'élimination des petites têtes doit cependant se faire au début de la croissance de la plante si l'on veut obtenir des têtes de chou commercialisables.
- Si seulement quelques plantules présentent les symptômes d'une maladie, il est conseillé de les enlever. Les pièges gluants jaunes vifs attirent certains insectes, et peuvent servir à détecter la présence de certains nuisibles, par exemple les mouches blanches et les mineuses des feuilles.

### Lutte biologique

La lutte biologique est un processus grâce auquel l'homme utilise, pour combattre les nuisibles, leurs ennemis naturels. Les praticiens de la lutte biologique apprennent à surveiller l'apparition des nuisibles dans les agroécosystèmes et à intervenir le plus tôt possible en introduisant des ennemis naturels bien avant que les populations de nuisibles atteignent des taux inacceptables. Les principes généraux du contrôle biologique sont énumérés ci-dessous (Encadré 6).

Les agents de lutte biologique sont utilisés dans la gestion des nuisibles des trois manières suivantes :

**Lutte biologique de conservation :** En lutte biologique de conservation, on agit pour augmenter l'efficacité des ennemis naturels qui sont déjà présents dans l'agroécosystème. Cela peut consister à planter des plantes à fleurs dans le but d'attirer les ennemis naturels, à fournir aux ennemis naturels des sites de nidification, ou à réduire la quantité de produits chimiques synthétiques dans un système donné afin d'encourager l'augmentation de la population d'ennemis naturels. La lutte biologique de conservation repose sur une éducation intensive des maraîchers, leur permettant de mieux connaître et comprendre le rôle des ennemis naturels et les effets des

pesticides sur les agents de lutte biologique. La lutte biologique de conservation est particulièrement utile pour encourager le contrôle des nuisibles par les nombreux parasitoïdes qui attaquent les pucerons, teignes du chou et mineuses des feuilles (Tableau 9) et par les phytoséiides qui attaquent les acariens à large spectre et les acariens rouges sur la grande morelle et la tomate.

### Encadré 6. Principes généraux du contrôle biologique des nuisibles

Les ennemis naturels utilisés dans la lutte biologique sont spécifiques, en ce qu'ils ne se nourrissent que de nuisibles ciblés. Ils ne tuent pas les organismes bénéfiques et inoffensifs présents dans l'agroécosystème. Ils ne sont en outre pas nuisibles pour l'homme et pour les animaux.

Les ennemis naturels agissent de manière relativement lente et peu visible, et ne présentent pas les « effets mortels » dramatiques associés à la lutte chimique. Il faut donc du temps pour établir la lutte biologique. Cependant une fois la lutte biologique établie, elle est permanente, à condition de ne pas être perturbée, parce que les ennemis naturels se perpétuent et n'exigent normalement pas d'autres interventions humaines pour assurer leur succès continu dans la lutte contre les nuisibles.

Les ennemis naturels n'éradiquent pas les organismes nuisibles : ils agissent en réduisant le nombre des nuisibles à des niveaux qui causent peu de dégâts aux cultures. Les ennemis naturels se perpétuent, et leur population augmente avec celle des nuisibles afin d'en limiter le développement.

Le nombre d'ennemis naturels décroît une fois qu'ils ont fait baisser le nombre des nuisibles. De cette manière, le nombre d'ennemis naturels et de nuisibles fluctue avec le temps, et les infestations de nuisibles restent à de niveaux économiquement inoffensifs pour les cultures. Les maraîchers doivent donc compter sur la présence de quelques-uns des nuisibles qui sont sous le contrôle des agents de lutte biologique. S'ils ne comprennent pas la nature de la lutte biologique, les maraîchers risquent de revenir à la lutte chimique et de tuer accidentellement un grand nombre d'ennemis naturels. Cela permettrait au nuisible de se multiplier et de causer de graves dommages.

L'utilisation d'ennemis naturels en lutte biologique est très facile et peu coûteuse pour les maraîchers. La lutte biologique est en effet soit naturelle, soit développée par des institutions nationales ou régionales/internationales de recherche agricole, qui sont au service des communautés à travers leurs gouvernements.

Tableau 9. Parasitoïdes qui bénéficient de l'utilisation réduite des pesticides en lutte biologique de conservation

Culture	Nuisible	Parasitoïdes
Grande morelle Haricot Piment	Puceron <i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphidius</i> spp.
Haricot Laitue Tomate	Mouche mineuse des feuilles <i>Liriomyza</i> spp.	<i>Chrysonotomyia</i> spp. <i>Halicoptera</i> spp. <i>Ganaspidium</i> spp. <i>Opius</i> spp.
Chou	Teigne de chou, <i>Plutella xylostella</i>	<i>Cotesia plutellae</i> <i>Diadromus collaris</i> <i>Oomyzus sokolowskii</i> <i>Microplitis plutellae</i>

**Lutte biologique par augmentation :** La lutte biologique par augmentation est l'introduction d'un parasitoïde, d'un prédateur ou d'un agent entomopathogène dans un agroécosystème, soit pour en augmenter le nombre, soit pour renouveler la population d'ennemis naturels, si ceux-ci avaient précédemment disparu. On utilise le terme « inoculation » pour désigner la pratique qui consiste à introduire un petit nombre d'ennemis naturels et à attendre que leur population augmente naturellement avec le temps (comme lors de l'utilisation de vaccins contre les maladies). La pratique qui consiste à introduire de grandes quantités d'ennemis naturels pour susciter un effet rapide sur le nuisible est appelée « inondation ». Appliquer de grandes quantités d'agents entomopathogènes à action rapide lorsqu'un nuisible a atteint des niveaux économiquement dangereux est une approche relativement facile que les maraîchers familiers avec les pesticides peuvent utiliser contre les nuisibles des cultures maraîchères. Les pesticides microbiens à action rapide sont particulièrement adaptés pour la lutte biologique d'augmentation contre les nuisibles des feuilles de légumes (Encadré 7).

**Lutte biologique classique :** La lutte biologique classique est l'importation d'un ennemi naturel dans une région où il n'est pas encore présent ; elle est généralement indiquée contre les organismes nuisibles introduits. Les interventions consistent le plus souvent à lâcher des ennemis naturels à des fins inoculatives, puis à les surveiller pour voir s'ils s'adaptent, se dispersent et s'établissent d'eux-mêmes dans la nouvelle région. Les exemples de lutte biologique classique réussis en production maraîchère sont rares en Afrique de l'Ouest.

Les interventions de lutte biologique classique exigent beaucoup de recherche et de coopération internationale pour accomplir les tâches suivantes :

- Chercher et collecter les ennemis naturels dans l'habitat d'origine du nuisible
- Cribler les collections dans un laboratoire de quarantaine pour exclure les organismes indésirables
- Importer et tester sur terrain les ennemis naturels potentiellement utiles
- Multiplier et lâcher les ennemis naturels appropriés dans la nouvelle région.

*Utilisation de produits botaniques :* Un atout majeur des produits botaniques est que les maraîchers peuvent souvent se les procurer eux-mêmes, dans des régions sauvages ou en les cultivant dans le voisinage. Les maraîchers ouest-africains utilisent les feuilles et des extraits de graines de neem contre certains foreurs de feuilles dans plusieurs cultures de légumes, comme la grande morelle, l'amarante, l'aubergine et le chou. Des recherches récentes indiquent que certains extraits de plantes ont des propriétés nématocides, par exemple l'écorce de l'épiderme ou la poudre de manioc. Lorsqu'ils sont appliqués comme paillis dans les pépinières ou au moment du repiquage, les extraits de plantes stimulent la santé des plantes maraîchères en protégeant les jeunes plants contre les nématodes phytoparasites.

*Utilisation de substances sémiouchimiques :* Il y a deux types de substances sémiouchimiques, les phéromones, qui stimulent le comportement entre individus d'une même espèce, et les allélochimiques, qui stimulent les interactions entre différentes espèces. On utilise le plus souvent dans les pièges à phéromones des versions synthétiques des phéromones sexuelles des insectes, qui sont généralement produites par les femelles pour attirer les mâles ; le principe est le suivant (voir p. 85) :

Les **substances sémiouchimiques** sont des substances chimiques produites par les insectes et par beaucoup d'autres organismes pour attirer, repousser, empêcher ou stimuler d'autres comportements ou interactions entre individus.

### Encadré 7. Agents entomopathogènes potentiellement utiles contre les nuisibles des cultures maraîchères en Afrique de l'Ouest

Agent entomopathogène	Application
Bactérie <i>Bacillus thuringiensis</i>	<p><i>Bacillus thuringiensis</i> se trouve naturellement dans les sols. Des biopesticides commerciaux à base de <i>B. thuringiensis</i>, ou Bt, sont disponibles en différentes formulations. Les ingrédients actifs dans les produits à base de Bt sont des cristaux de protéines toxiques produits par la bactérie. Les produits à base de Bt ne sont efficaces que lorsqu'ils sont ingérés par les larves et doivent donc être utilisés pour des plantes où les larves sont présentes et se nourrissent activement. Une fois ingérés, les cristaux toxiques attaquent l'intestin, entraînant généralement la mort de l'insecte en une heure au minimum, quelques jours au plus. Contrairement aux ingrédients actifs d'autres agents entomopathogènes, les cristaux toxiques de Bt ne se reproduisent pas pour poursuivre l'effet de contrôle. De plus, après l'application, le soleil et la pluie peuvent réduire l'efficacité de certaines formulations de Bt en désactivant et/ou en noyant les produits. Les produits à base de Bt ne sont par conséquent pas durables dans les applications sur le terrain. En outre, les nuisibles peuvent devenir résistants aux produits à base de Bt.</p>
Champignon <i>Beauveria bassiana</i>	<p>Le champignon <i>Beauveria bassiana</i> suscite un intérêt grandissant en tant que pesticide microbien commercial parce qu'il est omniprésent dans la nature, spécifique aux nuisibles ciblés, persistant dans l'environnement et facile à produire en série. Les pesticides microbiens à base de <i>B. bassiana</i> sont disponibles dans le commerce pour combattre les foreurs de feuilles. En Afrique de l'Ouest, des pesticides microbiens à base d'isolats de <i>B. bassiana</i> du Bénin sont en train d'être mis au point pour le contrôle des nuisibles suivants : teigne du chou, <i>Plutella xylostella</i>, sur le chou ; foreurs de feuilles <i>Psara basalis</i> et <i>Spoladea recurvalis</i>, sur l'amarante ; noctuelle de la tomate, <i>Helicoverpa armigera</i>, sur la tomate. Lorsque les spores du champignon se déposent sur les insectes, ils germent, pénètrent dans leur corps et les tuent en quelques jours. Contrairement aux produits à base de Bt, les biopesticides fongiques n'ont pas besoin d'être ingérés pour être efficaces contre les nuisibles.</p>
Virus	<p>Le granulovirus PlxyGV-Nay01 est endémique au Kenya ; dans des essais au champ, son efficacité a été prouvée contre la teigne du chou, <i>Plutella xylostella</i>, sur le chou en Afrique de l'Ouest</p>

- Ces pièges ont pour fonction de détecter et d'assurer le suivi des nuisibles et donc de servir de dispositif d'alerte précoce pour aider les maraîchers à mettre en place à temps des mesures de contrôle.
- Leur appât consiste en une surface gluante ou en un pesticide synthétique qui tue les insectes mâles qui y sont attirés.
- Leur appât consiste en un biopesticide fongique pour contaminer les insectes mâles qui, en s'envolant, transmettent le champignon à d'autres individus.
- La substance est libérée lentement, produisant continuellement une concentration faible de la phéromone, ce qui perturbe l'accouplement en amenant les insectes mâles à tenter de façon répétée de s'accoupler sans femelle, ou les habituent à la phéromone au point qu'ils ne réagissent plus à l'attractant.

### Lutte chimique

La lutte chimique est l'application de pesticides pour tuer, repousser ou réduire les populations de nuisibles afin de prévenir les dégâts aux cultures, aux animaux et aux êtres humains. Les pesticides sont des options communes de GIN en production maraîchère, principalement parce que ces produits agissent vite et causent une mortalité élevée et rapide dans les populations de nuisibles. Les pesticides sont également excellents en cas de mesures correctives ou curatives, par exemple lorsque les niveaux d'infestation par les nuisibles et/ou les dégâts aux cultures dépassent des niveaux acceptables, ou en situation d'urgence, comme en cas de pullulation de nuisibles.

Les agents de vulgarisation agricole et les maraîchers doivent savoir que la plupart des pesticides sont généralement conçus pour tuer toutes sortes de nuisibles (en d'autres termes, ils ont une toxicité à large spectre) et sont donc nuisibles pour les ennemis naturels, l'environnement, le bétail et l'homme. Quelques pesticides sont conçus pour tuer uniquement certains nuisibles (ce sont les pesticides sélectifs). Avec une toxicité à large spectre, un type de pesticide peut être utilisé contre différents types de nuisibles. Si les pesticides à large spectre ne sont pas utilisés sélectivement, ces pesticides mettront en danger les organismes non ciblés. Une autre considération grave à prendre en compte pour la lutte chimique est que les pesticides contaminent les cultures maraîchères et peuvent donc affecter la commercialisation des produits.

Les agents de vulgarisation agricole et les maraîchers doivent bien se rendre compte qu'en GIN, les interventions de contrôle chimique doivent toujours être guidées par les mesures suivantes :

- Une identification correcte du nuisible présent dans la culture, ainsi que de son stade de croissance au moment des interventions
- Un suivi périodique servant à évaluer correctement la gravité des dégâts infligés par le nuisible aux cultures
- Un choix prudent du type de pesticide utilisé
- La prise en compte des alternatives non chimiques de lutte contre les nuisibles
- La prise en compte de la compatibilité du pesticide avec les interventions de lutte biologique appliquées au même endroit.

Un **nématicide** est un type de pesticide utilisé pour tuer les nématodes parasites.

Nous recommandons les cours de formation en utilisation sûre des pesticides. Ces cours abordent les principes généraux de la manipulation et de l'application des pesticides afin de permettre aux utilisateurs d'obtenir des résultats efficaces, tout en sauvegardant la vie et l'environnement.

## Apprentissage de la gestion intégrée des nuisibles

Le succès de la gestion intégrée des nuisibles (GIN) dépend largement de la connaissance et de la compréhension que les maraîchers ont des nuisibles et des processus biologiques et écologiques qui affectent les nuisibles, et de la manière dont les maraîchers utilisent ces connaissances lorsqu'il s'agit de choisir des options de GIN. Bien connaître et bien comprendre les options disponibles et les stades de croissance des cultures où il convient de les utiliser : cela est crucial pour le succès de la GIN. Les approches d'apprentissage participatives encouragent une communication efficace entre agents de vulgarisation et maraîchers (« l'apprentissage par l'action » de la GIN) ; elles favorisent également la prise de décisions avisées par les maraîchers lorsqu'il s'agit de résoudre les problèmes posés par les nuisibles.

Les processus d'apprentissage participatifs permettent aux maraîchers d'atteindre les objectifs suivants :

- Améliorer leur connaissance et leur compréhension de la biodiversité dans le contexte des cultures maraîchères
- Adopter la pratique du suivi régulier sur le terrain pour détecter à temps les changements dans l'impact des nuisibles
- Améliorer leur compréhension des aspects écologiques et socioéconomiques des problèmes de nuisibles
- Evaluer de façon critique les connaissances traditionnelles, les dernières découvertes et les options de GIN, et savoir les adapter
- Encourager l'apprentissage pratique des techniques et des savoir-faire en gestion des cultures et des nuisibles
- Sélectionner, adapter, combiner et appliquer les options de GIN en tant que parties intégrantes de la production maraîchère
- Faciliter l'apprentissage de la GIN et la prise de décisions avisées par leurs collègues
- Promouvoir une large adoption de la GIN.

Les processus d'apprentissage participatifs rendent la GIN facile à comprendre, à appliquer et à utiliser pour les maraîchers au niveau de leur ferme. Les champs-écoles paysans ou stages sur le terrain pour maraîchers (en anglais « farmer field schools » ou « FFS ») constituent un modèle commun d'apprentissage expérimental (Figure 109) de la GIN pour les maraîchers ouest-africains. Dans ces stages, de petits groupes de maraîchers et des agents de vulgarisation apprennent à intégrer les informations et technologies scientifiques avec des pratiques agricoles traditionnelles. Idéalement, les participants en formation représentent un sous-ensemble de groupes de maraîchers avec



Figure 109. Des maraîchers étudient sur le terrain une parcelle de culture maraîchère (Photo : C. Atcha-Ahowé/IITA)

lesquels ils auront des contacts fréquents : les participants en formation doivent être prêts à partager avec les autres maraîchers les connaissances et les savoir-faire qu'ils ont acquis et adoptés.

Les principes clés des FFS sont les suivants :

**Enquêtes de base :** Les enquêtes de base visent à résumer les profils des sites/cultures pour lesquels on planifie d'organiser une formation, et fournissent une vue d'ensemble de la situation qu'il s'agit d'améliorer. Le chapitre sur le diagnostic sur le terrain, ci-dessus, présente les entretiens avec des groupes cibles et les inspections au champ comme des exemples de méthodes utilisées pour compiler des profils de sites et des vues d'ensemble des problèmes de nuisibles. L'Annexe 2 résume les résultats des entretiens avec des groupes cibles dans un site périurbain de production maraîchère au Bénin.

**Mise au point du programme d'enseignement :** Le programme d'enseignement peut être optimisé s'il se décide en collaboration avec une équipe de chercheurs, de formateurs/facilitateurs, d'agents de vulgarisation et de représentants des maraîchers. L'équipe ainsi constituée analysera les données de l'enquête de base et identifiera les contraintes/problèmes et les opportunités/options à inclure dans le programme d'enseignement. Les programmes de GIN des FFS comprennent généralement les sujets suivants : préparation du sol, santé du sol, gestion des pépinières, stades de croissance des plantes, gestion des nutriments, identification des nuisibles et ennemis naturels, intégration des options, éducation informelle, informatique, rédaction de rapports et analyse économique de la GIN. Cet enseignement est dispensé à intervalles réguliers (hebdomadaires pour les cultures maraîchères), au moyen de présentations de groupe et d'expériences pratiques au champ.

**Expériences menées par les maraîchers :** Les groupes d'étude en GIN de maraîchers sont petits, généralement un peu moins de 30 personnes. Grâce à leurs propres recherches participatives, les maraîchers contribuent aux efforts des chercheurs pour développer les options de GIN. Des sous-groupes de participants effectuent des essais au champ pour tester et valider les options de GIN et pour vérifier que les options proposées dans le programme d'enseignement sont réalisables d'un point de vue technique, pratique et socioéconomique. Les résultats des recherches viennent compléter les séances d'enseignement à l'intention des groupes d'étude de maraîchers pour permettre à ces derniers de mieux comprendre les principes et les pratiques de la GIN dans les cultures. Au nombre des options prometteuses de GIN qui reposent sur la validation participative des maraîchers des pays d'Afrique de l'Ouest, citons les suivantes :

- Isolats du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana*, à utiliser contre la teigne du chou, *Plutella xylostella*, sur le chou, contre les foreurs de feuilles *Psara basaloides* et *Spoladea recurvalis*, sur l'amarante, et contre la noctuelle de la tomate, *Helicoverpa armigera*, sur la tomate
- Granulovirus PtxyGV-Nay01 (du Kenya) à utiliser contre la teigne du chou sur le chou
- Formulations commerciales de *Bacillus thuringiensis*, efficaces contre les foreurs de feuilles

- Produits botaniques pour utilisation contre les nématodes à galles, *Meloidogyne* spp., qui attaquent toutes sortes de légumes
- Utilisation réduite des pesticides pour promouvoir la lutte biologique de conservation contre les mouches mineuses de feuilles *Lyriomyza* spp. sur le haricot, la laitue et la tomate, et contre la teigne du chou sur le chou.

**Analyse et présentation des données :** Il s'agit d'une analyse détaillée (appelée « analyse de l'agroécosystème » ou « AAES »), basée sur des sous-groupes de données issues des observations et des résultats des expériences menées par les maraîchers (Figure 110). Les présentations des AAES et les résultats des expériences des participants sont suivis d'une discussion (questions, réponses, commentaires, suggestions et corrections) avant d'être acceptées par le groupe de FFS en tant que résultat de la formation du jour. Le Tableau 10 montre un exemple de présentation récapitulant les résultats de l'AAES d'un site périurbain béninois. Les fiches techniques des AAES comprennent généralement des illustrations/dessins effectués par les maraîchers pour illustrer leurs observations au champ. Au cours de la formation, les formateurs peuvent sélectionner des participants en tant qu'organisateur communautaires potentiels, qui pourront à leur tour contribuer à disséminer les pratiques de la GIN dans leurs localités. Ces organisateurs peuvent diffuser les informations sur la GIN de plusieurs de manières : visites de fermes, parcelles de démonstration communautaires et journées pratiques, conférences à l'intention de

Tableau 10. Exemple d'un exposé résumant les résultats d'une AAES

<b>1. Données générales</b>	<b>5. Observations</b>
<i>Temps</i> : Ensoleillé <i>Culture</i> : Chou <i>Variété</i> : K.K. Cross <i>Semaines après repiquage</i> : 4 <i>Stage de développement</i> : Avant pommaison	85 % de dégâts aux feuilles 10 % de feuilles minées 13 % de roussissement des feuilles Peu d'ennemis naturels
<b>2. Données agronomiques</b>	<b>6. Causes possibles</b>
<i>Hauteur moyenne des plantes</i> : 13,2 cm <i>Nombre moyen de feuilles</i> : 18,4 <i>Diamètre moyen de la voûte de feuillage</i> : 29,4 mm <i>Humidité du sol</i> : Moyenne <i>Application de pesticides</i> : Intervalles de 3 à 4 jours	Monoculture Plantation tardive Manque de nourriture pour les guêpes Utilisation de pesticides chimiques qui tuent les ennemis naturels
<b>3. Nuisibles/maladies</b>	<b>7. Recommandations du groupe</b>
<i>Larve de la teigne du chou</i> : En moyenne 20 par plante <i>Mineuse des feuilles</i> : Quelques tunnels sur les plantes	Utiliser des produits botaniques ou biopesticides. Planter des plantes à fleurs jaunes pour attirer les parasitoïdes adultes et servir de sources de nourriture pour les parasitoïdes. Planter également de l'ail ou de l'oignon pour repousser les papillons. Réduire l'utilisation des pesticides chimiques.
<b>4. Ennemis naturels</b>	
<i>Prédateurs</i> : 4 coccinelles adultes <i>Parasitoïdes</i> : 3 momies <i>Agents entomopathogènes</i> : Aucun	



Figure 110. Analyse par un sous-groupe de données provenant d'un champ (Photo : C. Atcha-Ahowé/IITA)

groupes de discussion, campagnes de sensibilisation, réseautage entre maraîchers et mobilisation des ressources informationnelles. Tout cela contribue à améliorer l'adoption et la diffusion des pratiques de la GIN dans les communautés, ainsi que l'autonomie de ces communautés lorsqu'il s'agit de résoudre les problèmes présents ou futurs posés par les nuisibles en production maraîchère.

**Sujets spéciaux :** Après la présentation des AAES, on peut identifier des sujets spécifiques intéressant particulièrement les maraîchers, ce qui permettra d'inviter à la séance de formation suivante des spécialistes de ces sujets pour qu'ils y présentent des exposés.

## Conclusion

Lorsque les maraîchers prennent des décisions de gestion des cultures, ils se basent sur des données comme le rendement, la palatabilité et le potentiel commercial, et ne prennent souvent pas en considération la protection des cultures. Les dates de plantation sont choisies principalement sur la base d'un calendrier socioéconomique d'activités. Les techniques agronomiques sont largement dictées par la main-d'œuvre et les réalités économiques du moment. Certaines de ces décisions peuvent affecter les types d'options de gestion intégrée des nuisibles (GIN) qui sont appliquées, dans les cultures présentes ou futures. Ce guide a pour objectif de donner aux agents de vulgarisation les connaissances et les compétences nécessaires pour pouvoir aider les maraîchers à optimiser la production et la protection de leurs cultures maraîchères et à utiliser plus efficacement les options GIN disponibles.

**Agroécosystèmes en tant qu'unités fonctionnelles :** Les techniques décrites dans ce guide encouragent une collaboration interdisciplinaire qui aidera les agents de vulgarisation à améliorer leurs connaissances et leur compréhension de la GIN. En tant que membres de l'équipe multidisciplinaire, les agents de vulgarisation doivent se rendre compte que, bien qu'ils puissent acquérir des compétences spécifiques, ils ne peuvent prendre le rôle des spécialistes en entomologie, en phytopathologie, en malherbologie ou en agronomie. Une meilleure connaissance des composantes des agroécosystèmes des légumes et des interactions, internes et entre composantes, aidera les agents de vulgarisation à considérer l'agroécosystème (le champ) comme une unité fonctionnelle. Les agents de vulgarisation disposant d'un point de vue holistique peuvent mieux conseiller les maraîchers lorsqu'il s'agit de choisir entre options de GIN et de mettre ces options en pratique, d'une manière qui favorisera la santé des légumes tout en protégeant l'homme et l'environnement. S'ils considèrent et traitent les agroécosystèmes des cultures maraîchères comme des unités fonctionnelles, les agents de vulgarisation et les maraîchers apprendront qu'une parcelle de légumes sans aucun nuisible ne signifie pas toujours une augmentation du revenu, mais peut parfois entraîner une baisse des bénéfices.

**Suivi sur le terrain :** Il est peu vraisemblable que tous les nuisibles énumérés dans ce guide se trouvent simultanément dans un même champ. Les problèmes des nuisibles des cultures maraîchères sont cependant très dynamiques. Les attaques peuvent changer en peu de temps de façon spectaculaire, particulièrement pendant la saison sèche, lorsque le temps chaud et sec encourage la croissance rapide des populations d'insectes et d'acariens. De nouveaux nuisibles peuvent soudain apparaître et se disperser rapidement dans l'agroécosystème, parfois d'une manière imprévisible. De mauvaises pratiques agricoles, des méthodes chimiques de contrôle des nuisibles et les effets du changement climatique peuvent faire passer les nuisibles du statut de nuisible mineur à celui de nuisible économiquement important. Des visites fréquentes de suivi dans les fermes sont donc essentielles pour constater et réagir rapidement et au bon moment à de tels changements. Lors de leurs visites sur le terrain, les agents de vulgarisation doivent toujours rester vigilants pour pouvoir

détecter d'autres problèmes (non déclarés) qui sont susceptibles de survenir au stade de la croissance et/ou durant la saison culturale.

**Listes de nuisibles :** Les listes de nuisibles sont essentielles dans le commerce international des légumes. Les méthodes de diagnostic au champ et les techniques de collecte de spécimens présentées dans ce guide ont pour objectif de permettre aux agents de vulgarisation d'être mieux à même d'identifier correctement les nuisibles et d'en évaluer l'importance économique. Il faut encourager les agents de vulgarisation à regrouper leurs observations en compilant des listes détaillées de nuisibles et à réunir des collections de spécimens pouvant servir de référence. Les listes de nuisibles (révélatrices de la biodiversité locale) sont des ressources de base indispensables pour informer les gouvernements et les groupes de parties prenantes sur les risques économiques associés au transfert international de matières végétales. Les listes de nuisibles et les collections de référence sont en outre des ressources utiles pour les agents de vulgarisation lorsqu'il s'agit d'effectuer des vérifications et de donner des conseils aux maraîchers en cas de changements dans l'incidence et la diversité des nuisibles dans les agroécosystèmes de légumes.

**Promotion de la GIN :** Les effets nocifs de méthodes de lutte chimique inappropriées montrent qu'en production maraîchère, il est essentiel de rechercher et de promouvoir des options de GIN à base biologique. Lorsqu'ils présentent aux communautés agricoles des solutions écologiquement durables aux problèmes posés par les nuisibles, les agents de vulgarisation doivent donc bien comprendre les différents types d'options de GIN disponibles, leur nature et leur fonctionnement. Les agents de vulgarisation doivent en outre être conscients du fait que les applications de la GIN peuvent avoir des avantages inattendus, ainsi que des effets contradictoires. A travers l'apprentissage par la pratique, les agents de vulgarisation peuvent aider les maraîchers à identifier les pratiques agricoles qui vont au-delà de l'effet escompté et permettre aux communautés de pleinement réaliser la portée de ce qu'elles ont appris.

# Annexes

## Annexe I. Profil d'un site maraîcher : résumé d'entretiens avec un groupe de producteurs de légumes, Cotonou, Bénin

Paramètre	Réponse collective des maraîchers
Superficie totale de terres	Potentielle = 3,5 ha Exploitée = 2,5 ha
Terres par maraîcher	35 planches @ 1,2 m x 7 m [= 294 m <sup>2</sup> ]
Cultures principales	Par ordre décroissant d'importance, en termes de superficie cultivée : Grande morelle > Amarante > Chou > Laitue > Tomate
Principaux problèmes signalés par les maraîchers	<i>Grande morelle</i> : Jaunissement et effilement des feuilles <i>Amarante</i> : Manque de fumier ; feuilles endommagées par les chenilles <i>Chou</i> : Feuilles endommagées par la teigne du chou et les pucerons <i>Laitue</i> : Maladies des feuilles ; mineuses des feuilles <i>Tomate</i> : Jaunissement des feuilles ; avortement des fleurs
Cultures d'association communes	<i>Grande morelle</i> : Amarante ; laitue ; <i>Vernonia</i> <i>Amarante</i> : Grande morelle ; laitue ; <i>Vernonia</i> <i>Chou</i> : Laitue ; carotte <i>Laitue</i> : Grande morelle ; chou ; <i>Vernonia</i> ; amarante <i>Tomate</i> : Gombo
Cultures de rotation communes	<i>Amarante</i> : Grande morelle ; chou ; carotte ; laitue ; tomate <i>Chou</i> : Amarante ; carotte ; laitue ; tomate <i>Laitue</i> : Grande morelle ; amarante ; chou ; tomate <i>Tomate</i> : Grande morelle ; amarante ; carotte ; laitue ; oignon ; piment ; tomate
Source d'eau	Réservoirs ou puits
Mode d'irrigation	Arrosoirs (les maraîchers portent souvent deux arrosoirs à la fois) Eau tirée des réservoirs /puits Irrigation mécanique/motopompe avec tuyaux raccordés
Application d'engrais	<i>Chimiques</i> : NPK et urée <i>Organiques</i> : Fumier, par ex. fumier de volaille, lapin, porc Déchets organiques domestiques (enlever plastique, boîtes de conserve, bouteilles) Déchets de brasserie (enveloppe des céréales, etc.) La bouse de vache n'est pas utilisée car les maraîchers ont constaté qu'elle attirait des insectes nuisibles
Application de pesticides	<i>Pesticides chimiques</i> : Acéphate ; bifenthrin ; chlorpyrifos-éthyl ; cyfluthrine + malathion ; cyperméthrine + phoslane deltaméthrine ; dicofol ; diméthoate ; fenpropathrine ; glyphosate ; manèbe ; méthamidophos ; profénofos ; thiophanate-méthyl <i>Pesticides botaniques</i> : Extraits de feuilles de neem ; huile de graines de neem ; tourteau de graines de neem <i>Biopesticides</i> : Aucun

## Annexe 2. Economie de la production maraîchère : grille à utiliser pour les entretiens avec groupes cibles

Item	Franc CFA par superficie (préciser la superficie en hectares)			
	Monoculture de chou		Association chou/amarante	
	Prix bas	Prix élevé	Prix bas	Prix élevé
<b>1. Revenu global par unité (par ex. planche)</b>				
Prix du chou	0 000	0 000	0 000	0 000
Revenu du chou	000 000	000 000	000 000	000 000
Prix de l'amarante	s/o	s/o	0 000	0 000
Revenu de l'amarante	s/o	s/o	000 000	000 000
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>000 000</b>	<b>000 000</b>	<b>000 000</b>	<b>000 000</b>
<b>2. Intrants de matériel pour la surface totale</b>				
Terre	0 000	0 000	0 000	0 000
Semences de chou	0 000	0 000	0 000	0 000
Semences d'amarante	s/o	s/o	0 000	0 000
Engrais chimique [NPK + urée]	0 000	0 000	0 000	0 000
Fumier organique	0 000	0 000	0 000	0 000
Pesticides chimiques	00 000	00 000	00 000	00 000
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>00 000</b>	<b>00 000</b>	<b>00 000</b>	<b>00 000</b>
<b>3. Coût de la main-d'œuvre pour la surface totale</b>				
Gestion de la pépinière	0 000	0 000	0 000	0 000
Application de pesticides	0 000	0 000	0 000	0 000
Application d'engrais	0 000	0 000	0 000	0 000
Sarclage/autres travaux	0 000	0 000	0 000	0 000
Irrigation	00 000	00 000	00 000	00 000
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>00 000</b>	<b>00 000</b>	<b>00 000</b>	<b>00 000</b>
<b>4. Autres intrants/Frais d'association</b>	0 000	0 000	0 000	0 000
<b>5. Total final des intrants</b> [soit catégories 2+3+4]	00 000	00 000	00 000	00 000
<b>6. Revenu net/35 planches ou par 0,03 ha</b> [soit catégorie 1 moins catégorie 5]	000 000	000 000	000 000	000 000
<b>7. Revenu net /ha</b>	00 000 000	00 000 000	00 000 000	00 000 000
<b>8. Ratio bénéfice-coût</b> [soit catégorie 1/5]	0,00	0,00	0,00	0,00

### Annexe 3. Nuisibles de la grande morelle au Bénin

Type de nuisible	Espèces	Parties de la plante attaquées	Niveau des dégâts	Sources d'infestation	
				Autres légumes attaqués	Autres cultures et plantes attaquées
Insectes	<i>Helopeltis schoutedeni</i>	Feuilles	Elevé		Rocou ; noix de cajou ; manioc ; ricin ; coton ; thé
	<i>Phycita melongenae</i>	Feuilles	Elevé	Aubergine ; gombo	
	<i>Scrobipalpa ergasima</i>	Fleurs ; fruits	Elevé	Aubergine	
	<i>Selepa docilis</i>	Feuilles	Elevé	Aubergine	
	<i>Aspavia armigera</i>	Feuilles	Bas	Chou ; carotte ; laitue	Riz
	<i>Bemisia tabaci</i>	Feuilles	Bas	Aubergine ; concombre ; laitue ; gombo ; piment ; tomate	Haricot ; manioc ; patate douce ; coton ; tabac ; poinsettia
	<i>Cassida</i> sp.	Feuilles	Bas	Amarante	
	<i>Epilachna elaterii</i>	Feuilles	Bas	Concombre ; laitue ; melon ; citrouille	
	<i>Nezara viridula</i>		Bas	Amarante ; chou ; gombo ; tomate	Petits pois
	<i>Liriomyza</i> spp.	Feuilles	Bas	Amarante ; chou ; concombre ; laitue ; tomate	
Acariens	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Feuilles	Elevé	Aubergine ; haricot ; concombre ; brassicacées ; piment ; tomate	Avocat ; coton ; citron ; mangue ; papaye ; pomme de terre
	<i>Tetranychus</i> spp.	Feuilles	Elevé	Amarante ; haricot ; cucurbitacées ; piment ; radis ; tomate	Manioc ; coton
Pathogènes	<i>Fusarium</i> spp.	Feuilles	Elevé	Amarante ; laitue	
	<i>Sclerotium</i> spp.	Racine		Haricot ; laitue ; tomate	
Nématodes	<i>Meloidogyne</i> spp.	Racine	Elevé	Nombreux légumes	Nombreuses autres cultures et plantes
	Autres nématodes phytoparasites		Bas	Nombreux légumes	Nombreuses autres cultures et plantes

## Annexe 4. Nuisibles de l'amarante au Bénin

Type de nuisible	Espèces	Parties de la plante attaquées	Niveau des dégâts	Sources d'infestation	
				Autres légumes attaqués	Autres cultures et plantes attaquées
Insectes	<i>Psara basalis</i>	Feuilles	Elevé	Célosie argentée	Agrumes ; riz
	<i>Spoladea recurvalis</i>	Feuilles	Elevé	Radis ; betterave ; carotte ; cucurbitacées	Coton ; maïs ; soja
	<i>Aspavia armigera</i>		Bas	Grande morelle ; chou ; carotte ; laitue	Riz
	<i>Epilachna elaterii</i>		Bas	Grande morelle ; concombre ; laitue ; melon ; citrouille	Cucurbitacées sauvages
	<i>Gasteroclisus rhomboidalis</i>	Racine ; tiges	Bas		
	<i>Hypolixus nubilosis</i>	Racines ; tiges	Bas	Chou ; concombre ; laitue	
	<i>Liriomyza</i> spp.	Feuilles	Bas	Grande morelle ; chou ; concombre ; laitue ; tomate	
	<i>Nezara viridula</i>		Bas	Grande morelle ; chou ; gombo ; tomate	Petits pois
Acarie	<i>Tetranychus urticae</i>	Feuilles	Bas	Légumineuses ; tomate ; haricot ; cucurbitacées ; piment ; radis	Manioc ; coton
	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Feuilles	Bas	Grande morelle ; aubergine ; haricot ; concombre ; brassicacées ; piment ; tomate	Avocat ; coton ; citron ; mangue ; papaye
Pathogènes	<i>Alternaria</i> spp.		Bas	Brocoli ; carotte ; chou-fleur ; tomate	Pomme de terre ; agrumes ; pomme
	<i>Fusarium</i> spp.		Bas	Grande morelle ; laitue	
Nématodes	<i>Meloidogyne</i> spp.	Racines	Élevé	Nombreux légumes	Nombreuses autres cultures et plantes
	Autres nématodes phytoparasites	Racines	Bas	Nombreux légumes	Nombreuses autres cultures et plantes

## Annexe 5. Nuisibles du chou au Bénin

Type de nuisible	Espèces	Parties de la plante attaquées	Niveau des dégâts	Sources d'infestation	
				Autres légumes attaqués	Autres cultures et plantes attaquées
Insectes	<i>Hellula undalis</i>	Feuilles	Elevé	Brocoli ; chou-fleur ; autres choux ; radis	
	<i>Lipaphis erysimi</i>	Feuilles	Elevé	Aubergine ; autres brassicacées ; radis ; colza ; navet	Herbe du Laos
	<i>Plutella xylostella</i>	Feuilles	Elevé	Aubergine ; moutarde noire ; brocoli ; chou frisé ; radis ; navet ; cresson	
	<i>Acrosternum acutum</i>	Feuilles	Bas	Grande morelle ; amarante ; gombo ; petits pois ; tomate	
	<i>Epilachma elaterii</i>	Feuilles	Bas	Grande morelle ; amarante ; concombre ; laitue ; melon ; citrouille	
	<i>Hypolixus nubilosis</i>	Feuilles et tiges	Bas	Concombre ; laitue	
	<i>Liriomyza</i> spp.	Feuilles	Bas	Grande morelle ; amarante ; concombre ; laitue ; tomate	
	<i>Nezara viridula</i>	Feuilles	Bas	Grande morelle ; amarante ; gombo ; petits pois ; tomate	
Acariens	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Feuilles	Bas	Grande morelle ; amarante ; tomate	
Pathogènes	<i>Colletotrichum higginsianum</i>		Bas	Brassicacées	
	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>		Bas	Brocoli ; chou ; chou-fleur ; chou frisé ; radis	
Nématodes	Nématodes à galles, <i>Meloidogyne</i> spp.	Racines	Bas	Nombreux légumes	Nombreuses autres cultures et plantes
	Autres nématodes parasites des plantes	Racines	Bas	Nombreux légumes	Nombreuses autres cultures et plantes

## Annexe 6. Nuisibles de la laitue au Bénin

Type de nuisible	Espèces	Parties de la plante attaquées	Niveau des dégâts	Sources d'infestation	
				Autres légumes attaqués	Autres cultures et plantes attaquées
Insectes	<i>Liriomyza</i> spp.	Feuilles	Bas	Grande morelle ; amarante ; chou ; concombre ; laitue ; tomate	
	<i>Hypolixus nubilosis</i>	Racines	Bas	Chou ; concombre	
Acarien	Aucun trouvé sur la laitue				
Pathogènes	<i>Colletotrichum fuscum</i>	Feuilles	Elevé	Grande morelle ; haricot vert ; tomate	
	<i>Fusarium</i> spp.	Feuilles	Bas	Amarante ; grande morelle	
	<i>Sclerotium</i> spp.	Racines	Bas		
Nématodes	<i>Meloidogyne</i> spp.	Racines	Elevé	Nombreux légumes	Nombreuses autres cultures et plantes
	Autres nématodes phytoparasites		Bas	Nombreux légumes	Nombreuses autres cultures et plantes

## Annexe 7. Nuisibles de la tomate au Bénin

Type de nuisibles	Espèces	Parties de la plante attaquées	Niveau des dégâts	Sources d'infestation	
				Autres légumes attaqués	Autres cultures et plantes attaquées
Insectes	<i>Bemisia tabaci</i>	Feuilles	Elevé	Grande morelle ; aubergine ; haricot ; brassicacées ; concombre ; cucurbitacées ; laitue ; gombo ; piment	Nombreuses autres cultures et plantes
	<i>Helicoverpa armigera</i>	Fruits ; fleurs	Elevé	Amarante ; chou ; laitue ; gombo ; oignon ; espèces de <i>Solanum</i>	
	<i>Liriomyza</i> spp.	Feuilles	Bas	Grande morelle ; amarante ; chou ; concombre ; laitue ; tomate	
	<i>Nezara viridula</i>	Feuilles	Bas	Grande morelle ; amarante ; chou ; gombo ; petits pois	
Acariens	<i>Aculops lycopersici</i>	Feuilles	Elevé	Aubergine	Patate douce ; tabac
	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Feuilles	Bas	Grande morelle ; amarante ; tomate	Nombreuses autres cultures et plantes
Pathogènes	<i>Phytophthora</i> spp.		Bas	Grande morelle ; nombreux autres légumes ; piment	
	<i>Sclerotium</i> spp.		Bas	Grande morelle ; haricot ; laitue	
Nématodes	<i>Meloidogyne</i> spp.	Racines	Elevé	Nombreux légumes	Nombreuses autres cultures et plantes
	Autres nématodes phytoparasites	Racines	Bas	Nombreux légumes	Nombreuses autres cultures et plantes

## Annexe 8. Nuisibles des légumes au Bénin

Espèces de nuisible	Grande morelle	Amarante	Chou	Laitue	Tomate
<b>Nuisibles des racines et du sol</b>					
<b>Insectes</b>					
Charançon <i>Gasteroclisus rhomboidalis</i> (Coléoptères : <i>Curculionidae</i> )		•			
<i>Gryllotalpa africana</i>	•	•	•	•	•
<b>Nématodes phytoparasites</b>					
<i>Meloidogyne</i> sp. (nématode à galles)		•	•		
Autres nématodes	•	•	•	•	•
<b>Pathogènes</b>					
Bactérie <i>Erwinia carotovora</i>					
Bactérie <i>Ralstonia solanacearum</i>					
Bactérie <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>					
Champignon <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>		•			
Champignon <i>Phytophthora</i> spp.					•
Champignon <i>Sclerotium rolfsii</i>	•			•	•
<b>Mangeurs de feuilles/tiges</b>					
<b>Insectes</b>					
<i>Acrosternum acutum</i> (Hémiptères : <i>Pentatomidae</i> )			•		
<i>Anoplocnemis curvipes</i> (Hémiptères : <i>Coreidae</i> )		•		•	
<i>Aspavia armigera</i> (Hémiptères : <i>Pentatomidae</i> )	•	•	•	•	
Mouche blanche <i>Bemisia tabaci</i> (Hémiptères : <i>Aleurodidae</i> )	•				
<i>Cassida</i> sp. (Coléoptères : <i>Chrysomelidae</i> )	•				
<i>Earias biplaga</i> (Coléoptères : <i>Noctuidae</i> )				•	
Coccinelle, <i>Epilachna elaterii</i> (Coléoptères : <i>Coccinellidae</i> )	•	•	•		
Foreur du chou, <i>Hellula undalis</i> (Lépidoptères : <i>Pyalidae</i> )			•		
Punaise <i>Helopeltis schoutedeni</i> (Hémiptères : <i>Miridae</i> )					

Espèces de nuisible	Grande morelle	Amarante	Chou	Laitue	Tomate
Charançon <i>Hypolixus nubilus</i> (Coléoptères : <i>Curculionidae</i> )		●	●	●	
Faux puceron du chou, <i>Lipaphis erysimi</i> (Homoptères : <i>Aphididae</i> )					
<i>Liriomyza</i> sp. (Diptères : <i>Agromyzidae</i> )	●	●	●	●	●
Punaise verte, <i>Nezara viridula</i> (Homoptères : <i>Pentatomidae</i> )		●	●		
Foreur de feuilles <i>Phycita melongenae</i> (Lépidoptères : <i>Pyralidae</i> )					
Teigne de chou, <i>Plutella xylostella</i> (Lépidoptères : <i>Plutellidae</i> )					
Foreur de feuilles <i>Psara basal</i> (Lépidoptères : <i>Pyralidae</i> )					
Foreur de feuilles <i>Selepa docilis</i> (Lépidoptères : <i>Noctuidae</i> )					
Foreur du chou, <i>Hellula undalis</i> (Lépidoptères : <i>Pyralidae</i> )					
<b>Acariens</b>					
<i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Acariens : <i>Tarsonemidae</i> )		●	●		●
<i>Tetranychus</i> spp. (Acariens : <i>Tetranychidae</i> )	●				
<b>Pathogènes</b>					
Champignon <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	●			●	●
Champignon <i>Colletotrichum capsici</i>					
Champignon <i>Colletotrichum fuscum</i>					
<b>Mangeurs des fleurs/fruits</b>					
<b>Insectes</b>					
<i>Dacus</i> spp. (Diptères : <i>Tephritidae</i> )			●		
<i>Helicoverpa armigera</i> (Lépidoptères : <i>Noctuidae</i> )					
<i>Scrobipalpa ergasima</i> (Lépidoptères : <i>Gelechiidae</i> )					
<b>Acariens</b>					
<i>Aculops lycopersici</i> (Acariens : <i>Eriophyidae</i> )					
<b>Pathogènes</b>					
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>					

Légende :

- = Nuisibles économiquement importants (ont causé des dégâts modérés à graves dans plus de 10 % des plantes échantillonnées)
- = Nuisibles d'importance mineure (ont causé des dégâts modérés à graves dans moins de 10 % des plantes échantillonnées)

## Annexe 9. Répartition des nuisibles des légumes au Bénin



Répartition de la gravité des dégâts causés par les nématodes à galles sur la grande morelle



Répartition de la gravité des dégâts causés par *Spoladea recurvalis* sur l'amarante



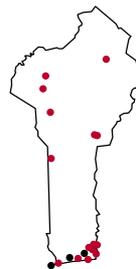
Répartition de la gravité des dégâts causés par *Selepa docilis* sur la grande morelle



Répartition de la gravité des dégâts causés par *Psara basalis* sur l'amarante



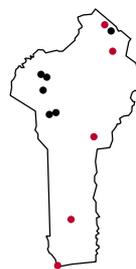
Répartition de la gravité des dégâts causés par la teigne du chou, *Plutella xylostella*, sur le chou



Répartition de la gravité des dégâts causés par l'acarien *Polyphagotarsonemus latus* sur la grande morelle



Répartition de la gravité des dégâts causés par *Scrobipalpa ergasima* sur la grande morelle



Répartition de la gravité des dégâts causés par la noctuelle de la tomate, *Helicoverpa armigera*, sur la tomate

Légende : ● Dégâts faibles  
● Dégâts importants

## Bibliographie

- Appert, J., et Deuse, J. (1988). *Insectes nuisibles des cultures vivrières et maraîchères*. Editions Maisonneuve & Larose, Paris, France. 267 pp.
- Atcha-Ahowé, C., James, B., Godonou, I., Boulga, B., Agbotse, S.K., Kone, D., Kogo, A., Salawu, R., et Glitho, I.A. (2009). Status of Chemical Control Applications for Vegetable Production in Benin, Ghana, Mali, Niger, Nigeria and Togo – West Africa. *Pesticides Management in West Africa*, No. 7, 4–14.
- Bordat, D., et Arvanitakis, L. (2004). *Arthropodes des cultures légumières d'Afrique de l'Ouest, centrale, Mayotte et Réunion*. Montpellier, France. CIRAD-FLHOR. 291 pp.
- Chadha, M.L., Kuo, G., et Gowda, C.L.L. (Ed.) (2006). *Prospectus for Fighting Poverty, Hunger and Malnutrition: Proceedings of the First International Conference on Indigenous Vegetables and Legumes*. 12–15 December 2006, ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh 502 324, Inde : International Society for Horticultural Science, Acta Horticulturae No. 752, 623 pp.
- Collingwood, E.F., Bourdouxhe, L., et Defranco, M. (1981). *Les principaux ennemis des cultures maraîchères au Sénégal*. Centre pour le développement de l'horticulture, Dakar, Sénégal. 95 pp.
- Coyne, D.L., Nicol, J.M., et Claudius-Cole, B. (2007). *Practical Plant Nematology: A field and laboratory guide*. SP-IPM, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Cotonou, Bénin. 82 pp.
- Goudegnon, E., et Bordat, D. (1991). *Catalogue des principaux nuisibles des cultures maraîchères au Bénin*. CIRAD, Montpellier Cedex 1, France. 38 pp.
- Godonou, I., James, B., Toffa, J., Ahanchédé, A., et Atcha-Ahowé, C. (2009). Locally Available Mycoinsecticide Alternatives to Chemical Pesticides against Leaf Feeding Pests of Vegetables. *Pesticides Management in West Africa* No. 7, 53–62.
- James, B., Godonou, I., et Atcha-Ahowé, C. (2009). Promoting Biopesticide Candidates from Experimental to Commercial Level for Sustainable Vegetable Production. *Pesticides Management in West Africa* No. 7, 15–33.
- Loumedjinon, S., Baimey, H., et James, B. (2009). Locally Available Botanical Alternatives to Chemical Pesticides against Root-Knot Nematode Pests of Carrot (*Daucus carota*) in Benin. *Pesticides Management in West Africa* No. 7, 34–52.
- McMaugh, T. (2005). *Guidelines for Surveillance for Plant Pests in Asia and the Pacific*. ACIAR Monograph No. 119. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australie. 192 pp.

Natural Resources Institute (NRI) (2002). *Integrated Vegetable Pest Management – Safe and Sustainable Protection of Small-Scale Brassicas and Tomatoes – A handbook for extension staff and trainers in Zimbabwe*. Natural Resources Institute, Chatham, Royaume-Uni. 177 pp.

Neuenschwander, P., Borgemeister, C., et Langewald, J. (2003). *Biological Control in Integrated Pest Management Systems in Africa*. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni. 414 pp.

Raemaekers, R.H. (2001). *Crop Production in Tropical Africa*. Directorate General for International Co-operation, Ministry of Foreign Affairs, External Trade and International Co-operation, Bruxelles, Belgique. 1540 pp.

Youdeowei, A. (2002). *Integrated Pest Management Practices for the Production of Vegetables*. Integrated Pest Management Extension Guide 4. Ministry of Food and Agriculture (MOFA) Plant Protection and Regulatory Services Directorate (PPRSD), Ghana, en collaboration avec Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). 49 pp.

# Index

NB : Les pages en *italique* renvoient à des Figures ou des Tableaux, celles en **gras** à des Encadrés ou des notes marginales.

- acariens 4, 12, 27, **31**
  - agents entomopathogènes **13, 31**
  - de la tomate 72
  - fiches documentaires sur les nuisibles
    - des feuille et tiges 64-5
    - des fleurs et fruits 72
  - liste de nuisibles
    - amarante 96
    - chou 97
    - grande morelle 95
    - laitue 98
    - tomate 99
  - nuisibles
    - des feuille et tiges 64-5, 101
    - des fleurs et fruits 72, 101
  - pesticides contre 18
  - phytoséiides **13**, 64, 65, 72
  - Polyphagotarsonemus latus* 64, 95, 101
  - prédateurs 4, 64, 65, 72
  - rouges 12, 65, 80, 82
  - techniques de collecte 29-30, 30-1
- Aculops lycopersici* (acarien de la tomate) 72
- agents entomopathogènes **13**, 15, **31**, 32-4, **84**, 88
  - bactériens 33, **84**
  - champignons 33, **83**, 88
  - collecte **35**
  - méthodes de lutte biologique 83
  - protozoaires 34
  - symptômes de maladies 33
  - viraux 33-4, **84**
- agents pathogènes bactériens 12
  - collecte de spécimens 32, 33
  - fiches documentaire sur les nuisibles 44-6, 73
- agents pathogènes viraux 12
  - collecte de spécimens 32, 33-4
  - vecteurs 56
- agents phytopathogènes 12
  - collecte de spécimens 31, 32
  - conditions de saison humide 22
  - fiches documentaires sur les nuisibles
    - des feuilles et tiges 66-8
    - des fleurs et fruits 73
    - des racines et du sol 44-9
- liste de nuisibles
  - amarante 96, 100-1
  - chou 97, 100-1
  - grande morelle 95, 100-1
  - laitue 98, 100-1
  - tomate 99, 100-1
- nuisibles
  - des feuilles et tiges 66-8, 100
  - des fleurs et fruits 73, 101
  - des racines et du sol 44-9, 100
- Ageratum conyzoides* (herbe) 75
- agroécosystème 1-2, 3-20, 91
  - composantes **3**
  - interactions **3**
  - types de culture 5-6
- allélochimiques 83
- Amaranthus cruentus* (amarante) 5
  - attaque par acariens rouges 65
  - attaque par *Gasteroclisus rhomboidalis* 61
  - besoins en engrais 10, 11
  - contamination de *Phytophthora* spp. 48
  - dégâts de *Cercospora* 74
  - économie 94
  - infestation de nématodes à galles 80
  - liste de nuisibles 96, 100-1
  - lutte contre les foreurs de feuilles **83**, 88
  - plantation 11
  - profil de site maraîcher 93
- Psara basalis*
  - dégâts 53
  - lutte contre 81
- récolte 9, 18
- répartition de la gravité des dégâts 102
- Spoladea recurvalis*
  - dégâts 50
  - lutte contre 81
- amélioration de l'environnement 77, **78**
- analyse de l'agroécosystème (AAES) 89
- Aphis gossypii* (puceron) 82
- apprentissage expérimental **19**
- apprentissage participatif 87
- arthropodes 12
- aspirateur 29

- assainissement 81  
aubergine 6  
  attaque par foreurs de feuilles 81  
  dégâts de l'acarien de la tomate 72  
  dégâts de *Phycita melongenae* 51  
  dégâts de *Scrobipalpa ergasima* 69  
  dégâts de *Selepa docilis* 52  
*Azadirachta indica* (neem) 19  
azote 10, 11
- Bacillus thuringiensis* (Bt) 84, 88  
Baermann, technique du plateau de 38, 39  
basses terres, écologies des 1  
battoirs 29-30  
*Beauveria bassiana* (agent entomopathogène) 15, 33, 84, 88  
*Bemisia tabaci* (mouche blanche) 58  
billons 8  
biopesticides 13, 19  
  *voir aussi* agents entomopathogènes  
bocaux à tuer 29  
bocaux et boîtes d'élevage 29  
bolilands 1, 2  
*Brassica oleracea* (chou) *voir* chou  
brassicacées 46
- Capsicum annuum* (piment) *voir* piment  
carex 74  
carotte 6, 9  
*Cercospora* (agent phytopathogène) 68, 74  
champignons pathogènes 12  
  collecte de spécimens 32, 33  
  dispersés par la mouche blanche 58  
  fiches documentaires sur les nuisibles  
  des feuilles et tiges 66-8  
  des racines et du sol 47-9  
champs-écoles paysans (FFS) 87-9  
charançon 63  
chef d'équipe 25  
*Cheilomenes* (coccinelle prédatrice) 14  
chlorose 36, 43  
chou 5, 82  
  besoins en engrais 10, 11  
  contamination de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 46  
  dégâts de *Lipaphis erysimi* 56  
  dégâts de *Sclerotinia sclerotiorum* 66  
  économie 94
- Hellula undalis*  
  dégâts 55  
  lutte contre 81  
infestation de nématodes à galles 80  
liste de nuisibles 97, 100-1  
pesticides  
  application 18  
  utilisation réduite 89  
plantation 11  
profil de site maraîcher 93  
pucerons nuisibles 4  
récolte 18  
répartition de la gravité des dégâts 102  
repiquage des jeunes plants 9  
teigne du chou  
  attaque 54  
  lutte contre 84, 88
- Chromolaena odorata* (mauvaise herbe) 56  
citrouille, dégâts de la coccinelle prédatrice 62  
climat, changement et variabilité 28  
Cobb, méthode de décantation et de tamisage 38  
coccinelle 62  
  prédatrice 13, 14  
collecte à la main 29  
collection d'échantillons de racines et de sol 36, 37-8  
collection de référence 29  
*Colletotrichum capsici* (champignon) 67  
*Colletotrichum fuscum* (champignon) 12, 68  
commerce des légumes 28  
compost 10  
concombre  
  dégâts de la coccinelle 62  
  dégâts de la mouche de fruits 71  
consultation de la communauté 21-2  
contamination des cultures 17  
*Cotesia* (parasitoïde) 15  
courge, dégâts de la mouche de fruits 71  
courtilière 42, 79  
cultures  
  écartement 23, 80  
  introduction de nouvelles variétés 28  
  susceptibilité aux nématodes 80  
cultures associées 9  
  lutte contre les mauvaises herbes 19  
  profil de site maraîcher 93  
cycle de vie des légumes 27  
*Cynodon dactylon* (herbe des Bermudes) 74, 76  
*Cyperus rotundus* (souchet) 76

- Dacus* spp. (mouche de fruits) 71  
*Daucus carota* (carotte) 6  
débouchés 24  
défoliation 16  
dégâts aux cultures 16  
  défoliation 16  
  données de gravité des dégâts 26  
  inspections sur le terrain 25-6  
  pertes alimentaires 26  
  pertes économiques 26  
  pertes qualitatives 16  
  seuil économique 17  
déjections d'insectes 17  
diagnostic au champ 21-8  
  compétences et tâches 21-2  
  entretiens avec groupes cibles 23-5
- écartement des plantes 11, 80  
échantillonnage du sol 36-8  
économie de la production maraîchère 94  
engrais 10, 11  
  économie 94  
  profil de site maraîcher 93  
enlèvement de débris végétaux 8, 79  
ennemis naturels 13, 14-15  
  acarien rouge 65  
  mouche de fruits 71  
  *Lipaphis erysimi* 56  
  lutte biologique 81  
  noctuelle de la tomate 70  
  *Polyphagotarsonemus latus* 64  
  *Selepa docilis* 52  
  *Spoladea recurvalis* 50  
  victimes des pesticides 28  
enquêtes de base 88  
entretiens  
  avec groupes cibles 23-5  
  avec maraîchers, informateurs clés 21  
  profil de site maraîcher 93  
*Epilachna elaterii* (coccinelle) 62  
*Erwinia carotovora* (bactérie) 44  
expériences des maraîchers 88  
experts en production végétale 26  
exportation de légumes 28  
extraits de neem 19
- fertilité du sol 10, 11
- fiches documentaires sur les nuisibles 41-76  
  acariens  
    nuisibles des feuilles et tiges 64-5  
    nuisibles des fleurs et fruits 72  
  agents pathogènes bactériens 44-6, 73  
  agents phytopathogènes  
    des feuilles et tiges 66-8  
    des fleurs et fruits 73  
    des racines et du sol 44-9  
  champignons pathogènes  
    des feuilles et tiges 66-8  
    des racines et du sol 47-9  
  insectes  
    nuisibles des feuilles et tiges 50-63  
    nuisibles des fleurs et fruits 69-71  
    nuisibles des racines et du sol 42  
  mauvaises herbes 74-6  
  nématodes phytoparasites 43  
  nuisibles  
    des feuilles et tiges 50-68  
    des fleurs et fruits 69-73  
    des racines et du sol 42-9
- filets aériens 29  
filets fauchoirs 29  
flétrissement 48  
foreur du chou (*Hellula undalis*) 55, 81  
foreurs de feuilles 51-3  
  *Bacillus thuringiensis* contre 88  
  champignons entomopathogènes contre 88  
  lutte contre 83, 84, 88  
  répartition de la gravité des dégâts 102
- fumagine 58  
fumier 10, 11  
*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (champignon pathogène) 47
- Gasteroclisus rhomboidalis* (coléoptère) 61  
gestion intégrée des nuisibles (GIN) 20, 77-90, 92  
  apprentissage 87-90  
  après plantation 81-6  
  champs-écoles paysans 87-90  
  compréhension 87  
  connaissances 87  
  dissémination de l'information 89  
  lutte chimique 85-6  
  pesticides 85-6  
  plantation 80

- pratiques avant plantation 77, 79
- préparation des semis 79
- préparation du sol 79
- processus d'apprentissage participatif des maraîchers 87
- promotion 92
- voir aussi* lutte biologique
- GPS 25
- grande morelle 5
  - application de pesticides 18
  - attaque par foreurs de feuilles 83
  - besoins en engrais 10, 11
  - dégâts de *Colletotrichum capsici* 67
  - dégâts de l'acarien *Polyphagotarsonemus latus* 64
  - dégâts de *Scrobipalpa ergasima* 69
  - dégâts de *Selepa docilis* 52
  - infestation de nématodes à galles 80
  - liste de nuisibles 95, 100-1
  - lutte biologique 82
  - Phycita melongenae*
    - dégâts 51
    - lutte contre 81
  - plantation 11
  - profil de site maraîcher 93
  - répartition de la gravité des dégâts 102
  - repiquage des jeunes plants 9
- granulovirus PlxyGV-Nay01 **84**, 88
- groupes cibles 23-5
- Gryllotalpa africana* (courtilière) 42, 79
- guêpes, parasitoïdes **13**
  
- haricot, lutte biologique 82, 89
- hautes terres, écologies pluviales des 1, 2
- Helicoverpa armigera* (noctuelle de la tomate) 12, 70
  - lutte contre **84**, 88
  - répartition de la gravité des dégâts 102
- Hellula undalis* (foreur du chou) 55, 81
- Helopeltis schoutedeni* (punaise) 59
- herbe 74
  - Ageratum conyzoides* 75
  - à lapin 75, 76
  - chiendent 74, 76
  - de Guinée 74
  - des Bermudes 74, 76
- herbicides 19
- humus 10
- Hymenia recurvalis* voir *Spoladea recurvalis*
- Hypolixus nubilosus* (charançon) 63
  
- Imperata cylindrica* (chiendent) 74, 76
- infestations, décision de traitement 17
- inondation 9, 83
- insectes 12
  - agents entomopathogènes **13**, **31**
  - fiches documentaires sur les nuisibles
    - des feuille et tiges 50-63
    - des fleurs et fruits 69-71
    - des racines et du sol 42
  - hémiptères 72
  - larves 30
    - virus entomopathogènes 34
  - liste de nuisibles
    - amarante 96, 100-1
    - chou 97, 100-1
    - grande morelle 95, 100-1
    - laitue 98, 100-1
    - tomate 99, 100-1
  - nuisibles
    - des feuille et tiges 50-63, 100-1
    - des fleurs et fruits 69-71, 101
    - des racines et du sol 42, 100
  - nymphes 30
  - phéromones sexuelles 83
  - techniques de collecte 29-30, 30-1
- inspections sur le terrain 22, 25-6, 27
- intrants de main-d'œuvre 94
- Ischiodon* (syrphe) 15
  
- jeunes plants, écartement et repiquage 11
  
- labour 8
- Lactuca sativa* (laitue) voir laitue
- laitue 5
  - besoins en engrais 10, 11
  - contamination par *Erwinia carotovora* 44
  - cultures associées 9
  - dégâts de *Cercospora* 68
  - infestation par nématodes à galles 80
  - liste de nuisibles 98, 100-1
  - lutte biologique 82
  - plantation 11
  - plantation sur billons 8
  - profil de site maraîcher 93
  - réduction de l'utilisation des pesticides 89
  - repiquage des jeunes plants 9
- légumes-feuilles 5, 10
- légumes-fruits 6

- légumes-racines 6  
*Lipaphis erysimi* (faux puceron du chou) 4, 56  
*Liriomyza* (mouche mineuse de feuilles) 57, 81, 82  
 lutte biologique contre 82, 89  
 liste de nuisibles 28, 41, 92, 95-101  
 amarante 96, 100-1  
 chou 97, 100-1  
 grande morelle 95, 100-1  
 laitue 98, 100-1  
 tomate 99, 100-1  
 lutte biologique 81-2, **82**, 83, 85  
 classique 83, 85  
 de conservation 81-2, 89  
 nématodes 34  
 par augmentation 83  
 lutte chimique 18, 85-6  
 sources d'information sur les alternatives 24  
*voir aussi* pesticides  
*Lycopersicum esculentum* (tomate) *voir* tomate
- maladie de la fonte des semis 48, 49  
 manioc, poudre et écorce 79, 83  
*Mariscus alternifolius* (carex) 74, 76  
 mauvaises herbes 12  
 à feuilles larges 75  
 annuelles 76  
 concurrence 41  
 fiches documentaires sur les nuisibles 74-6  
 hébergeant nuisibles et maladies 41  
 lutte contre 19  
 propagation 76  
 reproduction végétative 76  
 utilisation de *Cercospora* 74  
 vivaces 76  
*Meloidogyne* (nématode à galles) *voir* nématodes à galles  
 melon, dégâts de la coccinelle prédatrice 62  
 mesures phytosanitaires 28  
 méthode de tamisage-centrifugation-flottement 38  
 microbes **31**  
 microorganismes 12  
 mollusques 12  
 mouche blanche 58  
 mouche de fruits 71  
 mouche mineuse de feuilles 57, 81  
 lutte biologique contre 82  
 réduction de l'utilisation de pesticides 89  
 mouches (parasitoïdes) **13**
- navet, dégâts de *Lipaphis erysimi* 56  
 neem, extraits 19  
 nématodes (phytoparasites) 12, 34, 36-9  
 à galles 10, 12, 36, 43  
 dégâts 36  
 fiches documentaires sur les nuisibles 43  
 lutte contre 79  
 pesticides botaniques contre 89  
 pesticides contre 18  
 répartition de la gravité des dégâts 102  
 susceptibilité des cultures 80  
 à lésions 43  
 dégâts 36  
 des racines et du sol 43, 100  
 échantillonnage 36-8  
 entomopathogènes 34  
 fiches documentaires sur les nuisibles 43  
 liste de nuisibles  
 amarante 96, 100-1  
 chou 97, 100-1  
 grande morelle 95, 100-1  
 laitue 98, 100-1  
 tomate 99, 100-1  
 lutte contre 80  
 pesticides botaniques 83, 89  
 susceptibilité des cultures 80  
 techniques d'extraction 38, **39**
- Nezara viridula* (punaise verte) 60  
 noctuelle de la tomate (*Helicoverpa armigera*) 12, 70  
 lutte biologique contre **84**, 88  
 répartition de la gravité des dégâts 102
- nuisibles 12-13  
 abondance 16  
 conditions de saison sèche 22  
 connaissances des agents de vulgarisation 29  
 connaissances des maraîchers 87  
 cycle de vie 10  
 déjections 17  
 de quarantaine **28**  
 des feuilles et tiges  
 acariens 64-5, 101  
 agents phytopathogènes 66-8, 101  
 fiches documentaires sur les nuisibles 50-68  
 insectes 50-63, 100-1  
 des fleurs et fruits  
 acariens 72, 101  
 agents phytopathogènes 73, 101  
 insectes 69-71, 101

- des fruits *voir* nuisibles des fleurs et fruits
- des racines et du sol
  - agents phytopathogènes 44-9, 100
  - champignons pathogènes 47-9
  - fiches documentaires sur les nuisibles 42-9
  - insectes 42, 100
  - nématodes 43, 100
- éventail de plantes hôtes 26, 41
- impact économique 26-8
- indigènes 26
- introduits **25**
- lutte chimique contre 18
- lutte physique contre 81
- majeurs **26**
- méthodes de dispersion 76
- mineurs 28
- prévention de l'accès physique 77, **78**
- profil de site maraîcher 93
- réduction de population 77, **78**
- répartition au Bénin 102
- suivi 18
- susceptibilité des cultures 10
- vertébrés 12
- nutriments du sol 8, 10
- oignons en association 9
- oiseaux 12
- outils agricoles, nettoyage 79
- paillage 10, 11, 79
- parasitoïdes **13**, 14, 15
  - attaquant *Helopeltis schoutedeni* 59
  - attaquant les mouches de fruits 71
  - lutte biologique 81
  - noctuelle de la tomate 70
  - tuant la teigne du chou 54
  - tuant le foreur du chou 55
  - tuant *Psara basalıs* 53
  - tuant *Scrobipalpa ergasima* 69
- pastèque, dégâts de la mouche de fruits 71
- pesticides 18, 85-6
  - à large spectre 85
  - application 19
  - botaniques 18, 79, 83
    - lutte contre nématodes à galles 89
    - profil de site maraîcher 93
  - économie 94
  - formation en utilisation sûre 86
  - microbiens 83, **84**
  - profil de site maraîcher 93
  - sources d'information 24
  - traitement des semences 79
  - tuant les ennemis naturels 28
  - utilisation réduite 89
- phéromones 83
- phosphore 11
- Phycita melongenae* (foreur de feuilles) 51, 81
- Phytophthora* spp. (champignon pathogène) 48
- pièges à phéromone 83
- pierres, enlèvement 8
- piment 6
  - application de pesticides 18
  - contamination par *Sclerotium rolfsii* 49
  - lutte biologique 82
- planches 8
- plantation et dates de plantation 9, 80
- Plutella xylostella* (teigne du chou) *voir* teigne du chou
- Polyphagotarsonemus latus* (acarien) 64, 82, 102
- potassium 10, 11
- pourriture des fruits 49
- pourriture des racines 49
- prairies fluviales 1, 2
- prédateurs **13**
  - méthodes de lutte biologique 83
- préparation du sol 8
- production maraîchère 7-10, 11
  - coûts/bénéfices 24-5
  - économie 94
  - pratiques 23-4
- profil de site maraîcher 93
- programme d'enseignement 88
- prospections diagnostiques 21-8
  - compétences et tâches 21-2
  - entretiens avec groupes cibles 23-5
  - inspections sur le terrain 25-6, 27
- protection des plantes 12-13, 14-15, 16-19
  - pratiques 24
- Psara basalıs* (foreur de feuilles) 53
  - champignons entomopathogènes contre 88
  - lutte contre 81, **84**
  - répartition de la gravité des dégâts 102
- pucerons 4
  - faux puceron du chou 56
  - lutte biologique contre 81

- parasitoïdes 14
- pesticides contre 18
- punaise
  - Helopeltis schoutedeni* 59
  - verte 60
- pyrale de la betterave *voir Spoladea recurvalis*
- questionnaires 23-5
- radis, récolte 9
- Ralstonia solanacearum* (agent pathogène bactérien) 45
- ravageurs 12
  - voir* nuisibles
- récolte 9
- rendement des cultures 7
  - abondance des nuisible 16
  - pertes 7, 16
- rendement maximal réalisable 7
- rendement réel 7
- repousse 9, 18
- résultats du diagnostic au champ 21-2
- revenu provenant des légumes 25
- rhizomes 76, 80
- rongeurs 12
- rotation des cultures 10, 80
  - profil de site maraîcher 93
- saison humide 22
- saison sèche 22
- Sclerotinia sclerotiorum* (champignon pathogène) 66
- Sclerotium rolfsii* (champignon pathogène) 49
- Scrobipalpa ergasima* (chenille des bourgeons) 69, 102
- secrétaire pour entretiens de groupes cibles 25
- Seinhorst, technique de l'éluatriateur de kystes 38
- Selepa docilis* (foreur de feuilles) 52, 81, 102
- semences
  - achat 79
  - économie 94
  - essais au champ 79
  - sélection 77, 79
  - semis 9
  - traitement par pesticides 79
- sémiochimiques, substances 83, 85
- semis, préparation 8, 79
- sensibilisation du public 24
- seuil économique 17-18, 27-8
- sol, préparation 79
- Solanum aethiopicum* (grande morelle) 5
- Solanum macrocarpon* (grande morelle) *voir* grande morelle
- souchet 76
- sources d'information 24
  - voir aussi* fiches documentaires sur les nuisibles et listes de nuisibles
- Spoladea recurvalis* (pyrale de la betterave) 50
  - champignons entomopathogènes contre 88
  - lutte contre 81, 84
  - répartition de la gravité des dégâts 102
- stolons 76, 80
- stratégies de lutte 18
- suivi sur le terrain 91
- syrphes 13, 15
- systèmes d'irrigation 2
  - profil de site maraîcher 93
  - site périurbain 4
- technique de collecte des spécimens 29-39
  - acariens 29-30, 30-1
  - agents entomopathogènes 32-4
  - agents phytopathogènes 31, 32
  - collecte d'échantillons de racines et du sol 38
  - équipement 29-30
  - insectes 29, 30-1
  - nématodes phytoparasites 34, 36-8, 39
- teigne du chou 15, 33
  - chenilles 34
  - lutte biologique contre 82, 84, 88
  - répartition de la gravité des dégâts 102
- terrain plat 8, 9
- Tetranychus* (acarien rouge) 12, 65, 80
- tomate 6
  - application de pesticides 18
  - besoins en engrais 11
  - contamination par *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* 47
  - contamination par *Phytophthora* spp. 48
  - contamination par *Ralstonia solanacearum* 45
  - contamination par *Sclerotium rolfsii* 49
  - dégâts de l'acarier de la tomate 72
  - dégâts de la mouche blanche 58
  - dégâts de la mouche de fruits 71
  - dégâts de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* 73
  - infestation de nématodes à galles 80
  - interprète 25

- liste de nuisibles 99, 100-1
- lutte biologique 82
- noctuelle de la tomate
  - attaque 70
  - lutte contre **84**, 88
- plantation 11
- plantation en terrain plat 8
- profil de site maraîcher 93
- répartition de la gravité des dégâts 102
- repiquage des jeunes plants 9
- utilisation réduite des pesticides 89
- Tridax procumbens* (herbe à lapin) 75, 76
- tubercules 76, 80
- vallées marécageuses intérieures 1, 2
- vecteurs 12
  - de maladies des plantes 16
  - de virus, *Lipaphis erysimi* 56
- ventes, coûts et bénéfiques 25
- virions 34
- virus TYLCV 58
- Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (agent pathogène bactérien) 46
- Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (agent pathogène bactérien) 73

**Crédit photo :** *Couverture* : B. James/IITA

**Édition, conception graphique, mise en page et correction :** Green Ink Ltd ([www.greenink.co.uk](http://www.greenink.co.uk))

**Impression :** Pragati Offset Pvt. Ltd

Issu de la collaboration entre divers auteurs, ce guide amplement illustré comble une lacune importante dans la diffusion des informations concernant la production et la protection durables des végétaux dans les systèmes horticoles. Principalement destiné aux praticiens de terrain et aux agents de vulgarisation, ce guide s'avérera également incontournable pour les techniciens, les étudiants et les chercheurs. En plus de fournir des indications pratiques sur la façon de gérer durablement les menaces biotiques pour produire des légumes sains, ce guide contient des suggestions très utiles sur la manière d'enseigner et de diffuser à l'intention d'un public plus large les pratiques de gestion intégrée des nuisibles (GIN).

# Gestion intégrée des nuisibles en production maraîchère

B. James, C. Atcha-Ahowé, I. Godonou, H. Bainei, G. Goergen, R. Sikirou et M. Toko