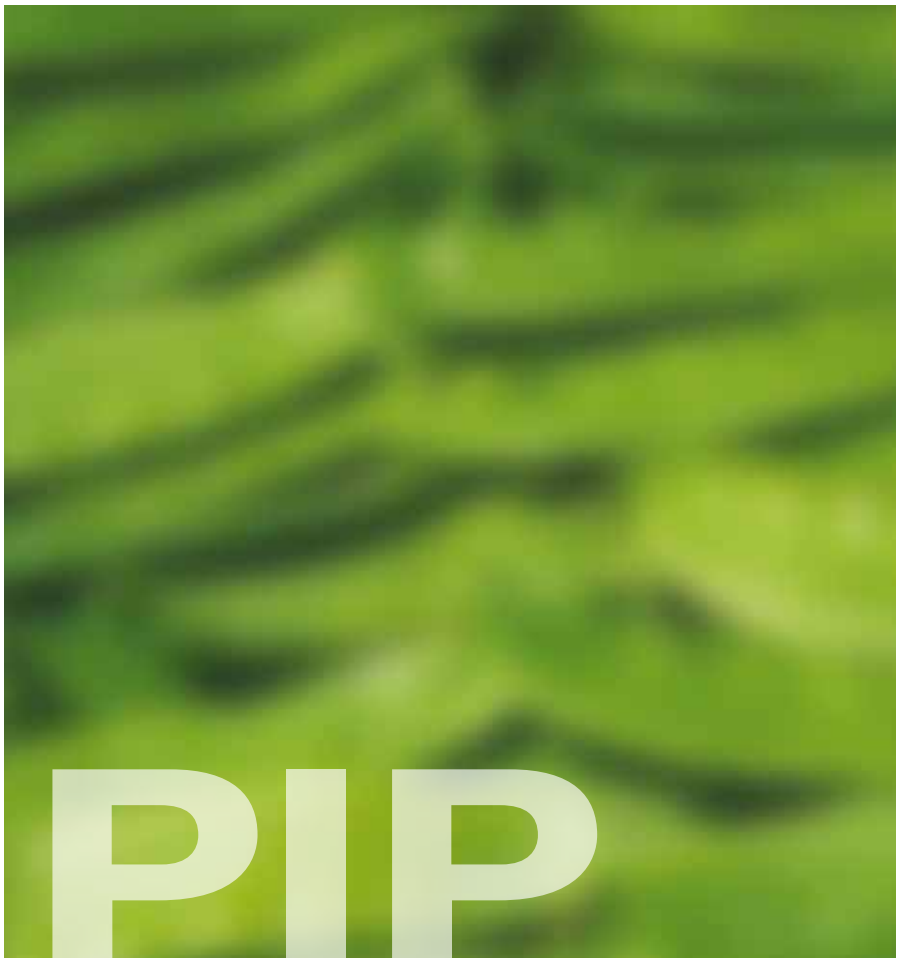


ITINÉRAIRE TECHNIQUE

HARICOT VERT (*PHASEOLUS VULGARIS*)

Le COLEACP est un réseau international œuvrant en faveur du développement durable du commerce horticole.

Le PIP est un programme de coopération européen géré par le COLEACP. Il est financé par l'Union européenne et a été mis en œuvre à la demande du Groupe des Etats ACP (Afrique, Caraïbes et Pacifique).

En accord avec les Objectifs du Millénaire, l'Objectif global du PIP est de « Préserver et, si possible, accroître la contribution de l'horticulture d'exportation à la réduction de la pauvreté dans les pays ACP ».

www.coleacp.org/pip

PIP

POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE
DU SECTEUR FRUITS ET LEGUMES ACP

Le PIP est financé par l'Union européenne

La présente publication a été élaborée avec l'aide de l'Union européenne. Le contenu de la publication relève de la seule responsabilité du PIP et du COLEACP et ne peut aucunement être considéré comme reflétant le point de vue de l'Union européenne.

Novembre 2011.

Programme PIP
COLEACP
Rue du Trône, 130 - B-1050 Brussels - Belgium
Tel.: +32 (0)2 508 10 90 - Fax: +32 (0)2 514 06 32

Document réalisé par le PIP avec la collaboration technique de:
M. Bruno SCHIFFERS de la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux

gembloux
faculté universitaire des sciences agronomiques

Mme Louise LABUSCHAGNE de Real IPM

realIPM

Photos: fotolia.com

Avertissement

Le document « Itinéraire Technique » (fruit ou légume) détaille toutes les pratiques culturales liées au (fruit ou légume) et propose une lutte phytosanitaire reprenant essentiellement des substances actives soutenues par les fabricants des pesticides dans le cadre de la Réglementation européenne 1107/2009 et devant respecter les normes en matière de résidus des pesticides. La plupart de ces substances actives ont été testées lors d'un programme d'essais en champ et le niveau de résidu de chacune d'entre elles a été vérifié. La lutte phytosanitaire proposée est cependant dynamique et sera adaptée en continu selon les nouvelles informations que rassemblera le PIP. Néanmoins, le planteur a la possibilité d'adapter le choix de son traitement à partir des substances actives ne posant aucun problème sur le plan des résidus.
Il est évidemment entendu que seules les formulations légalement homologuées dans leur pays d'application sont autorisées à l'usage.
Chaque planteur aura donc le devoir de vérifier auprès de ses autorités réglementaires locales si le produit qu'il souhaite utiliser figure bien sur la liste des produits homologués.

Les itinéraires techniques et les guides de bonnes pratiques phytosanitaires sont actualisés régulièrement. Pour toute information, consulter le site du programme : www.coleacp.org/pip

PIP
POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE DU SECTEUR FRUITS ET LEGUMES ACP

AVERTISSEMENT

La révision périodique, ainsi que la mise en œuvre de normes sanitaires plus strictes entrainent de nombreux changements au niveau des autorisations des produits de protection des plantes (PPP) et des limites maximales de résidus (LMR) dans l'Union Européenne (UE) et au niveau international. Ces changements ont un impact direct sur les agriculteurs qui doivent très souvent modifier leurs pratiques de production (bonnes pratiques agricoles, BPA) afin de respecter les nouvelles règles. Toute non-conformité peut entraîner l'interception et la destruction de marchandises, et donc causer une perte financière importante ainsi qu'une atteinte à la réputation de l'entreprise.

Veuillez noter que ce document n'a pas été mis à jour depuis 2011, et que les informations qu'il contient concernant le statut des autorisations de PPP et les LMR peuvent ne pas être à jour. Ce document est actuellement en cours de révision.

Avant d'appliquer tout PPP, il est conseillé de consulter les dernières modifications réglementaires en vigueur. Certains agriculteurs approvisionnent plusieurs marchés qui peuvent avoir des réglementations différentes. Le statut d'approbation des PPP et les LMR de l'UE peuvent être consultés via la **base de données de l'UE sur les pesticides**[1]. Pour les marchés nationaux et régionaux, une liste des PPP homologués est généralement fournie par les autorités nationales compétentes. Les pays d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (ACP) appliquent généralement les LMR fixées par le **Codex Alimentarius**[2].

Le suivi des changements d'autorisation des PPP et des modifications de LMR est une tâche complexe et qui prend du temps. C'est cependant une activité essentielle pour assurer la conformité réglementaire. Le COLEACP a répondu à la demande en mettant à disposition de ses membres un service d'information sur les PPP permettant de se tenir au courant des changements les plus critiques pour le secteur des fruits et légumes des pays ACP. Ce service comprend une base de données (**e-BPA**) qui répertorie les LMR de l'UE et du CODEX actuellement en vigueur. Elle réunit également les bonnes pratiques agricoles (dose, intervalle entre traitements, délais avant récolte, etc.) qui garantissent le respect de ces LMR. Des informations supplémentaires telles que le type de pesticide, le statut de l'autorisation de la substance active en UE et dans les pays ACP, la classification recommandée par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et le groupe de résistance (code FRAC pour les fongicides; classification IRAC pour les insecticides) sont également disponibles. La base de données e-BPA est accessible via la section e-services du site web du COLEACP : eservices.coleacp.org.

1 https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=FR

2 http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticides/fr/

Table des matières

Diagramme du processus de production 7

000 - Cycle de la culture 8

001 - Préparation du site 9
1. Caractéristiques du sol 9
2. Précédent cultural conseillé / déconseillé 9
3. Travail du sol - préparation des parcelles 10

002 - Opérations de semis 10

003 - Opérations culturales 12

004 - Fertilisation 12

005 - Irrigation 15

006 - Récolte 17

007 - Conditionnement 18

008 - Entreposage 19

009 - Lutte phytosanitaire 19
1. Cadre général 19
2. Traitements phytosanitaires 20
3. Pesticides 21
4. Traçabilité 23
5. Ravageurs d'importance économique 24
6. Maladies d'importance économique 24
7. Périodes utiles de contrôle et d'intervention avec les pesticides 25

Annexe 1: Homologations des Produits de Protection des Plantes pour utilisation sur haricot vert 26

Annexe 2: Réglementation et données sur les résidus des Produits de Protection des Plantes 29

Annexe 3a: Méthode de surveillance pour les haricots verts 35

Annexe 3b: Feuille d'enregistrement pour la lutte intégrée - haricot vert 39

Annexe 4: Tableaux de sensibilité aux pesticides - insecticides approuvés au Kenya sur haricot vert - effet sur les ennemis naturels **41**

Annexe 5: Tableaux de sensibilité aux pesticides - fongicides approuvés au Kenya sur haricot vert - effet sur les ennemis naturels **45**

Annexe 6: Classification des haricots *(Phaseolus vulgaris L.)* **48**

Annexe 7: Exigences climatiques du haricot *(Phaseolus vulgaris L.)* **49**

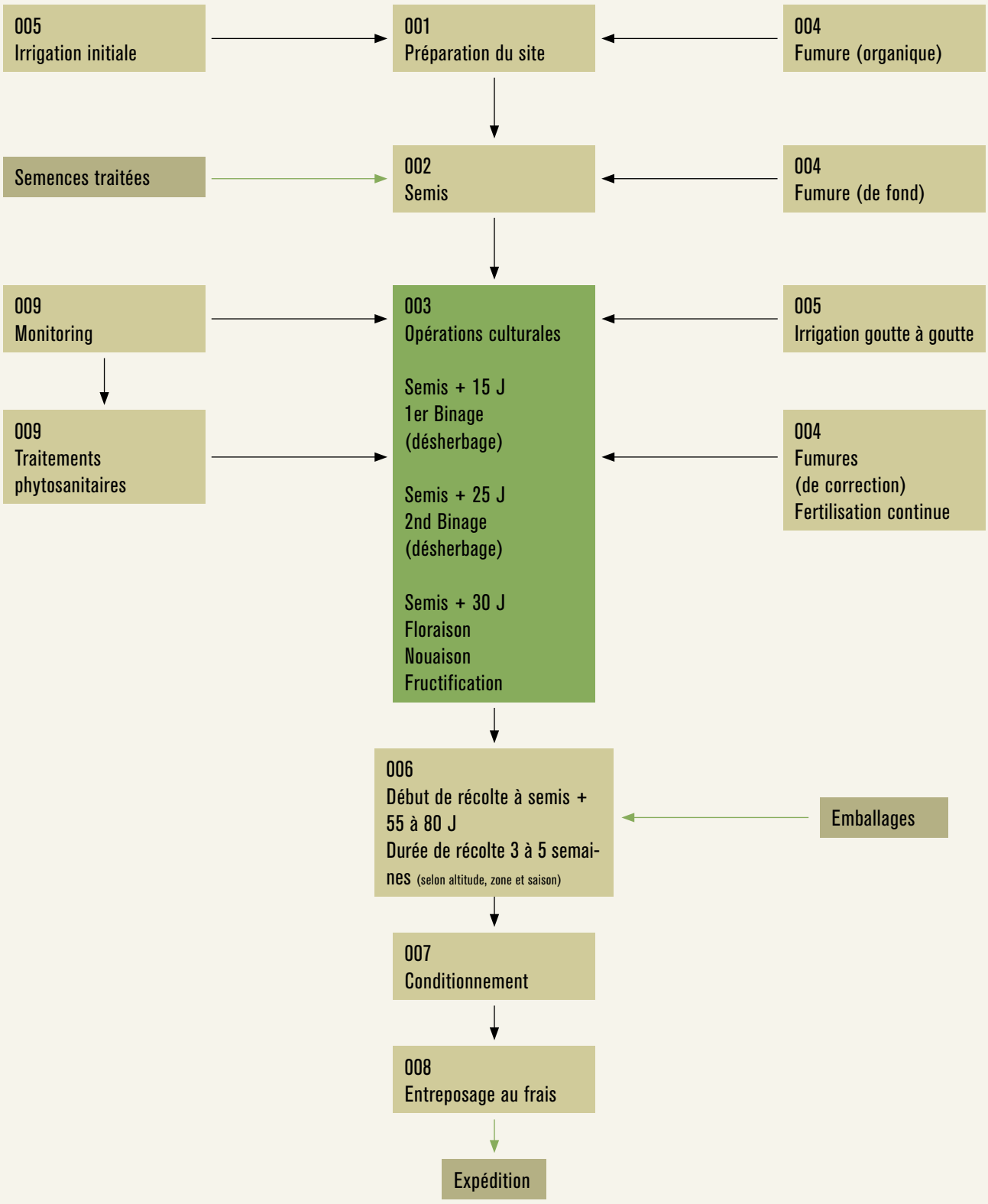
Annexe 8: Variétés commerciales de haricots verts disponibles au Kenya *(Phaseolus vulgaris L.)* **50**

Annexe 9: Principaux ennemis du haricot vert **51**

Annexe 10: Identification des principaux ravageurs et maladies **93**

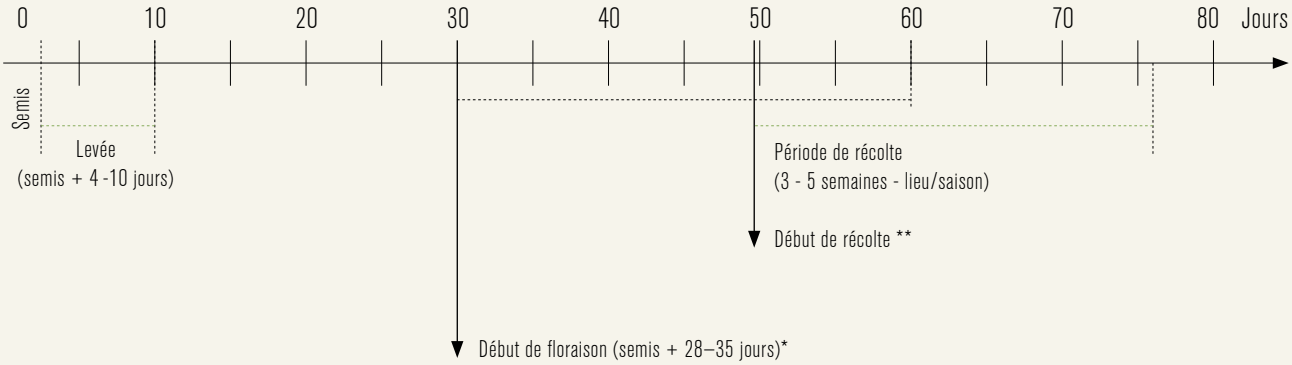
Diagramme du processus de production

(chaque numéro renvoie à un point détaillé dans le document)



000 - Cycle de la culture

Grâce aux différentes altitudes et climats disponibles au Kenya, l'haricot vert y est produit toute l'année. En conséquence la durée entre le semis et la floraison ou la récolte varie beaucoup d'une saison ou d'une zone à l'autre. De même, la durée de la période de récolte dépend de la zone de production, de la variété et du type d'haricot (fin ou extra fin).



Au Kenya valable pour 1500 m. Floraison 2 semaines plus tard à 2000 m
** Au Sénégal 48 à 55 jours après semis
Au Kenya:
- semis + 60 jours à 1500 m pour haricot fin
- semis + 40 jours à 1500 m pou extra fin
- semis + 80 jours à 2000 m

Périodes de culture

Mois N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sénégal												
Burkina												
Kenya												

001. Préparation du site

1. Caractéristiques du sol

Le haricot peut donner de bons résultats économiques sur des sols de textures très diverses (sablo-argileux, limono-sableux,...) mais préfère les terres fortes. Les sols franchement limoneux, battants et asphyxiants sont très défavorables à la germination (manque d'oxygène) et à la levée. La parcelle doit posséder une bonne homogénéité quant à la nature du sol et au profil pédologique pour obtenir un stade de maturité identique au moment de la récolte.

Certaines conditions liées au sol (ou édaphiques) doivent néanmoins être remplies pour obtenir un bon rendement:

→ profondeur suffisante (40 à 50 cm de profondeur); le haricot demande un sol à structure homogène et non soufflé (sol non creux),
→ structure uniforme,
→ ressuyage rapide (si excès d'eau, risques de pourriture des racines et du collet, et d'asphyxie lors de la germination),
→ optimum pH (H^2O) entre 6,1 et 7,4
  - si pH < 6,0: culture déconseillée car forte baisse de rendement
  - si pH > 7,5: lente baisse de rendement quand l'alcalinité augmente,
→ structure relativement stable,
→ salinité: déjà sensible à partir d'1mS/cm qui entraîne une baisse de rendement. Éviter sols et eaux salins. Fractionner les fertilisations sur sols à faible Capacité d'Echange Cationique (CEC) pour éviter l'excès de sels.

2. Précédent cultural conseillé / déconseillé

La rotation des cultures joue un rôle important dans la santé de la culture du haricot, qui est prédisposée au *Fusarium*, aux nématodes à galles et à d'autres ravageurs et maladies transmis par le sol. Les haricots ne doivent pas succéder à des cultures qui sont susceptibles d'abriter des ravageurs et des maladies qui attaquent les haricots (voir le tableau ci-dessous). Il importe en particulier d'éviter les cultures d'autres légumes, telles que celle du haricot grimpant.

Dans l'idéal, une même terre ne doit pas servir à la culture de haricots plus d'une fois sur trois. Entre deux cultures de haricots, un ou, de préférence, deux « précédents culturaux conseillés » devraient être cultivés dans le but de gérer activement la santé des terres et d'optimiser les récoltes de haricots. Celles-ci diminueront si aucune rotation n'est pratiquée. Un faible niveau de rotation entraînera également une augmentation du nombre de ravageurs et des maladies dans le sol, dont il pourrait être difficile de se débarrasser à l'aide de traitements chimiques. La rotation des cultures représente le moyen le plus rentable de protéger la santé des terres et de maintenir les rendements.

PRÉCÉDENTS DÉCONSEILLÉS	PRÉCÉDENTS NON FAVORABLES	PRÉCÉDENTS CONSEILLÉS
Haricot, Pois	Arachide	Céréales (maïs, sorgho, mil)
Pomme de terre	Piment, Céleri, Laitue	Choux, Navet, Pakchoi
Jaxatu, Aubergine	Carotte	Bissap
Melon, Concombre,	Oignon, Ail, Échalote	Betterave
Courgette, Pastèque		Manioc
Laitue		Patate douce
Gombo		Fraisier

L'incorporation de débris provenant de la culture de cruciféracées permet une stérilisation partielle utile des sols dans la mesure où les débris se décomposent et diffusent des gaz semblables aux ingrédients actifs entrant dans la composition de certains fumigants chimiques du sol. Il convient d'être attentif si des herbicides ont été utilisés sur de précédentes cultures, car les débris de culture peuvent parfois contenir des résidus d'herbicides qui contrecarrent l'émergence et le développement postérieurs de la plante (par exemple, l'atrazine dans le maïs).
S'il y a infestation de nématodes à galles, il est possible d'en réduire le nombre grâce à une courte rotation avec l'estragon du Mexique (voir les notes dans l'annexe 9).

3. Travail du sol - préparation des parcelles

LA CULTURE DU HARICOT :

- → Demande un sol préparé sur 30 à 50 cm de profondeur et à structure homogène. Le lit de semis doit être finement structuré et aéré. La préparation du sol doit permettre l'installation rapide du système radiculaire sur les 25 - 30 premiers centimètres qui permettra à la plante (racines traçantes très délicates) une bonne alimentation hydrique et minérale. On veillera à garder une structure grumeleuse faiblement tassée et un sol convenablement travaillé et bien rappuyé.
- → Les sols qui ont tendance à être battants seront préirrigués abondamment (atteindre la capacité au champ), préparés juste avant semis. Ils ne seront irrigués et travaillés qu'après la levée.
- → La matière organique (très bien décomposée) et les engrais de fonds sont à incorporer à la préparation du sol. Il faut éviter d'apporter des fumures organiques trop importantes juste avant le semis car cela s'accompagne d'une sensibilité accrue aux maladies (pourritures) et aux ravageurs (nématodes, mouche des semis). Il ne faut en aucun cas appliquer du fumier frais sur les champs de haricots avant le semis en raison du risque de contamination par la bactérie *E.coli*, le cycle de culture des haricots fins étant très court entre la plantation et la récolte. En cas de doute, on prendra soin de recouvrir le fumier de polyéthylène afin de garantir que la température du tas atteint au moins 55 °C pendant trois jours avant l'application sur le champ.
- → Un bon nivellement du sol permettra d'éviter l'accumulation d'eau qui peut provoquer l'asphyxie des plants ou le développement de maladies. La parcelle devra être parfaitement aplanie et pas trop caillouteuse, ce qui favorisera la précision du semis et facilitera ultérieurement la récolte.
- → Les parcelles seront clôturées pour empêcher la venue du bétail. Il est déconseillé de laisser le bétail entrer sur les parcelles pour consommer les résidus de culture (apport de graines d'adventices, dissémination des nématodes). Le fumier frais laissé par des animaux qui paissent est une source de bactéries *E.coli* pour les haricots qui y seraient plantés juste après. Six mois minimum doivent s'écouler entre l'application de fumier frais et le semis de haricots afin d'éviter tout risque de contamination. Il est également possible de retirer les débris de culture et de nourrir les animaux hors du site de culture. Le fumier peut alors être composté avec d'autres débris de culture avant de l'appliquer sur le lieu du semis.

002 - Opérations de semis

Besoin en semences

La densité du semis varie en fonction de la méthode d'irrigation. L'irrigation par gravité utilise davantage de superficie de culture en raison des sillons. Ces sols auront besoin de moins de semences (voir « Dispositif de semis »). L'irrigation goutte à goutte permet de cultiver une plus grande partie du sol. L'objectif est de cultiver 200 000 à 300 000 plantes par hectare de terrain. Les variétés plus vigoureuses, comme la Teresa, sont plantées à raison d'environ 250 000 plantes par hectare, contre 200 000 par hectare pour la variété Amy.

Besoin en semences moyen: 29-34 kg/ha

Les exportateurs qui distribuent des semences obtenues auprès d'un importateur doivent s'assurer que le pourcentage de germination est supérieur à 95% avant d'entamer la distribution des semences aux cultivateurs.

Si la viabilité des semences n'est pas optimale (95-100%), augmentez le nombre de semences par hectare.

N'utilisez pas de semences que vous avez vous-même conservées, car cela augmente le risque de transmission de maladies, telles que le *Fusarium* et la graisse des haricots.

Veillez à inspecter les semences avant de les planter afin de vous assurer qu'elles ne sont pas endommagées physiquement ou desséchées (stock de vieilles graines). Ne plantez pas les semences suspectes. Si nécessaire, triez les semences de mauvaise qualité avant de commencer le semis. Si les semences ont fait l'objet d'un traitement aux pesticides, assurez vous que les personnes qui se chargent du semis sont équipées de gants de protection.

Au Kenya

- Toutes les semences importées doivent être munies d'un certificat de santé. Si l'exportateur fournit des semences, leur numéro de lot peut être consigné dans le cahier de suivi des cultures avec une référence au numéro du certificat de santé.
- Les traitements des semences doivent être consignés dans le registre des pesticides appliqués aux cultures (RPA) (y compris les traitements qui ont été appliqués par le producteur des semences conformément aux exigences liées à l'importation vers le Kenya - habituellement, le traitement au thirame). Si des semences sont traitées au Kenya (contre la mouche du haricot, etc.), il faut également enregistrer ces traitements dans le RPA. Idéalement, les semences devraient être plantées immédiatement après leur traitement aux insecticides ou aux fongicides.
- Des retards peuvent diminuer l'efficacité du traitement des semences, voire détériorer leur qualité.

Dispositif de semis

Le dispositif de semis dépendra des éléments suivants:

- L'abondance du feuillage de la variété utilisée; la mécanisation des opérations d'entretien (passage de chevaux ou de tracteurs); le type d'irrigation (par gravité, par aspersion ou goutte à goutte).
- le volume des semences devrait être moindre lors de la saison pluvieuse ou humide afin d'accroître la circulation de l'air et de garantir que les feuilles sèchent plus rapidement. Cela réduira le risque de rouille affectant les récoltes au cours des saisons pluvieuses. Au Sénégal, le volume de semences devrait être moindre au début de la saison et augmenter par la suite.

Dispositif de semis recommandé:

Irrigation par gravité

Les lignes de semis sont positionnées sur le flanc du sillon, à hauteur de la ligne de flottaison prévue lorsque le sillon est inondé. Les semences sont espacées de 4 à 8 cm dans le sillon, en fonction de la variété, de la saison et du type de sol. Les lignes de semis sont généralement distantes d'environ 30 cm (largeur du sillon). Les crêtes des sillons sont habituellement espacées d'environ 70 cm.

Irrigation goutte à goutte

Les haricots sont plantés sur une plate-bande surélevée selon divers dispositifs - soit deux, trois ou quatre lignes de semences par plate-bande. Plus les lignes par plate-bande sont nombreuses, plus les plates-bandes sont larges.

Les plates-bandes à deux lignes font un mètre de largeur (du centre de la plate-bande au centre de la plate-bande voisine) ; les plates-bandes à trois lignes font de 1,5 à 1,8 mètre de largeur et une plate-bande à quatre lignes mesure de 2 à 2,2 mètres de largeur.

L'objectif est d'avoir une distance d'environ 40 cm entre les lignes et les semences dans un dispositif en zigzag entre les lignes, afin d'augmenter la circulation de l'air dans les plantations denses. Évitez les semis de plus gros volume au cours de la saison des pluies ou pour les variétés qui sont sujettes à la rouille.

Plantez une semence tous les 7 à 8 cm le long des lignes. Augmentez l'espacement en période pluvieuse.

Profondeur de semis

L'exécution du semis doit être régulière pour obtenir une levée homogène et par conséquent une maturité homogène.

Le haricot étant à germination épigée (les cotylédons sortent du sol), il faut éviter les difficultés de sortie de la plantule:

- en sol sablonneux: entre 3 et 5 cm de profondeur,
- en sol lourd: 2 cm de profondeur (pas d'irrigation avant la levée).

Tout ce qui favorise l'asphyxie (sols lourds, excès d'eau, sols tassés, profondeur de semis trop importante...) va compromettre la levée. Celleci sera irrégulière et sujette aux maladies du collet et des racines.

Dates de semis

Au Kenya, les haricots peuvent être semés et récoltés tout au long de l'année.

Ailleurs un haricot implanté sur une terre plus réchauffée germe plus rapidement, la levée est plus homogène et l'avance prise se répercute jusqu'à la récolte à travers une maturité mieux groupée. La planification des dates de semis prend en compte un nombre important d'autres données telles que la capacité d'expédition ou la durée du cycle cultural (8 à 10 semaines pour le haricot vert).

003 - Opérations culturales

Binages ou sarclo-binages:

- indispensables pour aérer le sol. Ils doivent être très superficiels pour ne pas abîmer les racines qui se trouvent à faible profondeur,
- 2 binages: semis + 15 jours et semis + 25 jours, avec incorporation des fumures de corrections.

Désherbages:

- le désherbage est utile aux haricots, car il leur permet de ne plus devoir partager l'eau, le soleil et les éléments nutritifs avec les mauvaises herbes. Les traitements pénètrent mieux la canopée des haricots si le sol a été désherbé. Certaines mauvaises herbes abritent également des ravageurs, comme les thrips, les araignées rouges et les nématodes, et doivent être éliminées,
- si nécessaire, à combiner aux (sarclo) binages,
- ils doivent aussi être superficiels pour éviter les dégâts aux racines,
- désherbage sélectif (ex: 15 JAS, avec l'haloxyfop-R-méthyl ester).

Enfouissage / Arrachage en fin de culture:

- enfouir les restes de plantes avec les racines. En cas d'infestation, enlever les plantes et les racines afin d'éviter de contaminer d'autres semis et de ne pas laisser de résidus de cultures pouvant servir de réservoir d'ennemis du sol,
- ne pas laisser le bétail pâturer sur les parcelles en fin de culture pour éviter la contamination par *E. Coli* dans la culture qui suit,
- enfouir la matière organique.

004 - Fertilisation

Généralités

La fertilisation doit être raisonnée de façon à ce que la dose totale de chaque élément nutritif soit parfaitement adaptée aux conditions rencontrées dans chaque parcelle (nécessité d'une analyse de sol tous les 3 ans). Il est utile de tenir un registre des analyses de sol qui ont été réalisées et qui justifient l'application de fertilisants afin de respecter les dispositions des organismes certificateurs.

Les besoins de la culture seront établis de la manière la plus précise possible afin d'éviter tout excès.

La culture étant à cycle court, le haricot doit bénéficier d'engrais apportant les éléments sous forme facilement assimilable.

Les haricots développent des nodules aux racines, qui fixent l'azote. Toutefois, pour un rendement maximum, cet azote ne remplace pas les apports en azote minéral. Les semences traitées aux *Rhizobium*, disponibles dans le commerce, sont produites au Kenya par l'université de Nairobi. Si des inoculants de *Rhizobium* sont employés, les applications initiales de fertilisants devraient être diminuées en contenu en azote, dans la mesure où un excès d'azote entrave le développement des *Rhizobium* dans les racines des haricots. Les nodules de rhizobiums sains sont roses à l'intérieur et semblent être attachés à la surface extérieure de la racine. Ils ne doivent pas être confondus avec les nématodes à galles, qui sont plus petits, moins arrondis et semblent être intégrés à la structure de la racine. Les racines dotées de nombreux nodules de *Rhizobium* sont moins sensibles aux nématodes à galles.

Le haricot étant très sensible à la salinité, la fertilisation sera fractionnée durant la culture. Les apports de couverture doivent se faire sans toucher le feuillage pour éviter les brûlures. Ils seront suivis d'un griffage superficiel d'incorporation (moment du binage).
Une autre solution est d'appliquer des fertilisants solubles sur les lignes d'irrigation goutte à goutte ou de pulvériser des nutriments foliaires sur le feuillage. N'appliquez pas ces fertilisants aux heures chaudes de la journée afin d'éviter que les feuilles ne brûlent.

Fumure organique

Elle doit être parfaitement décomposée. Il est plus prudent de faire cet apport en fin de culture précédente.

Dose: 10 à 20 t/ha si possible. Contrairement au pois, le haricot réagit bien à la fumure organique: 20 à 30 T/ha de fumier bien décomposé lors de l'établissement de la culture peut être bénéfique si le taux de matières organiques du sol est trop bas. L'objectif étant d'avoir un taux de 5% maximum de matières organiques.

Azote (N)

Les apports en azote sont nécessaires en début de végétation (absence de nodosités fixatrices), mais jamais en excès, pour assurer un bon démarrage de la culture. La fixation symbiotique de l'N démarre à partir de la 2ème feuille trifoliée.

Dose: 50 à 100 kg/ha (40 à 80 unités/ha peuvent suffire pour un sol normalement pourvu). Des apports élevés influent peu les rendements et s'ils deviennent excessifs (> 100 U N/ha), ils nuisent à la formation des nodosités, sensibilisent les plantes à la verse, favorisent les maladies et la coulure des fleurs.

Formes: uréique (urée)/ammoniacale/nitrique (nitrate). Le nitrate de Na est à proscrire.

Equilibre: N/K_2O compris entre 1/2 et 1/3

Moment: l'azote est incorporé au sol juste avant le semis; fumure de fond et parfois couverture: on peut apporter une partie de la fumure azotée (20 à 30 U) début floraison (25-30 jours après le semis). Un apport tardif allonge le cycle, diminue le rendement et donne des conditions favorables au développement de la rouille.

Phosphore (P_2O_5)

Le phosphore favorise un enracinement solide (important en sols sableux), il doit donc être présent sous forme assimilable dès la levée. Il est également un facteur de précocité. En sols minéraux, le pH optimal pour la disponibilité duP_2O_5 est de 6,5. A 6,1 et entre 6,5 et 7,4, la disponibilité diminue, ce qui doit conduire à un apport de fond plus important et un apport de couverture peut être nécessaire.

Dose: 50 à 100 kg/ha deP_2O_5

Formes: phosphates ammoniques, superphosphate triple

Moment: fumure de fond éventuellement complétée en couverture dans certains sols. Le phosphore, bien que nécessaire en plus petites quantités est capital pour la croissance de la plante. Les carences en P se manifestent par des colorations vert foncé du limbe, un port érigé et le brunissement des feuilles âgées suivies de leur chute. Pour une analyse de terre donnant une valeur inférieure à 12 mg, on épandra 50 à 60 unités de P_2O_5/ha sous forme de superphosphate (rapidement assimilable) juste avant le semis.

Potasse (K_2O)

Le haricot, comme toutes les légumineuses, réagit bien à la potasse. Les carences en K provoquent des colorations vert foncé et des décolorations internervaires, le bas des feuilles s'enroule vers le bas.

Plus tard, on observera la nécrose et la chute des feuilles.

La potasse conditionne la qualité de la gousse.

Dose: 100 à 200 kg/ha de (K_2O)

Formes: sulfate de potasse et nitrate de potasse.

Eviter le chlorure de potasse (KCl) toxique pour le haricot).

Moment: fumure de fond et couverture. On peut apporter 100 à 120 unités de K_2O en fumure de fond, sous forme de sulfate de K.

Si l'analyse de terre révèle une valeur très élevée en potasse, il faut en modérer les apports, voire les supprimer pour éviter une végétation exagérée du haricot. Il est à noter que 20% de l'utilisation totale d'engrais minéraux se trouve dans les gousses.

Il ne faut donc pas en abuser sinon un développement trop vigoureux du feuillage entraînera des risques de maladies. Du fait de son cycle court, le haricot doit trouver les éléments minéraux sous une forme facilement assimilable.

Magnésium (MgO)

Les carences en MgO peuvent apparaître en sols acides, lessivés, sableux.

Dose: 10 à 30 kg/ha de MgO

Formes: sulfate de magnésium, potamag, patentkali. La matière organique décomposée en apporte également.

Moment: fumure de fond, goutte à goutte, pulvérisations foliaires.

Calcium (CaO)

Apporté par le sol, la matière organique, le superphoshate, le phosphogypse. Les scories Thomas, le phosphal, les phosphates naturels apportent du CaO et sont à utiliser pour une action à moyen terme, non immédiate.

Oligo-éléments indispensables

Apports possibles via le système d'irrigation au goutte-à-goutte.
Carences possibles en:

- manganèse: l'utilisation de scories Thomas peut réduire cette carence fréquente dans les sols dont le pH > 7,
- zinc: on peut remédier en pulvérisant sur les feuilles (à partir de semis + 25 j, 40 j et éventuellement 60 j) à basse pression, une solution de sulfate de zinc à 1 % neutralisé par 0,5 % de chaux,
- molybdène: surtout en sols lessivés, acides, sableux,
- cuivre: si possible, utiliser un engrais foliaire qui contient du calcium.

Eléments toxiques

Le haricot est sensible aux excès de:

- chlore: le haricot est très sensible à la présence de chlorures (salinité) et il faut donc éviter les engrais qui en contiennent. Cette sensibilité peut également se manifester avec des eaux d'irrigation contenant du chlore par une baisse de rendement pouvant aller jusqu'à 20 à 25% (en cas d'utilisation d'eau chlorée, prévoir un bassin de reprise (stockage temporaire) qui permettra une évaporation du chlore avant l'irrigation).
- sodium et bore: éviter les précédents culturaux ayant reçus des fumures boratées.

EXEMPLES DE FERTILISATION A L'HECTARE Ces exemples correspondent à des apports, par hectare de culture réelle.			
Fertilisation	Exemple 1 (Fertilisation « classique »)	Exemple 2 (Fertilisation alternative)	Exemple 3 (Fertilisation couplée à l'irrigation)
Fond	10 à 20 t matière organique* 200 à 400 kg 10.10.20	10 à 20 t matière organique* 200 kg K_2SO_4 150 kg phosphate diammonique(DAP)	10 à 15 t matière organique* 100 kg K_2SO_4 100 kg de 18-46-0
Semis à floraison Correction 1 S +15 j. (1er binage)	150 à 300 kg 10.10.20	150 kg KNO_3 50 kg phosphate diammonique	100 kg K_2SO_4 100 kg de 18-46-0 25 kg urée 40 kg/semaine de 16-9-26 (engrais solubles) 20 kg/semaine de 0-52-34 (engrais solubles)
Correction 2 S +25 j. (2nd binage)	150 à 300 kg 10.10.20	150 kg KNO_3	100 kg K_2SO_4 25 kg urée 40 kg/semaine de 16-9-26 (engrais solubles) 20 kg/semaine de 0-52-34 (engrais solubles)
Floraison à récolte	(Pulvérisation foliaire)	(Pulvérisation foliaire)	40 kg/semaine de KNO_3 (engrais solubles)
Apports en unités N / P / K	50-100 / 50-100 /100-200	76 / 92 / 232	110 / 137 / 200
Équilibre N/K_2O	1/2	1/3	1 / 32

*: SI LA MATIERE ORGANIQUE EST DISPONIBLE (FUMIER DECOMPOSE, FIENTES DE VOLAILLE, COMPOST)

005 - Irrigation

L'irrigation est indispensable pour obtenir une production maximale. Les besoins d'eau du haricot sont de 3.000 à 8.000 m3/ha. Si ces besoins ne sont pas couverts par la réserve utile au départ et par les précipitations, on a recours à l'irrigation. Les cultures sont irriguées soit par gravité, soit par goutte à goutte, soit par aspersion.

L'irrigation par gravité constitue la méthode d'irrigation qui nécessite le plus de travail et qui sollicite le plus les réserves d'eau. Des quantités d'eau plus importantes sont nécessaires pour une superficie donnée et l'évaporation a lieu au niveau de la surface de l'eau. Bien que cette méthode présente l'avantage de n'exiger qu'un faible investissement initial de capitaux, elle limite les rendements potentiels par surface de terrain à cause de la nécessité de sillons (qui ne sont pas cultivés), qui s'ajoutent aux chemins. La qualité des haricots est diminuée par les éclaboussures de boue sur les gousses récoltées. Ces éclaboussures, qui proviennent des sillons trop irrigués ou qui recouvrent les haricots qui pendent dans les sillons, peuvent être un problème pour les cultures irriguées par gravité (particulièrement lors de la saison des pluies).

L'irrigation goutte à goutte, d'autre part, permet la préservation de précieuses ressources en eau en arrosant directement la racine de la plante. Il n'y a aucune perte d'évaporation, car l'eau est contenue dans un tuyau. Les lignes de gouteurs doivent être disposées en ligne droite, les trous vers le haut, afin de ne pas être engorgés. Il faut veiller à ce que de l'eau sale ne bloque pas les trous des goutteurs. Dans certains cas, des filtres peuvent être nécessaires pour empêcher l'engorgement des lignes de goutteurs. L'entretien des lignes de goutteurs et des filtres est essentiel pour bénéficier totalement du potentiel de ce système.

Des systèmes simples d'irrigation goutte à goutte sont à la disposition des petits agriculteurs.

Un apport aura lieu avant le semis si la réserve utile du sol est insuffisante. L'irrigation au semis est généralement déconseillée (car elle a pour résultat l'établissement d'un système radiculaire uniquement superficiel). Les sols qui ont tendance à être battants seront préirrigués abondamment (atteindre la capacité au champ) et préparés juste avant semis.

Une sécheresse pendant la préfloraison est la plus dommageable au rendement final. A partir du stade « début de floraison », les irrigations seront assurées régulièrement selon les besoins et poursuivis jusqu'au stade de grossissement des gousses. Celles-ci, mieux alimentées en eau, sont de qualité supérieure (moins de fil, taux de grains diminué). En période de forte chaleur, il est préférable de pratiquer l'arrosage par aspersion en début de journée afin d'éviter le choc thermique, la brûlure des feuilles, la coulure des fleurs et la création d'un micro-climat favorable aux maladies.

Directives d'irrigation

Besoin en eau

De 3.000 à 8.000 m3 par ha réel de culture.
Sur sols sableux, les irrigations seront plus fréquentes que sur sols plus lourds.

Qualité de l'eau

Eviter les eaux salées, sinon baisse de rendement immédiate.
Eviter les eaux chlorées en irrigation directe.

Régularité des apports

A partir de la levée, il est indispensable de ne jamais mettre la plante en conditions de stress hydrique. Les stades levée et floraison/formation des gousses sont particulièrement sensibles.

Quantification des apports

La consommation par rapport à l'ETP (évapotranspiration potentielle) varie en fonction du stade de croissance. Il ne faut pas dépasser 12 mm par apport journalier (fractionner); arrêter l'irrigation quelques jours avant la récolte du haricot.
On peut retenir, pour quantifier les apports en eau, les coefficients culturaux suivants, qui seront appliqués à l'ETP:

- de la levée aux premières feuilles: 0,3 à 0,6
- des premières feuilles au début de floraison: 0,6 à 0,7
- de la floraison aux premières gousses: 0,7 à 0,9
- pendant la production des gousses: 0,9 à 1 ou 1,2

Exemple: pour une ETP de 6 mm/j, on aura les doses journalières suivantes, selon les stades de la culture:

- *6 mm x 0,3 à 0,6 = 1,8 à 3,6 mm*
- *6 mm x 0,6 à 0,7 = 3,6 à 4,2 mm*
- *6 mm x 0,7 à 0,8 = 4,2 à 4,8 mm*
- *6 mm x 0,9 à 1 = 5,4 à 6 mm*

Les irrigations doivent se faire à partir d'un sol à la capacité au champ.
L'ETP varie bien sûr en fonction des conditions climatiques:

- jour couvert et frais, ETP < 6 mm
- jour ensoleillé et harmattan, ETP > 6 mm

Fréquence des apports

En début de culture, ne pas arroser trop souvent pour favoriser l'installation du système radiculaire. Afin d'éviter des maladies du collet, l'irrigation sera raisonnée, non excessive jusqu'à la levée, en sol sableux.

Moment de l'irrigation

En irrigation par aspersion et à la raie, arroser le matin pour diminuer les risques d'humidité relative élevée au niveau du feuillage et du collet (risques de rouille, de rhizoctone, de *Sclerotium*, d'anthracnose, de graisse et de *Pythium*) durant une longue durée, et éviter les chocs hydriques en cas de forte chaleur. En aspersion, ne pas irriguer après un traitement foliaire.

MODES D'APPORT D'EAU D'IRRIGATION

MODE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	REMARQUES
A la raie	Le feuillage reste sec, ce qui diminue les risques de rouille, de rhizoctone foliaire et de graisse	Le feuillage reste sec, ce qui augmente les risques de thrips et d'acariens Favorise le déplacement des nématodes Tout excès d'eau favorise le développement de la pourriture du collet et des racines	Difficile de contrôler les apports d'où excès possible Quantités utilisées: de 6.000 à 8.000 m^3/ha
Aspersion	Limite le développement des thrips et des acariens Le feuillage et les gousses sont lavés de la poussière	Favorise les risques de dissémination de graisse, d'apparition de rouille, de rhizoctone foliaire, de *Pythium*, d'anthracnose	Utiliser des asperseurs à faible pluviométrie 5 à 6 mm/h Quantités utilisées: de 4.000 à 6.500 m^3/ha
Goutte à goutte	Le feuillage reste sec, ce qui diminue les risques de rouille, de rhizoctone foliaire et de graisse Limite le déplacement des nématodes	Augmente les risques de thrips et d'acariens	Limite le désherbage Permet des fertilisations et des traitements via l'irrigation Quantités utilisées: de 3.000 à 3.500 m^3/ha

006 - Récolte

Mode

Manuel avec le pédoncule.
Pré-triage sur le champ (jeter les gousses abîmées, tachées, perforées, tordues, etc.)

Précautions

Récolter et manipuler très délicatement Déposer dans un récipient de récolte rigide et ne pas entasser au-delà de 20 cm, mettre régulièrement les produits de récolte intermédiaire à l'ombre (idéalement toutes les 10 minutes). Amener la récolte le plus vite possible au centre de conditionnement (toutes les 30-45 minutes).
En cas de triage/conditionnement différé, mettre au frais les gousses récoltées. Un « refroidisseur au charbon de bois », fabriqué avec du charbon de bois entouré de grillage de basse-cour, est utile s'il n'y a pas d'électricité. Il doit être conçu de manière à garantir que l'air qui circule à l'intérieur passe à travers le charbon de bois (pas d'espace dans les couches de charbon). Le charbon de bois doit être humide pour renforcer l'effet de refroidissement. Cette humidification peut être réalisée en plaçant une ligne d'égouttage au sommet du tas de charbon de bois, alimentée par une citerne d'eau sur le toit. Maintenir la traçabilité des produits durant toutes les opérations, de la récolte à l'entreposage et à l'expédition.

Fréquence

Au Sénégal:

Haricot filet: tous les 2 jours
Haricot mangetout (ou bobby): tous les 3 jours (« bobbys fins ») ou 4 jours
Si on ne respecte pas ces fréquences, on peut observer:

- un pourcentage de petit calibre moindre
- un pourcentage d'écarts de triage qui augmente
- un nombre de récoltes et de gousses par plant moindre

5 à 6 récoltes /culture, parfois 8. La tenue au froid des dernières récoltes est moins bonne (pertes parfois importantes).

Au Kenya

Pour obtenir des haricots « extrafins », la culture doit être récoltée tous les jours tandis que pour les haricots portant la spécification « fins », une récolte tous les deux jours devrait être suffisante. Lors des périodes plus chaudes, les haricots poussent plus vite et il se peut que des récoltes plus fréquentes soient nécessaires pour éviter des pertes due à une croissance supérieure aux spécifications.

Période

Commencer le plus tôt possible le matin et éviter de récolter des gousses humides ou par températures élevées.

Au Sénégal:

Semis + 48-50 jours, jusqu'à +75 jours

Au Kenya:

À une altitude de 1 500 mètres, la récolte commence entre le 40e et le 60e jour suivant le semis, pour les haricots extrafins et fins respectivement.
À une altitude plus élevée (2 000 mètres), elle commence 80 jours après le semis. La récolte continue pendant 3 à 5 semaines, en fonction de l'altitude, de la variété et du climat saisonnier.

Main d'oeuvre

Pour respecter ce qui précède, elle doit être formée et consciente de l'importance de la récolte. Elle doit être contrôlée. Elle peut récolter de 5 à 10 kg à l'heure et par personne, selon le calibre, le type, le moment dans la saison et le nombre de récoltes.

007 - Conditionnement

Dès son arrivée au centre de conditionnement (local clair, frais, aéré, propre) en provenance de la récolte, le haricot sera:

- Trié:
  - éliminer gousses trouées, tordues, cassées, blessées, pourries,...
  - éliminer morceaux de feuilles, de tiges, de fleurs et les débris végétaux ou autres.
- Calibré:
  - le calibre est déterminé par la largeur maximale de la gousse mesurée perpendiculairement à la fente. Le calibrage est obligatoire pour les haricots en filet seulement,
  - manuellement pour les haricots mangetout et filet mangetout,
  - manuellement ou mécaniquement pour le haricot filet.

CLASSIFICATION DES CALIBRES EN FONCTION DE LA LARGEUR MAXIMALE DES GOUSSES	
extra fins	maximum 6 mm
très fins	maximum 8 mm
fins	maximum 9 mm
« fins bobbys »	maximum 9-10 mm
moyens	maximum 12 mm *Les haricots en filet « moyens » ne peuvent pas être classés dans la Catégorie « Extra »*
gros	supérieure à 12 mm

- Rangé en cartons (400 x 300 x 110 mm) pour atteindre 4 kg net au lieu de consommation. Prévoir 4,2 ou 4,3 kg brut au moment du conditionnement pour compenser l'évaporation.
- Il n'y aura pas de mélange de variétés ou de calibres.
- Le rangement des cartons se fera par lits de 8 sur une hauteur de 12 lits (96 cartons = 384 kg net) sur palette standard pour envoi avion.
- Des normes de qualité existent dans la législation européenne concernant la vente du haricot *(voir: Common Marketing Standard for beans, Commission Regulation (EC) N°912/2001 et Norme révisée CEEONU pour les Haricots (FFV-06) de Novembre 2000)*. Il est impératif de les respecter à la lettre:
  - caractéristiques minimales reprises dans les Normes,
  - classification (Catégorie « Extra », Catégorie I, Catégorie II),
  - tolérances de qualité et de calibre: tolérance de 10% (en poids ou en nombre) pour toutes les catégories.

008 - Entreposage

Pour l'exportation, il s'agit obligatoirement d'entreposage en chambre froide: conditions optimales:
- 4°C et 80% HR (ou 6°C et 90-95% HR) peuvent assurer 6 à 7 jours de conservation de la récolte à la vente (HR élevée = pourritures),
- ne pas descendre sous 4°C (apparition de taches),
- à 12°C et 90-95% HR, le délai récolte-vente n'est plus que de 4 jours,
- ventilation modérée pour ne pas sécher les gousses,
- la durée récolte-réfrigération doit être la plus courte possible,
- éviter toute interruption de la chaîne de froid jusqu'à la vente au détail.

009 - Lutte phytosanitaire

1. Cadre général

La lutte phytosanitaire s'inscrit dans le cadre général des « Bonnes Pratiques Agricoles » (BPA) en respectant les prescriptions générales telles que reprises, par exemple, dans le Référentiel EUREPGAP.
L'objectif final reste de fournir un produit sain, de qualité (c'est-à-dire respectant les **Normes de Qualité** - Norme révisée CEE-ONU pour les Haricots (FFV-06)) et financièrement abordable. Il est indispensable d'associer aux méthodes de lutte spécifiques qui sont recommandées ci après, l'ensemble des techniques culturales disponibles (choix des variétés, rotation, étalement des semis, travaux du sol, fertilisation raisonnée, etc.) pour obtenir une protection optimale **(Production et Protection Intégrée)**, en valorisant le rôle et l'impact des facteurs agronomiques et écologiques.

Afin de limiter la pression parasitaire de certains ravageurs, il faudra:
- → utiliser au mieux les moyens de lutte phytotechnique,
- → éviter de cultiver à proximité d'une culture infestée par des ravageurs pouvant s'attaquer au haricot vert,
- → éviter de cultiver dans un champ récemment emblavé en haricot vert (une rotation de 3 ans est considérée comme un minimum; idéalement des rotations de 5 à 6 ans au moins sont conseillées pour les terres infectées par des champignons du sol ou les nématodes).

L'effet de(s) l'intervention(s) choisie(s) devra ensuite être évalué dans tous ses aspects, permettant de faire la balance entre les «coûts» et les «bénéfices» de(s) l'intervention(s):
- → efficacité et rentabilité pour l'agriculteur,
- → sélectivité pour la culture et les organismes non-cibles,
- → respect des L.M.R (sécurité pour le consommateur),
- → effets secondaires pour l'opérateur, les animaux domestiques et sauvages,
- → effets sur l'environnement (sol, eau, végétaux, air),
- → effets sur les techniques culturales,
- → voire, conséquences sociales induites. (ex: libération du temps de travail en cas de recours à l'herbicidage).

Le tableau ci-contre montre quelques principes de lutte pour quelques maladies et ravageurs sans utilisation de produits phytosanitaires.

Méthodes de contrôle des ennemis de la culture du haricot vert

Principe de protection des cultures	tétranyques	pucerons	thrips	mouche blanche	mouche du haricot et des semis	nématode à galle	rouille	pourritures des racines
CHOIX DES TERRES ET PRÉPARATION DU SOL								
Assolement						■		■
Culture du sol (p. ex. labour profond après récolte, etc.)			■		■			
Éviter de planter près de plantes sensibles ou de cultures infestées	■	■	■	■	■		■	
Éviter les terres mal drainées								■
Éviter l'ombre							■	■
MÉTHODES DE CULTURE								
Adapter les méthodes d'irrigation (p. ex. utiliser l'irrigation goutte à goutte ou par aspersion)	■						■	
Utiliser des couvertures de protection - des tunnels en plastique, etc.							■	
Adapter la densité de la plantation							■	
PRATIQUES CULTURALES								
Utiliser du mulch de paille			■					
Application de matières organiques						■		■
Contrôle régulier des mauvaises herbes	■		■	■		■		
Éviter de maintenir le feuillage mouillé durant de longues périodes							■	
Utiliser des plantes pièges ou des engrais verts		■	■	■	■	■		
SOINS DES PLANTES								
Retirer et détruire les débris de culture	■	■	■	■	■	■	■	■
Ne pas abîmer les plantes pendant l'entretien du champ								■
Ôter manuellement les parties infectées des plantes					■			
MÉTHODES DE PROTECTION DES CULTURES								
Contrôles biologiques	■	■	■	■			■	■

■ Méthode de contrôle

2. Traitements phytosanitaires

Les traitements phytosanitaires seront préventifs ou de préférence sur seuils d'intervention:

→ Pour les ravageurs ne disposant pas de seuil d'intervention, les traitements se font lorsque les risques sont moyens ou élevés pour la région dans laquelle se trouve la culture (voir annexe 9 Fiches Maladies et Ravageurs).

→ Pour les ravageurs où un seuil d'intervention existe, les traitements seront réalisés lorsque ce seuil est atteint ou dépassé en tenant compte de la présence des ennemis naturels (voir annexe 3 pour rechercher les méthodes de contrôle IPM et les annexes 4 et 5 pour la sensibilité des ennemis naturels aux pesticides).

3. Pesticides

Les pesticides, qui sont recommandés pour le haricot, doivent prendre en compte:

→ les autorisations de mise sur le marché, en respectant les usages autorisés et les doses homologuées,

→ les précautions d'usage obligatoires (période d'application, délais avant récolte, dose maximale autorisée, existence ou non de zones non traitées, équipements de protection) et les restrictions d'usage éventuelles,

→ l'existence, sur la denrée pour ce composé, d'une Limite Maximale en Résidus (LMR). Si la denrée est exportée, il faut prendre en compte la LMR du marché où elle sera distribuée (LMR nationale, LMR harmonisée au niveau européen ou même LMR fixée par le Codex Alimentarius).

Le PIP a procédé en 2003/2004 à la vérification des résidus pour les pesticides considérés comme étant les plus important pour les productions d'haricot vert au Kenya et dans les pays du CILSS.
Dans les tableaux de l'annexe 1 figurent, pour les substances actives testées par le PIP, les homologations existantes au Kenya et au niveau du système commun d'homologation des pays du CILSS. L'efficacité pour les principaux ennemis de la culture est également indiquée.

Etant donné qu'il y a souvent plusieurs noms de produits commerciaux pour une même substance active et que les homologations sont modifiées régulièrement, le producteur doit vérifier les homologations valables dans son pays au moment de l'utilisation des produits phytosanitaires par exemple en consultant les sites Internet du PCPB pour le Kenya (http://www.pcpbkenya.org) ou du CSP pour les pays du CILSS (http://www.insah.org/protectiondesvegetaux/csp/). Au Kenya, les produits homologués de manière générale sur les cultures horticoles, les cultures maraîchères ou les haricots peuvent être utilisés également sur haricot vert.
D'autres substances actives non testées par le PIP ont également des autorisations pour emploi sur haricot vert. Parmi les produits homologués il en existe contenant des substances actives ou des organismes vivants ne laissant pas de résidus. Ci-dessous une liste non exhaustive de ces produits:

- *Bacillus thuringiensis*,
- produit à base d'ail,
- insectes ou acariens parasites ou prédateurs.

Dans les tableaux de l'annexe 2 figurent:

- la position des substances actives testées par le PIP par rapport à la réglementation européenne (Statut dans la Réglementation 1107/2009, LMR existantes),
- les résultats des essais sur les résidus ; essais menés au Sénégal et au Kénya,
- les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) appliquées dans les essais (dose de substance active/ha, nombre d'applications, intervalles entre applications).

Le producteur se doit avant tout de respecter les indications (doses, intervalles entre traitements, nombre d'applications et Délai Avant Récolte) figurant sur les étiquettes des produits homologués localement.
Cependant, actuellement le suivi de ces indications ne permet pas nécessairement de respecter les LMR d'applications dans les pays de destination de la production. Afin d'être en conformité avec la réglementation sur les résidus de pesticides, il est conseillé au producteur de veiller à n'utiliser les pesticides que dans les limites des BPA testées par le PIP qui sont des BPA critiques. Toute modification d'un ou plusieurs éléments de ces BPA indiquées dans l'annexe 2 (augmentation de la dose, de la fréquence d'application et du nombre d'applications; dernière application plus proche de la récolte que le DAR indiqué) peut conduire à un dépassement de la LMR. Pour les substances actives où les essais n'ont pas permis de préciser le DAR qui permet de respecter les LMR, il est conseillé de ne pas utiliser celles-ci tant q'une nouvelle LMR n'est pas établie.

Note sur le statut des substances actives en UE

Pour qu'un Produit de Protection des Plantes puisse être commercialisé en UE sa substance active doit être autorisée par la Commission européenne.

Le règlement (CE) 1107/2009 (remplaçant la précédente "Directive 91/414/CEE") ait rentrée en vigueur le 14 juin 2011. Le 25 mai 2011 la Commission a adopté le Règlement d'Exécution (UE) N° 540/2011 qui donne dans son annexe les substances actives réputées approuvées. Ses Règlements et tous les autres Règlements liés sont accessibles par l'outil de recherché se trouvant sur: http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/index_en.htm
Il est à noter que la non autorisation d'une substance active en UE ne constitue pas une interdiction d'utilisation en pays ACP pour des denrées alimentaires destinées à l'Europe, pourvu que le résidu soit conforme à la LMR UE.

Note sur les LMR:

Les quantités de résidus de pesticide se trouvant dans les aliments doivent être sans danger pour les consommateurs et rester les plus faibles possible.
La limite maximale de résidus (LMR) est la concentration maximale de résidus de pesticide légalement tolérée dans ou sur des denrées alimentaires ou des aliments pour animaux.

Les LMR en Union européenne (UE)
Suite au Règlement (CE) n° 396/2005 des LMRs Communautaires harmonisées on été établies.

La Commission européenne (CE) fixe des LMR d'application pour les denrées alimentaires commercialisées sur les territoires des pays de l'UE qu'elles soient produites en UE ou par des pays tiers.

L'annexe I du Règlement contient la liste de cultures (Règlement (CE) 178/2006) sur lesquelles des LMRs sont attribuées, les annexes II et III contiennent les LMR : Les LMR temporaires se trouvent dans l'annexe III, les LMR définitives dans l'annexe II. La liste des substances pour lesquelles une LMR n'est pas nécessaire est en annexe IV (Règlements (CE) 149/2008. Lorsqu'il n'existe pas de LMR spécifique pour une substance/culture, une LMR par défaut fixée à 0,01 mg/kg est d'application.

En établissant une LMR l'Union Européenne prend en considération la LMR Codex pour autant que celle-ci soit attribuée pour les mêmes pratiques agricoles et passe le calcul du risque alimentaire. Lorsqu'une LMR du Codex appropriée existe, la tolérance à l'importation sera fixée à ce niveau.

Les LMR UE harmonisées sont entrées en vigueur le 1er septembre 2008 et sont publiées dans la base de données des LMR sur le site web de la Commission http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm

Consulter également la fiche d'information « Nouvelles les résidus de pesticides dans les denrées alimentaires » http://ec.europa.eu/food/plant/protection/pesticides/explanation_pesticide_residues_fr.pdf

Comment les LMR sont-elles appliquées et contrôlées en UE ? :

→ Les exploitants, négociants et importateurs sont responsables de la sécurité des aliments, et donc du respect des LMR.
→ Les autorités des États membres sont responsables du contrôle et de l'application des LMR.
→ Pour s'assurer de l'application effective et uniforme des ces limites la Commission dispose d'un programme communautaire pluriannuel de suivi coordonné qui établit, pour chaque État membre, les principales combinaisons de cultures et de pesticides à surveiller et le nombre minimal d'échantillons à prélever. Les États membres doivent rendre compte des résultats à la Commission, qui les publie dans un rapport annuel. Les rapports sont maintenant publiés par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA)
http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs.htm

→ En cas de détection de teneurs de résidus de pesticides présentant un risque pour les consommateurs, l'information est transmise par l'intermédiaire du système d'alerte rapide pour les denrées alimentaires et les aliments pour animaux (RASFF) et les mesures nécessaires sont prises pour protéger le consommateur. La base de données est accessible sur http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/rasff_portal_database_en.htm et le RASFF publie un rapport annuel http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm.
→ Le PIP met à jour mensuellement sur son site Internet un résumé des notifications RASFF pour les fruits et légumes provenant des pays ACP.

Les LMR en pays ACP

Les pays ACP n'ayant pas de propres LMR fixées reconnaissent généralement les LMRs Codex pour les denrées alimentaires commercialisées dans leur pays.

La Commission du Codex Alimentarius a été créée en 1961 par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), avec l'objectif d'élaborer un code international alimentaire et des normes alimentaires. L'admission à la Commission du Codex Alimentarius est ouverte à tous les Etats membres et Membres associés de la FAO et l'OMS. Plus de 180 pays et la Communauté européenne sont membres de la Commission du Codex Alimentarius.

Le Comité mixte FAO / OMS sur les résidus de pesticides (JMPR) ne fait pas officiellement partie de la structure du Codex Alimentarius Commission, mais ces experts fournissent des conseils scientifiques indépendants à la Commission du Codex et son Comité de spécialistes sur les résidus de pesticides pour l'établissement de limites maximales de résidus Codex (LMR Codex) pour les pesticides. Ces LMR sont reconnues par la plupart des pays membres et largement utilisées, surtout par les pays qui n'ont pas de propre système d'évaluation et de fixation des LMR.

La base de données des LMR Codex se trouve sur http://www.codexalimentarius.net/pestres/data/index.html?lang=fr.

4. Traçabilité

Comme pour les autres opérations effectuées dans la culture, il est très important d'organiser une documentation complète des interventions phytosanitaires, en enregistrant pour chaque traitement au moins:

- l'ennemi de la culture à contrôler,
- la date d'application (+ nombre de jours après semis, + jours avant la récolte prévue),
- le stade de développement de la culture,
- le produit utilisé (nom complet, fournisseur, formulation, n° lot, etc.),
- la dose d'emploi réellement utilisée,
- le volume de bouillie,
- le type d'application (appareil, buse, volume/ha, largeur de travail, vitesse, vent, etc.).

5. Ravageurs d'importance économique

NOM	TYPE	SENEGAL	BURKINA	Importance KENYA SS	KENYA SH
Tetranychus spp. (Acariens rouges)	A				
Ophiomyia phaseoli (Mouche du haricot)	I				
Liriomyza trifolii (Mineuse des feuilles)	I				
Sericothrips, Caliothrips, Megalurothrips sjostedti ou Frankliniella occidentalis (Thrips)	I				
Helicoverpa armigera (Noctuelle)	I				
Pucerons	I				
Trichoplusia ni (Fausse arpenteuse)	I				
Bemisia tabaci (Mouche blanche)	I				
Spodoptera exigua (Chenille légionnaire)	I				
Meloidogyne spp. (Nématodes à galles)	N				

Aucune importance économique Peu important Moyennement important Très important

SS: Saison sèche

SH: Saison humide

6. Maladie d'importance économique

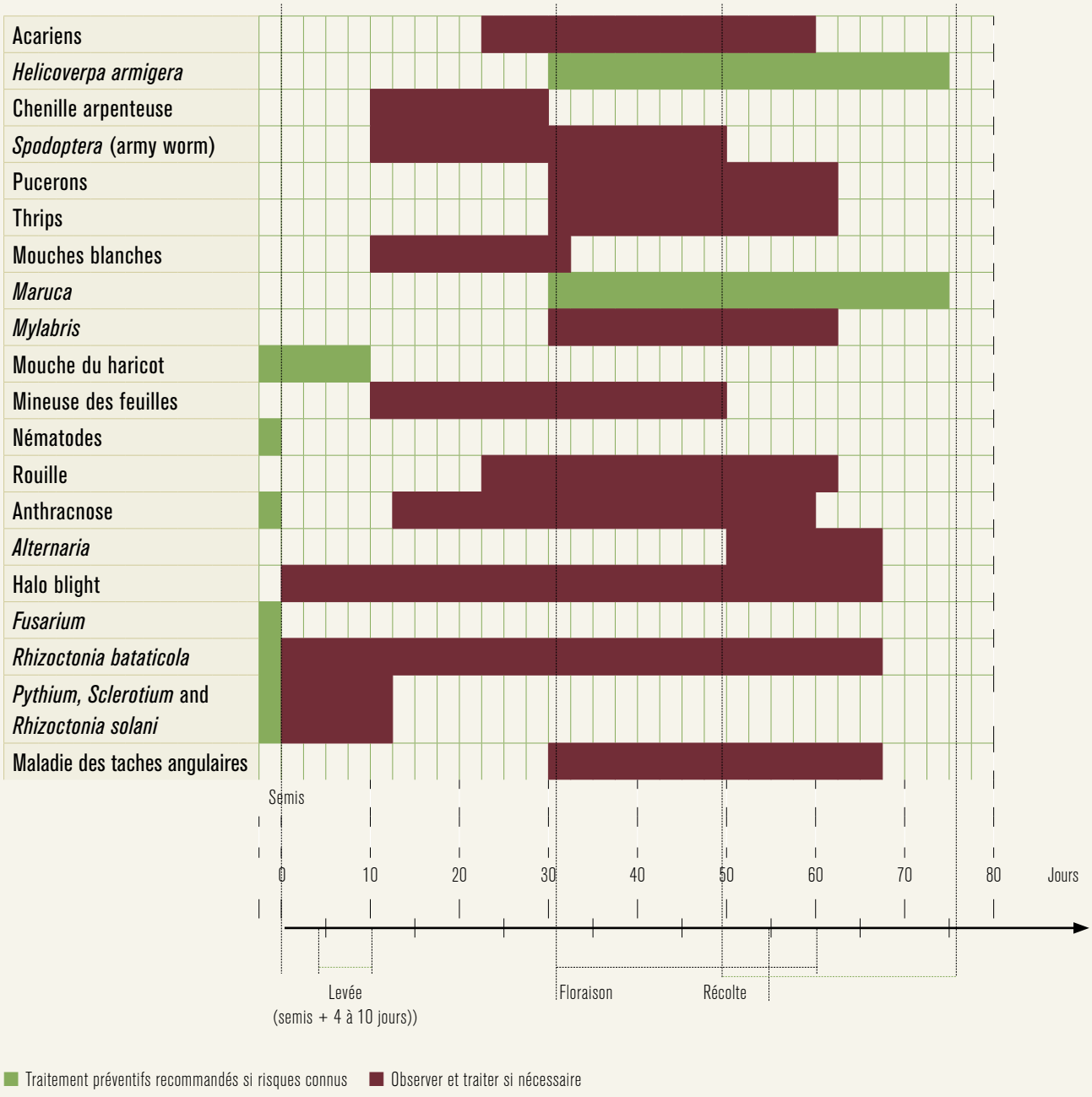
NAME	TYPE	SENEGAL	Importance BURKINA	KENYA SS	KENYA SH
Pseudomonas syringae f.sp. Phaseolica (graisse à halo)	B				
Xanthomonas campestris f.sp. Phaseoli (bactériose commune)	B				
Uromyces appendiculatus (rouille commune)	F				
Pythium - Fusarium solani-Rhizoctonia solani (fonte des semis - collet)	F				
Colletotrichum lindemuthianum (anthracnose)	F				
Isariopsis griseola (maladie taches angulaires)	F				

Aucune importance économique Peu important Moyennement important Très important

SS: Saison sèche

SH: Saison humide voir tableau précédent

7. Périodes utiles de contrôle et d'intervention avec les pesticides



Annexe 1: Homologations des Produits de Protection des Plantes pour utilisation sur haricot vert

TABLEAU DES INSECTICIDES, ACARICIDES ET NÉMATICIDES

Substance active ou agent biologique*	Homologation au Kénya			Homologations par le CSP (Comité Sahélien des Pesticides)		Chenilles	Chenilles carpophages	Acariens	Mineuses des feuilles	Pucerons	Thrips	Vers gris	Mouches blanches	Punaises	Mouches du haricot	Coléoptères	Insectes du sol	Nématodes
	Haricot vert	Haricot	Légumes	Haricot vert	Légumes ou toutes cultures													
Abamectine			X					X	X		■							
Acéphate	X									X	X		■					
Acétamipride	X								X	X	X		X					
Acrinathrine	X	X						X	X	X	X							
Alpha cyperméthrine	X	X				■	■		X	X	X		X					
Azadirachtine	X	X	X				■		X	X	X		■					X
Bacillus thuringiensis	X		X			X					X							
Beauvaria bassiana	X									X	X		X					
Bifenthrine	X		X			X	X	X		X	X	X	X					
Carbofuran		X													■		X	X
Carbosulfan		X				X											X	X
Chlorpyriphos-éthyl	X	X	X			X				X	X		X		X		X	
Chlorpyriphos-méthyl			X			X	X			X	X							
Clofentézine																		
Cyperméthrine	X		X				X			X	X							
Cyromazine	X								X									
Deltaméthrine																		
Diafenthiuron	X		X					X		X	X							
Diazinon																		
Dicofol			X					X										

Substance active ou agent biologique*	Homologation au Kénya			Homologations par le CSP (Comité Sahélien des Pesticides)		Chenilles	Chenilles carpophages	Acariens	Mineuses des feuilles	Pucerons	Thrips	Vers gris	Mouches blanches	Punaises	Mouches du haricot	Coléoptères	Insectes du sol	Nématodes
	Haricot vert	Haricot	Légumes	Haricot vert	Légumes ou toutes cultures													
Diméthoate	X	X	X				X	X	X	X	X		X					
Fénitrothion		X				X												
Hexythiazox	X		X					X										
Huile minérale		X						X		X								
Imidaclopride	X							X		X	X		X		X			
Lambda - cyhalothrine	X		X			X				X	X		X					
Malathion																		
Méthiocarbe	X										X							
Methomyl	X					X				X	X							
Methoxyfenozide			X			X	X					X						
Oxamyl	X																	X
Paecilomyces lilacinus	X																	X
Perméthrine	X									X	X		X					
Phytoseiulus persimilis	X							X										
Pyréthrines	X		X			X				X	X		X					
Pymétrozine	X									X								
Spinosad			X	X		X	■		X		X							
Spinetoram	X					X												
Spiromesifen	X							X										
Soufre			X					X		X	X							
Téflubenzuron	X										X							
Thiamethoxam	X	X	X	X						X	X		X		X		X	
Verticillium lecanii	X									X								
Zetacyparméthrine	X									X	X		X					

* buprofezine (mouches blanches), fenbutatin (acariens), indoxacarbe (chenilles), lufenuron (chenilles, thrips), thiachloprid (insectes piqueurs), thiocyclam hydrogène (mineuse, pucerons, thrips, mouches blanches) ne sont pas actuellement homologués pour utilisation sur haricot vert mais ont été testés pour leurs résidus par le PIP

X: efficacité mentionnée dans les homologations des produits ■: efficacité connue ailleurs

TABLEAU DES FONGICIDES ET BACTÉRICIDES

Substance Active*	homologation au Kenya			Homologations par le CSP (Comité Sahélien des Pesticides)		Graisses du haricot	Fonte des semis	*Alternaria*	Rhizoctonia	Sclerotinia	Rouille	Anthrachnose	Taches des feuilles	Oidium	Large sprctre
	Haricot vert	Haricot	Légumes	Haricot vert	Légumes ou toutes cultures										
Azoxystrobine	X							■			X	X			
Bitertanol		X	X								X				
Bronopol	X					X									
Captane		X									■	■			X
Carbendazime	X								X	X		X	X		
Chlorothalonil	X		X								X	X			X
Cuivre	X	X	X			X					X	X	X		
Diféconazole	X				X							X	X		
Époxiconazole	X										X	X			
Hexaconazole		X									X			X	
Iprodione	X		X	X			■	X	X	X		■	X		X
Mancozèbe	X				X	X	X	■			X	X	X		X
Métalaxyl-m			X				X						X		
Myclobutanil					X						X				X
Pencycuron	X						X		■						
Propinèbe			X					■			X	X	X		X
Soufre	X		X								X	X	X	X	
Tébuconazole	X		X								X	X	X		X
Tétraconazole	X										X				
Thiophanate-méthyl	X							■			■	■			X
Thiram	X				X		X								
Trichoderma asperullum	X						X		X						
Trichoderma harzanium	X						X		X						
Trifloxystrobine	X													X	

* famoxadone + cymoxanil (sclerotinia, alternaria), cyproconazole (rouille), manèbe (même spectre que le mancozèbe), vinchlozoline (rhizoctonia) ne sont pas actuellement homologués pour utilisation sur haricot vert mais ont été testés pour leurs résidus par le PIP

X : efficacité mentionnée dans les homologation des produits ■ : efficacité connue ailleurs

Annexe 2: Réglementation et données sur les résidus des Produits de Protection des Plantes

Des essais de résidus ont été faits au Sénégal (2003-2004) et au Kénya (2004). Les tableaux ci-après donnent la synthèse des résultats et des conseils sur l'utilisation des substances actives afin de se conformer aux LMR UE ou Codex ou aux exigences en résidus minimaux (LOQ).

Les données des tableaux ont été mises à jour en septembre 2011

Avertissement : Les informations données dans ce tableau sont susceptibles de modifications suite aux décisions à venir de la Commission européenne et du Codex.

TABLEAU 1.1: INSECTICIDES, ACARICIDES ET NÉMATICIDES

Substance active*	Réglementation UE		LMR Codex	Résultats d'essais					
				DAR (jours)			BPA testées		
	Statut Réglement 1107/2009	LMR		LMR UE	LMR Codex	LOQ**	Dose g/ha	Nombre d'applications	Intervalles entre applications (jours)
Abamectine	Approuvée	0,01*	0,01*	Au Sénégal, 3 Au Kenya, résidus supérieurs à la LMR jusqu'à 7 j.			Sen 10 Ken 13,5	Sen 3 Ken 3	Sen 14 Ken 7
Acéphate	Non approuvée	0,02*	5	Résidus supérieurs à la LMR jusqu'à 14 j. ***	7	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 14 j. ***	Ken 800	Ken 2	Ken 14
Acétamipride	Approuvée	0,01*	/	10	/	10	Ken 40	Ken 2	Ken 14
Alpha-cyperméthrine	Approuvée	0,7	0,7	7	7	7	Ken 15	Ken 3	Ken 7
Azadirachtine	Approuvée	1	/	1	/	1	Sen 12 Ken 6	Sen 3 Ken 2	Sen et Ken 7
Bifenthrine	Non approuvée	0,5	0,05*	1	7	7	Sen 40 Ken 37,5	Sen 2 Ken 3	Sen et Ken 7
Buprofézine	Approuvée	1	/	7	/	14	Sen 132 Ken 400	Sen 1 Ken 2	Sen / Ken 14
Carbofuran	Non approuvée	0,02*	0,05*	Application au sol avant semis (n.d.)			Ken 2500	Ken 1	Ken /
Chlorpyriphos-méthyl	Approuvée	0,05*	0,1	3	3	3	Sen 1000	Sen 1	Sen /
Cyromazine	Approuvée	5	1	3	7	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 21 j. ***	Sen 187,5 Ken 225	Sen et Ken 3	Sen 14 Ken 7
Deltaméthrine	Approuvée	0,2	0,2	1			Sen 12,5 Ken 20	Sen 2 Ken 3	Sen et Ken 7
Dicofol	Non approuvée	0,02*	2	Résidus supérieurs à la LMR jusqu'à 21 j. ***	7	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 21 j.***	Sen 720	Sen 2	Sen 14

Substance active*	Réglementation UE		LMR Codex	Résultats d'essais					
				DAR (jours)			BPA testées		
	Statut Réglement 1107/2009	LMR	LMR Codex	LMR UE	LMR Codex	LOQ**	Dose g/ha	Nombre d'applications	Intervalles entre applications (jours)
Diméthoate	Approuvée	0,02*	0,05*	14			Ken 800	Ken 2	Ken 14
Fenbutatin oxyde	Approuvée	0,05*	/	Résidus supérieurs à la LMR jusqu'à 21 j. ***	/	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 21 j. ***	Sen 495	Sen 2	Sen 14
Hexythiazox	Approuvée	0.5	0.5	7			Sen et Ken 50	Sen et Ken 2	Sen et Ken 14
Imidaclopride	Approuvée	2	2	3	3	10	Sen 50 Ken 202	Sen 2 Ken 3	Sen 21 Ken 7
Indoxacarbe	Approuvée	0,02*	0,02*	7			Sen et Ken 37,5	Sen et Ken 4	Sen et Ken 7
L-Cyhalothrine	Approuvée	0,2	0,2	1	1	3	Sen 25 Ken 15	Sen 2 Ken 4	Sen 7 Ken 7
Lufénurone	Approuvée	0,02*	/	3	/	3	Ken 40	Ken 3	Ken 7
Malathion	Approuvée	0,02*	1	7	7	10	Sen 750	Sen 2	Sen 7
Méthomyl	Approuvée	0,02*	1	7	1	7	Sen 600 Ken 500	Sen 4 Ken 3	Sen et Ken 7
Méthoxyfenozide	Approuvée	2	/	7	/	14	Ken 120	Ken 2	Ken 14
Oxamyl	Approuvée	0,01*	/	21	/	21	Sen et Ken 2000	Sen et Ken 1	/
Pyréthrine	Approuvée	1	0,05*	1	1	1	Ken 135	Ken 3	Ken 7
Spinosad	Approuvée	0,5	0,3	1	1	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 7 j. ***	Sen et Ken 160	Sen et Ken 2	Sen et Ken 7
Soufre	Approuvée	n.a.	/	1	/	1	Ken 3200	Ken 3	Ken 7
Thiachloprid	Approuvée	1	0,02*	3	Résidus supérieurs à la LMR jusqu'à 7 j. ***	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 7 j. ***	Ken 192	Ken 3	Ken 7
Thiamethoxam	Approuvée	0,2	/	3	/	3	Sen 100 Ken 50	Sen et Ken 3	Sen et Ken 14
Thiocyclam hydrogène	Non approuvée	0,01*	/	7	/	7	Ken 500	Ken 2	Ken 14

* est une valeur LOQ
** les DAR sont obtenus à partir de la LOQ UE
*** préférable de ne pas utiliser étant donné que les résidus au DAR maximum testé dans les essais sont supérieurs à la limite actuelle
/ signifie que pour cette m.a. le Codex ne précise aucune valeur de LMR ou de LOQ ou que le DAR ne peut pas être déterminé
n.a. = non applicable
n.d. = résidus non détectables
Sen = Sénégal ; Ken = Kenya

TABLE 2.1: FONGICIDES, BACTÉRICIDES

Substance active*	Réglementation UE		LMR Codex	Résultats d'essais					
				DAR (jours)			BPA testées		
	Statut Réglement 1107/2009	LMR	LMR Codex	LMR UE	LMR Codex	LOQ**	Dose g/ha	Nombre d'applications	Intervalles entre applications (jours)
Azoxystrobine	Approuvée	3	3	3	3	10	Sen 150 Ken 125	Sen 2 Ken 3	Sen et Ken 7
Bitertanol	Non approuvée	0,05*	0,05*	10	10	10	Ken 180	Ken 2	Ken 14
Captane	Approuvée	2	/	7	/	14	Ken 2400	Ken 3	Ken 7
Chlorothalonil	Approuvée	5	5	3	3	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 14 j. ***	Sen 1000 Ken 1440	Sen 2 Ken 3	Sen 7 Ken 7
Cuivre	Approuvée	20	/	3	/	3	Ken 1000	Ken 3	Ken 7
Cyproconazole	Approuvée	0,05*	/	7	/	7	Ken 30	Ken 3	Ken 7
Difénoconazole	Approuvée	1	0,02*	3	Résidus supérieurs à la LMR jusqu'à 14 j. ***	7	Sen et Ken 125	Sen 1 Ken 4	Sen n.a. Ken 14
Famoxadone + Cymoxanil	Approuvée + Approuvée	0,02 - 0,05	0,02 + /	3	/	3	Sen et Ken 90 + 120	Sen et Ken 3	Sen et Ken 7
Iprodione	Approuvée	5	2	7	7	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 14 j. ***	Ken 1000	Ken 2	Ken 7
Manèbe	Approuvée	1	/	7	/	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 21 j. ***	Sen 2000	Sen 3	Sen 7
Mancozebe	Approuvée	1	/	7	/	14	Sen 2000 Ken 1350	Sen et Ken 3	Sen et Ken 7
Metalaxyl-M	Approuvée	0,05*	0,05	Application sur semences avant le semis (n.d.)			Trait. Sem.	Sen et Ken 1	n.a.
Myclobutanil	Approuvée	0,3	/	3	/	10	Sen 60 Ken 100	Sen et Ken 2	Sen et Ken 7
Pencycuron	Approuvée	0,05*	/	Application sur semences avant le semis (n.d.)			Trait. Sem	Ken 1	n.a.
Propineb	Approuvée	1	/	7	/	14	Ken 1750	Ken 3	Ken 7
Soufre	Approuvée	n.a.	/	1	/	1	Ken 3200	Ken 3	Ken 7
Tebuconazole	Approuvée	2	0,05*	7	10	10	Sen 250 Ken 187.5	Sen et Ken 3	Sen et Ken 7

Substance active*	Réglementation UE		LMR Codex	Résultats d'essais					
				DAR (jours)			BPA testées		
	Statut Réglement 1107/2009	LMR		LMR UE	LMR Codex	LOQ**	Dose g/ha	Nombre d'applications	Intervalles entre applications (jours)
Tetraconazole	Approuvée	0,02*	/	Résidus supérieurs à la LMR jusqu'à 7 j. ***	/	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 7 j. ***	Ken 40	Ken 2	Ken 14
Thiophanate-methyl	Approuvée	0,1*	/	10	/	10	Ken 500	Ken 2	Ken 14
Thiram	Approuvée	0,1*	/	Application sur semences (n.d.)			Seed treat.	Sen 1	n.a.
Trifloxystrobine	Approuvée	0,5	0,02*	3	Résidus supérieurs à la LMR jusqu'à 10 j. ***	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 10 j. ***	Ken 250	Ken 2	Ken 7
Vinchozolin	Non approuvée	0,05*	2	Résidus supérieurs à la LMR jusqu'à 21 j. ***	7	Résidus supérieurs à la LOQ jusqu'à 21 j. ***	Sen 750	Sen 3	Sen 7

* est une valeur LOQ
** les DAR sont obtenus à partir de la LOQ UE
*** préférable de ne pas utiliser étant donné que les résidus au DAR maximum testé dans les essais sont supérieurs à la limite actuelle
/ signifie que pour cette m.a. le Codex ne précise aucune valeur de LMR ou de LOQ ou que le DAR ne peut pas être déterminé
n.a. = non applicable
n.d. = résidus non détectables
Sen = Sénégal ; Ken = Kenya

Sources des BPA validées par des essais du PIP indiquées dans les pages précédentes : insecticides

Substance active	Produit commercial	Fabricant	Essais	
			Année	Pays
Abamectine	Vertimec 18 EC Dynamec 18 EC	Syngenta	2005	Sénégal Kenya
Acéphate	Orthène 97P	Calliope	2005	Kenya
Acétamipride	Mospilan 200 SP	Calliope	2005	Kenya
Alpha-cyperméthrine	Fastac 10 SC	BASF	2005	Kenya
Azadirachtine	Non spécifié Neemroc EC 0,3	Senchim Saroneem	2005	Sénégal Kenya

Substance active	Produit commercial	Fabricant	Essais	
			Année	Pays
Bifenthrine	Talstar 40 EC Brigade 2,5 %	Calliope	2005	Sénégal Kenya
Buprofézine	Applaud 250 SC Applaud 40 EC	Calliope	2005	Sénégal Kenya
Carbofuran	Furadan 5 G	FMC	2005	Kenya
Chlorpyriphos-méthyl	Reldan DF	Dow AgroSciences	2005	Sénégal
Cyromazine	Trigard 75 WP	Syngenta	2005	Sénégal Kenya
Deltaméthrine	Decis 0,25 EC Decis Tab 25 %	Bayer Cropscience	2005	Sénégal Kenya
Dicofol	Kelthane MF	Dow AgroSciences	2005	Sénégal
Diméthoate	Danadim 40 EC	Cheminova	2005	Kenya
Fenbutation	Torque	BASF	2005	Sénégal
Hexythiazox	Nissorun 10% WP Nissorun 10 EC	Nisso	2005	Sénégal Kenya
Imidaclopride	Confidor 350 SC Confidor 70 WG	Bayer CropScience	2005	Sénégal Kenya
Indoxacarbe	Avaunt 150 SC	Dupont	2005	Sénégal Kenya
Lambda-cyalothrine	Karaté Zéon 2,5 CS Karaté 5 SC	Syngenta	2005	Sénégal Kenya
Lufénuron	Match 050 EC	Syngenta	2005	Kenya
Malathion	Callimal 500 EC	Calliope	2005	Sénégal
Méthomyl	Lannate 90 Lannate 25 WP	Dupont	2005	Sénégal Kenya
Méthoxyfénozide	Runner 240 SC	Dow AgroSciences	2005	Kenya
Oxamyl	Vydate 10 G	Dupont	2005	Sénégal Kenya
Pyréthrine	Pyerin 7,5 EC	JH Biotech	2005	Kenya
Spinosad	Tracer 480 SC	Dow AgroSciences	2005	Sénégal Kenya
Soufre	Kumulus DF 80 %	BASF	2005	Kenya
Thiaclopride	Calypso 480 SC	Bayer CropScience	2005	Kenya
Thiamethoxam	Actara 25 WG Cruiser 350 FS	Syngenta	2005	Sénégal Kenya
Thiocyclam	Evisect's 50 %	Calliope	2005	Kenya

Sources des BPA validées par des essais du PIP indiquées dans les pages précédentes : fongicides

Substance active	Produit commercial	Fabricant	Essais	
			Année	Pays
Azoxystrobine	Ortiva 250 SC	Syngenta	2005	Sénégal Kenya
Bitertanol	Baycor 300 EC	Bayer CropScience	2005	Kenya
Captane	Captan 500 SC Captan 80 WG	Calliope	2005	Kenya
Chlorothalonil	Bravo 720 Daconil 720 SC	Syngenta	2005	Sénégal Kenya
Cuivre	Cuprocaffaro WG 37,5	Caffaro	2005	Kenya
Cymoxanil	Equation Pro	Dupont	2005	Sénégal Kenya
Cyproconazole	Alto 100 SL	Syngenta	2005	Kenya
Difénoconazole	Score 250 SC	Syngenta	2005	Sénégal Kenya
Famoxadone	Equation Pro	Dupont	2005	Sénégal Kenya
Iprodione	Rovral 50% Rovral 250 FLO	Bayer CropScience/BASF	2005	Sénégal Kenya
Mancozèbe	Dithane M45 Dithane 75 DG	Dow AgroSciences	2005	Sénégal Kenya
Manèbe	Triamangol 80 WP	Cerex Agri	2005	Sénégal
Métalaxyl-m	Apron XL 350 SE Apron Star 42 WS	Syngenta	2005	Sénégal Kenya
Myclobutanil	Systhane 24 E Systhane 20 EW	Dow AgroSciences	2005	Sénégal Kenya
Pencycuron	Gaucho MT	Bayer CropScience	2005	Kenya
Propineb	Antracol 70 WP	Bayer CropScience	2005	Kenya
Tebuconazole	Folicur EW 250	Bayer CropScience	2005	Sénégal Kenya
Tétraconazole	Domark 40 EW	Calliope	2005	Kenya
Thiophanate-méthyl	Topsin M50 SC	Nisso	2005	Kenya
Thirame	Semences traitées	UCB	2005	Sénégal
Trifloxystrobine	Flint 50 WG	Bayer CropScience	2005	Kenya
Vinchlozoline	Ronilan DF 50 %	BASF	2005	Sénégal

Remarque : Les BPA indiquées dans les pages précédentes sont celles déterminées avec les produits commerciaux cités ci-dessus. L'utilisateur de ces informations doit donc vérifier que le produit commercial qu'il va utiliser est équivalent (même concentration et même type de formulation) au produit commercial utilisé dans les essais. Si ce n'est pas le cas les BPA indiquées peuvent ne pas convenir pour respecter les LMRs.

Annexe 3a: Méthode de surveillance pour les haricots verts

Les informations ci-dessous concernent le Kenya. Les principes restant valables pour d'autres zones de production mais les instructions sur les observations doivent être adaptées au contexte de chaque zone de production.

Introduction

La Lutte Intégrée implique l'utilisation d'auxiliaires des cultures, comme les prédateurs et les parasites détaillés dans les fiches de synthèse des ravageurs et des maladies.

Les programmes de Lutte Intégrée nécessitent des informations plus détaillées que les simples programmes de lutte chimique, car le degré de contrôle biologique est influencé directement par l'équilibre entre le nombre d'insectes utiles et celui des ravageurs. La situation de l'agriculteur est plus sûre s'il n'y a que cinq ravageurs pour un insecte utile que s'il y en a 500. Cela explique la nécessité d'une méthode d'échantillonnage de la culture afin d'estimer le nombre réel de certains ravageurs.

Des fiches de surveillance hebdomadaires sont remplies pour chaque champ. Certaines données de ces fiches sont retranscrites chaque semaine sur une **fiche de synthèse hebdomadaire**, qui permet à l'exploitant agricole de comparer les progrès effectués d'une semaine à l'autre et qui fournit des orientations objectives pour choisir les mesures qui doivent être prises afin de protéger la culture et d'évaluer le niveau des progrès. Si le rapport ravageurs/insectes utiles dans le champ était de 150 la semaine dernière, mais ne s'élève plus qu'à 60 cette semaine, l'agriculteur pourra constater que l'équilibre penche en faveur des insectes utiles, ce qui signifie que le contrôle biologique est en cours et justifie de ne pas recourir à la pulvérisation, mais de laisser le programme de contrôle biologique se poursuivre. L'autre facteur qu'il convient de prendre simultanément en considération est le nombre moyen de ravageurs par semaine. Il est moins sûr de se baser uniquement sur la moyenne des ravageurs, dans la mesure où elle peut augmenter d'une semaine à l'autre, tandis que le rapport ravageurs/insectes utiles montre des signes positifs d'équilibre.

Des cours de formation en lutte intégrée sont disponibles pour assurer la surveillance et l'interprétation des données de surveillance. Les informations suivantes sont destinées à guider la surveillance en Lutte Intégrée et devraient être renforcées par une formation ad hoc, dispensée par des fournisseurs de services expérimentés.

Préparation

Les observateurs en Lutte Intégrée devraient être munis:

- d'un écritoire à pince pour faciliter la prise de notes,
- de fiches d'observations,
- d'un morceau de papier blanc propre au-dessus duquel il pourra secouer les fleurs (pour compter le nombre de thrips),
- d'une loupe avec un coéfficient de grossissement de dix fois ;
- d'un crayon,
- d'une calculatrice,
- d'un sac pour récolter les échantillons,
- de suffisamment de marqueurs pour les zones sensibles (des marqueurs visibles de couleur rouge. N'utilisez pas de jaune car cette couleur attire les ravageurs).

Un compteur automatique de bonne qualité est un outil utile qui accélère le processus de comptage et réduit les erreurs et la lassitude.

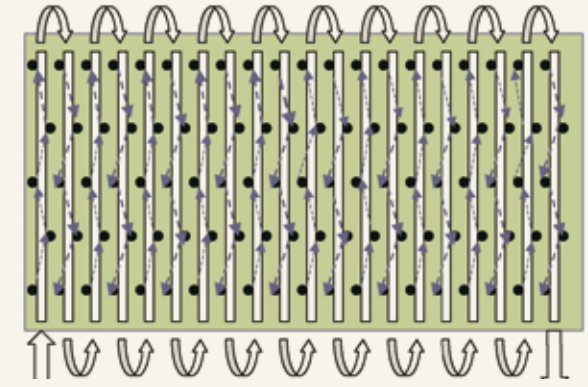
Instructions pour les observations

La zone à observer doit être aussi uniforme que possible (pente et aspect du champ, variété de la culture, etc.). Trop de variations donneront lieu à une sur-estimation ou à une sous-estimation du nombre de ravageurs ou de maladies. Si nécessaire, divisez la culture en sections si celles-ci sont susceptibles d'avoir des taux très différents de ravageurs et de maladies.
La zone maximale à retenir comme une unité est d'environ un hectare - sauf si elle est très uniforme.

Pour un hectare, prévoyez approximativement deux heures par bloc pour les observations par un observateur formé et expérimenté (un « bloc » équivaut à vingt lignes d'observation).

Les ravageurs ont l'habitude de se déplacer sur la culture à divers moments de la journée. Le bloc doit être examiné au moins une fois par semaine, idéalement **deux fois**, de préférence **au même moment de la journée**, et ce afin de pouvoir comparer les taux de ravageurs avec précision. Si l'observation n'est pas effectuée à un moment plus ou moins identique de la semaine sur le même champ, l'observateur pourrait indiquer que les ravageurs sont en augmentation, alors qu'ils se sont peut-être tout simplement cachés ou enfuis de la culture à ce moment-là. C'est particulièrement vrai pour les thrips.

Schéma de surveillance pour le haricot vert



Vingt « rangs » d'échantillonnage sont choisis à intervalles réguliers parmi tous les billons du champ. (voir schéma) Les rangs sont des allées entre les lignes plantées. Chaque rang est marqués et numérotés afin que les données des mêmes rangées puissent être comparées semaine après semaine pour vérifier l'évolution du parasitisme (au micro niveau si nécessaire).
Ces lignes sont des lignes entières et non des zones marquées dans le champ. Les données d'observations sont réalisées en se déplaçant le long de chaque ligne.

Parcourez le chemin de la ligne de position et arrêtez-vous à cinq **points d'observation**, que vous choisirez au niveau des lignes de plantes, de part et d'autre du sentier (par exemple, échantillonnage dans un dispositif en zigzag le long de la ligne de position, tandis que l'observateur avance vers le bout de la ligne). Répartissez les points d'échantillonnage sur toute la longueur de la ligne (voir le diagramme).

Le dispositif en zigzag se justifie par le fait que, dans les cultures en lignes, un côté de la ligne peut recevoir plus de soleil et de chaleur - ou plus de vent et de pluie - que l'autre côté, ce qui affecte le taux de ravageurs et de maladies. Le prélèvement d'échantillons dans un dispositif en zigzag le long d'un chemin permet à l'observateur de prélever des feuilles des deux côtés de la ligne de plantes et de faire la moyenne des différences des taux de ravageurs et de maladies.

À chaque point d'observation, faites d'abord les observations suivantes avant de prélever une feuille à la base et au sommet des plantes à des fins d'examens ultérieurs. Au point d'observation, notez le nombre total des ravageurs suivants sur environ un mètre carré de la plate-bande de haricots fins:

- mineuses adultes,
- *Diglyphus* adultes,
- aleurodes des serres adultes,
- *Encarsia* adultes.

Ajoutez les nombres relevés à chacune des cinq positions d'observation de la ligne et inscrivez les totaux sur le formulaire d'observation hebdomadaire. L'observateur aura peut-être besoin de feuilles vierges pour inscrire le total de chacun des cinq points d'observation avant de reporter les totaux de la ligne sur le formulaire.

Lorsque l'observateur a observé, aux divers points d'observation, les ravageurs susmentionnés - qui risquent de s'enfuir si les feuilles sont trop manipulées -, il peut alors **prélever deux folioles** (pas une feuille trifoliée entière) dans la même zone (10 folioles par ligne de position ou 200 par bloc) afin de compter le nombre:

- de grosses larves d'aleurodes des serres (>L2),
- de larves noires parasitées d'aleurodes des serres,
- de thrips sur les feuilles,
- d'araignées rouges.

Si la culture est encore très jeune et que les plantes ont peu de feuilles, les observations ci-dessus peuvent être effectuées sans prélever de feuilles, simplement en retournant la surface inférieure de la feuille vers le haut. Si des **araignées rouges** sont découvertes pendant ces contrôles, elles doivent également être comptabilisées dans le **niveau de base mensuel des araignées rouges**.

En outre, l'observateur doit rechercher les feuilles **endommagées par des araignées rouges** lorsqu'il parcourt la ligne et examine ces feuilles pour recenser le nombre:

- de *Phytoseiulus* adultes,
- *d'Amblyseius* adultes,
- d'araignées rouges adultes.

Normalement, les prédateurs d'araignées rouges ne sont présents que lorsque celles-ci sont nombreuses (et endommagent les feuilles). C'est à ce moment là que l'agriculteur remplira les colonnes consacrées au **rapport prédateurs/araignées** rouges dans le formulaire de référencement hebdomadaire.

Dès le début de la floraison, l'observateur commence à rechercher des traces de thrips sur les fleurs. Il n'est pas nécessaire de cueillir la grappe de fleurs pour l'examiner. Placez un morceau de papier blanc sous la grappe et secouez-la fermement trois fois afin de déloger les thrips qui se trouvent dans la fleur. Examinez **deux grappes de fleurs par point** d'observation afin de détecter la présence de:

- thrips dans les fleurs.

Le puceron des haricots a tendance à être sporadique. L'observateur peut **effectuer des observations tout au long de la ligne de référencement** pour détecter ces ravageurs, les maladies qu'il provoque et les insectes utiles.

En parcourant la ligne de référencement sur toute sa longueur, il est aisé d'observer des symptômes de maladies, la présence de vers gris, etc., sur toutes les plantes de la ligne.

- Colonies de pucerons des haricots (il n'est pas nécessaire de compter tous les pucerons de la colonie. Le nombre de colonies de la ligne de position suffira.).

- Nombre total de prédateurs de pucerons dans chaque colonie (coccinelles, *Aphidius*, syrphidés, etc.). Il n'est pas nécessaire de distinguer les divers prédateurs. Il suffit de calculer (dans le bas de la colonne sur la fiche de référencement) le total combiné de prédateurs et de parasites de pucerons par rapport au nombre de colonies de pucerons dans chaque ligne de poste.

- Nombre total de larves de chenilles (feuilles endommagées, faciles à détecter).

- Nombre total de chrysalides.

- Nombre total de phalènes adultes observées.

- Présence de maladies (rouille, etc.).

- Présence de vers gris, de nématodes à galles, de mouches du haricot, etc.

Vérifications finales

Lorsque les lignes de position auront été observées, l'observateur réalisera une « vérification finale » en parcourant CHAQUE LIGNE dans les deux sens afin de respecter les indications suivantes:

1 Indiquez clairement toutes les **nouvelles zones sensibles aux pucerons des haricots (taux de parasitisme < à 10%)** grâce à des marqueurs et indiquez les positions de ceux-ci sur la carte du bloc. Ces derniers devront faire l'objet d'un traitement localisé aussi vite que possible;

2 Vérifiez toutes les zones ayant été précédemment marquées comme sensibles aux pucerons. Si leur taux de parasitisme est supérieur à 10%, enlevez le marqueur;

3 Indiquez sur les cartes des blocs les zones sensibles aux maladies (**graisse des haricots, *Fusarium*, etc.**).Ces indications permettront de rédiger des instructions relatives à une pulvérisation localisée de fongicide pour lutter contre la graisse des haricots ou à une pulvérisation générale en fonction des risques (temps humide et plus de quatre zones par bloc affectées par la maladie). Le *Fusarium* ne peut pas être traité, mais les zones sensibles seront inscrites dans l'historique du bloc afin d'être traitées au *Trichoderma* et aux substances organiques ou de faire l'objet d'un amendement des terres après la récolte. Additionnez les zones sensibles aux maladies (identifiez le type de maladie) et indiquez ce chiffre au recto de la fiche de référencement;

4 Indiquez sur les cartes des blocs les zones sensibles aux araignées rouges. Celles-ci auront besoin de *Phytoseiulus* supplémentaire - taux d'introduction d'au moins 1/200). Faites une estimation du nombre total d'araignées rouges par zone sensible et inscrivez ce nombre au recto de la fiche de référencement. Prélevez au minimum dix folioles à cet endroit et déterminez le rapport *Phytoseiulus*/araignées. Dès que ce rapport passe sous la barre des 1/10, le problème ne devrait pas tarder à disparaître. Inscrivez les données relatives aux zones sensibles aux araignées rouges sur une fiche de référencement séparée et attribuez un numéro à chaque zone. Celles-ci seront référencées chaque semaine jusqu'à l'éradication du problème;

5 Notez la présence de chenilles vivantes observées lors de la vérification finale (indiquez ce nombre au recto de la fiche de référencement).

Effectuez éventuellement une pulvérisation générale de *Bacillus thuringiensis* ou une autre pulvérisation appropriée, dans la mesure où ces ravageurs sont difficiles à repérer et doivent être contrôlés lorsqu'ils ne sont pas trop nombreux.

Annexe 3b: Feuille d'enregistrement pour la lutte intégrée - haricot vert

Fiche de surveillance hebdomadaire (compléter chaque semaine)

Ferme				Bloc		Âge de la culture (semaines)				Date de l'examen				Nom de l'échantillonneur (imprimé)				Heure de l'examen											
RANG	*Diglyphus* adultes sur 5 points d'obs. par rangée	mineuses de feuilles adultes sur 5 points d'obs. par rangée	thrips sur cinq feuilles par rangée	thrips dans cinq fleurs par rangée	total de mouches blanches adultes sur cinq points d'obs. par rangée	total d'Encarsia adultes sur dix feuilles inférieures par rangée	larves de mouches blanches >L2 sur dix feuilles inférieures par rangée	Larves noircies sur dix feuilles inférieures par rangée	nombre d'agents de biocontrôle des pucerons dans les colonies de pucerons par rangée	nombre de colonies de pucerons dans la rangée	Lépidoptères adultes obs. en train de voler au-dessus du champ durant l'examen (indique les oeufs pondus)	nombre de larves de chenille dans toute la rangée	la nymphose a-t-elle commencé? (nombre de pupes vues par rangée)	total de *Phytoseiulus* adultes sur 5 feuilles infestées de tétranyques rouges par rangée	total d'*Amblyseius* adultes sur 5 feuilles infestées de tétranyques rouges par rangée	total de tétranyques adultes sur 5 feuilles infestées par rangée	niveau de fond de tétranyques rouges adultes sur 5 feuilles choisies au hasard dans la rangée	mouche des haricots	vers gris	nématode à galle	rouille	tache angulaire	pourritures des racines	graisse	*Ascochyta*	autres maladies	autres problèmes
																		présence/absence dans la rangée											
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
14																													
18																													
19																													
20																													
Total																													
moy. par rangée																			Remarques										
ratio	:		% P						ratio	:				ratio	:														

Utiliser les données des RANGÉES individuelles pour procéder à des traitements ponctuels précoces des ravageurs et maladies dans certaines rangées avant que le problème se généralise. Transférer les données des cases noircies dans le résumé hebdomadaire pour mesurer l'effet de la mesure de protection de la culture semaine après semaine. Marquer tous les points chauds de tétranyques rouges dans le champ et sur la carte du champ - traiter rapidement avec des acariens prédateurs (vérifier les points chauds chaque semaine pour s'assurer de la prolifération des prédateurs). Les mouches des haricots et les mouches des semis ne constituent normalement un problème que les cinq premières semaines et en particulier dans les rangées extérieures ou dans les zones plus humides du champ par temps sec Pour la section de "mouche des haricots" à "autres problèmes", inscrire le nombre total de rangées où il y a des parasites ou des maladies. Case des remarques: sévérité des maladies, identification des pourritures des racines, indiquer les régions saturées d'eau, etc. Indiquer le traitement recommandé.

Fiche de synthèse (transférer les moyennes chaque semaine, pour voir l'évolution)

Ferme			Bloc				Âge de la culture (semaines)				Date de l'examen					Nom de l'observateur (imprimé)								Heure de l'examen	
données transférées des cases noircies des formulaires hebdo. d'examen		moyenne hebdo. par rangée de thrips sur cinq feuilles par rangée	moyenne hebdo. par rangée de thrips sur cinq fleurs par rangée	moyenne hebdo. par rangée de mouches blanches adultesà 5 points d'obs. par rangée examinée	moyenne hebdo. par rangée d'*Encarsia* adultes à 5 points d'observation par rangée	moyenne hebdo. par rangée de larves de mouches blanches >L2 sur dix feuilles inférieures par rangée	pourcentage hebdomadaire de parasitisme (% de larves noircies sur dix feuilles inférieures par rangée)	ratio total des agents de bio-contrôle des pucerons par rangée/ nbre total de colonies de pucerons	total hebdo. de lépidoptères adultes obs. en train de voler au-dessus du champ durant l'examen	total hebdomadaire de larves de chenille dans toute la rangée	total hebdomadaire de pupes par rangée	ratio prédateurs/tétranyques rouges sur les feuilles infestées (le cas échéant)	moyenne hebdo. du niveau de fond de tétranyques rouges par rangée	mouche des haricots	vers gris	nématode à galles	rouille	tache angulaire	pourritures des racines	graisse	*Ascochyta*	autres maladies	autres problèmes	pesticides et agents de biocontrôle appliqués (et à quelle date)
âge de la culture (sem.)	Dig: LM																								
1								:				:													
2								:				:													
3								:				:													
4								:				:													
5								:				:													
6								:				:													
7								:				:													
8								:				:													
9								:				:													

Notes: Pour obtenir le ratio *Diglyphus*/mineuses de feuilles (devrait être inférieur à 1:5 pour un bon contrôle), diviser le nombre total de mineuses de feuilles adultes par le nombre total de *Diglyphus* adultes chaque semaine.

Il est essentiel d'évaluer la présence de thrips sur les feuilles avant que les fleurs n'apparaissent, la protection de la culture est alors appliquée lorsque le contact est plus facile (sur les feuilles). Le contrôle de la présence de thrips dans les fleurs est difficile et présente des contraintes relatives à l'intervalle avant la récolte.

Les larves de mouches blanches les plus âgées, les plus grandes (dans lesquelles un *Encarsia* peut se développer) se trouveront uniquement sur les feuilles inférieures. Le pourcentage hebdomadaire de parasitisme des larves de mouches blanches est calculé à partir du nombre de larves noircies divisé par (total de larves noircies plus grandes larves de mouches blanches >L2) = %P (ne pas compter les petites larves, car elles ne peuvent être parasitées).

Pour obtenir le ratio agents de biocontrôle des pucerons/colonies de pucerons, diviser le nombre total de colonies de pucerons observées dans toutes les rangées chaque semaine par le nombre total d'agents de biocontrôle des pucerons. *Bacillus thurigiensis* ne donne de bons résultats que sur les jeunes chenilles qui sont difficiles à trouver. S'il y a des lépidoptères adultes, ils pondront des oeufs et le Bt devrait idéalement être appliqué rapidement après cette période. Lorsque la plus grande partie des chenilles sont devenues chrysalides, les pesticides sont sans effet sur ce stade de la vie et il convient d'attendre qu'elles éclosent avant d'appliquer la protection de la culture à la prochaine génération. Pour la section de "mouche des haricots" à "autres problèmes" - inscrire le nombre hebdomadaire total de rangées présentant des problèmes.

Annexe 4: tableaux de sensibilité aux pesticides - insecticides approuvés au Kenya sur haricot vert - effet sur les ennemis naturels

insecticides (haricot vert) matières actives	méthode d'application	prédateur araignées rouges *Phytoseiulus persimilis*			prédateur acariens et thrips *Amblyseius californicus*			prédateur araignées rouges *Feltiella acarisuga*			prédateur général et de thrips *Orius laevigatus*		
		oeuf	adulte	persistence (w=semaine)	oeuf	adulte	persistence (w=semaine)	oeuf	adulte	persistence (w=semaine)	oeuf	adulte	persistence (w=semaine)
abamectine	pulv.	?	>75%	2w	?	?	?	?	>75%	?	>75%	>75%	3w
acéphate	pulv.	?	>75%	>3w	?	>75%	>2w	?	>75%	>8w	>75%	>75%	?
acrinathrine	pulv.	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?
alphacypermethrine	pulv.	>75%	>75%	>8w	?	?	?	?	>75%	>8w	>75%	>75%	?
Amblyseius californicus	bio	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
amitraze	pulv.	>75%	>75%	3w	?	>75%	0w	?	?	?	?	50-75%	3w
Aphidius transcaspinus	bio	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
azadirachtine	pulv.	?	<25%	?	?	?	?	?	?	?	<25%	?	?
azinfos-méthyl	pulv.	50-75%	50-75%	2w	?	25-50%	2w	50-75%	>75%	>8w	50-75%	50-75%	?
azocyclotin	pulv.	50-75%	50-75%	3 jours	25-50%	25-50%	?	?	?	?	?	25-50%	?
beta cyfluthine (voir cyfluthine)	pulv.	>75%	>75%	>8w	50-75%	50-75%	?	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
bifenthrine	pulv.	>75%	>75%	>8w	?	?	?	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
Bt var kurstaki	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
Bt var kurstaki	dust	25-50%	25-50%	0.5w	?	?	?	<25%	?	?	?	?	?
buprofézine	pulv.	<25%	25-50%	0w	<25%	<25%	0w	25-50%	<25%	1w	25-50%	<25%	0w
carbaryle	pulv.	?	>75%	2w	?	?	?	50-75%	>75%		>75%	>75%	?
carbofuran	pulv.	?	>75%	>3w	?	?	?	?	?	?	?	?	?
carbosulfan	pulv.	25-50%	25-50%	1w	?	?	?	?	?	?	?	?	?
chlorpyrifos-méthyl	pulv.	<25%	<25%	0w	?	25-50%	2w	?	>75%	?	>75%	>75%	?
cyfluthrine	pulv.	>75%	>75%	>8w	50-75%	50-75%	?	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
cyhexatine	pulv.	<25%	>75%	0.5s	?	?	?	25-50%	25-50%	?	25-50%	25-50%	?
cyperméthrine (voir aussi profenofos)	pulv.	>75%	>75%	>8w	?	?	?	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
cyromazine	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	>75%	0w	?	<25%	?
cyromazine	gout	<25%	<25%	0w	?	?	?	?	?	?	?	?	?
deltaméthrine	pulv.	>75%	>75%	>8w	?	?	?	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
diazinon	pulv.	<25%	<25%	1w	?	25-50%	2w	>75%	>75%	>6w	25-50%	50-75%	?
dichlorvos	pulv.	<25%	>75%	1w	?	?	?	?	>75%	<1w	>75%	>75%	1w
dicofol	pulv.	50-75%	50-75%	2w	?	50-75%	?	<25%	>75%	?	?	?	?
dicofol+ tétradifon	pulv.	50-75%	50-75%	2w	?	50-75%	?	<25%	>75%	?	?	?	?
Diglyphus isaea	bio	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
diméthoate	pulv.	>75%	>75%	8w	?	50-75%	?	50-75%	25-50%	?	>75%	>75%	?
Encarsia formosa	bio												

insecticides (haricot vert) matières actives	méthode d'application	prédateur araignées rouges *Phytoseiulus persimilis*			prédateur acariens et thrips *Amblyseius californicus*			prédateur araignées rouges *Feltiella acarisuga*			prédateur général et de thrips *Orius laevigatus*		
		oeuf	adulte	persistence (w=semaine)	oeuf	adulte	persistence (w=semaine)	oeuf	adulte	persistence (w=semaine)	oeuf	adulte	persistence (w=semaine)
endosulfan	pulv.	?	>75%	2w	?	?	?	50-75%	>75%	?	25-50%	>75%	?
fénazaquin	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
fénitrothion	pulv.	?	>75%	?	?	?	?	?	?	?	?	>75%	?
fipronil	pulv.	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?	25-50%	25-50%	?
gamma - cyhalothrine	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
ail (voir aussi pyréthrins)	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
hexythyazox	pulv.	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?
imidachlopride	pulv.	50-75%	50-75%	?	>75%	>75%	5 jours	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?
imidachlopride	gout	25-50%	25-50%	?	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?	25-50%	25-50%	1w
lambda - cyhalothine	pulv.	>75%	>75%	>8w	<25%	<25%	?	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
malathion	pulv.	25-50%	25-50%	>1w	?	?	?	50-75%	>75%	2w	>75%	>75%	?
méthomyl	pulv.	>75%	>75%	2w	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?	>75%	>75%	1w
méthoxyfénozide	pulv.	?	?	?	<25%	<25%	?	?	?	?	>75%	>75%	?
huiles minérales	pulv.	?	?	?	?	25-50%	>2w	?	?	?	?	?	?
oxamyl	pulv.	>75%	>75%	>8w	?	?	?	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
oxamyl	gout	<25%	<25%	0w	?	?	?	?	?	?	?	>75%	?
oxydemeton - méthyl	pulv.	?	>75%	1w	?	?	?	50-75%	>75%	?	?	?	?
parathion méthyl	pulv.	<25%	<25%	0w	?	?	?	?	?	?	?	>75%	?
pirimicarbe	pulv.	25-50%	25-50%	0.5s	?	<25%	?	<25%	>75%	1w	<25%	<25%	0w
pirimiphos-méthyl	pulv.	>75%	>75%	>2w	?	>75%	?	?	>75%	?	?	?	?
propargite	pulv.	>75%	50-75%	0w	?	50-75%	?	25-50%	<25%	?	?	50-75%	?
pymétrozine	pulv.	<25%	<25%	0w	25-50%	25-50%	?	?	?	?	25-50%	25-50%	1w
pymétrozine	gout	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	?	?	?	?	<25%	<25%	1w
pyéthrine (+ P.B.O)	pulv.	<25%	>75%	1w	?	?	?	?	>75%	>1w	?	?	?
spinosad	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	?	?	25-50%	25-50%	3 jours
soufre	pulv.	25-50%	25-50%	?	50-75%	50-75%	?	25-50%	25-50%	?	25-50%	<25%	?
teflubenzuron	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	?	?	>75%	<25%	?
tétradifon	pulv.	<25%	<25%	0w	?	?	?	?	<25%	?	?	?	?
tétradifon + dicofol	pulv.	50-75%	50-75%	2w	50-75%	50-75%	?	<25%	>75%	?	<25%	<25%	?
thiamethoxam	pulv.	>75%	>75%	?	<25%	<25%	?	?	?	?	>75%	>75%	>2w
thiocyclam	pulv.	?	25-50%	0.5s	?	?	?	?	?	?	?	?	?
trichlorfon	pulv.	>75%	>75%	2w	?	?	?	?	?	?	>75%	>75%	?

insecticides (haricot vert) matières actives	méthode d'application	prédateur de puceron			parasite de puceron			parasite de mouche blanche			parasite de mineuse des feuilles		
		Coccinelles			*Aphidius colemani*			*Encarsia formosa*			*Diglyphus & Dacnusa*		
		larve	adulte	persistence (w = semaine)	larve	adulte	persistence (w = semaine)	larve	adulte	persistence (w = semaine)	larve	adulte	persistence (w = semaine)
abamectine	pulv.	?	>75%	1w	?	>75%	?	>75%	>75%	3w	?	>75%	?
acéphate	pulv.	?	>75%	>6w	?	>75%	?	>75%	>75%	>8w	?	>75%	?
acrinathrine	pulv.	>75%	>75%	?	25-50%	>75%	?	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?
alphacyperméthrine	pulv.	?	>75%	?	?	>75%	?	>75%	>75%	>8w	?	>75%	?
Amblyseius californicus	bio	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
amitraze	pulv.	?	50-75%	?	?	?	?	>75%	>75%	3w	?	?	?
Aphidius transcaspinus	bio	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
azadirachtine	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
azinfos-méthyl	pulv.	?	>75%	>6w	?	>75%	?	>75%	>75%	>8w	?	>75%	?
azocycloin	pulv.	50-75%	>75%	?	?	?	?						
beta cyfluthine (voir cyfluthine)	pulv.	50-75%	>75%	>8w	>75%	>75%	?	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
biphentrine	pulv.	?	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
Bt var kurstaki	pulv.	?	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
Bt var kurstaki	dust	?	<25%	0w	?	?	?	?	?	?	?	?	?
buprofézine	pulv.	?	50-75%	1w	<25%	<25%	0w	25-50%	<25%	0.5s	?	<25%	0w
carbaryle	pulv.	25-50%	>75%	?	?	>75%	?	50-75%	>75%	4w	?	>75%	
carbofuran	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
carbosulfan	pulv.	?	>75%	>8w	?	?	?	?	?	?	?	>75%	?
chlorpyrifos-méthyl	pulv.	?	?	?	>75%	>75%	?	50-75%	?	>8w	?	>75%	?
cyfluthrine	pulv.	50-75%	>75%	>8w	>75%	>75%	?	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
cyhexatine	pulv.	?	<25%	0w	?	>75%		<25%	>75%	2w	?	>75%	
cyperméthrine	pulv.	?	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
cyromazine	pulv.	50-75%	25-50%	0w	?	<25%		<25%	<25%	0w	?	<25%	?
cyromazine	drip	?	?	?	?	<25%		?	<25%	?	?	?	?
deltaméthrine	pulv.	?	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
diazinon	pulv.	25-50%	25-50%	?	>75%	>75%	?	25-50%	>75%	4-6w	?	>75%	?
dichlorvos	pulv.	?	>75%	<1w	?	>75%	?	>75%	>75%	1w	?	>75%	?
dicofol	pulv.	?	<25%	0w	?	50-75%	?	<25%	>75%	>1w	?	50-75%	?
dicofol + tetradifon	pulv.	?	<25%	0w	?	50-75%	?	<25%	>75%	>1w	?	50-75%	?
Diglyphus isaea	bio	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	>0w	<25%	<25%	0w
diméthoate	pulv.	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?	>75%	>75%	>8w	?	?	?
Encarsia formosa	bio												

insecticides (haricot vert) matières actives	méthode d'application	prédateur de puceron			parasite de puceron			parasite de mouche blanche			parasite de mineuse des feuilles		
		Coccinelles			*Aphidius colemani*			*Encarsia formosa*			*Diglyphus & Dacnusa*		
		larve	adulte	persistence (w=semaine)	larve	adulte	persistence (w=semaine)	larve	adulte	persistence (w=semaine)	larve	adulte	persistence (w=semaine)
endosulfan	pulv.	?	>75%	2w	50-75%	?	?	<25%	>75%	>8w	?	>75%	?
fénazaquine	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
fénitrothion	pulv.	?	>75%	?	?	?	?	50-75%	?	>6w	?	?	?
fipronil	pulv.	?	?	?	?	?	?	<25%	<25%	?	?	?	?
gamma - cyhalothrine	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
ail (voir aussi pyréthrine)	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
hexythyazox	pulv.	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?
imidaclopride	pulv.	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?
imidachlopride	pulv.	25-50%	25-50%	?	25-50%	25-50%	?	25-50%	25-50%	?	25-50%	25-50%	?
lambda-cyhalothine	pulv.	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
malathion	pulv.	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
méthomyl	pulv.	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?	>75%	>75%	?
methoxyfenozide	pulv.	?	?	?	?	?	?	<25%	<25%	?	?	?	?
huile minérale	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
oxamyl	pulv.	50-75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w	>75%	>75%	>8w
oxamyl	gout	?	<25%	0w	?	<25%	?	25-50%	<25%	?	?	<25%	?
oxydemeton-méthyl	pulv.	?	>75%	?	?	?	?	>75%	>75%	>8w	?	?	?
parathion méthyl	pulv.	>75%	>75%	?	?	?	?	?	>75%	?	?	?	?
pirimicarbe	pulv.	?	>75%	1w	?	<25%	?	<25%	50-75%	<1w	?	50-75%	<1w
pirimiphos-méthyl	pulv.	?	<25%	0w	>75%	>75%	?	>75%	>75%	>6w	?	>75%	
propargite	pulv.	?	50-75%	?	<25%	<25%	?	50-75%	50-75%	1w	?	?	?
pymétrozine	pulv.	?	?	?	<25%	25-50%	?	<25%	<25%	?	?	?	?
pymétrozine	pulv.	?	?	?	<25%	25-50%	?	<25%	<25%	?	?	?	?
pyréthrine (+ P.B.O)	pulv.	?	>75%	>2w	?	?	?	25-50%	>75%	2w	?	>75%	1w
spinosad	pulv.	?	?	?	?	50-75%	?	?	50-75%	1w	?	?	?
soufre	pulv.	<25%	25-50%	?	25-50%	25-50%	?	<25%	>75%	>4w	?	25-50%	<1w
teflubenzuron	pulv.	?	25-50%	?	?	<25%	?	<25%	25-50%	<1w	?	>75%	0w
tétradifon	pulv.	?	<25%	?	?	<25%	?	<25%	>75%	<1w	?	<25%	0w
tetradifon + dicofol	pulv.	<25%	<25%	?	50-75%	50-75%	?	<25%	>75%	>1w	50-75%	50-75%	?
thiamethoxam	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
thiocyclam	pulv.	50-75%	25-50%	?	25-50%	>75%	?	<25%	25-50%	<1w	?	>75%	?
trichlorfon	pulv.	?	>75%	?	?	>75%	?	<25%	50-75%	?	?	>75%	?

Annexe 5: Tableaux de sensibilité aux pesticides - fongicides approuvés au Kenya sur haricot vert - effet sur les ennemis naturels

Fongicides (haricot vert) matières actives	méthode d'application	prédateur araignées rouges			prédateur de thrips et acariens			prédateur de thrips et autres			parasite de mineuse des feuilles		
		Phytoseiulus persimilis			*Amblyseius californicus*			*Orius laevigatus*			*Diglyphus*		
		oeufs	adulte	persistence (w=semaine)	oeufs	adulte	persistence (w=semaine)	larve	adulte	persistence (w=semaine)	nymph	adulte	persistence (w=semaine)
azoxystrobine	pulv.	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?	?	?	?
bénomyl	pulv.	<25%	50-75%	>2w	?	?	?	?	?	?	?	<25%	0w
bitertanol	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	25-50%	<25%	?	?	<25%	0w
buprimate	pulv.	<25%	25-50%	4d	?	<25%	0w	50-75%	50-75%	0w	?	25-50%	0w
captane	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	?	?
chlorothalonil	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	<25%	0w
oxychlorure de cuivre	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	<25%	?	?	?	?
cymoaxanil	pulv.	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?	?	?	?	?	?	?
difénoconazole	pulv.	?	<25%	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
dithianon	pulv.	?	<25%	?	?	<25%	?	?	<25%	?	?	?	?
fosétyl-aluminium	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	?	?	?	<25%	0w
ail (voir aussi pyréthrine)	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
hexaconazole	pulv.	?	<25%	?	?	<25%	?	?	<25%	?	?	?	?
iprodione	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	<25%	0w
mancozèbe	pulv.	<25%	50-75%	0w	<25%	<25%	0w	25-50%	<25%	0w	?	<25%	0w
métalaxyl (voir zoxamide)	pulv.	?	50-75%	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
métalaxyl + mancozèbe	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	?	?	?	?	?
métiram	pulv.	?	50-75%	?	?	?	?	<25%	<25%	0w	?	?	?
myclobutanil	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	25-50%			?	?	?
oxycarboxine	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	?	?	?	<25%	0w
propamocarbe	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	?	?	?	<25%	0w
propamocarbe	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	?	?	?	<25%	0w
propiconazole	pulv.	?	<25%	?	?	?	?	25-50%	<25%	?	?	<25%	0w
propinèbe (voir aussi cymoaxanil)	pulv.	50-75%	>75%	1w	?	?	?	?	<25%	?	?	?	?
pyrazofos	pulv.	<25%	<25%	0w	?	?	?	>75%	50-75%	?	?	>75%	?
pyriméthanil	pulv.	?	25-50%	?	?	?	?	<25%	?	?	?	?	?
quintozine	pulv.	?	<25%	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
soufre	pulv.	<25%	<25%	0w	?	?	?	25-50%	<25%	?	?	50-75%	<1w
soufre	poudre	<25%	25-50%	1w	?	?	?	?	?	?	?	?	?
soufre	fum	<25%	25-50%	1w	?	?	?	?	?	?	?	?	?
tebuconazole	pulv.	?	<25%		?	?	?	?	?	?	?	?	?
thiamethoxam (seul trait semence)	trait semence	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w

Fongicides (haricot vert) matières actives	méthode d'application	prédateur de puceron			parasite de puceron			parasite de mouche blanche		
		coccinelle			*Aphidius*			*Encarsia*		
		larve	adulte	persistence (w=semaine)	larve	adulte	persistence (w=semaine)	larve	adulte	persistence (w=semaine)
azoxystrobine	pulv.	?	?	?	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?
bénomyl	pulv.	?	>75%	?	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
bitertanol	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
buprimate	pulv.	?	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
captane	pulv.	?	<25%	0w	?	?	?	<25%	<25%	0w
chlorothalonil	pulv.	?	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
oxychlorure de cuivre	pulv.	<25%	<25%	0w	?	?	?	<25%	50-75%	<1w
cymoaxanil	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?
difénoconazole	pulv.	?	?	?	?	<25%	?	?	<25%	?
dithianon	pulv.	<25%	<25%	?	?	<25%	?	<25%	<25%	0w
fosétyl-aluminium	pulv.	?	<25%	0w	?	?	?	?	<25%	?
ail (voir aussi pyréthrine)	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?
hexaconazole	pulv.	25-50%	<25%		?	<25%	?	?	?	?
iprodione	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
mancozèbe	pulv.	?	2	0w	<25%	<25%	0w	<25%	25-50%	0w
métalaxyl (voir aussi zoxamide)	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	<25%	?
métalaxyl+mancozèbe	pulv.	?	<25%	0w	?	?	?	<25%	<25%	?
métiram	pulv.	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?	?	>75%	4w
myclobutanil	pulv.	?	<25%	0w			?	?	?	?
oxycarboxine	pulv.	?	?	?	?	?	?	<25%	<25%	0w
propamocarbe	pulv.	?	<25%	0w	?	?	?	<25%	<25%	0w
propamocarbe	gout	?	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
propiconazole	pulv.	25-50%	?	?	<25%	<25%	?	<25%	<25%	?
propinèbe (voir aussi cymoaxanil)	pulv.	50-75%	>75%	0w	?	<25%	?	<25%	>75%	>4w
pyrazofos	pulv.	?	>75%		?	>75%	?	<25%	>75%	>3w
pyrimethanil	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?
quintozine	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?
soufre	pulv.	25-50%	25-50%		25-50%	50-75%	?	<25%	>75%	>4w
soufre	poudre	?	>75%	>6w	?		?	<25%	>75%	>3w
soufre	fum	?	?	?	?		?	?	>75%	<1w
tebuconazole	pulv.	?	?	?	?	25-50%	?	<25%	25-50%	?
thiamethoxam (seul trait semence)	trait semence	<25%	<25%	0w						

Fongicides (haricot vert) matières actives	méthode d'application	prédateur araignées rouges			prédateur araignées rouges			prédateur de thrips et autres			parasite de mineuse des feuilles		
		Phytoseiulus persimilis			*Amblyseius californicus*			*Orius laevigatus*			*Diglyphus*		
		oeuf	adulte	persistence (w=semaine)	oeuf	adulte	persistence (w=semaine)	oeuf	adulte	persistence (w=semaine)	oeuf	adulte	persistence (w=semaine)
thiophanate-méthyl	pulv.	25-50%	>75%	>2w	?	?	?	25-50%	?	?	?	<25%	0w
thirame (pulv sur culture non autorisée)	pulv.	?	25-50%		?	?	?	<25%	25-50%	?	?	<25%	0w
thirame (poud sur culture non autorisé)	poudre	50-75%	<25%	>1w	?	?	?	?	?	?	?	?	?
thirame (seul trait semence autorisé)	sem.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
triadimefon	pulv.	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	?	<25%	?	?	<25%	0w
Trichoderma	bio	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
triforine	pulv.	<25%	25-50%	0w	?	?	?	?	<25%		?	<25%	0w
zoxamide	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Fongicides (haricot vert) matières actives	méthode d'application	prédateur de puceron			parasite de puceron			parasite de mouche blanche		
		coccinelle			*Aphidius*			*Encarsia*		
		larve	adulte	persistence (w = semaine)	larve	adulte	persistence (w = semaine)	larve	adulte	persistence (w = semaine)
thiophanate-méthyl	pulv.	?	<25%	0w	<25%	<25%	?	<25%	<75%	0w
thirame (pulv sur culture non autorisée)	pulv.	?	25-50%	0w	<25%	<25%	?	<25%	50-75%	<1w
thirame (poud sur culture non autorisée)	poudre	?	?	?	?	?	?	<25%	50-75%	<1w
thirame (seul trait semence autorisé)	trait semence	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
triadimefon	pulv.	?	<25%	0w	?	?	?	<25%	<25%	0w
Trichoderma	bio	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
triforine	pulv.	25-50%	<25%	0w	<25%	<25%	0w	<25%	<25%	0w
zoxamide	pulv.	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Annexe 6: Classification des Haricots *(Phaseolus vulgaris L.)*

La classification des types de haricot repose sur les éléments suivants:

- Le mode de croissance: le haricot nain présente une croissance déterminée, il atteint 30 à 60 cm de hauteur.
- La structure de la gousse: cette structure dépend de la présence ou non de 2 éléments fibreux de la gousse, le fil et le parchemin. Le fil est constitué d'un cordon de fibres longitudinales se formant dans la zone des faisceaux conducteurs en situation ventrale et dorsale. Le parchemin est constitué de 3 à 4 lames scléreuses obliques tapissant la face interne de chaque valve de la gousse. Fil et parchemin apparaissent et se développent à un stade plus ou moins avancé du développement de la gousse, selon le type variétal. Ces 2 structures interviennent dans le mécanisme de déhiscence des gousses à maturité complète.
- La couleur de la gousse: les gousses vertes (avec nuances) et les gousses jaunes (haricots beurres). Il existe aussi des variétés à gousses violettes, panachées ou marbrées de rouge.
- La forme de la gousse: elle peut être plate (haricots plats), à section cylindrique ou ovale.
- La couleur des graines: blanche, noire, panachée.

Haricot filet: variétés avec fil et parchemin peuvent être consommées en gousse fraîche mais uniquement à un stade jeune, immature.
Haricots mangetout (ou bobby): variétés sans fil et à parchemin réduit pouvant être consommées à un stade plus avancé correspondant au début du développement des grains.
Haricot à écosser: variétés avec fil et parchemin ne pouvant être consommées qu'en graine.

Classification des haricots nains		
Caractéristiques	**Type variétal**	**Gousse**
Filet et parchemin	**Haricot filet classique**	verte, parfois panachée violet
	Haricot à écosser	plate
Pas de fil et parchemin réduit	**Haricot mangetout (ou bobby)**	verte, jaune, violette
	Haricot filet mangetout (ou faux filet ou filet sans fil)	type filet classique mais plus clair

Annexe 7: Exigences climatiques du Haricot *(Phaseolus vulgaris L.)*

Température de l'air

Germination:
- optimale entre 20 °C et 25 °C,
- entre 25 °C et 35 °C, difficultés,
- au dessus de 35 °C, arrêt.

Croissance:
- optimale entre 15 °C et 25 °C,
- au dessus de 25 °C, difficultés.

Floraison:
- optimale entre 15 °C et 25 °C,
- au dessus de 30 °C, coulure de fleurs et avortements.

Fructification:
- optimale entre 15 °C et 30 °C,
- au dessus de 30 °C:
- sur filet, formation précoce fil et parchemin
- sur mangetout, chute de jeunes gousses, apparition précoce du grain, baisse de qualité, perturbation des planifications de récolte.

Humidité relative

- Si trop élevée (≥90% jusqu'à 100% ou rosées), conditions favorables de transmission et développement de certaines maladies, liées à une gamme de température:

→ la rouille (16 °C à 25 °C et 10 à 18 h d'humectation),

→ la graisse (16 °C à 24 °C / 25 °C): *Pseudomonas* sous humidité saturante (! ne pas traverser les champs humides sous peine de dissémination).

- La pluie favorise la dissémination de la graisse.
- L'aspersion est à considérer comme une pluie.

Humidité du sol

- Si trop forte, facteur favorable à la pourriture des racines et du collet (cf. sol et semis)

Vent

- Culture extrêmement sensible au vent:
- Dégâts mécaniques par frottements sur gousses d'où baisse de qualité, porte d'entrée pour les maladies, feuillage abîmé,

→ si vent chaud, cf § t°,

→ si vent porteur d'embruns salés, baisses de rendement.

Intensité lumineuse

- Besoins en lumière importants.
- Ne pas semer sous la frondaison des arbres car l'ombrage diminue les rendements et favorise la présence de mouche mineuse.

Longueur de jour

- Indifférent en Afrique de l'Ouest.

Annexe 8: Variétés commerciales de haricots verts disponibles au Kenya *(Phaseolus vulgaris L.)*

Type/ variété	Maturité nb jours approx	Résistance	Pourcentages des calibres			Long cm
			6-8mm	8-9mm	9-10.5mm	
Bobby						
Paulista		Anthracnose Mosaïque commune du haricot *Pseudomonas* *Xathomonas*	30	60	10	13-14
Xera		Anthracnose Mosaïque commune du haricot	40	60		13-14
Olivia		Mosaïque commune du haricot	20	60	20	13-14
RS1391		Mosaïque commune du haricot Rouille du haricot	10	50	40	13-14
RS1389		Mosaïque commune du haricot Rouille du haricot	20	60	20	13-14
Haricot fin						
Amy	60	Anthracnose Mosaïque commune du haricot	70	30		10-12
Tanya	60	Anthracnose Mosaïque commune du haricot *Pseudomonas* (tolérance)	60	40		11-12
Samantha	60	Anthracnose Mosaïque commune du haricot	60-70	30-40		12-13
Teresa	60	Anthracnose Mosaïque commune du haricot Rouille du haricot	60	40		13-14
RS1518	59	Anthracnose Mosaïque commune du haricot	70	30		10.5-12.5
Extra fin			5-6.5mm	6.5-8mm		
Julia		Anthracnose Mosaïque commune du haricot	85	15		10-11
Lausanne		Anthracnose Mosaïque commune du haricot	70	30		11-12
Type Romano					largeur	
Emelia		*Anthracnose* Mosaïque commune du haricot *Pseudomonas*			18-22mm	Gousses plates 12-16 mm

Annexe 9: Principaux ennemis du haricot vert

Alternariose

Nom scientifique:
Alternaria spp. dont *A. alternata*

Autres plantes hôtes:
Phaseolus spp., *Pisum sativum* (pois), *Solanum melongena* (aubergine).

Symptômes et dégats:
Les symptômes se limitent le plus souvent aux feuilles primaires qui montrent des taches brunâtres, grossièrement arrondies, bordées d'un anneau plus foncé, ou un grand nombre de petites taches uniformément noires, en fonction de l'agent pathogène impliqué. En conditions de forte humidité, ces symptômes peuvent aussi se propager sur les feuilles trifoliées les plus âgées ou sur les gousses en voie de maturation.Les espèces du genre *Alternaria* sont des parasites latents entrant par les ouvertures naturelles et ne donnant des symptômes qu'après latence. Ils sont responsables d'infections sur gousses qui peuvent se produire parfois déjà en champ, mais que l'on retrouve essentiellement en post-récolte.

Conditions propices à l'infestation:
L'infestation est favorisée par la présence de l'inoculum primaire (spores infectieuses) dans le champ où les plantes sont cultivées, sur le matériel de stockage et dans les entrepôts. Il est recommandé d'appliquer un minimum de trois cycles de culture de plantes non hôtes ou une rotation de cultures sur trois ans pour éviter le développement de la maladie dans un champ. Une humidité relative élevée (supérieure à 95% à 6 °C) favorise le développement de la maladie et l'apparition de pourriture. Un temps frais et humide qui maintient les feuilles mouillées pendant 24 heures ou plus occasionne la germination de spores et l'infestation.

Stades pénologiques sensibles:
Durant la formation des gousses.

Lutte préventive:
Des mesures de contrôle sont rarement justifiées, mais il est conseillé d'appliquer des pratiques culturales, comme un plus grand espacement entre les plantes et les rangs, ainsi que la rotation des cultures. Il convient d'éviter de cultiver des champs récemment ensemencés en haricots verts. Les cycles de rotation ne devraient pas être inférieurs à trois ans. Il est également recommandé de ne pas planter les haricots verts près d'autres cultures infestées par des maladies fongiques qui pourraient les infester à leur tour.

Lutte non chimique:
Les moyens de lutte biologique contre les champignons du genre *Alternaria* comprennent les bacilles, les entérobactéries et le champignon antagoniste *Trichoderma viride*. *Trichoderma* est enregistré au Kenya comme produit de protection des cultures, mais les essais d'efficacité n'ont pas encore confirmé le rôle d'isolats commercialisés contre les *Alternaria*. Cela nécessiterait la réalisation d'essais d'efficacité à l'appui d'une «extension d'utilisation» mentionnée sur l'étiquette du produit. Veuillez consulter le PCPB (Office des produits phytosanitaires pour la lutte contre les organismes nuisibles) pour de plus amples informations.
Aucune méthode de contrôle biologique n'a encore été homologuée au Kenya et aucun système n'a été développé pour prévoir ou prévenir les mécanisme de sporulation, ni pour la maladie elle même.

Utilisation de produits phytosanitaires:
Prévoir une surveillance durant les stades phénologiques sensibles et traiter à l'aide de fongicides en cas de nécessité.

Graisse du haricot

Nom scientifique:

Pseudomonas syringae pv. *phaseolicola*

La graisse du haricot est une bactérie nécrotique qui tue les cellules devant le front de développement de la lésion et secondairement colonise les tissus morts.

Autres plantes hôtes:

Phaseolus coccineus (haricot à rame), *Phaseolus acutifolius* (haricot tepary), *Phaseolus lunatus* (haricot de Lima), *Ipomoea batatas* (patate douce).

Symptômes et dégats:

P. syringae pv. Phaseolus peut attaquer la plante entière, les feuilles, les bourgeons et les graines. Après être entrée dans les feuilles, la bactérie se multiplie à une vitesse exponentielle dans les espaces intercellulaires. Les symptômes se développent endéans 6-10 jours à 24-28°C, mais peuvent être retardés quand les températures sont élevées. Ces bactéries nécrotrophes strictes induisent des nécroses foliaires ou des dépérissement des rameaux. Les tissus foliaires apparaissent initialement translucides et saturés d'eau sous l'effet d'une extrusion de l'eau vers les espaces intercellulaires. La nécrose qui apparaît ensuite est parfois entourée d'un halo chlorotique induit par la diffusion d'une toxine responsable de la mort des cellules végétales.

Conditions favorables à l'infection:

Les températures peu élevées, (16 à 20°C), un temps couvert et humide conduisent au développement de la maladie.

L'agent pathogène survit dans les graines infestées et il est important d'acheter les graines chez un grainier de bonne réputation qui peut fournir un certificat phytosanitaire confirmant l'état sanitaire des graines.

L'utilisation de graines que l'on a récoltées accroît le risque d'introduction de la graisse du haricot dans la zone de culture.

La graisse du haricot subsistera également dans les résidus de culture jonchant le sol. Il est donc important d'identifier et d'éliminer les plantes atteintes dès qu'elles apparaissent dans le champ dans le but de ralentir la propagation de la maladie. Il convient de placer un sac sur la plante atteinte et de l'y enfermer avant de la retirer du champ. Si du matériel agricole atteint est laissé in situ, sur le sol, ou est traîné sur le reste de la superficie cultivée, il est susceptible de propager la maladie. Étant donné que l'agent pathogène peut survivre pendant 12 mois sur des feuilles sèches exposées à une température de 24 °C, il est essentiel de composter ou d'enterrer les plantes éliminées du champ. Il est possible d'utiliser les plantes éliminées comme fourrage pour les animaux tant que les débris de culture ne contiennent pas de résidus de pesticide. La graisse du haricot prolifère rapidement dans certaines conditions environnementales. Lorsque le temps est très humide, l'agent pathogène pénètre dans la plante par les lenticelles ou les stomates.

La maladie peut se propager d'une feuille à l'autre et d'une plante à l'autre par les éclaboussures de pluie et par l'eau d'irrigation. Elle peut se propager jusqu'à 26 mètres à partir du foyer principal. L'irrigation par aspersion et gravitaire peut répandre la maladie par les éclaboussures d'eau. L'irrigation goutte à goutte est recommandée pour freiner la propagation de la maladie, car elle permet de réduire l'humidité dans le feuillage et de ne pas mouiller les feuilles.

Les adventices et certaines espèces non-hôtes peuvent aussi servir de source d'inoculum primaire car la bactérie peut vivre sur celles-ci de façon épiphyte et sans symptômes. Sous conditions non-contrôlées (10-27°C), la viabilité des bactéries diminue à raison de 250 par an sur les 3 premières années avec une extinction totale prévue après 5 ans.

Stades phénologiques sensibles de la culture:

Stades de pré-émergence, de formation des grains de haricot, de croissance végétative, de floraison et de fructification.

Lutte préventive: Le retrait des débris végétaux, des résidus des cultures et des haricots sauvages permet de réduire les sources d'inoculum primaire. La rotation des cultures de 3 ans ou plus avec des céréales (maïs) sont recommandées. La production de semences saines et des mesures de contrôle (inspection au champ, inoculation au laboratoire, tests sérologiques et mesures de quarantaine) contribuent beaucoup à contrôler la maladie des tâches chlorotiques.

Lutte non chimique:

Certains extraits de plante (lupin) et des extraits de champignons et de bactéries (*Erwinia*) peuvent avoir un effet bactéricide contre les espèces du genre *Pseudomonas*. L'emploi de plantes hôtes résistantes peut être un moyen de lutte efficace surtout si on combine plantes à résistance spécifique et celles à résistance non spécifique.

Utilisation de produits phytosanitaires:

Les pesticides à base de cuivre sont largement utilisés pour lutter contre la graisse du haricot, en dépit du fait qu'ils ne s'avèrent généralement pas très efficaces contres les maladies bactériennes. La pulvérisation peut être effectuée à l'aide de produits chimiques cuprifères tous les sept à dix jours après l'observation des premiers symptômes.

Anthracnose du haricot

Nom scientifique:

Colletotrichum lindemuthianum (*Gleosporium lindemuthianum*)

Autres plantes hôtes:

Cajanus cajan (pois cajan), *Pisum sativum* (pois).

Symptômes et dégâts:

Ce champignon attaque surtout le feuillage de la plante via des conidies produites sur des conidiophores libres, dans des acervules. Mais on peut aussi observer des symptômes sur n'importe quelle partie de la plante. Il provoque des lésions brunes, d'abord sur les nervures des feuilles à la face inférieure. La maladie s'étend ensuite latéralement en tâches lenticulaires d'un brun-clair bordées de brun plus foncé, visibles à la face supérieure. Sur gousses, on observe des tâches arrondies déprimées à bords saillants brun-rougeâtres, présentant par temps humide des acervules qui apparaissent comme des gouttelettes gommeuses rosâtres.

Conditions favorables à l'infection:

L'humidité est un facteur important qui influence la survie du champignon. Celui-ci est aussi capable de survivre au moins 5 ans dans des semences séchées à l'air et stockées à 4°C ou sur du matériel végétal sec infecté laissé au champ et enveloppé dans des sacs en polyéthylène les protégeant de l'eau. *C. lindemuthianum* est capable d'entrer en dormance n'importe où sur les grains et peut supporter des températures de 15-20°C sur une période de temps déterminée. L'infection est favorisée par des températures moyennes comprises entre 13 et 26°C avec un optimum allant de 17 à 24°C. Une humidité relative supérieure à 92% est nécessaire durant tous les stades de la germination des conidies, à l'incubation et à la sporulation qui en découle. Une conidie germe en 6 à 9 heures sous des conditions environnementales favorables. Le pathogène survit tant que la graine reste viable. Après l'infection initiale, l'humidité, et la pluie sont deux facteurs qui favorisent la dissolution de la matrice gélatineuse qui enveloppe la conidie contenue dans l'acervule. Une pluie modérée à intervalles réguliers, surtout lorsqu'elle est accompagnée de vent et d'effet «splash», favorise fortement la dissémination des conidies et le développement d'épidémies sévères d'anthracnose du haricot.

Stades phénologiques sensibles de la culture:

Stades de pré-émergence, de formation des grains, de croissance végétative, de floraison et de fructification

Lutte préventive:

Les semences doivent être exemptes de champignons.

Les résidus des cultures infectés doivent être enterrés et il est nécessaire d'effectuer une rotation avec des plantes cultivées non sensibles. Des rotations culturales de 2-3 ans sont souvent recommandées parce-que les pathogènes peuvent survivre sur des débris infectés pendant plus de 2 ans. Il est aussi important de réduire l'activité et les déplacements des travailleurs et les apports de fertilisants lorsque le feuillage est mouillé après la pluie.

Lutte non chimique:

L'usage de cultivars résistants semble être un bon moyen de contrôle de *C. lindemuthianum*. Quelques cultivars résistants ont déjà été plantés dans certains pays d'Afrique. Il existe 6 races majeures de champignons. Les cultivars de haricot peuvent être résistants à l'une ou à plusieurs de ces races mais peu sont résistants à toutes les races.

Utilisation de produits phytosanitaires: Les semences de haricots sont traitées au moyen de fongicides. Durant le cycle de croissance, les traitements s'effectuent, en cas de besoin, après l'apparition des premières feuilles et jusqu'à la formation des gousses.

Fusariose du collet, fusariose basale du haricot, pourridié sec du haricot, pourriture des racines du haricot

Nom scientifique:

Fusarium solani f. sp. *Phaseoli*

Autres plantes hôtes:

Espèces du genre *Phaseolus* (les légumineuses de façon générale).

Symptômes et dégâts:

Les plants atteints par la fusariose sont chétifs et on assiste à un flétrissement des plantules. On observe aussi la présence de lésions longitudinales et rougeâtres sur la base de la tige. Les racines sont nécrosées et la racine principale est rougeâtre. Le tableau ci-dessous illustre l'importance économique de ce champignon dans des pays producteurs de haricot tels que le Sénégal, le Burkina et le Kenya.

Méthodes d'observations et de diagnostic:

L'identification de ce champignon se fait en surveillant le flétrissement de la plante dans le champ, en prélevant des échantillons sur les plantes infectées et en mettant en culture des échantillons de tissus. Étant donné qu'il n'existe pas de véritables fongicides pour *Fusarium*, il est important de noter les champs et les différentes zones des champs dans lesquels l'on a détecté *Fusarium*.

Souvent, les mesures correctives destinées à améliorer l'état du sol permettent de réduire le risque d'apparition de cette maladie dans les cultures suivantes. L'historique des cultures des champs constitue un moyen utile d'identification des zones ou des champs dans lesquels il convient de ne pas prévoir de culture de haricots dans le plan de rotation des cultures. Dans les champs où les infections par *Fusarium* sont très répandues, l'idéal serait d'avoir au moins une culture de maïs ou de crucifères avant la prochaine culture de haricots. Il faut éviter de replanter des haricots dans un champ qui a été largement touché par la fusariose.

Conditions propices à l'infestation:

Les températures comprises entre 20 et 25 °C sont propices au développement du pourridié fusarien. La fusariose est une maladie qui se transmet par les graines et par le sol. L'utilisation de graines que l'on a récoltées augmente le risque de contamination d'un champ sain par *Fusarium*. Il convient d'acheter les graines chez un grainier agréé. Pour bien faire, le cultivateur devrait trier et examiner les graines avant de les semer et devrait éliminer les graines endommagées ou de mauvaise qualité. Si des graines infectées sont semées et que la fusariose est introduite dans un site sain, la maladie peut subsister dans le sol pendant de nombreuses années.

Un excès d'azote dans le sol peut accélérer le développement de la fusariose chez les plantes infectées. Il est indispensable d'établir avec soin le programme d'épandage d'engrais afin d'éviter tout excès de fertilisation.

Tout facteur lié au sol et empêchant un bon enracinement, comme un sol compacté, un sol gorgé d'eau ou la sécheresse, fragilisera les plantes infectées et renforcera le développement de la maladie.

Les nématodes *Pratylenchus penetrans* ou du genre *Meloidogyne* et le champignon du genre *Pythium* accentuent également la gravité de la maladie.

Il est fréquent que les plantes infectées ne présentent aucun symptôme jusqu'à la floraison, où les besoins en eau des plantes augmentent pour la production des gousses. À ce stade-là, les plantes peuvent soudainement s'affaisser, car le développement de la fusariose provoque une obstruction des vaisseaux des plantes, qui ne reçoivent donc pas assez d'eau.

Stades phénologiques sensibles de la culture:

Du stade plantule à l'apparition des boutons floraux

Lutte préventive:

L'idéal serait de pratiquer la rotation des cultures en prévoyant au moins trois ans entre chaque culture de haricots. Dans la zone équatoriale, où l'on peut pratiquer deux cultures et demi sur une période de 12 mois, il n'est peut-être pas nécessaire d'appliquer une rotation aussi longue. Si l'on intercale, dans la rotation des cultures, des cultures de maïs et de choux entre les cultures de haricots, il est possible de cultiver à nouveau le haricot dans les 18 mois, en fonction de la gravité d'une infestation survenue précédemment dans le champ.

Si la teneur du sol en matières organiques est gérée de manière active afin de conserver entre 3 et 5% de matières organiques - par l'épandage de fumier composté ou de résidus de récolte-, cela permet le développement dans le sol de microbes utiles, tels que *Trichoderma*, qui ont un effet antagoniste sur la fusariose. *Trichoderma* peut se développer sur des matières organiques. Pour ce qui est du labourage, il est nécessaire de cultiver préalablement le sol avec soin, dans le but d'assurer un drainage et une aération corrects du sol. Il convient d'éviter les sols compacts et les surfaces irrégulières, où l'eau peut s'accumuler et fragiliser les plantes. Il est indispensable de veiller à ce que tout matériel utilisé pour travailler le sol soit tout à fait propre avant de s'en servir pour labourer la terre ou préparer le sol. Faute de quoi, de la terre provenant d'un champ contaminé par la fusariose peut se retrouver dans un champ sain.

Lutte non chimique:

F. solani a plusieurs ennemis naturels, tels que *Trichoderma viridens*, *Gliocladium virens* et *Pseudomonas fluorescens*, qui ont un effet pathogène sur ce champignon. Certains de ces ennemis sont des antagonistes, comme *Bacillus subtilis*. Ces micro-organismes bénéfiques se développent dans le sol en cas de teneur élevée en matières organiques. Dans certains pays, ils sont également disponibles sous le nom de « biopesticides ». Ceux-ci devraient être enregistrés en tant qu'agents de protection des cultures avant de les employer. *Trichoderma* est enregistré au Kenya en tant que produit de protection des cultures. Les étiquettes de produit recommandent le traitement des graines à l'aide de *Trichoderma*, qui peut contribuer à la protection des cultures contre *Fusarium*. Toutefois, *Trichoderma* est lui-même un champignon et il convient de demander des conseils sur l'utilisation simultanée de *Trichoderma* et de fongicides appliqués sur le sol ou les semences. Il est également possible d'appliquer *Trichoderma* en ayant recours à l'irrigation goutte à goutte (consulter l'étiquette).

Utilisation de produits phytosanitaires: Le traitement des semences de haricots à l'aide de thirame est le principal moyen chimique de lutter contre cette maladie. Il n'existe pas de traitement chimique efficace à appliquer après la germination ; il faut donc éviter les traitements après la levée. Les pratiques culturales adéquates sont les moyens de lutte les plus efficaces (voir ci-dessus).

Nécrose des tiges ou pourriture de la racine du haricot

Nom scientifique:

Macrophomina phaseoli (*Rhizoctonia bataticola*)

Autres plantes hôtes:

Arachis hypogaea (arachide), *Cucumis sativus* (concombre), *Solanum tuberosum* (pomme de terre).

Symptômes et dégâts:

L'entièreté de la plante de même que les feuilles, les bourgeons, les racines et les semences peuvent être attaqués par le champignon mais avec une attaque préférentielle des tiges et racines. Les symptômes apparaissent sous forme d'une pourriture sèche pouvant apparaître au niveau des cotylédons, du point de croissance et du collet sous forme de noircissement. Sur la zone malade se développent des petits points noirs correspondant aux pycnides. Au niveau du semis, les premiers symptômes apparaissent sous forme d'une fine et irrégulière lésion de couleur noirâtre à la limite entre la surface et le sol au niveau de la tige. Ces lésions se produisent avant ou juste après l'émergence de la jeune plantule. Après émergence, l'infection se répand à partir de la nécrose initiale. Les lésions s'élargissent, fusionnent , se nécrosent et peuvent conduire à la mort de la jeune plantule. Les nécroses possèdent un bord et se présentent sous l'aspect de cercles concentriques. Flétrissement, chloroses et chute des feuilles sont plus observables sur un côté de la plante. De nombreux petits sclérotes ou pycnides se forment en marge des lésions et plusieurs surfaces du champ peuvent être atteintes.

Méthodes d'observation et de diagnostic:

Il faut rechercher des lésions sèches et noirâtres sur le semis à la surface du sol. Des zones de pourriture, avec des bords clairs et souvent des anneaux concentriques se développent sur la partie supérieure de la tige et s'élargissent et fusionnent. Elles ont une bordure et possèdent souvent des anneaux concentriques. Les nécroses sur les tiges sont noires avec de nombreux petits sclérotes. La chlorose et la mort des feuilles sont plus prononcées sur un côté de la plantule. Il est aussi possible de trouver de nombreux petits sclérotes noirs semés au hasard des tissus infectés au niveau des racines, des tiges, des feuilles et des fruits. La taille de ces amas de sclérotes est variable.

Conditions favorables à l'infection:

Le principal agent infectieux de *M. phaseolina* pour la plupart des hôtes est constitué par des microsclérotes noirs contenus dans les sols ou les débris végétaux. La survie et la germination des sclérotes sont favorisées par des sols secs, possédant un important ratio carbone/azote dans leurs amendements et des concentrations en oxygène supérieures à 16 %. *M. phaseolina* survit sous forme de sclérotes sur des débris végétaux entre 16 et 18 mois. L'inoculum présent dans les sols colonise les racines dès leur entrée en contact avec celles-ci et la croissance des hyphes se fait le long des lignes de jonction des cellules épidermiques. La sévérité de la maladie causée par *M. phaseolina* chez la majorité des plantes hôtes est associée à des conditions de températures chaudes et sèches (30-40°C). Des expériences en champ montrent que les plantes inoculées en post-floraison et soumises à un stress hydrique développent plus rapidement les symptômes.

L'intensité de la maladie augmente avec une élévation progressive de la température dans les champs et un abaissement de l'humidité relative.

L'infection est maximale à 35°C et 76 % d'humidité relative. L'infection est aussi favorisée et accrue en présence de nématodes. Une relation synergique s'installe entre le nématode (*Heterodera, Meloidogyne, Rotylenchus*) et le champignon. *M. phaseolina* produit rarement des spores et le risque principal de dispersion par des moyens non-biotiques est la contamination des véhicules et du matériel d'emballage par un sol infecté contenant des micro-sclérotes. Le pathogène se répand dans les environs du champ à hautes températures (> 32°C) et particulièrement là où les plants sont prédisposés à l'infection à cause du stress hydrique. Le risque est moins important en climats tempérés. Toutes les formes de matériel de semis et de sols peuvent transporter le champignon (bulbes, tubercules, rhizomes, fleurs, feuilles, racines, bourgeons . . .) à l'exception du bois et du matériel de micro-propagation.

Stades phénologiques sensibles de la plante:

Stades de floraison, de fructification, de formation des grains, de croissance végétative et de postrécolte.

Lutte préventive:

Beaucoup d'efforts pour contrôler *M. phaseoilina* se sont focalisés sur la gestion des populations de microsclérotes. L'irrigation est un moyen de réduire l'infection par ce champignon. Un contrôle efficace peut être fait par des variétés de haricot qui échappent aux conditions chaudes et sèches après leur floraison. On peut réduire l'infection et la sévérité de la maladie en semant des rangées de lignées pures ayant des périodes de maturité différentes. C'est le cas en Asie (Bengale) où l'incidence de la maladie est réduite lorsque l'on sème le haricot en Novembre ou en Janvier. Des amendements organiques, l'usage du neem permettent aussi de contrôler la maladie. Une diminution de 20 à 40 % dans la population de pathogènes dans le sol est possible à l'aide d'un amendement à base de millet et de compost. La solarisation de sols a été utilisée avec des résultats mitigés: en Egypte par exemple, une solarisation sur une longue période de 6 mois a augmenté la population de *M. phaseolina* alors qu'on a aussi constaté, dans un autre cas une diminution de la population à la suite d'une solarisation avec du polyéthylène pendant 30 jours. On constate par ailleurs que le travail du sol diminue les populations de champignon dans le sol (voir commentaires sur la lutte contre *fusarium*).

Lutte non chimique:

En ce qui concerne la lutte biologique, *Trichoderma harzanium* est un agent efficace pour lutter contre *M. phaseolina*. Il est possible de réduire les taux d'infestation de 14 à 28% en appliquant cet antagoniste sur le sol. Ce champignon peut également s'utiliser dans le traitement des graines afin de lutter efficacement contre *M. phaseolina*.

L'application de *T. viride* sur les graines deux jours avant leur semis dans un sol acide réduit la gravité de l'infestation.

L'inoculation avec du *Rhizobium* (obtenu de l' Université de Nairobi) peut réduire le développement du champignon phytopathogène. Des amendements organiques ont été communément utilisés avec quelques succès pour contrôler l'infection causée par ce champignon quand elles étaient combinées à d'autres méthodes, comme le traitement biologique des semences avec un agent de contrôle biologique comme *Trichoderma* spp.

Utilisation de produits phytosanitaires:

Prévoir une surveillance depuis la germination jusqu'à la pleine récolte et traiter à l'aide de fongicides en cas de nécessité.

Fonte des semis ou pied noir ou pourridié pythien

Nom scientifique:

Pythium aphanidermatum

Autres plantes hôtes:

Lycopersicon esculentum (tomate), *Arachis hypogaea* (arachide), *Cucumis sativus* (concombre), *Solanum melongena* (aubergine), *Solanum tuberosum* (pomme de terre).

Symptômes et dégâts:

Après le semis, les plantules ont du mal à émerger et celles qui émergent possèdent des racines noires nécrosées. Les plants flétrissent brutalement, on constate un ramollissement et une pourriture humide sur les racines, le collet et parfois sur les tiges. Il arrive qu'une fois que la plante a émergé et commencé à grandir, les infections par le pathogène ne soiennt plus létales mais elles peuvent malgré tout avoir un impact significatif sur la croissance de la plante et le rendement. Il peut par ailleurs y avoir des symptômes autres que les nécroses des racines à savoir des symptômes foliaires de carences nutritionnelles dues à l'état des racines. Après récolte, sous des conditions de haute humidité, un mycélium blanc fragile peut se développer sur les gousses dans les caissettes d'exportation.

Conditions favorables à l'infection:

Les oospores de *P. aphanidermatum* sont les structures primaires de survie: elles sont résistantes à la dessiccation et peuvent survivre dans les sols durant de longues périodes (11 mois) en l'absence de l'hôte adéquat ou de substrat organique qui permet leur survie en saprophytes. La germination des oospores se produit entre 15 et 45 °C (maximale à 35 °C) et pour des pH compris entre 5 et 8. La présence d'eau et de lumière accroît la fréquence des germinations jusqu'à 90 %. En présence de certains nutriments et pour des humidités relatives élevées, les sporanges sont stimulés à produire des zoospores mobiles, principaux agents infectieux. En présence d'eau libre, ceux-ci sont attirés vers les semences et les racines qu'ils pénètrent. Si les conditions ne sont pas réunies pour une infection, les zoospores s'enkystent et tant que l'humidité du sol et sa température sont adéquats, ils demeurent ainsi dans le sol pendant au moins 7 ans. L'infection causée par *P. aphanidermatum* est favorisée par une grande humidité du sol et des températures douces voire chaudes (27°C). La dispersion du pathogène est favorisée par la présence de films d'eau et une importante humidité. Le pH du sol est aussi un élément important dans l'infection du champ par le champignon phytopathogène car il influence son écologie (germination des oospores) et sa pathogénicité. Pour des pH compris entre 5 et 6, l'activité saprophytique du champignon au champ est fortement réduite. Les conditions environnementales ont aussi une influence directe et indirecte sur *P. aphanidermatum*. Sur un sol champêtre, l'optimum de température pour une infection est à environ 27°C mais le traitement du sol par des antibactériens réduit les populations bactériennes et cela accroît significativement l'infection et la germination des oospores, ce qui prouve que la température module les interactions entre bactéries et champignon.

Méthodes d'observations et de diagnostic:

Les tissus atteints présentent une nécrose similaire à la pourriture humide. Les plantes malades sont faibles et leur développement est plus lent que celui de plantes saines. L'on peut observer des oospores directement sur les tissus infectés, mais cela dépend de l'opacité des tissus et de leur degré de dégradation. Étant donné que certains autres champignons phytopathogènes causent des dégâts similaires, il convient de confirmer le diagnostic en isolant et en identifiant l'agent pathogène.

Stades phénologiques sensibles de la culture:

Stades de levée, de germination, de croissance végétative, et en post-récolte.

Lutte préventive:

En raison des nombreux hôtes de ce champignon, la rotation culturale ne permet pas de complètement contrôler le pathogène mais il existe certaines pratiques en matière de rotation qui permettent de réduire la charge de l'inoculum. Les densités de population de *P. apahanidermatum* dans les sols après la récolte peuvent être éliminées par une rotation de 2 à 3 ans. Les fertilisants minéraux tels que le phosphore, le potassium, la potasse, le gypse et les amendements à base de dolomie peuvent aussi influencer la sévérité de la maladie et la densités des propagules dans le sol. En effet, la modification du pH du sol et la production d'ammoniac dans l'atmosphère du sol sont toxiques au pathogène. Différentes mixtures ou composés organiques et inorganiques sont connus pour réduire l'incidence da la maladie. Cette capacité à contrôler le pathogène dure environ 25 jours après application de l'amendement et l'urée semble être le composant le plus efficace contre le pathogène. Le mécanisme de suppression du champignon est lié à un effet direct des fertilisants minéraux et à un effet indirect du mélange qui réduit le pH et stimule l'activité microbienne du sol. La solarisation est aussi une méthode permettant d'obtenir un bon niveau de contrôle du champignon notamment en culture de tomate et concombre.

Lutte non chimique:

Les champignons du genre *Pythium* sont connus pour être des pathogènes pour lesquels il est difficile de trouver des hôtes résistants. Mais il existe des exemples de plantes tolérantes tels que le gingembre, le maïs et quelques espèces de haricots. Un certain nombre d'organismes dont beaucoup de bactéries ont été étudiées afin de servir d'agents de contrôle biologique de *P. aphanidermatum*. Les bactéries fluorescentes du genre *Pseudomonas* semblent avoir un effet positif sur la réduction de la colonisation des racines même si le mécanisme de contrôle est encore mal connu. On soupçonne ces bactéries d'être responsables d'une altération des exudats racinaires ce qui réduit l'attraction des zoospores vers les racines. Des agents fongiques de contrôle biologique ont aussi été recensés. Une formulation poudreuse à base de *Trichoderma harzianum* ajouté à l'amendement du sol permet d'accroître le contrôle de la maladie. Il en est de même pour *Trichoderma viride* et les champignons du genre *Streptomyces*. Tout agent de lutte biologique doit être homologué avant de pouvoir l'utiliser dans une culture. Toutefois, de bonnes pratiques agricoles et l'apport de matières organiques dans le sol permettent d'accroître la présence naturelle de *Trichoderma* dans le sol.

Utilisation de produits phytosanitaires:

Plusieurs fongicides commerciaux ont été mis au point pour le traitement du sol et des semences et pour le traitement préventif contre *P. aphanidermatum*. Le thirame est le fongicide le plus recommandé pour le traitement des semences de haricots.

Fonte des semis ou rhizoctone brun

Nom scientifique:

Rhizoctonia solani

Autres plantes hôtes:

Solanum tuberosum (pomme de terre), *Fabaceae* (légumineuses), *Solanaceae* (tomate), *Arachis hypogaea* (arachide), *Capsicum annuum* (piment), *Cucumis sativus* (concombre), *Zea mays* (maïs), *Solanum melongena* (aubergine).

Symptômes et dégâts:

R. solani est un pathogène dont les dégâts ont une certaine importance économique pour certaines pays d'Afrique.Les infections précoces conduisent à la dégénérescence de la semence et un dépérissement post-émergence. Un infection plus tardive provoque des nécroses au niveau des tissus et des jaunissements foliaires liés à l'altération des tissus. Les symptômes caractéristiques est une fonte des semis, un affaiblissement et un jaunissement ou flétrissement des plantules. On retrouve aussi des chancres rougeâtres et déprimés au niveau du collet, une nécrose sèche du pivot et des radicelles. Les sclérotes, qui varient en couleur et en taille, sont souvent produits à la surface des plants. De petits chancres concaves et humides apparaissent parfois sur les gousses en période de récolte.

Conditions favorables à l'infection:

R. solani est un locataire privilégié des sols humides, dans lesquels il survit sous la forme d'un mycélium ou de sclérotes. Le champignon peut coloniser différents types de tissus végétaux morts. La survie dans les sols est influencée par les conditions écologiques du sol et des relations de compétition/antagonisme avec les micro-organismes du sol. La dispersion se fait par des déplacements de particules de terre, des outils contaminés ou des tissus végétaux infectés. La présence de basidiospores est rare et a une importance mineure dans la dissémination de la maladie. Des températures supérieures à 24-26°C, accompagnées d'une humidité élevée sont des facteurs favorisant l'infection de même que les pluies abondantes et une irrigation par aspersion excessive.

Stades phénologiques sensibles de la culture:

Stades de germination, de levée, de floraison, de fructification et en post-récolte. Les stades les plus sensibles demeurent malgré tout le stade plantule jusqu'à 21 jours après semis pour la fonte de semis et de l'apparition des boutons floraux à la récolte pour la maladie de la toile.

Lutte préventive:

Des rotations de 3 à 6 ans sont conseillées de même qu'il est conseillé de ne pas semer trop profondément, ni trop dense et surtout d'employer des semences saines. Les excès d'irrigation sont à éviter de même que l'usage d'une eau trop salée. L'irrigation au goutte à goutte ou à la raie permet de réduire les risques de dissémination du pathogène. L'élimination des fanes dès la fin des récoltes est à faire afin d'éliminer les sources d'inoculum. Le précédent cultural pomme de terre est à éviter car cette culture est un hôte de ce champignon. On conseille aussi l'usage de fertilisations foliaires pour compenser les difficultés d'alimentation de la plante par les racines. L'application de superphosphate de calcium et drainer les champs au moment approprié permettent de réduire la sévérité de la maladie. Le semis en rangée, opposé à celui en carré, est préconisé pour diminuer l'humidité relative et la température sous la végétation et augmenter l'évapotranspiration et la pénétration des rayons solaires qui sont des conditions défavorables à l'infection.

Lutte non chimique:

Rhizoctonia solani attaque plusieurs parties d'une grande variété de plantes cultivées. Sa paroi cellulaire est faite de chitine qui lui confère une certaine résistance et une certaine force. Mais un traitement du mycélium à base de chitinase permet de détruire les cellules lors de la croissance des hyphes. Dès lors, il est possible d'utiliser des semences qui expriment naturellement un haut taux de chitinase. Les plantules présentent alors une plus grande résistance au champignon dans des sols fortement contaminés (tabac). La capacité de résistance observée est fonction de la pression fongique, ce qui est caractéristique d'une résistance de type quantitatif. Un certain nombre d'organismes peuvent agir comme ennemis naturels de ce champignon, mais les essais sont encore au stade expérimental. Citons par exemple les protozoaires, les nématodes, les collemboles et des champignons mycoparasites (y compris *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp., *Pythium* spp., *Verticillium* spp. et *Fusarium* spp.). Il est aussi possible d'utiliser en association les antagonistes fongiques et des amendements organiques pour une meilleure efficacité du contrôle de *R. solani*. Tout agent de lutte biologique doit être enregistré avant de pouvoir l'utiliser.La semence peut aussi être traitée à l'eau chaude (environ 52° C) pendant 30 minutes. Ce type de traitement élimine les contaminations fongiques de la semence et a déjà montré son efficacité pour le contrôle des semences de poivrons, tomates et aubergines.

Utilisation de produits phytosanitaires:

Le traitement des semences au moyen de fongicides est la méthode de lutte chimique la plus appropriée. Avant le semis, l'on peut procéder à une fumigation du sol en utilisant du métam-sodium associé à un traitement des semences par l'iprodione.

Pourriture du collet, nécrose du collet ou pourriture des capsules

Nom scientifique:

Sclerotium rolsfii (*Corticum rolfsii*)

Autres plantes hôtes:

Zea mays (maïs), *Oryza sativa* (riz), *Arachis hypogaea* (arachide), *Sorghum bicolor* (shorgho commun), *Solanum tuberosum* (pomme de terre), *Allium cepa* (oignon), *Solanum melongena* (aubergine), *Solanaceae* (tomate).

Symptômes et dégâts:

Au niveau des feuilles, on observe de façon précoce un jaunissement du bord des feuilles les plus basses et une pourriture humide à la base du collet juste au dessus de la ligne du sol. Les feuilles supérieures commencent ensuite à jaunir et chutent. Le pathogène envahit la tige et les racines et détruit le cortex. Il arrive aussi qu'il s'attaque aux tissus vasculaires et se développent dans les rameaux supérieurs provoquant une décoloration sombre des tissus. Petit à petit la plante flétrit et meurt. Un mycélium blanc, épais avec des sclérotes sphériques (1mm de diamètre) d'abord blancs puis beiges se développe sur la tige à la base de la plante et se répand tout autour de la matière organique du sol et des racines.

Méthodes d'observation et de diagnostic:

La première observation consiste à rechercher un jaunissement et une chute des feuilles supérieures. Ce symptôme est souvent accompagné par un ramollissement de la tige à la surface du sol. Le symptôme le plus caractéristique de *C. rolsfii* est l'amas blanchâtre constitué par le mycélium à la base de la tige et le tapis de feuilles mortes autour et à la surface du sol. Le mycélium est observable durant les périodes chaudes et humides et il disparaît au moment de la sécheresse. Des sclérotes sphériques sont visibles sur le mycélium en croissance sur les parties infectées de la plante et à la surface du sol. Ils sont d'abord blancs avant de devenir brun-noirs.

Conditions favorables à l'infection:

La principale source d'inoculum de *C. rolsfii* est un microsclérote noir dans les sols ou les débris végétaux des plantes hôtes. Le mycélium est capable de survivre pendant 6 mois dans un sol sec. Des températures chaudes (entre 26 et 35°C) et des humidités relatives entre 20 et 40% permettent aux sclérotes de survivre dans les sols. Les sclérotes germent sur des tissus secs entre environ 15 et 20 % d'humidité relative. L'infection est accrue par la présence de nématodes du genre *Meloidogyne* dont les blessures causées aux racines des plantules sont des portes d'entrée au pathogène. La rotation culturale a une forte influence sur la survie de *C. rolsfii*. Les populations de sclérotes viables sont supérieures dans un sol sur lequel des tomates ont été cultivées pendant 3 années successives ainsi que dans un sol où la culture de tomate succède à celle de l'arachide. Il semble que le pH influence la formation des sclérotes avec des valeurs entre 6,85 et 6,30; de même que la teneur en argile du sol. Plus celle-ci diminue, plus la maladie augmente. Le manque d'amendements organiques ou une matière organique mal décomposée ou encore une carence en azote dans le sol, diminue l'activité des microorganismes antagonistes et donc favorise le développement du champignon. Stades sensibles de la culture: de la levée à la floraison en passant par la phase de croissance végétative, de fructification.

Lutte préventive:

Il est conseiller d'effectuer des rotations culturales tous les 3 ans au maximum et surtout de ne pas faire se succéder des cultures possédant ce parasite en commun (arachide sur tomate par exemple). Des amendements graisseux favorisent l'activité microbienne et inhibent la formation des sclérotes dans les sols. L'application d'azote permet de contrôler la maladie et augmente le rendement. Le fait de recouvrir le sol de morceaux de polyéthylène permet de contrôler la maladie en culture de haricot jusqu'à 70 à 100% (Mexique). De même l'usage d'un mulch en plastique noir permet aussi de réduire la sévérité de l'attaque sur piments et tomates. Il est par ailleurs conseiller d'éviter l'excès d'irrigation et la matière organique mal décomposée. De plus, les fanes sont à enlever dès la fin des récoltes.

Lutte non chimique:

Un travail considérable a été réalisé dans le screening de génotypes et de cultivars de plantes cultivées résistants à *C. rolsfii*. Des cultivars résistants ont été trouvés pour l'arachide, la patate douce, la tomate, la canne à sucre, le riz et le blé mais pas encore pour le haricot. Différents champignons ont été testés comme agents de contrôle biologique pour S. rolsfii. L'application d'une préparation à base de *Trichoderma harzianum* enrichie en solution nutritive permet de réduire l'impact de la maladie et accroît le rendement.Tout agent de lutte biologique doit être enregistré avant de pouvoir l'utiliser.

Utilisation de produits phytosanitaires:

Actuellement, le traitement des semences au moyen de fongicides est la méthode la plus probante pour lutter contre cet agent pathogène.

Maladie des taches angulaires des feuilles

Nom scientifique:

Isariopsis griseola (=*Phaeoisariopsis griseola*)

Autres plantes hôtes:

Fabaceae

Symptômes et dégâts:

La maladie se manifeste sur les feuilles inférieures du plant sous forme de tâches angulaires d'abord grises, puis brunes limitées par les nervures foliaires. Les lésions peuvent aussi être entourées d'un halo chlorotique sans bordure colorée. Sur la face inférieure des feuilles, on peut distinguer de petites touffes de couleur foncée. La forme angulaire des tâches est une caractéristique des symptômes de *I. griseola*. Les lésions sur les tiges sont allongées et brunes. Les lésions sur les gousses sont moins fréquentes que sur les feuilles. Elles sont de forme ovale à circulaire, d'abord superficielles, avec des bordures noires et un centre rouge-brun. La largeur des tâches est variable mais elles grossissent ensuite pour fusionner et occuper toute la gousse. Des fructifications sont produites sur les lésions et par temps humide beaucoup de conidies apparaissent.

Méthodes d'observation et de diagnostic:

Les lésions causées par *P. griseola* sont observables sur feuilles et gousses. Sur les premières feuilles, ces tâches sont circulaires, mais sur des feuilles trifoliées, on observe les tâches angulaires caractéristiques. Sur les gousses, il faut rechercher des lésions ovales brun-rouge avec des bordures noires. Des lésions sévères apparaissent souvent à la floraison.

Conditions favorables à la maladie:

Une longue période chaude et humide associée à une source d'inoculum primaire est nécessaire pour le développement de l'infection. Les sources d'inoculum sont les débris végétaux, les semences et les plantes hôtes naturelles ou sauvages. Le champignon survit sous forme de stomates dans les débris végétaux des plantes infectées et le sol plusieurs mois (4 à 17 mois). De nouvelles particules infectieuses sont produites pour des températures allant de 16 à 28°C par temps très humide. L'infection se fait par le stomate et est suivie d'une phase intracellulaire responsable de la nécrose. Le développement de la maladie est beaucoup plus rapide à 24°C. Trois heures d'une humidité adéquate suffisent pour qu'apparaissent des lésions mais le maximum de lésions est observé après 24 h d'humidité. La sporulation au niveau de ces lésions nécessite 24 à 48 h d'humidité constante. Ainsi, les meilleurs conditions pour le déclenchement d'une épidémie sont des températures douces auxquelles on ajoute de la pluie ou de longues périodes de grande humidité. Ces conditions doivent alterner avec des périodes sèches et venteuses pour la dispersion de spores. L'effet splash de la pluie peut favoriser la dissémination de spores mais les vents secs sont les agents principaux de disséminations de *P. griseola*.

Stades sensibles de la culture:

De la floraison à la fin de période de récolte

Lutte préventive:

Elle passe par des mesures culturales à savoir une élimination immédiate des fanes après récolte; une rotation de 2 ans entre les cultures de haricot pour permettre une décomposition des résidus de culture; et l'usage de semences saines et de qualité.

Lutte non chimique:

Quelques variétés et lignées de haricots sont résistantes à *I. griseola* existent. Cependant, la résistance des feuilles et celle des gousses sont toujours corrélées. Le champignon exhibe en outre une forte variabilité pathogénique (au moins 14 races différentes). Dès lors, les comportements résistants des cultivars varient avec leur localisation géographique.

Utilisation de produits phytosanitaires:

Le traitement des graines et la pulvérisation des feuilles permettent de lutter contre la maladie des taches angulaires. Des rapports indiquent que quelques fongicides s'avèrent efficaces lorsqu'ils sont appliqués aux stades de croissance R5 (avant la floraison) et R7 (formation des gousses). Il est parfois possible d'éviter les traitements, car les attaques fongiques se produisent souvent tardivement dans le cycle de culture et ont donc très peu d'effet sur les récoltes.

Rouille brune du haricot

Nom scientifique:

Uromyces appendiculatus

Autres plantes hôtes:

Plantes des genres *Vigna* et *Phaseolus*

Symptômes et dégâts:

Les dégâts apparaissent principalement sur feuille, sous la forme de petites (1 à 2 mm de diamètre) pustules jaunes, devenant rapidement des masses de spores brun-rouge au milieu d'une tache jaune. Le halo jaune n'apparaît pas chez certaines variétés, les symptômes sont alors plus discrets. Sur les plantes fortement attaquées les feuilles se dessèchent et tombent. Les gousses sont parfois attaquées. Si l'infection commence aux stades précoces de la croissance végétative, la plante peut mourir, ce qui affecte le rendement de la culture.

Méthodes d'observation et de diagnostic:

Les symptômes induits par ce champignon sont facilement reconnaissables et il est possible de diagnostiquer la maladie sur le terrain. Dans le cas contraire, il va falloir prélever les plants malades et faire une culture du pathogène en conditions contrôlées pour une identification basée sur des critères morphologiques.

Conditions favorables à l'infection:

La maladie est réduite par les hautes températures, la récolte peut être perdue lorsque l'infection commence aux premiers stades de croissance de la plante. Des conditions humides et des températures de 20 à 25 °C favorisent le développement du pathogène. La germination des spores est maximale pour des températures comprises entre 17 et 22°C avec un pourcentage plus faible pour les spores et les pustules ayant envahi les feuilles les plus âgées. Un temps assez frais (18 à 24°C) avec une humidité élevée de façon prolongée ainsi qu'une fumure azotée excessive et un manque de potasse favorisent la maladie.

Stades sensibles de la culture:

De la floraison à la récolte

Lutte préventive:

Il est conseillé d'éviter de cultiver dans les cuvettes où le brouillard persiste longtemps le matin, car cela fournit des conditions d'humidité et de température adéquate pour une infection par *U. appendiculatus*. Il faut aussi éviter d'arroser le soir ou la nuit car l'excès d'eau risque d'être propice au développement de la maladie. Des fumures azotées et potassiques bien équilibrées permettent le développement des microorganismes antagonistes et accroissent la résistance

de la plante cultivée. La destruction des résidus de culture permet d'éviter les sources d'inoculum primaire. Il convient d'accroître l'espacement entre les plantes durant les saisons des pluies afin de permettre aux feuilles de sécher plus rapidement après les pluies. Il est conseillé de recourir à un modèle de plantation en zigzag pour améliorer la circulation de l'air entre les plantes et de veiller à l'absence de mauvaises herbes dans la culture pour cette même raison. De preférence, utiliser une variété résistante (voir la partie technique culturales pour la tolérance des différentes variétés aux maladies et ravageurs).

Lutte non chimique:

Des bactéries telles que *Bacillus subtilis* et les espèces du genre *Arthrobacter* permettent de contrôler la champignon sur haricot jusqu'à plus de 95 % lorsqu'elles sont utilisées en suspension aqueuse. Même à basse concentration, on obtient un contrôle de la rouille à raison de 80 % en employant B. subtilis et les espèces du même genre et 70 % avec les espèces du genre *Arthrobacter*. Aucun de ces biopesticides n'est enregistré au Kenya en tant que produit de protection des cultures. Cependant, un engrais biologique est largement utilisé dans les cultures de haricots au Kenya. Il contient des lactobacilles (utilisés pour la fabrication du yaourt), des *Pseudomonas* et d'autres microbes indigènes bénéfiques (micro-organismes utiles).

Utilisation de produits phytosanitaires:

Les traitements recommandés incluent l'application hebdomadaire préventive de fongicides durant la période comprise entre la formation des boutons floraux et la floraison ou des traitements curatifs réalisés dès que l'on détecte les premières taches brunes. Une détection précoce des symptômes est essentielle, ce qui nécessite une bonne formation du personnel agricole (ouvriers agricoles, surveillants).

Pucerons

Nom scientifique:

Aphis fabae ou *Aphis craccivora*

Autres plantes hôtes:

Arachis hypogaea (peanut), *Vigna* spp., *Fabaceae*.

Symptômes et dégâts:

Les pucerons causent des dégâts directs aux haricots pendant les phases végétatives et de floraison. Les colonies de pucerons peuvent s'attaquer aux jeunes pousses, à la surface inférieure des feuilles, aux pétioles et aux plantules. Les plantes fortement infectées poussent mal et leurs feuilles se flétrissent et s'enroulent. La concentration de colonies de pucerons sur les points végétatifs de la plante entraîne une baisse de rendement de la culture en raison des dégâts directs que ces parasites causent Ces dégâts sont dus à la production de miellat, qui est une substance sucrée, riche et collante secrétée par les pucerons. On le trouve sous forme de dépôt sur les plantes après que celles-ci ont été attaquées par un nombre élevé de pucerons. Le miellat favorise la croissance d'un champignon saprophyte noir (fumagine) qui entrave la production de chlorophylle et la fonction respiratoire de la plante. Les gousses infectées par le miellat ou la fumagine sont dépréciées. Ce puceron est un vecteur important de maladies virales (*A. craccivora* transmet plus de 30 virus et de nombreuses plantes hôtes constituent des réservoirs à pucerons, puisque ces insectes sont polyphages). La mosaïque du haricot est l'un des virus que transmettent les pucerons et qui infecte de nombreux *Phaseolus* spp.

Conditions propices à l'infestation:

Il s'agit d'une espèce parthénogénétique. Les colonies de pucerons se groupent autours des points végétatifs des plantes. Ils vivent souvent en symbiose avec les fourmis, de telle sorte que la présence de ces dernières favorise l'infestation par les pucerons. Le développement des pucerons dépend de conditions climatiques spécifiques, comme une température oscillant entre 24 et 28,5°C et une humidité avoisinant les 65%. Généralement, les pucerons ne survivent pas dans le champ dans des conditions extrêmement pluvieuses. Les pucerons peuvent se développer rapidement, puisque la totalité du cycle dure environ 11 jours. Le métabolisme de la plante, et plus particulièrement le transfert réduit d'hydrocarbone, influence le développement des pucerons ailés, qui préfèrent alors s'attaquer aux plantes qui subissent un stress hydrique.

Stades sensibles de la culture:

Tous les stades de la culture et surtout la floraison et la formation des gousses.

Lutte préventive:

Il convient de s'assurer que les plantations consécutives de haricots fins ne soient pas placées dans la direction du vent par rapport à des cultures plus anciennes, qui pourraient être fortement infestées par les pucerons. Il faut surveiller très minutieusement les bords des nouvelles plantations afin de détecter précocement les invasions de pucerons, qui se produisent souvent en bordure des champs. Cela permet d'appliquer à temps des méthodes de lutte lorsque la population de pucerons est peu nombreuse et que le feuillage de la culture n'est pas encore très dense (ce qui, autrement, entraverait la pénétration des pulvérisations).

Lutte non-chimique:

En ce qui concerne la lutte biologique, certains pesticides peuvent nuire aux populations prédatrices de pucerons. Les programmes intégrés de lutte contre les pucerons devraient inclure des pesticides qui nuisent le moins possible aux hyménoptères parasites, comme *Aphidius*, aux syrphes et aux coccinelles, qui sont des prédateurs naturels des pucerons (consulter les tableaux concernant la sensibilité aux pesticides dans les annexes).

Les hyménoptères parasites sont des agents de lutte biologique particulièrement utiles, puisqu'ils pondent de nombreux oeufs et peuvent rapidement parasiter des colonies de pucerons. Les espèces locales kényanes d'*Aphidius* se sont avérées très utiles dans la lutte contre les pucerons des fèves noires. Ces hyménoptères pondent des oeufs à l'intérieur du corps de nombreux pucerons. Le puceron hôte ne meurt pas immédiatement et reste accroché à la feuille où il se nourrit. Les oeufs d'*Aphidius* éclosent à l'intérieur du corps du puceron et se nourrissent des liquides organiques du puceron. La nymphose se passe à l'intérieur du corps du puceron: la larve y tisse un cocon.

Il arrive parfois que des hyper-parasites s'attaquent à un *Aphidius* en développement à l'intérieur du puceron «momifié» et pondent leurs oeufs dans les larves d'*Aphidius*. Un puceron momifié qui a été «hyper-parasité» se reconnaît à l'ouverture: celle pratiquée par l'hyper-parasite se présente habituellement sous la forme d'une déchirure du corps du puceron au lieu d'une ouverture parfaitement circulaire ressemblant à une trappe. L'hyménoptère parasite indigène, *Aphidius transcaspinus*, est enregistré par le PCPB en tant qu'agent de lutte biologique au Kenya. Il est élevé en masse au Kenya en vue de sa commercialisation.

Utilisation de produits phytosanitaires:

De nombreuses matières actives ont été utilisées contre ce puceron, à savoir les hydrocarbures halogénés, les organophosphorés, les carbamates et les pyréthrinoïdes. La persistance et l'efficacité de ces insecticides sur les plantes sont des facteurs importants. Les matières actives systémiques permettent de tuer le puceron efficacement mais ce dernier a malgré tout le temps de se nourrir et de transmettre des virus avant de mourir.

Les pucerons sont facilement visibles sur les plantes, en particulier sur les feuilles et les bourgeons. Il est essentiel de les détecter le plus tôt possible pour éviter d'importantes infestations par les pucerons sur les organes des plantes.

Il importe de procéder à une lutte rapide contre les infestations précoces par les pucerons, car plus l'on met du temps à éliminer la population de pucerons, plus la colonie se développera. Un échantillonnage réalisé dans le cadre de la lutte intégrée contre les parasites permettra de déterminer les taux relatifs de pucerons, de prédateurs des pucerons et de parasites dans la culture. Si le rapport entre les prédateurs//parasitoïdes des pucerons et les pucerons est inférieur à un pour vingt (c'est-à-dire que pour vingt pucerons il y a un prédateur ou un parasitoïde des pucerons), il peut être conseillé d'utiliser un pesticide pour faire baisser rapidement le taux de pucerons. Cela permet d'éviter tout dégât dû à de grandes populations de pucerons et au miellat que ceux-ci sécrètent.

Si les pucerons sont détectés à un stade précoce, il est peut-être moins indispensable de recourir à des moyens de lutte chimiques, même si le rapport entre les prédateurs/parasitoïdes des pucerons et les pucerons est supérieur à un pour vingt. En effet, il reste encore suffisamment de temps avant la floraison pour permettre à ce rapport d'évoluer en faveur de la lutte contre la colonie de pucerons. Le cultivateur peut accélérer la lutte s'il collecte les prédateurs et les parasitoïdes des pucerons de cultures plus anciennes et qu'il les place dans la nouvelle culture. L'essentiel est de détecter les colonies de pucerons dès qu'elles apparaissent et d'introduire le plus rapidement possible des insectes utiles dans ces endroits «sensibles». Des résistances aux pyréthrinoïdes ont été détectées c'est pourquoi certains emploient des substances naturelles telles que le neem ou des extraits végétaux de *Parkia roxburghii*.

Mouches blanches

Nom scientifique:

Trialeurodes vaporarium (mouche blanche des serres) et *Bemisia tabaci* (mouche blanche de la patate douce)

Autres plantes hôtes:

Brassicaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Malvaecae, Solanaceae.

Parasite à déclaration obligatoire dans l'UE:

Bemisia tabaci est un parasite à déclaration obligatoire dans l'UE, ce qui signifie qu'il ne peut pas être importé sur des produits destinés à l'UE. Toutefois, il est peu probable que cela se produise avec les haricots fins, car la présence de pupes d'aleurodes sur des haricots récoltés est extrêmement rare.

Bemisia est cependant un insecte très nuisible, car il peut transmettre de nombreux virus. Les cultivateurs doivent apprendre à distinguer les *Trialeurodes* des *Bemisia*.

On sait que l'aleurode des serres s'attaque à 249 genres de plantes de 84 familles de plantes.

Symptômes et dégâts:

Les dégâts directement liés aux prélèvements alimentaires des larves et des aleurodes adultes entraînent l'apparition de taches chlorotiques sur la face supérieure des feuilles. En fonction de l'ampleur de la colonisation par les aleurodes, ces taches peuvent se rejoindre jusqu'au jaunissement complet de la feuille. Si l'on ne lutte pas contre les aleurodes et que leurs prélèvements alimentaires sont excessifs, les feuilles peuvent se fragiliser et finalement se dessécher et tomber. *B. tabaci* peut attraper et transmettre certains virus (*Geminivirus, Closterovirus, Nepovirus, Carlavirus, Potyvirus*), qui provoquent l'apparition de différents symptômes en fonction de l'espèce infectée. Un virus peut causer un ou plusieurs des symptômes suivants: infection des nervures des feuilles, feuilles jaunes, mosaïque jaune sur les feuilles, enroulement et amincissement des feuilles, etc.

Ce parasite a un impact relativement important en Afrique. La colonisation par *B. tabaci* est souvent impliquée lorsque les plantes sont infectées par la transmission d'un virus, même si les plantes peuvent être infectées à la suite des mouvements migratoires de ces parasites à la recherche d'aliments.

Étant donné que les larves d'aleurodes sucent la sève des feuilles, l'excès de sève sucrée s'écoule de leur corps sur la surface des feuilles se trouvant en dessous de celles dont ils se nourrissent. La fumagine se développe aisément sur cette substance sucrée, causant ainsi la fumagine noire caractéristique.

Conditions favorables à l'infestation:

Chaque femelle peut pondre jusqu'à 160 oeufs après 5 à 9 jours à 30°C en fonction de la température et de l'humidité. Entre 11 et 15 générations sont possibles par an. Un biotope humide et abrité lui permet de se reproduire aisément et d'envahir les plantes-hôtes. Cependant, les vents secs lui sont défavorables.

Au Kenya *Trialeurodes vaporariorum* prévaut principalement dans les hautes terres et est l'espèce prédominante sur haricot maintenant. Cependant, *Bemisia tabaci* a étendu sa présence et est plus fréquente qu'auparavant dans les hautes terres. Stades sensibles de la culture: De la levée à la floraison en passant par la croissance végétative

Lutte préventive:

L'aleurode a développé une résistance à de nombreux pesticides chimiques. Il est donc essentiel d'utiliser tous les nouveaux ingrédients actifs, destinés à lutter contre les aleurodes, dans le cadre d'un programme de la lutte intégrée contre les parasites, et ce afin de protéger ces produits pour pouvoir continuer de les utiliser à l'avenir. Le recours à des programmes continus de lutte prophylactique contre les aleurodes ont abouti au développement d'une résistance dans le monde entier.

L'intégration de moyens de lutte biologique, comme l'hyménoptère parasite (*Encarsia*) permet de garantir l'efficacité de nouveaux ingrédients actifs.

Lorsque l'on permet le développement d'une résistance en raison de l'abus de pesticides, les populations d'aleurodes croissent de façon spectaculaire et peuvent devenir incontrôlables. Si les aleurodes sont également porteurs d'un virus, il peut même s'avérer peu rentable de maintenir la culture dans la région en question!

La rotation des cultures est appliquée depuis longtemps pour lutter contre ces parasites. Cependant, les autres cultures de la rotation ne peuvent être des hôtes de *B. tabaci*. Les mauvaises herbes poussant le long des rangs de semis ou entre ceux-ci et les résidus de culture peuvent abriter des populations d'aleurodes. Par conséquent, il est fondamental de désherber le champ et d'éliminer les résidus avant le semis et durant la période de croissance. Si, pour des raisons économiques, il n'est pas possible d'appliquer une rotation complète des cultures pour tenir les populations locales d'aleurodes en échec, il est conseillé au cultivateur de planter des cultures plus jeunes, dans la direction opposée du vent par rapport aux cultures plus anciennes. Cela réduira la migration des aleurodes des cultures plus anciennes - lorsqu'ils sont expulsés - vers les jeunes cultures vulnérables, dans la direction du vent. Bien que les aleurodes adultes soient très actifs le jour, ils ne peuvent absolument pas voler lorsqu'il fait froid. Au Kenya, à haute altitude, les températures nocturnes peuvent rapidement chuter pour passer de 15 à 5 °C. À cette basse température, les aleurodes adultes ne peuvent voler et les cultures peuvent être retirées sans déranger les aleurodes adultes. Cela permet d'éliminer presque totalement la migration des aleurodes de cultures anciennes vers de jeunes cultures. Si une culture fortement infestée est retirée durant le jour, lorsqu'il fait chaud, les aleurodes adultes sont très actifs et s'envolent, en « nuages », vers les jeunes cultures adjacentes.

Lutte non chimique:

En l'absence de virus, l'on peut tolérer un certain taux d'aleurodes sur une feuille, tant que le miellat qu'elles sécrètent ne provoque pas le développement excessif de champignons noirs. Étant donné que les haricots fins ne restent au champ que 10 semaines, les populations d'aleurodes ne se développent pas autant que, par exemple, dans les cultures de haricots grimpants, qui restent dans le champ pendant vingt semaines et comportent trois fois plus de feuilles. Il s'agit du « seuil économique », que chaque cultivateur doit déterminer en observant la culture à un moment donné (par exemple, vigueur végétative et qualité des feuilles, importance de la fumagine, etc.) et en prenant en considération la durée restante avant la récolte.
Le principal prédateur naturel de l'aleurode est un hyménoptère parasite minuscule, appelé *Encarsia*, qui pond ses oeufs dans la pupe d'aleurode. Lorsqu'une pupe d'aleurode est parasitée, elle devient noire, ce qui facilite la surveillance du taux de parasitisme dans un programme de lutte intégrée contre les parasites.

Encarsia formosa est homologué au Kenya par le PCPB pour la lutte contre les aleurodes et est élevé en masse pour une application dans les cultures commerciales. *Encarsia* est l'un des agents de lutte biologique commercialisés les plus couramment utilisés dans le monde et constitue le moyen de lutte préféré dans de nombreuses cultures protégées dans l'UE (tomates, gerberas, etc.), car l'aleurode a développé une résistance à de nombreux pesticides précédemment utilisés pour lutter contre ce parasite. Les oeufs et les pupes d'aleurodes ne nourrissant pas et ne sont pas éradiqués par les pesticides. Un programme régulier de lutte prophylactique contre les les mouches blanches est donc indispensable pour lutter contre les adultes et les larves, à mesure qu'ils se développent, conduit à l'acquisition de résistances aux pesticides.
Les stratégies de lutte biologique contre les aleurodes sur les cultures de pleins champs sont toujours en cours d'élaboration. Néanmoins, il est possible de concevoir un programme de lutte prophylactique contre les parasites en utilisant des *Encarsia* adultes pour les cultures de pleins champs. Les taux d'introduction d'*Encarsia* se basent sur une estimation du nombre de pupes d'aleurodes qui pourraient être présentes sur chaque feuille à trois folioles, si AUCUN autre moyen de lutte n'est utilisé et que la migration naturelle des parasites a lieu sans encombre (scénario le plus défavorable).
Après un certain temps, si la lutte s'avère efficace, le taux de migration naturelle des aleurodes vers la culture, peu de temps après la plantation, est susceptible de baisser et, par conséquent, les taux d'introduction requis d'*Encarsia* diminueraient également.
Un système d'échantillonnage efficace dans le cadre de la lutte intégrée contre les parasites permet aux cultivateurs de mesurer la lutte effectuée en estimant le nombre moyen de pupes d'aleurodes et d'aleurodes adultes par feuille après un certain temps.
En Europe et ailleurs, *Encarsia* s'achète normalement auprès d'entreprises spécialisées dans la lutte biologique sous la forme de pupes noires d'aleurodes parasitées contenant une jeune pupe d'*Encarsia* qui donnera naissance à un *Encarsia* adulte. Cet *Encarsia* adulte constitue l'agent de lutte biologique, car il s'envole pour aller pondre des oeufs dans d'autres pupes d'aleurodes présentes dans la culture. Cette méthode présente des avantages en ce sens que la production et la distribution des pupes coûtent moins cher que les adultes et qu'il est possible de stocker plus longtemps les pupes que les adultes avant leur emploi. Cela convient aux cultivateurs de l'UE qui produisent des cultures dans des serres.
L'utilisation d'*Encarsia* dans les cultures extérieures est très rare. Toutefois, les *Encarsia* adultes sont préférés aux pupes d'*Encarsia* (c'est-à-dire les pupes d'aleurodes parasitées) pour les cultures extérieures du Kenya, car, dans les champs, les pupes d'*Encarsia* risquent d'être mangées

par des fourmis, de se déshydrater ou d'être emportées par le vent si elles sont introduites seules. Au contraire, les *Encarsia* adultes se placeront directement sur la face inférieure des feuilles, à la recherche de pupes d'aleurodes pour se nourrir de celles-ci et pour y pondre leurs oeufs.
Il est également plus aisé d'intégrer l'utilisation des *Encarsia* adultes dans le calendrier des applications d'autres fongicides et insecticides compatibles, puisque le cultivateur connaît la date exacte à laquelle les adultes ont été introduits dans la culture. Si, dans le cas contraire, le cultivateur avait introduit *Encarsia* au stade de pupes, il ne connaîtrait pas la date exacte à laquelle elles seraient sorties des pupes noires. De ce fait, il serait difficile de programmer d'autres pulvérisations de pesticides et de garantir que les *Encarsia* adultes ne sont pas tués. Les *Encarsia* sont très sensibles aux pesticides et même aux fongicides. (Consulter l'annexe 5 à propos de la sensibilité aux pesticides) Il convient de demander des conseils techniques pour l'utilisation de moyens de lutte biologique contre l'aleurode. Cependant, les indications suivantes aideront les cultivateurs qui souhaitent appliquer des moyens de lutte biologique sur des cultures extérieures. Des formations d'une semaine permettent d'acquérir les compétences nécessaires en matière d'échantillonnage et de gestion pour mettre ces programmes en oeuvre.

Méthode «traditionnelle» d'utilisation d'*Encarsia*

L'utilisation commerciale d'*Encarsia*, l'hyménoptère parasite le plus couramment utilisé contre l'aleurode, est normalement limitée aux cultures protégées en raison du coût de ces prédateurs naturels, dont l'utilisation ne serait pas rentable dans des cultures extérieures.
Néanmoins, *Encarsia*, comme tous les autres prédateurs naturels, vient de l'extérieur ! Ce ne sont pas des raisons biologiques, mais bien économiques qui empêchent son utilisation efficace à l'extérieur. Au Kenya, la production des *Encarsia* est très bon marché et donc ils peuvent être utilisés en bien plus grandes quantités que ne pourraient se permettre les cultivateurs de l'UE du point de vue économique.
La méthode traditionnelle d'utilisation d'*Encarsia* consiste à acheter des pupes d'aleurodes parasitées (elles sont noires lorsqu'elles sont parasitées). Elle sont collées sur des cartons que l'on pend aux plantes. Les *Encarsia* adultes sortent (ou non) de ces pupes et cherchent dans la culture des pupes d'aleurodes suffisamment grandes, dans lesquelles ils pondent un oeuf. Si l'oeuf d'*Encarsia* est pondu dans une grande pupe d'aleurode, il croîtra dans la pupe d'aleurode parasitée pour finalement devenir un *Encarsia* adulte (parce que la **grande** pupe contient assez de nourriture). En l'absence de grandes pupes dans la culture, *Encarsia* sera forcé de pondre un oeuf dans une pupe plus petite, qui ne disposera pas de suffisamment de « chair » pour permettre le développement complet d'*Encarsia* jusqu'au stade adulte. De ce fait, tant l'*Encarsia* en développement que la pupe meurent et la population d'*Encarsia* présente dans la culture ne pourra pas se développer. Toutefois, la pupe d'aleurode meurt, ce qui est l'objectif du cultivateur.
Le choix de la date d'introduction d'*Encarsia*, qui doit coïncider avec la présence de grandes pupes d'aleurodes, détermine la réussite de la méthode de l'introduction au **compte-goutte** d'*Encarsia*. Il s'agit de l'introduction hebdomadaire d'*Encarsia* en faible quantité, mais fréquente, à un taux fixe par hectare, qui vise à vaincre certains problèmes susmentionnés. Les introductions prophylactiques hebdomadaires d'*Encarsia* s'arrêtent généralement dès que l'on observe un parasitisme à 95% des pupes d'aleurodes (c'est-à-dire lorsque l'on détecte 95% de pupes noires sur les feuilles des plantes).

Programme prophylactique/préventif à l'aide d'*Encarsia*

Un programme prophylactique intense est un autre moyen d'utiliser *Encarsia*. En Europe, pour les plantes ornementales en pots (par exemple, les poinsettias), un programme prophylactique intense concernant l'introduction d'*Encarsia* est utilisé à la place du programme hebdomadaire régulier peu intense (la méthode du «compte-goutte» décrite ci-dessus) utilisé par exemple dans les cultures de tomates, étant donné que le consommateur ne veut pas acheter de poinsettias ornementaux comportant des pupes noires sur les feuilles. Dans les cultures de tomates, peu importe si des pupes noires se trouvent sur les feuilles.
Pour les poinsettias, une introduction régulière d'*Encarsia* est appliquée avant la ponte des oeufs d'aleurodes sur les feuilles, de telle sorte qu'*Encarsia* tue en réalité les pupes d'aleurodes pendant leur développement au lieu de les parasiter. En effet, les *Encarsia* adultes se nourrissent aussi de jeunes pupes (les dégâts excessifs dus à l'alimentation tuent les pupes, qui tombent ensuite de la feuille.) Les pupes meurent également si *Encarsia* a pondu un oeuf à l'intérieur de celles-ci, même si les pupes sont trop petites pour assurer le développement complet des assurer le développement complet des larves d'*Encarsia*. Dès lors, le taux de parasitisme traditionnel ne sera pas élevé et peu de pupes noires seront présentes dans la culture, car le développement de la population d'aleurodes dans la culture s'est arrêté au stade L2. Cette technique est dénommée

« **désamorçage** ». Le *désamorçage* aura généralement lieu lorsque le rapport entre les *Encarsia* adultes et les pupes d'aleurodes présents dans la culture est proche de un pour trente (c'est-à-dire un *Encarsia* adulte pour trente pupes d'aleurodes).
Ce type de programme de «désamorçage» utilisera inévitablement plus d'*Encarsia* que les méthodes traditionnelles du compte-goutte et n'est normalement appliqué que dans des cultures de grande valeur, comme les cultures de plantes ornementales. Néanmoins, s'il est possible de réduire le coût des *Encarsia* en les élevant en masse dans l'exploitation agricole, les plus grandes quantités d'*Encarsia* adultes peuvent être utilisées de manière économique.
Le principe général de la lutte biologique est que plus le nombre d'insectes utiles présents (ou introduits) est élevé par rapport au nombre de parasites présents, plus la lutte sera réalisée rapidement.
Le taux d'introduction d'*Encarsia* doit donc être mis en rapport avec le nombre d'aleurodes réellement présents ou avec l'estimation du nombre d'aleurodes pouvant migrer dans la culture.
Afin de calculer le nombre possible d'*Encarsia* nécessaires, le cultivateur doit d'abord évaluer correctement le développement hebdomadaire probable des pupes d'aleurodes dans la culture si AUCUN moyen de lutte n'est appliqué. Cette évaluation peut se faire soit sur la base de l'expérience du cultivateur concernant le nombre moyen de pupes d'aleurodes sur chaque feuille à trois folioles à un stade donné de la croissance de la culture, soit en constituant une parcelle non pulvérisée dans le même champ afin de permettre aux aleurodes adultes de migrer dans cette parcelle.
L'échantillonnage hebdomadaire de cette parcelle permet d'obtenir le nombre moyen de:
• pupes d'aleurodes par feuille et par semaine (développement des pupes)
• feuilles par plante et par semaine (croissance des feuilles). (Consulter le tableau ci-contre afin de savoir comment utiliser ces informations.)

Le taux d'introduction hebdomadaire d'*Encarsia* adultes (et non des pupes noires parasitées) se calcule en divisant par trente le nombre hebdomadaire estimé de pupes d'aleurodes par hectare (*). Cela permet de déterminer le nombre d'*Encarsia* adultes nécessaires pour établir un rapport de un pour trente entre les *Encarsia* adultes et les pupes d'aleurodes dans le feuillage de la culture. Lorsque ce rapport est atteint, il convient de pratiquer le « désamorçage ». Si le cultivateur peut se permettre d'introduire davantage d'Encarsia adultes dans la culture, il assurerait une lutte encore meilleure (mais cela coûterait plus cher).
* L'estimation du nombre total de pupes d'aleurodes par hectare = (le nombre moyen de pupes d'aleurodes par feuille x le nombre total de feuilles par plante) x le nombre total de plantes par hectare.)

Calculs pour le taux d'introduction prophylactique (*Encarsia* chez les haricots fins)

Ce taux élevé serait uniquement nécessaire durant la période où l'on a forcé la réduction de la population d'aleurodes de la plantation jusqu'à un niveau plus aisé à gérer. Les taux ultérieurs d'introduction seraient adaptés en fonction du nombre moyen réel de pupes d'aleurodes présentes (et non en fonction de la moyenne élevée de vingt pupes par feuille utilisée dans la méthode de calcul présentée ci-dessous).
Tableau 1: Indications concernant les calculs relatifs à l'introduction d'*Encarsia* adultes dans les cultures extérieures de haricots fins Plantes/ha = 200 000. Utiliser un taux de 20 pupes par feuille à trois folioles pour calculer le nombre maximal d'aleurodes par hectare (scénario le plus défavorable), pour le programme initial.
Tant qu'aucune pulvérisation de produits chimiques nuisibles n'est appliquée durant cette phase et qu'il n'y a pas d'invasion massive d'aleurodes adultes venant d'une culture adjacente, il ne devrait pas être nécessaire de réaliser d'autres introductions d'*Encarsia* adultes au-delà de la sixième semaine. (Consulter le tableau concernant la sensibilité aux pesticides dans les annexes).

Semaine après la plantation	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10
feuilles à 3 folioles par plante	1	3	9	12	18	22	26	26
Total des feuilles à 3 folioles par ha (en milliers)	200	600	1 800	2 400	3 600	4 400	5 200	5 200
estimation du total de pupes par ha	4 million	12 million	36 million	48 million				
taux d'introd. par ha En milliers d'*Encarsia* rapport de 1 pour 30 (arrondi)	140 000	400 000	1,2 million	1,6 million				

La mise en oeuvre de cette technique entraîne un certain développement de pupes noires (parasitées) d'aleurodes, du fait qu'une partie des larves d'aleurodes se sont développées au-delà du stade L3 et qu'elles peuvent être adéquatement parasitées par *Encarsia* et devenir noires.
L'échantillonnage déterminera la nécessité de poursuivre les introductions d'*Encarsia*. Les introductions d'*Encarsia* adultes doivent se poursuivre si l'échantillonnage hebdomadaire révèle:

- que le nombre moyen de pupes d'aleurodes continue d'augmenter chaque semaine pour atteindre un *niveau inacceptable* ou
- que le taux de parasitisme des plus grandes pupes sur les feuilles inférieures plus anciennes est inférieur à 50%.

Le cultivateur doit déterminer si le taux de pupes présentes est «acceptable» (seuil économique). Il doit tenir compte du nombre de semaines de présence de la culture dans le sol et doit examiner si le miellat des larves présentes cause trop de dégâts aux haricots ou si la culture ne pousse pas assez vigoureusement à cause des prélèvements alimentaires considérables des aleurodes. Cependant, à 5 livres sterling le millier (coût commercial dans l'UE des pupes parasitées), une introduction d'environ trois millions d'*Encarsia* adultes par hectare coûterait approximativement 150 000 livres, un coût qui est prohibitif.
Le seul moyen d'y parvenir est d'élever *Encarsia* dans l'exploitation afin de réduire le coût. Il est également possible de détruire les pupes d'aleurodes en effectuant des pulvérisations à base de détergent, comme Teepol, mais, encore une fois, il convient de demander conseil aux autorités responsables de la réglementation des pesticides afin de déterminer si cette utilisation ne doit pas faire l'objet d'un enregistrement en tant que produit antiparasitaire à usage agricole. Dans de nombreux pays, ce type d'agent de protection des cultures est exempt d'enregistrement parce qu'il provoque la mort par des moyens physiques, en dissolvant l'épiderme et en permettant la mort de la pupe par déshydratation.
D'autres agents de lutte comprennent des substances comme l'amidon, qui, lorsqu'il est pulvérisé sur une feuille portant des pupes d'aleurodes, empêche l'éclosion des pupes, car il forme une couche qui étouffe la pupe ou la déshydrate en raison de l'osmose. Il est possible d'obtenir des effets similaires en pulvérisant des huiles végétales ou minérales. De nouveau, ces types de substance sont exempts d'enregistrement dans d'autres pays en raison de leur mode d'action physique. Il convient de demander conseil sur les exigences locales en matière d'enregistrement.

<u>Utilisation des produits phytosanitaires:</u>

Les deux espèces peuvent être vus comme des ravageurs induits, déclanchés par de mauvaises applications de pesticides. Si l'on utilise uniquement des pesticides chimiques, un programme de lutte intensive contre les parasites peut être requis, étant donné qu'aucun pesticide disponible ne permet de tuer les oeufs ou les pupes d'aleurodes (du fait qu'ils ne se nourrissent pas à ces stades). Les oeufs ne sont pas atteints et éclosent (qui nécessitent une autre pulvérisation) et les pupes deviennent des aleurodes adultes (qui nécessitent une autre pulvérisation). La nécessité de recourir à un programme intensif entraîne la résistance aux pesticides disponibles en nombre limité. Il est recommandé de ne réaliser des traitements de lutte préventive qu'au début du cycle de croissance jusqu'à la floraison que si le risque de transmission de virus est avéré. En l'absence de risque de transmission de virus, il convient d'échantillonner le champ et de le traiter uniquement en cas de nécessité.
Il est préférable de pulvériser les cultures durant la nuit, en fin d'après midi/début de soirée ou tôt le matin, avant que la température ne soit suffisamment élevée pour que les aleurodes volent. Par temps froid, les aleurodes ne voleront pas pendant les pulvérisations (éventuellement vers d'autres parcelles) et les pulvérisations les atteindront plus facilement.

Méthodes de surveillance:

Les aleurodes adultes sont très actifs et sont facilement dérangés pendant la journée. Les jeunes insectes sont moins mobiles et préfèrent généralement se placer sur la face inférieure des feuilles. Les aleurodes adultes se nourrissent sur la surface inférieure des feuilles, où ils pondent leurs oeufs, mais ils peuvent se placer sur d'autres zones de la plante hôte.

L'enroulement des feuilles et les lésions en forme de mosaïque le long des nervures des feuilles sont des symptômes révélant la présence de virus transmis par les aleurodes. Une observation attentive des faces supérieures des feuilles infectées permet de vérifier la présence de larves minuscules jaune pâle, ainsi que la présence d'adultes en cas de colonisation importante. Les oeufs, qui sont blancs, puis qui deviennent progressivement bruns, sont maintenus en place par un fin pédoncule que produit la femelle. Les adultes mesurent 1 mm de long et ont un corps jaune et des ailes blanches.

Comme les aleurodes adultes sont fortement attirés par le jaune, on peut fabriquer des pièges collants à l'aide de plastique jaune couvert de colle ou d'autres substances collantes, comme de la graisse. Cependant, il convient de ne pas utiliser régulièrement ces pièges dans le cadre d'un programme de lutte intégrée contre les parasites, car ils attrapent et tuent également des insectes utiles, tels que *Diglyphus* (parasitoïde de la mineuse des feuilles) et *Encarsia*, qui s'attaquent aux aleurodes. Il faut uniquement utiliser ces pièges collants comme moyen de surveillance, afin d'observer les tendances générales des populations de parasites présentes dans les champs. Les pièges collants jaunes attirent à divers degrés les thrips, les pucerons et les mineuses des feuilles.

Différences entre les stades adultes de *Trialeurodes* et de *Bemisia*

Trialeurodes

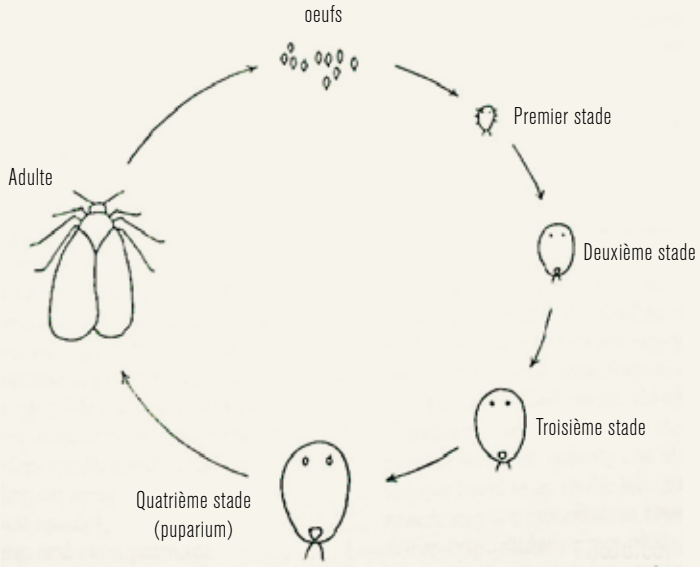
Bemesia

Les ailes des *Bemisia* adultes se trouvent sur leur corps en forme de toit et leur abdomen jaune est plus visible.

Les oeufs d'aleurodes arrivés à maturité sont de couleur grise. Les *Bemisia* ont tendance à pondre leurs oeufs au hasard sur la surface des feuilles, tandis que les *Trialeurodes* pondent leurs oeufs en demi-cercles.

Cycle de croissance de l'aleurode:

Les aleurodes adultes commencent la ponte des oeufs le jour, environ un à trois jours après la sortie de l'insecte de la pupe d'aleurode sur la feuille. Les oeufs sont attachés à la face inférieure des feuilles et éclosent sept à dix jours plus tard. Ce stade, appelé « larve mobile », est la seule phase mobile du jeune insecte. Il se déplace seulement sur une courte distance, insère ses rostres en forme d'aiguilles dans la feuille et commence à se nourrir de la sève de la plante.



Pendant environ sept jours, l'insecte reste sessile, mais subit trois mues.
Aux deuxième et troisième stades, la larve se nourrit également de la sève de la plante, chaque stade durant trois à quatre jours en fonction de la température. L'insecte passe ensuite à un quatrième stade - un stade de repos -, où il se mue en nymphe ou pupe. Il ne se nourrit pas pendant ce stade.
À peu près une semaine plus tard, l'aleurode adulte sort de la pupe, cette éclosion se produisant généralement le matin. Même si les adultes peuvent voler jusqu'à 15 mètres pendant une période de 24 heures, la plupart restent à 2,5 - 3 mètres de leur lieu d'éclosion.
L'ensemble du cycle de croissance de l'aleurode peut avoisiner les 32 jours à une température de 20 à 25 °C et est favorisé lorsque la température tourne autour de 25 °C.

Noctuelle de la tomate

Nom scientifique:

Helicoverpa armigera (*Heliothis armigera*)

Autres plantes hôtes:

Gossypium (coton), *Lycopersicon esculentum* (tomate), *Solanum tuberosum* (pomme de terre), *Sorghum, Arachis hypogaea* (arachide), *Brassicaceae* (crucifères), *Cucurbitaceae, Allium, Citrus, Capsicum annuum* (piment), *Mangifera indica* (mango), *Pennisetum glaucum* (millet), *Phaseolus, Pisum sativum* (pois), *Solanum melongena* (aubergine)...

Parasite à déclaration obligatoire dans l'UE:

Helicoverpa armigera est un parasite à déclaration obligatoire dans l'UE, ce qui signifie qu'il ne peut pas être importé sur des produits destinés à l'UE. Il s'agit de l'un des parasites les plus fréquemment interceptés entre le Kenya et l'UE.

Symptômes et dégâts:

H. armigera est un ravageur important dans la plupart des régions du monde et ce pour plusieurs cultures. Sa mobilité, sa polyphagie, sa capacité rapide de reproduction et sa diapause le rendent particulièrement adapté aux écosystèmes artificiels comme les cultures. Sa prédilection pour les boutons floraux et les organes fructifères (gousses, graines...) de plantes cultivées à haute valeur ajoutée (coton, tomate, haricot...) lui confère une grande importance économique et un coût socioéconomique non négligeable surtout dans les agricultures de subsistance.
La chenille consomme le feuillage, perfore les gousses et dévore les graines. Les adultes pondent sur les gousses. Dès lors les dégâts peuvent apparaître après la récolte dans les caissettes d'exportation car les oeufs et les jeunes chenilles ne sont pas facilement visibles lors du triage.

Conditions favorables à l'infestation:

Une femelle d'*H. armigera* peut pondre jusqu'à 3000 oeufs tout au long de son cycle de vie, principalement durant la nuit. Ces oeufs éclosent après 3 jours lorsque les températures sont en moyenne de 25°C. Ces températures favorisent le développement des larves de durant les deux premiers stades. La nymphose a lieu dans le sol. La durée de vie des adultes est d'environ 3 semaines. Cependant leur longévité est fonction de la disponibilité de la nourriture (sucrose, nectar). Pour cette raison, les noctuelles de la tomate tendent à former des populations après les pluies au Kenya, lorsque les adultes sortent des chrysalides dans le sol et qu'il est fortement probable que des plantes hôtes appropriées ont poussé après les pluies. Dans des pays comme le Sénégal, ce ravageur est dangereux toute l'année et surtout de décembre à mars-avril et son développement est favorisé par la succession de cultures hôtes: tomates, haricot, aubergine, coton...

Stades sensibles de la culture:

De la nouaison à la récolte en passant par les stades de croissance végétative, de floraison et de fructification.

Lutte préventive:

En raison de sa grande mobilité et de ses habitats dispersés, tenter de gérer le flux de parasite dans les champs n'est pas une méthode très efficace. Des techniques culturales telles que la réduction de la période culturale peut être une méthode de contrôle mais elle stipule l'isolement ou l'absence de plantes hôtes sauvages dans la zone. D'autres techniques de gestion de la culture ont été mises en place à l'aide de plantes pièges comme le pois chiche mais elles connaissent certaines limites, du fait qu'elles peuvent favoriser la multiplication des chenilles, à moins qu'elles ne soient inspectées minutieusement et régulièrement et que les chenilles présentes soient éliminées. Une seule chenille éliminée permet d'empêcher le développement

de plusieurs centaines de chenilles de deuxième génération (puisqu'un adulte peut pondre jusqu'à 3 000 oeufs).
Les rotations culturales et le fait de ne pas faire se succéder dans le temps et l'espace des plantes cultivées possédant cet ennemi commun sont autant de techniques de lutte préventive conseillées. Une autre méthode conseillée en outre est de bien choisir les cultivars, d'espacer et de fertiliser la culture afin d'accroître le rendement et de viser les larves de stades jeunes car ces dernières sont plus sensibles aux insecticides et aux formulations microbiennes appliquées de manière conventionnelle.

Lutte non chimique:

Trichogramma est un hyménoptère parasite minuscule qui pond ses oeufs dans les oeufs de la noctuelle de la tomate. Des entreprises kényanes ont mis au point de systèmes d'élevage en masse de *Trichogramma*, mais n'ont pas encore enregistré cet agent de lutte biologique au PCPB. *Trichogramma* est le prédateur naturel le plus couramment utilisé dans le monde et est lâché en masse sur des millions d'hectares chaque année afin de lutter contre le foreur du maïs aux États- Unis, en Chine, dans le sud de l'Europe et en Russie.

Adulte de Trichogramma pondant un oeuf dans un oeuf de chenille

Un virus qui infecte la noctuelle de la tomate fait également l'objet d'études approfondies et est produit en masse dans un programme pilote destiné aux petits agriculteurs de l'Afrique de l'Est, à l'aide d'un financement octroyé par le ministère du développement international. Ce système, qui a été utilisé dans d'autres régions du monde, consiste à récolter dans un seau des chenilles de la noctuelle de la tomate et à introduire une ou deux chenilles infectées. Le virus se propage alors très rapidement aux chenilles récoltées. Lorsqu'elles sont mortes, on macère leur corps et on les pulvérise sur les cultures afin de tuer d'autres noctuelles de la tomate. C'est ce qu'on appelle un « biopesticide », qui doit être enregistré au Kenya auprès du PCPB, même si la formule réalisée soi-même est destinée à sa propre exploitation.

Dans d'autres régions du monde, il existe également des biopesticides commerciaux à base de virus enregistrés pour ces parasites; ils contiennent des virus similaires à ceux décrits ci-dessus. Au Kenya le PCPB confirmera la manière de les importer légalement avec la permission du KSTCIE (Comité technique kényan permanent pour les importations et les exportations) en vue d'une autorisation expérimentale de mettre au point des données d'enregistrement pour une étiquette kényane. Des formules à base de *Bacillus thuringiensis* (Bt) sont enregistrées par le PCPB pour une utilisation au Kenya. Il est fondamental de réaliser les pulvérisations en fin d'après-midi ou en début de soirée, car, durant le jour, la lumière ultraviolette détruit le Bt. Ces pulvérisations doivent avoir lieu à proximité des chenilles afin de les tuer. Elles sont plus efficaces sur les jeunes chenilles, car de fortes doses sont nécessaires pour tuer les chenilles adultes. Pour que la pulvérisation de Bt soit efficace, il est essentiel de l'appliquer précocement, lorsque les oeufs récemment pondus viennent d'éclore. Étant donné qu'il est très difficile de détecter ces petites larves ou de trouver les oeufs de la noctuelle de la tomate sur les feuilles, il vaut mieux commencer par une pulvérisation hebdomadaire lorsque l'on voit les noctuelles adultes. On peut attraper ces noctuelles adultes dans des pièges lumineux et prendre note de leur nombre afin de déterminer le moment de la migration maximale. Cela permet de programmer l'application de Bt au moment où les premières jeunes chenille (sensibles) sont présentes.
La plantation de variétés tolérantes ou résistantes de *H.armigera* a longtemps été - et est toujours - l'objet d'études importantes (sur le coton, le pois). Plusieurs plantes possèdent un potentiel génétique que l'on pourrait exploiter pour mettre au point des variétés moins sensibles aux parasites. Cependant, le développement d'une résistance spécifique fragilise parfois les défenses de la plante contre d'autres parasites (par exemple, le coton glabre, qui réduit la ponte d'oeufs, mais qui augmente la sensibilité à l'infestation par les jassides). Ces dernières années, des progrès dans la technologie génétique ont permis d'introduire des gènes responsables de la sécrétion de toxine de *Bacillus thuringiensis* dans certaines plantes cultivées (coton, maïs). Toutefois, il convient d'associer ces plantes à des variétés sensibles, afin d'éviter une forte pression sélective sur les populations de parasites.
Comme stratégie de lutte intégrée contre les parasites, des études considérables ont été concentrées sur l'obtention d'un niveau approprié de lutte par l'introduction de prédateurs naturels ou par le développement de populations de prédateurs et de parasitoïdes, en association avec d'autres méthodes de lutte contre les parasites. Comme il est essentiel de produire une grande quantité de parasitoïdes ou de prédateurs, des études ont également porté sur le genre *Trichogramma*, qui peut se reproduire facilement en masse. Il existe d'autres prédateurs naturels de *H. armigera* (les chrysopes, les coccinelles, les bacilles, les braconides, etc.), mais les résultats ne se sont pas toujours révélés prometteurs, en particulier pour les systèmes dans lesquels les traitements au moyen de pesticides sont nécessaires.

Les pesticides à base de micro-organismes sont très utiles dans la lutte intégrée contre les parasites grâce à leur spécificité relativement importante, à leur activité potentielle, à leur respect de l'environnement et à leur immunité de pesticides. Il s'agit de formules à base de *B. thuringiensis* et de virus. Elles ne sont toutefois pas largement utilisées, en raison de leur caractère hautement photodégradable et du fait que les larves n'ingèrent pas de quantités suffisantes, et leur virulence n'est parfois pas très élevée.

Méthodes d'observation:

La chenille, à son complet développement atteint 40 mm de long. La coloration est assez variable, allant du brun très foncé au vert ou jaune. Des lignes sinueuses noires et blanches parcourent le corps sur toute sa longueur. Les chenilles qui se nourrissent peuvent être observées à la surface du plant mais elles sont souvent cachées dans les organes florifères et fructifères. Dès lors, afin de s'assurer de la présence du ravageur, il faut couper ces organes et regarder à l'intérieur de ceux-ci. De plus, il est possible de détecter leur présence par l'observation des déchets organiques à l'extérieur des gousses ou sur celles-ci , dues à la nutrition des chenilles. On observe aussi un trou de sortie des chenilles qui doivent effectuer leur nymphose dans le sol.

Utilisation des produits phytosanitaires:

H. armigera est généralement traité à l'aide de pesticides, seuls ou associés à d'autres méthode de lutte. Bien entendu, pour obtenir les meilleurs résultats, il convient d'appliquer ces pesticides uniquement lorsque le seuil économique a été atteint, mais les exploitants ne respectent pas toujours cette règle. La plupart des pesticides visent les chenilles, mais en réalité, ils ne s'avèrent efficaces qu'à l'encontre des chenilles du premier stade. Les jeunes chenilles sont difficiles à trouver et les chenilles plus anciennes sont souvent bien cachées dans les gousses des haricots, ce qui réduit leur accessibilité lors du traitement et oblige les exploitants à augmenter la dose active des ingrédients. En outre, les chenilles issues de populations résistantes ne sont sensibles que lorsqu'elles ont moins de quatre jours. L'approche la plus efficace pour lutter contre ces parasites consiste donc à cibler le traitement sur les chenilles les plus jeunes. Pour une lutte préventive, il est conseillé de réaliser des traitements hebdomadaires après la formation des fruits et durant toute la période de récolte. Dans le cadre d'une lutte curative, il convient d'effectuer des traitements dès que 1% des gousses sont infestées. La lutte préventive est préférée, car les pays importateurs peuvent refuser des lots entiers de haricots verts si l'on y détecte des chenilles.

La pression de sélection exercée par les insecticides dont les pyréthrinoïdes ont conduit à des phénomènes de résistances au sein des populations d'*H. armigera* déjà dans les années 80. Alors que la grande capacité de dispersion du ravageur pourrait permettre une dilution de la résistance, autant le même mécanisme permet la dispersion des gènes de résistance plus largement que leur région d'origine.

L'importance du comportement dispersif et migratoire du ravageur suggère qu'un monitoring de ses mouvements par capture permettrait de prévenir les invasions dans une région donnée. Cependant, il n'est utile qu'à titre qualitatif pour indiquer le début des infestations et du front migratoire et la nécessité de commencer les traitements préventifs aux premiers stades végétatifs.

Ce monitoring est nécessaire afin de déterminer l'instant où le seuil économique d'intervention est atteint et dépassé afin que des mesures de contrôle soient prises. Il est difficile d'obtenir des données précises relatives à ce seuil, certaines sont basées sur le nombre d'oeufs (un oeuf pour 2 plants, 2 chenilles par 18 plants, 2 oeufs par rangée d'1 m).

Mineuses des feuilles

Nom scientifique:

Liriomyza huidobriensis (Mineuse des feuilles sud américaine), L.*trifolii* (mineuse des feuilles serpentine américaine) et autres *Liryomyza* spp

Autres plantes hôtes:

Cucurbitaceae (concombre), *Gossypium* (coton), *Lycopersicon esculentum* (tomate), *Solanum tuberosum* (pomme de terre), *Solanum melongena* (aubergine), *Arachis hypogeae* (arachide) et diverses plantes adventices.

Parasite à déclaration obligatoire dans l'UE:

Liriomyza bryonae, Liriomyza huidobriensis et *Liriomyza trifolii* sont des parasites à déclaration obligatoire dans l'UE, ce qui signifie qu'ils ne peuvent pas être importés sur des produits destinés à l'UE. Il s'agit de l'un des parasites les plus fréquemment interceptés entre le Kenya et l'UE. Le problème touche plutôt les gousses des mange-tout et des pois sucré que les gousses des haricots fins, étant donné que l'on n'observe pas fréquemment de galeries sur les gousses de haricots fins, peut-être parce que leur période de croissance est bien plus courte que celle des pois.

Symptômes et dégâts:

Les dégâts dus à l'alimentation de la mineuse des feuilles apparaissent sous la forme de galeries (de 0,13 à 0,15 mm de diamètre) sur la face supérieure des feuilles. Les formes de ces galeries varient en fonction de la plante infestée, mais elles sont longues, linéaires et peu larges lorsque la superficie de la feuille est suffisante. Elles sont généralement verdâtres à blanches. Sur les plus petites feuilles, un sac se forme pour la nymphose à l'extrémité des galeries creusées.

Conditions favorables à l'infestation:

Les oeufs, insérés juste en dessous de la surface foliaire, éclosent en 4 à 7 jours pour une température de 24°C. La durée du développement larvaire dépend aussi de la température et plusieurs générations par an sont possibles mais elles sont dépendantes des températures et de la disponibilité en plante hôte en croissance. La pupaison a lieu hors de la feuille, dans le sol autour de la plante. Les adultes émergent 1 semaine à 14 jours après, pour des températures comprises entre 20 et 30°C avec un pic d'émergence à midi et une émergence plus précoce des mâles. Leur durée de vie est comprise entre 15 et 30 jours. La durée totale du cycle varie entre 24 et 28 jours entre décembre et janvier. Lorsque la température dépasse 40 °C, la mineuse des feuilles pond moins d'oeufs.

Stades phénologiques sensibles de la culture:

Du stade plantule à la première récolte en passant par la croissance végétative, la floraison et la fructification.

Lutte préventive:

Il est conseillé d'éviter de cultiver sur un terrain ayant un précédent cultural très attaqué ou se trouvant à proximité d'une culture très attaquée. Le haricot grimpant peut produire des millions de mouches mineuses s'il n'est pas correctement protéger.

Afin d'éviter l'introduction de *L. trifolii*, il est recommandé au niveau international (EPPO) que le matériel de propagation (à l'exception des graines) d'autres plantes hôtes telles que le piment, le concombre, la laitue et la tomate issues d'autres pays où ce ravageur sévit soit inspecté au moins chaque mois durant les 3 mois prévus. Ces derniers doivent être exempts de ce ravageur. Un certificat phytosanitaire est nécessaire pour les végétaux à feuilles.

Il est recommandé de détruire les mauvaises herbes hôtes qui poussent le long des champs cultivés, à moins que des moyens de lutte biologique ne soient utilisés, auquel cas le prédateur naturel migrera vers les zones couvertes de mauvaises herbes et tuera toutes les larves de la mineuse des feuilles qui y sont présentes. Étant donné que la mineuse des feuilles se pupifie dans le sol, un labourage profond peut enterrer les pupes et les empêcher d'éclore. Cependant, il faut veiller à ce que la couche arable soit suffisante pour réaliser cette opération sans amener de terre du sous-sol à la surface. S'il y a eu une forte infestation par les mineuses des feuilles, il convient également de détruire rapidement les résidus de culture après la récolte, afin d'empêcher l'éclosion de mineuses des feuilles se trouvant dans les résidus de culture. Toutefois, les résidus de culture ne représentent pas toujours un problème. En effet, si la lutte biologique a été réalisée correctement, il est possible qu'un nombre plus élevé de *Diglyphus* que de mineuses des feuilles éclosent dans les résidus de culture (voir cidessous).

Lutte non chimique:

L'hyménoptère parasite indigène, *Diglyphus isaea*, est le meilleur moyen de lutter contre la mineuse des feuilles, puisqu'il pond ses oeufs en abondance et qu'il vole activement à la recherche de larves de mineuses des feuilles pour y pondre ses oeufs. Les *Diglyphus* migrent naturellement dans les cultures s'ils ne sont pas pulvérisés. Il est important que les échantillonneurs puissent identifier ce parasitoïde.

Un système d'échantillonnage efficace dans le cadre de la lutte intégrée contre les parasites déterminera le rapport entre les *Diglyphus* et les mineuses des feuilles adultes. Si ce rapport est de un pour trois au moins (c'est-à-dire un *Diglyphus* adulte pour trois mineuses des feuilles adultes), la mineuse des feuilles est maîtrisée et il n'est pas nécessaire de prendre des mesures.

Au Kenya, *Diglyphus* est enregistré au PCPB en tant qu'agent de protection des cultures et il est élevé en masse localement. *Diglyphus* pond des oeufs à l'intérieur des larves de la mineuse des feuilles qui se trouvent dans la feuille. La larve de la mineuse des feuilles finit par mourir et *Diglyphus* se pupifie dans la feuille et l'adulte éclôt plus tard.

Des formations sur l'élevage en masse existent au Kenya et il est possible d'obtenir des conseils sur la manière de récolter le *Diglyphus* d'origine naturelle dans les résidus de cultures précédentes.

Diglyphus adulte

Utilisation de produits phytosanitaires:

La lutte chimique est très problématique parce que les larves sont endophytes (elles se développent à l'intérieur des feuilles et sont donc à l'abri des pesticides). Les pesticides réellement efficaces sont très rares et il est indispensable d'éviter les pesticides nuisant aux prédateurs naturels. Les traitements curatifs sont à programmer en fonction du seuil d'intervention. Les échantillonnages du champ doivent se faire principalement depuis la germination jusqu'au début de la récolte.

Méthodes d'observation:

Les mouches de cette espèce sont noires et jaunes ce qui les rend visibles lorsqu'elles virevoltent autour de la plante hôte et au dessus des feuilles. Elles se nourrissent des feuilles, laissant de petites marques arrondies qui se distinguent des oeufs pondus sur les feuilles par le fait que ces derniers ont des marques blanches de forme ovale. Eclosent les larves se nourrissent du tissu des feuilles en y creusant des galeries d'où l'appellation "mineuse des feuilles".

Les mineuses sortent des galeries pour puper dans le sol. Des cas de pupaison peuvent être observés sur les feuilles, mais dans la plupart des cas la larve en fin de stade se nymphose dans le sol. Ce comportement est souvent noté en condition sèche où la larve cherche un abri pour se metre à l'abri des conditions sèches de la surface des feuilles.

Les feuilles minées doivent être collectées dans des sacs en polyéthylène et transférées vers une presse le plus vite possible. Celles contenant des larves et conservées pour l'élevage doivent être mises de façon individuelle dans les sacs qui, une fois de retour au laboratoire doivent être directement mis sous pression en soufflant à l'intérieur avant de les fermer. Il faut veiller à ce que les pupes soient transférées dans des tubes individuels jusqu'à l'émergence des mouches adultes. Ces dernières doivent être conservées dans ces tubes en verre pendant au moins 24 h. Il faut éviter la condensation à l'intérieur du tube car la mouche, à l'émergence, risque de coller aux parois. La récolte d'adultes au champ est faite par capture à l'aide d'un filet.

L'emploi de pièges englués jaunes placés près de la plante cultivée est une méthode d'échantillonnage et d'estimation de l'infestation très efficace.

Cependant, il n'est pas conseillé d'utiliser ces pièges de routine pour le piégeage en masse de la mouche blanche car ils capturent aussi *Diglyphus* qui est un parasitoïde très efficace qui contrôle la mouche mineuse sans avoir besoin de pesticides, sauf en cas d'infestation très grave.

La mouche blanche préfère les surfaces horizontales aux surfaces verticales pour se poser et il est donc plus efficace de poser les piéges horizontalement.

Foreuse des gousses ou pyrale du haricot

Nom scientifique:

Maruca testulalis (*Maruca vitrata*)

Autres plantes hôtes:

Fabaceae, Cajanus cajan (pois cajun), *Phaseolus lunatus* (haricot de Lima)...

Symptômes et dégâts:

M. vitrata fait partie du groupe des lépidoptères foreurs de gousses. Il est très répandu dans les régions tropicales spécialement en Afrique de l'Ouest et de l'Est. D'autres ravageurs tels que *H. armigera* ou des diptères peuvent se trouver en même temps dans un champ. Les dégâts causés entrent dans un ensemble de dommages dont d'autres ravageurs sont responsables en même temps que *M. vitrata* mais ce dernier est considéré souvent comme un déprédateur majeur au sein du groupe (surtout en Inde mais moins au Kénya par exemple). Les pertes de rendement varient entre 33 et 83 % (Tanzanie) mais peuvent aller jusqu'à 60 %. Des trous circulaires sont pratiqués dans la corolle des fleurs par les chenilles; les gousses se déforment à cause des chenilles de plus grande taille qu'elles contiennent. Les dégâts causés se manifestent donc sous la forme de trous circulaires au niveau de la corolle des fleurs qui transforme les fleurs en une masse brunâtre dans les 24h.

Conditions favorables à l'infestation:

Chez ce lépidoptère nocturne pour lequel de fortes conditions hygrométriques sont nécessaires, le stade oeuf dure environ 3 jours à 24-27°C. La présence de fleurs au moment de l'hivernage permet aux quelques chenilles du premier stade, d'abord rassemblées en groupe de se disperser plus tard. Les jeunes chenilles se nourrissent des feuilles et des gousses pendant les 13 à 14 jours que dure les stades larvaires à 24-27°C. La nymphose dure environ une semaine. Les adultes sont inactifs pendant la journée et on peut les trouver au repos sur les feuilles inférieures du plant. On peut observer plusieurs générations par an (jusqu'à 7). L'alternance des périodes de floraison des différentes plantes hôtes selon un gradient Sud-Nord influence la migration de *M. vitrata* de la côte vers les savanes d'Afrique de l'Ouest. Durant cette migration, les populations trouvent des conditions favorables à leur reproduction sur différentes plantes cultivées ce qui a comme conséquence d'augmenter les populations à chaque nouvelle génération. Ainsi, on peut capturer jusqu'à 1500 adultes par nuit durant la saison de croissance grâce à des pièges lumineux avec des pics de capture de 5000 papillons par nuit au nord du Bénin.

Stades sensibles de la culture:

Phases de croissance végétative, de floraison et de fructification (de la nouaison à la récolte).

Lutte préventive:

Des études faites pendant 10 ans sur les rotations culturales au Kenya ont permis d'identifier l'association sorgho/pois comme celle qui minimise le plus les populations de mineuses. Il en est de même pour la succession maïs/pois. L'association la plus dommageable est une succession maïs/sorgho.

Lutte non-chimique:

L'introduction de variétés résistantes ou tolérantes ou de cultivars à floraison tardive offre une alternative à la lutte surtout lorsqu'on utilise des variétés de haricot en alternance avec des variétés de maïs (Tanzanie). Des essais d'introduction d'ennemis naturels ont été effectués (Mauritanie, 1950) et ont permis l'établissement de deux espèces: *Bracon cajani* et *Eiphosoma dentator* dans cette zone géographique.

Utilisation de produits phytosanitaires:

En lutte chimique préventive traiter chaque semaine à partir de la nouaison et pendant toute la période de récolte. La dépendance envers les produits chimiques pour le contrôle de ce ravageur diminue, partiellement en raison de phénomènes de résistance notamment au Nigeria avec une résistance à la cyperméthrine, au diméthoate et à l'endosulfan. C'est pourquoi, il est recommandé d'employer ceux-ci qu'en cas d'extrême nécessité et de préconiser des méthodes de lutte alternative. Cependant, les insecticides ont été largement utilisés par le passé (dans les années 90) par pulvérisations foliaires de cyperméthrine, endosulfan et monocrotophos, de beta-cyfluthrine et de deltaméthrine. Des insecticides tels que les extraits huileux de graines de neem (*Azadiracta indica*) permettent un contrôle parfois plus efficace que certains produits tels que le carbaryl ou la lambda-cyhalothrine avec une protection contre le troisième stade larvaire dans les deux jours après traitement.

Méthodes d'observation:

Le papillon adulte est une pyrale qui, au repos, garde ses ailes étalées et mesure environ 25 mm. Il peut être observé de jour au niveau du feuillage bas, mais le moyen le plus efficace demeure le piège lumineux. Les ailes de l'adulte sont brunes avec des marques blanches. La tête est brune. Les oeufs sont d'un blanc jaune, translucides et apparaissent comme de fines gouttelettes d'eau individuelles. La chrysalide mesure entre 11,5 et 2,5 mm. Les fleurs doivent être examinées à la recherche de trous circulaires faits par les chenilles et rechercher des signes de déformation au niveau des gousses

Espèces du genre *Mylabris*

Nom scientifique:

Mylabris spp.

Autres plantes hôtes:

Arachis hypogeae (arachide), *Sorghum* (sorgho),
Solanacées (tomates, piments...), Cucurbitacées (concombre)...

Symptômes et dégâts:

L'insecte adulte mesure entre 25 et 35 mm de long. Il est noirâtre avec des larges bandes transversales jaunes ou rougeâtres sur les élytres. L'extrémité des antennes est aussi jaune ou orangé. Il dévore les fleurs (ce qui conduit à l'avortement des gousses) et parfois, le limbe foliaire peut être perforé de larges trous. Comme ces espèces se manifestent en grand nombre, tout un champ peut se retrouver rapidement défolié.
Les coléoptères *Mylabris* ne sont pas des parasites courants dans les haricots fins kényans, mais ces informations sont incluses par souci d'exhaustivité, car les profils des parasites des cultures peuvent se voir modifiés et il est utile de pouvoir identifier des parasites potentiels.

Conditions favorables à l'infestation:

Elles se situent principalement en hivernage (à partir d'août, mais également en novembre et décembre au Sénégal). Les oeufs sont pondus en terre par groupes d'au moins une centaine et éclosent après 2 semaines. Les larves ont une vie souterraine et se nourrissent de sauteriaux. Les adultes émergent peu après la floraison des plants de haricot, se rassemblent au niveau des organes florifères et vivent 2 semaines.

Stades phénologiques sensibles de la culture:

Essentiellement le stade de floraison.

Lutte préventive:

Il est conseillé de surtout travailler son sol afin d'exposer les larves à la dessiccation ou à la mort par passage des outils et d'éviter qu'il ne soit trop humide en permanence en raison des pluies. Des rotations culturales sont aussi préconisées.

Lutte non chimique:

Il est possible de procéder à une récolte manuelle des insectes surtout si l'on dispose d'une main d'oeuvre abondante.

Lutte chimique:

Elle est, de façon générale, difficile à entreprendre car ces insectes font preuve d'un haut degré de résistance aux insecticides et exige de ce fait l'emploi de matières actives plus puissantes et de dosages élevés, ce qui est contre-indiqué sur des plants dont la production est destinée à la consommation.

Méthodes d'observation:

Les adultes peuvent être piégés à l'aide de bacs jaunes ou d'autres méthodes de capture tels que le morceau de tissu à la base du plant que l'on secoue et sur lequel tombe les coléoptères.

Araignées rouges ou tétranyques tisserants

Nom scientifique:

Tetranychus spp.

Autres plantes hôtes:

Gossypium (coton), *Citrus, Abelmoschus esculentus* (gombo), *Lycopersicon esculentum* (tomato), *Cucurbitaceae* (concombres), *Arachis hypogaea* (arachide), *Carica papaya* (papaye), *Citrullus lanatus* (pastèque), *Ipomoea batatas* (patate douce), *Solanum melongena* (aubergine), *Solanum tuberosum* (pomme de terre), cultures florales et mauvaises herbes.

Symptômes et dégâts:

A la face supérieure de la feuilles, on retrouve des tâches jaunâtres et sur celle inférieure, on peut observer des araignées qui apparaissent comme de petites boules rouges mobiles (0,5 mm). Quand elles sont nombreuses on aperçoit une très fine toile. Si l'attaque est importante, la plante pousse mal. Les feuilles sont déformées et peuvent tomber. L'infestation se manifeste par foyers, souvent à partir de cultures voisines très attaquées.

Conditions favorables à l'infestation:

Un temps chaud et sec favorise les piqûres de ce ravageur (au Sénégal, surtout de mars à août) contrairement aux fortes pluies qui réduisent rapidement les pullulations. Le développement des acariens rouges est très rapide surtout à haute température: environ 9 à 12 jours à 30°C.

Stades sensibles de la culture:

Avant la floraison et surtout de l'apparition des boutons floraux à la récolte.

Lutte préventive:

Si la lutte localisée contre les tétranyques n'est pas efficace, il est recommandé d'éviter de planter des haricots dans ou à proximité de champs qui ont précédemment subi de graves infestions par les tétranyques ou près d'arbres sensibles (papayer, etc.). Étant donné que les tétranyques se déplacent avec le vent, il est indispensable de veiller à ce que les jeunes pousses soient plantées dans la direction opposée du vent par rapport aux cultures plus anciennes infestées, dans le but de réduire au minimum la migration des tétranyques par le vent vers de nouvelles cultures. Il est également possible d'utiliser des brise-vent pour ralentir la migration.

Il faut aussi éviter un apport excessif d'engrais azoté et la plantation de la culture dans des champs fermés non aérés. Si l'infestation par les tétranyques a été considérable, il convient de récolter et de brûler les résidus de culture immédiatement après la récolte. Cependant, si l'on a eu recours à la lutte biologique, il est indispensable de vérifier les feuilles à la fin d'un cycle de culture avant de les détruire, car elle peuvent comporter plus de *Phytoseiulus* que de tétranyques et pourraient donc être utilisées pour transférer *Phytoseiulus* dans d'autres cultures. À cet effet, il importe d'utiliser une loupe, car les feuilles peuvent présenter de graves dégâts dus à l'alimentation des tétranyques, mais il peut simplement s'agir de dégâts anciens, puisque le nombre de tétranyques peut être faible si *Phytoseiulus* s'est développé dans cette culture. Le cultivateur peut même décider de laisser la culture en terre, voire d'arroser la culture, afin de permettre à la population de *Phytoseiulus* de se développer de telle sorte qu'elle soit largement prépondérante par rapport au nombre de tétranyques.

Une lutte contre les mauvaises herbes menée correctement permettra une pénétration plus efficace du produit pulvérisé jusqu'à la face inférieure des feuilles de la culture. De nombreuses mauvaises herbes peuvent abriter des tétranyques.

Enfin, l'irrigation par aspersion permet de limiter les dégâts.

Lutte non chimique:

L'acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis* a été utilisé avec succès pour lutter contre les tétranyques, tant dans les champs que dans les serres. Il est très spécifique puisqu'il se nourrit presque exclusivement de tétranyques. Si la population de proies est éliminée, *Phytoseiulus* quittera la culture pour partir à la recherche de tétranyques dans la zone environnante ou deviendra cannibale et s'attaquera à d'autres *Phytoseiulus. Phytoseiulus*, qui ne cause pas de dégâts sur la culture, est utilisé dans la plupart des pays du monde comme moyen commercial de lutte contre les tétranyques.

Phytoseiulus est un acarien prédateur qui se déplace bien plus rapidement sur les feuilles que les *tétranyques*. Son corps rouge a une forme de poire et une apparence brillante et il est légèrement plus grand que le tétranyque. *Phytoseiulus* est enregistré au Kenya par le PCPB en tant qu'agent de lutte biologique contre les tétranyques et il est élevé en masse pour sa commercialisation au Kenya.

À une température d'environ 18 °C, une femelle adulte *Phytoseiulus* pond entre 50 et 60 oeufs. Ceux-ci éclosent après cinq jours et le cycle de croissance dure 9 à 11 jours. Cette évolution de l'oeuf au stade adulte est deux fois plus rapide que chez les tétranyques, qui mettent approximativement 21 jours pour passer de l'oeuf au stade adulte à 18°C. Le prédateur peut vivre jusqu'à 26 jours.

Bien que les tétranyques puissent se reproduire très rapidement lorsque la température augmente, *Phytoseiulus* achève son cycle de croissance deux fois plus vite que les tétranyques, à la même température.

Le taux de multiplication quotidienne de *Phytoseiulus* est de 1,25 fois. La multiplication par génération est de 44 fois. À 20 °C, les populations de prédateurs se multiplient par 300 en 30 jours. À 26 °C, les populations de prédateurs se multiplient par 200 000 en 30 jours. En introduisant 30 000 *Phytoseiulus* par hectare dans les cultures extérieures, il est possible d'atteindre des quantités phénoménales et de contrôler aisément le développement des prédateurs.

Ce sont cette vitesse de reproduction et la morphologie de *Phytoseiulus* qui lui permet de se placer en dessous de la toile qui permettent à ce prédateur de lutter plus efficacement contre les tétranyques que les pesticides. Si le taux d'introduction de *Phytoseiulus* est adapté à la population de tétranyques présents dans le champ, il est possible de réduire les problèmes causés par les températures très élevées.

Par rapport aux pesticides, les acariens prédateurs ont l'avantage de se déplacer activement jusqu'en dessous des feuilles, à la recherche de tétranyques. Les tétranyques ne peuvent développer une résistance aux attaques des prédateurs. Si le cultivateur peut obtenir suffisamment de *Phytoseiulus* à un coût raisonnable, il est possible d'introduire assez d'acariens prédateurs pour «nettoyer » une culture et réduire le « statut de parasite » des tétranyques.

Types de produits à base de *Phytoseiulus:*

Les *Phytoseiulus* peuvent être fournis aux cultivateurs soit dans un flacon de vermiculite (particules d'argile expansée utilisées simplement comme support) ou sur des feuilles de haricots fraîchement cueillies. En réalité, les *Phytoseiulus* sont élevés sur des plantes de haricots, de telle sorte que les feuilles disposeront des *Phytoseiulus* à tous les stades de leur croissance (adultes, jeunes et oeufs). Une faible quantité de *tétranyques* peut également être présente sur les feuilles, mais elle ne pose pas de problème et elle peut être considérée comme le « casse-croûte » du *Phytoseiulus*! S'il n'a rien à manger, il a moins de chances de s'établir dans la culture. Il faut être extrêmement prudent lors du transport des *Phytoseiulus* vers la culture. Si le flacon contenant la vermiculite devient trop chaud, la vermiculite sèchera, voire déshydratera les *Phytoseiulus* présents dans le flacon, et ils mourront. Si de la condensation se forme dans le flacon, les *Phytoseiulus* contenus dans le flacon se noieront.

Les *Phytoseiulus* fournis sur une feuille de haricot fraîche devraient rester en vie tant que les feuilles sont empilées soigneusement les unes sur les autres en fines couches et qu'elles sont emballées dans du papier de soie. Les feuilles « anciennes » se reconnaissent facilement parce qu'elles se fragilisent et se déshydratent. Il est plus aisé de compter le nombre de *Phytoseiulus* sur une feuille de haricot que dans un flacon de vermiculite.

Ne stockez jamais les *Phytoseiulus*. Appliquez-les dès qu'ils arrivent à l'exploitation, après avoir vérifié que le programme de pulvérisation est compatible.

Établissement de *Phytoseiulus* dans une culture:

Stratégies d'introduction

N'introduisez **jamais** les *Phytoseiulus* dans une culture fortement infestée par les tétranyques. **Procédez toujours à une introduction prophylactique de *Phytoseiulus* à un stade précoce de la culture, que les échantillonnages révèlent ou non la présence de tétranyques dans la culture**.

Il est nécessaire de réaliser au moins deux applications séparées de deux à quatre semaines. Chaque application doit comprendre au minimum 15 000 *Phytoseiulus* par hectare.
Si vous adoptez un programme prophylactique, les applications de *Phytoseiulus* doivent commencer avant l'observation de tétranyques dans la culture. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de calculer le taux d'introduction de *Phytoseiulus* sur la base de la population totale de tétranyques dans la culture, car elle est probablement peu développée.
Vous devez simplement introduire au minimum 15 000 *Phytoseiulus* par hectare.

Cependant, vous devez uniquement évaluer les populations de tétranyques avant l'application des *Phytoseiulus* si:
l'introduction est réalisée **TARDIVEMENT** et que les tétranyques constituent déjà un problème (ce n'est pas l'idéal, car une grande quantité de *Phytoseiulus* sera nécessaire);

OU

les *Phytoseiulus* ne s'établissent pas (en raison d'une pulvérisation nuisible ou un manque de nourriture) et que vous souhaitez réintroduire les *Phytoseiulus* et devez donc connaître la quantité à appliquer. (Consulter la section sur les mesures correctives et sur la manière d'évaluer les populations totales présentes dans les champs)

Si le risque de développement des tétranyques est élevé (annonce d'un temps chaud ou culture florale présentant une faible tolérance aux dégâts causés par les parasites), il convient de modifier la stratégie d'introduction comme suit:

- réduire le délai entre les applications (séparées d'une à deux semaines);
- poursuivre les applications jusqu'à ce que l'échantillonnage révèle que le rapport est inférieur à un pour cinq (*Phytoseiulus* par rapport aux tétranyques). Si vous avez beaucoup de *Phytoseiulus*, essayer de ramener ce rapport à un pour un;

OU

- évaluer la population totale de tétranyques par hectare en prélevant un échantillon et calculer un taux d'introduction de *Phytoseiulus* qui garantit un rapport d'au moins un pour dix ou moins (en une seule application).

Guide pratique - méthodes d'application:

Les *Phytoseiulus* sont disponibles soit sous la forme d'un produit fraîchement récolté sur des feuilles, soit dans un flacon en plastique contenant de la vermiculite (cette matière, qui est inerte, facilite simplement l'application des *Phytoseiulus*).
Ne stockez jamais les *Phytoseiulus*; utilisez-les dès qu'ils arrivent à l'exploitation. Si vous devez les stocker, placez-les dans un réfrigérateur domestique à 5 °C pendant 24 heures au maximum.
Commandez seulement les *Phytoseiulus* lorsque vous êtes prêt à les appliquer, après en avoir planifié l' application, afin de vous assurer que vous n'avez pas effectué de pulvérisations nuisibles récemment et que vous n'avez pas l'intention de réaliser des pulvérisations nuisibles dans les deux semaines suivant l'application des *Phytoseiulus*. (Consulter les tableaux concernant la sensibilité aux pesticides dans l'annexe) Il est essentiel d'appliquer les prédateurs le plus uniformément possible. Si les prédateurs sont appliqués d'une manière non homogène dans une culture, les tétranyques présents sur des plantes situées entre celles qui ont reçu des *Phytoseiulus* ne seront pas protégées avant que les prédateurs aient mangé tous les tétranyques présents sur les plantes traitées au départ. Cela peut entraîner la formation de nids de tétranyques, qui seront plus difficiles à éliminer par des moyens biologiques.

La lutte biologique contre les araignées rouges peut s'étendre sur plusieurs semaines. Afin d'éviter tout dégât à la culture, le responsable doit veiller à ce que ce processus soit le plus rapide possible:

1. en incluant l'application des *Phytoseiulus* dans un programme prophylactique mis en oeuvre à un stade végétatif précoce (la stratégie minimale consiste à appliquer 15 000 *Phytoseiulus* par hectare durant la troisième semaine et de nouveau 15 000 *Phytoseiulus* durant la sixième semaine);
2. en répartissant les *Phytoseiulus* le plus uniformément possible (placer une feuille de transfert tous les mètres le long du rang de plantes afin que le surveillant puisse aisément vérifier la répartition) ;
3. en intégrant de petites quantités de tétranyques parmi les *Phytoseiulus* (ceux-ci iront sur la feuille de transfert) ;
4. si certains tétranyques sont déjà présents dans le champ, il convient de s'assurer que les *Phytoseiulus* sont appliqués sans faille dans les zones en question. Formez le personnel à reconnaître les dégâts causés par les tétranyques sur les feuilles. En plus d'appliquer le prédateur tous les mètres le long du rang, il est recommandé d'appliquer des *Phytoseiulus* supplémentaires dans ces zones;
5. en plaçant les feuilles comportant des *Phytoseiulus*, la face inférieure de la feuille de transfert orientée vers le sol, de façon à ce que les oeufs des *Phytoseiulus* ne sèchent pas au soleil;
6. en calant les feuilles de transfert entre les tiges des feuilles, assez bas dans le feuillage, de telle sorte qu'elle ne s'envolent pas avant que les *Phytoseiulus* n'aient quitté les feuilles de transfert pour se répandre dans la culture.

Mesure de la lutte biologique

Il est possible de mesurer la lutte biologique en contrôlant chaque semaine les échantillons de feuilles afin de déterminer le rapport entre les prédateurs et les parasites, exactement comme il est conseillé pour la mineuse des feuilles et *Diglyphus*.
De cette manière, en conservant les données hebdomadaires, l'exploitant peut mesurer l'évolution du rapport (entre les *Phytoseiulus* et les tétranyques) durant une certaine période et évaluer la réussite du programme de lutte biologique.
Le rapport entre les *Phytoseiulus* et les araignées rouges au moment de l'introduction des prédateurs et la température moyenne à ce moment-là influenceront le temps nécessaire aux *Phytoseiulus* pour éliminer les araignées rouges.
Si le rapport entre les *Phytoseiulus* et les araignées rouges est de un pour cinq cents, la lutte durera plus longtemps que si le rapport était de un pour cinquante ou même un pour cinq, ce qui est logique.
En supposant qu'une application prophylactique de *Phytoseiulus* a eu lieu précédemment dans la culture, avant la présence de tétranyques, il convient de recourir à la méthode d'échantillonnage suivante.
Après leur introduction, les *Phytoseiulus* chercheront activement des tétranyques. Par conséquent, **lorsque vous effectuez un contrôle, vérifiez uniquement les feuilles présentant des dégâts dus aux tétranyques**:
c'est à ces endroits que se trouvent les acariens et c'est donc là que se trouveront les *Phytoseiulus*.

Programmes de pulvérisation compatibles

Si l'on adopte un programme de lutte intégrée contre les parasites, toutes les pulvérisations prophylactiques contre les tétranyques doivent être supprimées immédiatement du programme. Les acaricides tueront les *Phytoseiulus*.
D'autres produits de pulvérisation, y compris les fongicides, tueront aussi quelques *Phytoseiulus*. Toutefois, l'échantillonnage indiquera si des introductions supplémentaires sont nécessaires pour compenser tout effet négatif du programme d'application de fongicides/pesticides. (Consulter l'annexe en ce qui concerne la sensibilité des *Phytoseiulus* aux pesticides) La réussite d'un programme de lutte intégrée contre les parasites nécessite:

- l'absence de résidus de pesticides nuisibles sur les feuilles provenant du précédant programme de pulvérisation. Remarque: Il NE s'agit PAS ici du délai avant la récolte.
- un programme de pulvérisation compatible après l'introduction de *Phytoseiulus*. N'oubliez pas que même un pesticide « sûr » est susceptible de tuer 25% des *Phytoseiulus*.

Prévoyez toujours l'introduction de *Phytoseiulus* APRÈS une pulvérisation, y compris de fongicides, car elle d'entraînera la mort de certains *Phytoseiulus*. N'appliquez **jamais** des *Phytoseiulus* juste avant une pulvérisation (laissez-leur une chance de survivre).

Dans un programme de lutte intégrée réussie contre les parasites, la culture elle-même constitue un excellent lieu de reproduction pour les insectes utiles. Il a été possible d'en produire quelque 100 millions dans un demi-hectare durant sept semaines, en introduisant des *Phytoseiulus* dans une culture fortement infestée vers la huitième semaine de végétation. Ces insectes peuvent être placés dans toute l'exploitation, afin d'introduire les *Phytoseiulus* dans les parcelles récentes.

Amblyseius californicus

Un autre acarien prédateur est enregistré au Kenya par le PCPB en tant qu'agent de lutte biologique contre les tétranyques. Les *Amblyseius* sont indigènes au Kenya et offrent l'avantage d'être généralement plus résistants aux pesticides que les *Phytoseiulus*. Par ailleurs, ils peuvent survivre plus longtemps sans la présence de tétranyques, puisqu'ils peuvent également se nourrir de pollen. En l'absence de tétranyques, les *Amblyseius* s'attaquent aux thrips très jeunes.

Utilisation de produits phytosanitaires:

Elle sera préventive ou curative, en phase végétative, de façon a débuter les récoltes avec des niveaux d'infestation très bas.
Les tétranyques posent les mêmes problèmes liés à l'emploi d'acaricides c'est à dire des phénomènes de résistance. Il existe un développement rapide de la résistance sur une nombre relativement petit de générations et une résistance croisée à d'autres acaricides. Dès lors, ces derniers doivent être choisis avec précaution et utilisés seulement lorsque cela est nécessaire. Une stratégie anti-résistance proposée par l'IRAC (Comité Internationale d'Action contre la Resistance) consiste à l'utilisation de matières actives appartenant à différentes familles chimiques dans le but de prolonger leur efficacité.

Méthodes d'observation:

Il est possible de détecter les tétranyques en observant les symptômes des feuilles, mais il est préférable de les localiser avec précision avant l'apparition des symptômes. Un échantillonnage régulier des feuilles est indispensable et il convient de les examiner à la loupe ou au microscope.
Les oeufs sont sphériques (0,15 mm de diamètre), translucides au départ, puis prennent une apparence de perles, parfois rosées. Les larves sont beiges et, au fur et à mesure qu'elles se nourrissent, deux taches noires apparaissent sur leur abdomen (d'où leur nom). Ces taches sont en réalité leurs intestins qui se remplissent de sève, qui est vert foncé lorsqu'elle est concentrée et qui devient finalement noire. Les deux taches peuvent n'en former plus qu'une si le tétranyque s'est nourri en excès.
Chaque stade larvaire comporte huit pattes. Dans la région équatorienne, au Kenya, les tétranyques n'entrent pas en diapause (hibernation) comme ils le font en Europe, où la saison de culture est interrompue par un hiver long et froid. Toutefois, ils peuvent présenter des symptômes similaires à la « diapause estivale » européenne et ils deviennent rouges s'ils subissent une quelconque contrainte. Cela se produit lorsque les tétranyques sont présents en masse sur une plante. Cette surpopulation fragilise la plante et la qualité nutritionnelle de la sève baisse, ce qui stresse les tétranyques, car il s'agit de leur seule source d'alimentation. Ils deviennent rouges parce qu'ils ralentissent leur développement en fonction de la qualité de la sève. Le pigment rouge dissuade les prédateurs potentiels à la recherche de nourriture et il est important de prendre cet élément en considération si le cultivateur utilise des moyens de lutte biologique contre ces parasites, étant donné que les *Phytoseiulus* peuvent ne pas être aussi efficaces en cas de prépondérance des araignées rouges. Dans ces circonstances, les tétranyques peuvent également migrer vers le sommet de la plante et sécréter un fil de soie pour s'y suspendre dans les courants d'air. Voilà comment ils migrent pour trouver d'autres plantes hôtes.

Chenille légionnaire

Nom scientifique:

Spodoptera exigua

Autres plantes hôtes:

Zea mays (maïs), *Gossypium* (coton), *Lycopersicon esculentum* (tomate), *Oryza sativa* (riz), *Pisum sativum* (pois), *Solanum tuberosum* (pomme de terre), *Solanum melongena* (aubergine)...

Symptômes et dégâts:

Les jeunes chenilles se nourrissent de la couche superficielle des feuilles et laissent souvent intacts l'épiderme et les grosses nervures. Les chenilles à un stade plus avancé font des trous irréguliers dans les feuilles et la chenilles à son complet développement dévore le feuillage complètement, ne laissant que les nervures principales.

Conditions favorables à l'infestation:

Les oeufs sont déposés durant la nuit sur la plante hôte à la surface inférieure des feuilles du bas Le développement larvaire en 6 stades est contrôlé par une combinaison de régime alimentaire et de conditions de température, les températures requises pour passer du stade oeuf à celui de chenille et de chrysalide sont respectivement de 13, 15 et 15°C. Ce développement prend entre 10 et 12 jours à 28°C mais peut durer 35 jours à 16°C. Les chenilles sont de couleur variable mais souvent vertes et mesurent entre 20 et 30 mm. Les adultes émergent la nuit et vivent entre 8 et 11 jours. Ce papillon est une espèce sub-tropicale et tropicale adaptée à la vie dans les régions chaudes du continent avec un optimum de température pour les chenilles de 28°C. Dans ces régions, on peut trouver 4 à 6 générations annuelles. Pour des températures plus basses, l'activité et le développement cessent et lorsqu'il y des périodes de refroidissement, tous les stades sont tués. *S. exigua* passent l'hiver dans les régions chaudes de la Méditerranée et d'Afrique.

Stades sensibles de la culture:

Tous les stades, du semis à la récolte avec une prédilection de la chenille pour la floraison, la fructification et le développement végétatif.

Lutte préventive:

Une technique de lutte consiste à exposer les chrysalides en surface afin qu'elles se dessèchent et meurent. Il est aussi conseillé de désherber afin de détruire tout abri potentiel pour ce ravageur.

Lutte non chimique:

L'importance des ennemis naturels a été démontrée avec une diversité d'arthropodes prédateurs (carabidés), de parasitoïdes (braconidés, ichneumonidés, trichogrammes...) et de pathogènes (espèces du genre *Bacillus*, virus...). Il existe une molécule appelée volicitine secrétée par les larves de *S. exigua* et qui, appliquée sur le feuillage endommagé (maïs) permet l'émission de composés volatils qui attirent les femelles du ravageurs ainsi qu'un parasitoïde *Cotesia marginiventris*. Des programmes d'amélioration de la résistance à *S. exigua* existent sur maïs où on a pu améliorer la dureté des feuilles et faire secréter les toxines de *B. thuringiensis* toxiques pour les larves.

Utilisation de produits phytosanitaires:

Surveiller le champ et traiter si nécessaire.

Méthodes d'observation:

La détection de ce ravageur est facilitée par la recherche des dégâts de nutrition causés par la chenille et par des pièges à phéromones ou lumineux.

Thrips

Noms scientifiques:

Frankliniella occidentalis, Megalurothrips sjostedti, Calliothrips impurus et *Sericothrips occipitalis*

Parasite à déclaration obligatoire dans l'UE:

Notez que *Thrips palmi* est un parasite à déclaration obligatoire deans l'UE et les observateurs doivent être formés pour identifier cette espèce. Il y a aussi quelques espèces de thrips prédatrices.

Autres plantes hôtes:

Zea mays (maïs), *Oryza sativa* (riz), *Arachis hypogeae* (arachide), *Gossypium hirsutum* (coton).

Symptômes et dégâts:

Les piqûres de Thrips provoquent des décolorations et des troubles métaboliques chez la plante qui s'affaiblit et flétrit.

Conditions favorables à l'infestation:

Le climat chaud (25-30°C) des pays tropicaux et sahéliens est bien adapté à ces ravageurs. De plus la présence de mauvaises herbes et de plantes hôtes secondaires est un facteur favorable à leur développement. Les deux espèces, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) et *Frankliniella occidentalis* (Pergande), ont pratiquement les mêmes exigences écologiques, cependant, sous conditions chaudes et sèches le deuxième prend le dessus.

Stades sensibles de la culture:

Du stade plantule à la floraison

Lutte préventive:

L'éradication de plantes hôtes secondaires susceptibles d'être des réservoirs de virus ou d'héberger les thrips est une mesure pratiquement inapplicable. Par contre, il peut être salutaire de labourer et de herser les champs après récolte afin de tuer les larves qui sont dans le sol et les adultes sur la végétation. On peut avancer la date de semis, modifier la densité de la plantation.

Lutte non chimique:

Au Kenya, les thrips ont avant tout une importance commerciale durant les saisons sèches, c'est-à-dire presque la moitié de l'année, et peuvent causer des pertes de plus de 20%. Les stratégies de lutte contre les thrips peuvent bénéficier des moyens complémentaires suivants:

- Dans de nombreuses cultures, il existe un modèle de l'activité des thrips dans les cultures. Dans certaines régions, l'on a observé que les thrips apparaissent sur l'extérieur des fleurs et sur la surface supérieure des feuilles entre 7h30 et 8h30 environ et entre 16h30 et 17h30. Il est possible de confirmer cela localement si l'échantillonnage a lieu toutes les demi heures à partir de 6h30. Les thrips agissent de la sorte pour des raisons sociales et en dehors de ces moments ils volent ou s'abritent à l'intérieur des fleurs ou sur la face inférieure des feuilles. Ils sont difficiles à tuer lorsqu'ils se cachent. C'est pourquoi il vaut mieux les pulvériser lorsqu'ils sont exposés, c'est-à-dire lorsqu'ils se trouvent sur la surface supérieure des feuilles ou sur l'extérieur des fleurs. On peut avoir recours à des insecticides de contact au lieu des composés organophosphorés systémiques qui semblent s'avérer plus nuisibles pour les agents qui traitent et l'environnement.
- Après de très fortes sécheresses, les thrips sont très assoiffés et les dégâts liés aux prélèvements alimentaires augmenteront sur la plante du fait qu'ils raclent l'humidité des feuilles et des pétales. Si, au cours de la sécheresse, une forte averse survient en fin d'après-midi, les thrips se placent souvent sur la surface des feuilles et des fleurs durant la soirée. Dans ce cas, le moment est bien choisi de les pulvériser, car un plus grand nombre de thrips seront tués.

- À condition que la profondeur de la couche arable soit adéquate, un labour en profondeur des parcelles fortement infestées par les thrips permet d'enterrer ceux qui se pupifient dans le sol. Ne labourez pas en profondeur si vous risquez d'amener de la terre du sous-sol à la surface, car cela réduirait les rendements ultérieurs.
- Il est possible d'utiliser des variétés tolérantes ou moins sensibles au thrips, mais cette pratique est souvent difficile à appliquer à cause du prix élevé des graines.
- On peut également recourir à des parasitoïdes et des prédateurs des thrips, y compris certains hyménoptères.
- *Amblyseius californicus* est enregistré au Kenya en tant qu'agent de lutte biologique contre les tétranyques, mais il mange également les plus jeunes thrips.
- D'autres prédateurs, comme *Orius*, sont très courants au Kenya et peuvent avoir un effet significatif sur les populations de thrips. Il est recommandé de former les échantillonneurs de manière à ce qu'ils puissent reconnaître ce prédateur naturel. Des systèmes de production en masse de ce prédateur naturel ont été mis au point et il est possible de suivre des formations sur les systèmes d'élevage en masse.

Orius adulte se nourrissant de jeunes larves de thrips

La plantation de tournesols et de maïs pour former des brise-vent accroît le nombre d'*Orius* dans la zone.

Utilisation des produits phytosanitaires:

Surveiller le champ et traiter si nécessaire.

Méthodes d'observation:

Les thrips ne sont pas facilement détectables en raison de leur petite taille, ce qui ne facilite pas non plus les mesures de quarantaine. Aussi bien les larves que les adultes se nourrissent de manière grégaire sur le feuillage d'abord le long des nervures. Les tiges sont attaquées surtout au niveau du bourgeon terminal et on peut aussi retrouver des individus au niveau des pétales. Les tâches de nutrition laissées par les parasites sont aussi un symptôme de leur présence.

Chenille arpenteuse

Nom scientifique:

Trichoplusia ni

Autres plantes hôtes:

Brassicaceae, Malvaceae, Cucurbitaceae, Solanaceae

Symptômes et dégâts:

Les chenilles commencent par se nourrir des feuilles, ce qui conduit à l'apparition de gros trous irréguliers à leur surface.

Conditions favorables à l'infestation:

Les adultes volent de nuit et la présence de résidus de culture leur permet de se reposer. La disponibilité en nutriments végétaux issus de différents hôtes leur permet de se nourrir.

Les oeufs sont déposés de façon individuelle sur les plants et il existe 5 stades larvaires suivant les conditions de température. La durée normale du stade larvaire est de 2 à 4 semaines et la nymphose 2 semaines.

Stades sensibles de la culture:

Tous les stades et plus particulièrement celui de croissance végétative.

Lutte préventive:

Les résidus de la culture de haricot de même que ceux d'une culture voisine potentiellement hôte de *T. ni* doit être détruits afin d'éviter des zones refuges pour le papillon.

Lutte non chimique:

Un grand nombre de microorganismes ont été isolés dans les champs comme agents de lutte biologique et des préparations de *B. thuringiensis* et de champignons sont commercialisées et appliquées sur les cultures. Il est possible aussi de réintroduire des insectes vecteurs de virus de *T. ni* mais cela stipule la possibilité de collecter les insectes morts attaqués par des virus, de les mixer, de les filtrer et d'ensuite pulvériser les particules virales dans le champ. Il existe au moins 68 espèces de parasitoïdes de *T. ni* avec une attention prometteuse pour les trichogrammes qui tuent les oeufs et empêchent ainsi les dégâts des larves. Parasitoïdes et prédateurs peuvent être introduits par des lâchers initiaux en petit nombre dans l'espoir qu'ils se multiplient. Un travail considérable dans l'évaluation des différents cultivars hôtes des larves de *T. ni* mais la résistance proprement dite n'a pas encore été exploitée comme un moyen de prévenir les pertes économiques.

Utilisation de produits phytosanitaires:

Surveiller les champs durant la phase végétative et traiter si nécessaire.

Méthodes d'observation:

Les méthodes de détection de *T. ni* varient avec le stade de développement de l'insecte. Comme la plupart des défoliateurs, les chenilles peuvent être échantillonnées en inspectant les feuilles en marchant dans le champ. Il faut cependant un minimum de connaissance de la distribution spatiale des caractéristiques du stade larvaire. Cet échantillonnage permettra de fixer le seuil d'intervention. Il est possible, par ailleurs, d'échantillonner les adultes grâce à des pièges à phéromones

Mouche du haricot

Nom scientifique:

Ophiomyia spencerella, O. phaseoli et O. centrosematis

Symptômes et dégâts:

Les mouches adultes sont plus actives en fin de soirée ou tôt le matin; elles pondent leurs oeufs dans les feuilles de jeunes plantes, près du pétiole. Les oeufs se transforment en petites larves blanches qui creusent un tunnel dans la feuille, au travers du pétiole et dans la tige. Elles traversent la tige et se pupifient à l'intérieur de celle-ci, près de la base de la plante. Les mouches adultes émergent des pupes dans la tige. Les galeries dans la tige causent la mort des jeunes plants et une infestation précoce conduit souvent à une perte complète de la culture.

Conditions propices à l'infestation:

Les jeunes plantes sont les plus vulnérables et le sont plus particulièrement par temps sec, lorsque les besoins en eau des plantes sont plus importants et que les dégâts causés à la tige réduisent la quantité d'eau dans la plante. Les plantes situées sur le bord extérieur d'une plantation sont plus exposées aux attaques de la mouche des haricots. Les larves de la mouche des haricots qui se nourrissent dans la tige principale entraîne le jaunissement des plantes infectées et un retard de leur croissance. La tige s'épaissit souvent et se fend à la base dans le sens de la longueur et les plantes touchées meurent habituellement. Les jeunes plantes sont les plus sensibles, bien que les plantes plus anciennes puissent également être infectées. Les plantations tardives sont généralement plus sensibles. Au Kenya, les dégâts sont surtout graves en décembre et janvier mais peuvent aussi être un problème durant les premiers jours ensoleillés après une période pluvieuse.

Stades de croissance sensibles:

Stade plantules

Lutte préventive:

Il est plus aisé de lutter contre ce parasite de manière préventive en appliquant un insecticide sur les graines. L'élimination des feuilles portant des marques de ponte d'oeufs permet de réduire le nombre de larves produites et donc de faire baisser le nombre d'adultes pouvant pondre des oeufs, qui, autrement, seraient apparus dans la tige, lors de la deuxième génération.

Les plantes qui ont succombé à une attaque par la mouche des haricots doivent être éliminées soigneusement de la plantation, afin que les mouches n'éclosent pas et n'infectent pas à nouveau la culture. Cette opération est fondamentale si le cultivateur replante une partie de sa culture à cause d'une attaque par les mouches des haricots, puisqu'il fournit davantage de plantes se trouvant au stade le plus vulnérable (plantules) au moment où la deuxième génération éclôt à partir de la première plantation. Il ne suffit pas de jeter les plantes et de les laisser sécher sur le côté de la culture, car les mouches des haricots peuvent encore éclore dans un tige séchée. Il est recommandé d'utiliser les plantes plus anciennes comme fourrage pour les animaux (si elles ne contiennent pas de résidus de pesticides) ou de les enterrer. Si les plantes sont conservées dans un sac en plastique et exposées à la chaleur pendant quelques semaines, les mouches qui éclosent dans les tiges devraient êtres tuées.

Parfois, le buttage des plantes infestées autour du site où l'on a observé les pupes de mouches des haricots permet de réduire le nombre de mouches adultes qui éclosent, étant donné qu'elles sont enfermées dans les buttes de terre.

Lutte non chimique:

Il existe des prédateurs et parasitoïdes naturels pour lutter contre la mouche des haricots, mais ils ne sont pas élevés en masse.

Utilisation de produits phytosanitaires:

Consulter l'annexe en ce qui concerne les pesticides dont l'utilisation est approuvée par le PCPB en vue de la lutte contre la mouche des haricots fins du Kenya. Le traitement des graines constitue la meilleure méthode de lutte. S'il s'avère trop cher, il est possible de réaliser des économies en traitant simplement les graines durant les périodes de l'année où l'ont attend le plus grand nombre de mouches des haricots.

Méthodes d'observation:

Il convient de surveiller attentivement les cultures récemment plantées afin de détecter des signes indiquant la ponte d'oeufs sur les feuilles. Les plantes flétries et en retard de croissance indiqueront également la présence de mouches des haricots. En effet, ces plantes abritent la génération suivante - plus importante - de mouches des haricots et il y a lieu de prendre rapidement des mesures.

Mouche des semis

Nom scientifique:

Delia platura

Autres plantes hôtes:

Haricots *Phaseaolus* (surtout les haricots grimpants), chou, oignon, pois, pomme de terre, radis, chou-fleur et tournesol.

Symptômes et dégâts:

Les larves se nourrissent sur les graines en germination, en les évidant souvent complètement. Les plantules risquent de ne pas pousser ou d'être très retardées. Des trous apparaissent dans la plantation. Les larves se nourrissent pendant une à trois semaines, puis se pupifient près de la surface du sol. Les mouches adultes éclosent dans le sol. Les femelles pondent environ 50 oeufs chacune.

Conditions favorables à l'infestation:

La mouche adulte pond ses oeufs dans le sol, près des plantules en germination. Les zones du champ qui contiennent davantage de matières organiques ou dans lesquelles l'eau stagne et le sol est donc plus humide attirent davantage la mouche des semis. Les plantes situées sur le bord extérieur d'une plantation sont plus exposées aux attaques de la mouche des semis.

Stades sensibles de la culture:

Plantules en germination.

Lutte preventive:

Il est plus aisé de lutter de manière préventive contre ce parasite en appliquant un insecticide sur les graines.

Lutte non chimique:

Il n'existe pas de prédateurs naturels élevés en masse pour lutter contre ce parasite. La vérification des plantes qui ne germent pas et l'élimination des graines abîmées et des larves empêchent le développement de cinquante mouches de plus par graine éliminée.

Lutte à l'aide de pesticides:

Le traitement des graines constitue la meilleure méthode de lutte. S'il s'avère trop cher, il est possible de réaliser des économies en traitant simplement les graines durant les périodes de l'année où l'ont attend le plus grand nombre de mouches des semis.

Méthodes de surveillance:

Les mouches des semis sont facilement détectées si l'on examine les zones dans lesquelles les plantes n'ont pas poussé. Les graines abîmées contiennent une larve blanche.

Nématodes à galles

Nom scientifique:

Meloidogyne spp.

Autres plantes hôtes:

Arachis hypogaea (arachide), *Musa* (banane), *Oryza sativa* (riz), *Solanum tuberosum* (pomme de terre), *Lycopersicon esculentum* (tomate); presque toutes les cultures maraîchères à l'exception de l'oignon, la menthe, le fraisier, l'ail et le poireau.

Symptômes et dégâts:

Les larves pénètrent dans les racines et se fixent à proximité de la zone vasculaire, provoquant des renflements ou galles. La forme, la taille et l'aspect des galles varient avec leur âge, leur nombre, la plante hôte, l'importance de l'attaque, l'espèce de *Meloidogyne* en cause, et les conditions du milieu. En cas de forte infestation, les racines peuvent être réduites à l'état de moignons boursouflés. La réduction du système racinaire et les troubles du métabolisme consécutifs à la présence des *Meloidogyne* se traduisent par un mauvais développement des plantes et une baisse progressive des rendements. Les *Meloidogyne* en blessant les racines, facilitent aussi la pénétration de micro-organismes phytopathogènes (*Pythium, Fusarium, Rhizoctonia*). L'on confond souvent le nématode des racines avec la nodulation normale de légumineuses par les bactéries *Rhizobium* fixatrices d'azote. Les nodules formés par les *Rhizobium* sont ronds et attachés à l'extérieur de la racine, tandis que celui du nématode des racines est un gonflement à l'intérieur de la racine même. L'intérieur des nodules formés par les *Rhizobium* est souvent rose s'ils fixent activement l'azote.

Conditions favorables à l'infestation:

La durée de vie d'une génération d'espèces du genre *Meloidogyne* est fortement influencée par la température. A de très hautes températures (plus de 29°C), le cycle prend approximativement 3 semaines mais pour de basses températures, il peut aller jusqu'à 3 mois. Les périodes de risque s'étendent sur toute l'année mais surtout en période chaude, avec des températures cardinales de 14°C-28°C-32°C). Une irrigation saturante favorise la dissémination des nématodes à galles.

Stades sensibles de la culture:

De la levée à la floraison

Lutte préventive:

Il faut travailler le sol et surtout bien retirer les résidus de culture infectés de la saison précédente. Cultiver haricot sur haricot ou faire se succéder des cultures ayant cet ennemi commun est aussi à éviter. Les niveaux d'infestation peuvent être réduits en inondant le sol pour asphyxier les larves et les adultes, par l'utilisation de jachères nues ou cultivées pendant la saison sèche ou en appliquant une bonne rotation des cultures. L'infestation peut être réduite en appliquant de la matière organique bien décomposée dans la ligne de semis. Il est recommandé d'arracher et de détruire les plants de haricot après les récoltes. Les brise vent pouvant être hôte (*Euphorbia, Prosopis*) et l'association avec d'autres plantes hôtes à cycle différents (papayer, etc.) sont à éviter.

Lutte non chimique:

Quelques agents de lutte biologique sont en cours de développement au Kenya (*Pasteuria, Pochonia*) et l'enregistrement de biopesticides importés destinés à la lutte contre les nématodes est en cours. Lorsque les enregistrements seront approuvés au Kenya, il conviendra de prendre contact avec le PCPB pour obtenir de plus amples renseignements.

Les nématodes de racines (*Meloidogyne incognita*) peuvent devenir problématiques si les cultures qui poussent sur ce sol et qui sont des hôtes de ces nématodes (gombo, haricots, piments, etc.) et les cultures non hôtes (crucifères et maïs miniature) ne sont pas équilibrées dans le programme de plantation.

L'estragon du Mexique, utilisé comme culture piège pour les nématodes des racines, constitue une tête de rotation utile en cas de nombre élevé de cultures sensibles aux nématodes des racines sur ce sol. Les nématodes des racines pénètrent dans les racines des soucis, mais en réalité, ils ne terminent pas leur cycle de croissance. Les soucis agissent donc comme une éponge, en absorbant les nématodes des racines présents dans le sol. Néanmoins, ils n'attirent que les nématodes qui ont éclos et ne tuent pas les dépôts d'oeufs qui ont pu être déplacés lors du retrait de la précédente culture infestée.

Il convient de vérifier les taux relatifs de nématodes des racines par parcelle afin d'identifier les parcelles qui présentent des taux élevés de nématodes des racines et d'appliquer un traitement adéquat et opportun. Il y a lieu de planter des cultures non hôtes ou d'accorder la priorité à d'autres opérations de culture dans ces parcelles (voir ci-dessous).

- Les échantillonnages peuvent faire l'objet d'une formation afin de garantir l'utilisation de procédures correctes pour la collecte d'échantillons de sol destinés à évaluer les taux de nématodes des racines dans les champs.
- Si les échantillons prélevés dans le sol sont trop secs ou ne sont pas stockés correctement avant leur envoi au laboratoire en vue de l'évaluation des taux de nématodes des racines, des informations erronées peuvent être fournies à propos des taux de nématodes des racines dans le sol. Cela est dû au fait que pour pouvoir extraire les nématodes de l'échantillon de sol, ceux-ci doivent être vivants pour sortir de la terre et se diriger vers l'eau. Les nématodes présents dans l'eau sont alors comptés et identifiés. Si l'on fait pousser les haricots dans un climat chaud et que les cultures sont très éloignées des laboratoires, il peut être utile de former le personnel à des méthodes d'extraction simples, afin que l'on puisse envoyer pour analyse de l'eau contenant des nématodes au lieu d'échantillons de sol. Cela permettrait d'obtenir des données plus précises et de réduire les coûts, car le laboratoire ne devrait pas effectuer l'extraction.
- Sur les parcelles présentant des taux élevés de nématodes des racines, il est suggéré de planter (plein champ) des estragons du Mexique à raison de 8 à 10 kilos de graines par hectare. Si l'eau constitue un facteur contraignant pour les cultures, l'on pourrait prévoir pour ces champs à haut risque de retirer la culture avant les périodes de pluies attendues, afin que les précipitations facilitent l'établissement de la culture piège du souci.
- Il est important de reconnaître que les mauvaises herbes, en particulier «*MacDonald's Eye*» ou «galinsoga à petites fleurs» (*Galinsoga parviflora*), sont des hôtes des nématodes des racines. Afin d'optimaliser les avantages du souci, la plantation de celui-ci doit être dépourvue de mauvaises herbes pendant au moins six semaines, ce qui représente la période nécessaire pour conserver un maximum d'avantages de la culture piège attirant les nématodes.
- Après six semaines de culture, le souci n'apporte pas d'avantages supplémentaires. Cette période de six semaines est la «période de croissance» (à partir de la germination et non à partir de la plantation).
- Il est possible d'éliminer les nématodes des racines par le dessèchement du sol à l'aide d'opérations de disquage, après le retrait de la culture infestée. Une partie des dépôts d'oeufs de nématodes des racines, qui étaient restées dans le sol après le retrait de la culture, seront tués par dessèchement.

- Les dépôts d'oeufs restants, qui survivent au processus dedessèchement, écloront si le sol est irrigué. Étant donné que les nématodes des racines sont des parasites obligatoires (ils ne peuvent pas survivre en l'absence de l'hôte), il est possible réduire davantage les taux de nématodes des racines dans le champ en veillant à l'absence de mauvaises herbes durant deux semaines à partir de l'éclosion des oeufs. Après le processus de dessèchement, les oeufs qui éclosent à la suite d'une irrigation (ou de précipitations) produiront des nématodes cherchant un hôte. S'ils ne trouvent pas d'hôte dans une période d'environ deux semaines, ils meurent.

Les échantillonnages sont profitables si l'on parvient à établir la distinction entre les nématodes des racines et les nodules sains formés par les *Rhizobium* sur les racines de légumes. Les nodules formés par les *Rhizobium* sont des gonflements se produisant à l'extérieur de la racine (parfois rosés). Les dépôts d'oeufs de nématodes des racines sont des gonflements se produisant à l'intérieur de la racine.

Nématode à galles

Nodules de *Rhizobium*

Utilisation de produits phytosanitaires:

Elle se fera en plein ou en localisé à la préparation du terrain ou une dizaine de jours après le semis en localisé.

Nématodes endoparasites migrateurs

Nom scientifique:

Pratylenchus spp. dont *P. brachyurus*

Autres plantes hôtes:

Poaceae, Solanaceae (tomate), *Cucurbitaceae, Arachis hypogeae* (arachide), *Zea mays* (maïs)...

Symptômes et dégâts:

Il s'agit d'un arrêt de croissance des plants, une diminution de leur vigueur, des nécroses et des chloroses foliaires, une défoliation, des nécroses brunes, rougeâtres ou noirâtres au niveau des racines et une baisse de rendement.

Conditions favorables à l'infestation:

Les espèces du genre *Pratylendus* sont des parasites internes à capacité migratoire. Tous les stades larvaires peuvent envahir les racines et elles peuvent aller de racines à racines. La plupart des espèces se reproduisent par parthénogenèse. Celle-ci est plus rapide à de hautes températures (27-32°C) avec un optimum à 26°C. Le taux de développement et le cycle dépendent de la plante hôte et des conditions environnementales et plus particulièrement de la température du sol qui est optimale pour les oeufs à 35°C. La période pour faire une génération varie de 14 semaines à 15 °C à 4 semaines à 30°C. Une température de 20°C est nécessaire pour à la fois le développement des racines et du parasite.
La pluie semble ne pas avoir d'effet sur ces espèces, mais on a constaté un accroissement de leur développement durant la saison pluvieuse mais

les dommages causés augmente avec la diminution de l'humidité. Ces ravageurs peuvent survivre plusieurs mois (jusqu'à 22 mois en Côte d'Ivoire) sans la présence de la plante hôte. Ils survivent à des expositions à de hautes températures du sol. En serre, ces espèces survivent 35 jours dans un sol très sec et ayant une température de 43°C et la survie est favorisée par la conservation des débris racinaires. La présence de certains champignons tels que *Rhizoctonia solani, Pythium, Phytophtora, Ralstonia solanacearum, Fusarium, Penicillium* et la symphile *Hanseniella ivorensis* favorise leur installation et leur développement. Une irrigation saturante favorise par ailleurs leur dissémination.

Stades sensibles de la culture:

De la levée à la floraison

Lutte préventive:

Les résidus de culture, surtout ceux de plantes attaquées doivent être retirés avec soin du champ dès la fin des récoltes et la terre doit rester humide car le parasite survit bien à la dessiccation. La rotation culturale n'est pas vraiment efficace dans le cadre d'une lutte préventive contre ce ravageur en raison de la grande diversité d'hôtes. Il est cependant possible de planter à côté de la culture des espèces végétales non-hôtes (Côte d'Ivoire). On constate par ailleurs, au Nigeria, que les populations de nématodes augmentent avec la fumure azotée N, P, K sur une monoculture. Donc, il convient de la réduire. Les amendements au sol (matière organique bien décomposée) semblent réduire les populations.
Essayer de maintenir le pH du sol autour de 5,5-6 est une méthode peu coûteuse recommandée pour le contrôle par l'application de nématicides coûteux (petites exploitations).

Lutte non chimique:

Le degré d'infestation d'un sol peut être réduit par la submersion des terrains irrigables qui tue par asphyxie les larves et les adultes des nématodes, par la jachère nue ou travaillée en saison sèche, ou par une rotation appropriée. Des parasites fongiques tels que *Catenaria vermicola*, et *Pasteuria penetrans* et *thornei* peuvent potentiellement être des agents de lutte biologique efficaces. Cultiver des variétés résistantes semble être le moyen le plus économique et le plus efficace de contrôler ces nématodes au champ (ananas, pomme de terre...).

Utilisation de produits phytosanitaires:

Elle se fera en plein ou en localisé à la préparation du terrain ou une dizaine de jours après le semis en localisé.

Méthodes d'observation:

Les plants attaqués peuvent manifester une faible croissance, de même qu'une chlorose et une défoliation. On retrouve dans le champ des zones de plants affectés. La présence de lésions racinaires témoignent de la présence du nématode. De telles plantes doivent être retirées précautionneusement pour un examen des lésions. Pour une détermination plus poussée, un examen détaillé de la morphologie des nématodes extraits des racines ou d'une autre partie de la plante attaquée.

Annexe 10: Identification des principaux ravageurs et maladies

Crédits photographiques: Gilles Delhove, David B. Langston, University of Georgia, Bugwood.org

Fungi

Colletotrichum lindemuthianum (Gloeosporium) (Anthrachnose)

Symptômes sur gousse

Fusarium solani f. sp. *Phaseoli* (fusariose du collet)

Déssèchement d'une plante

Macrophomina phaseolina (nécrose des tiges)

Nécrose sur tiges

Pythium spp. (pourridié pythien)

Pourriture sur gousses

Rhizoctonia solani (rhizoctone brun)

Chancres rougeâtres et déprimés au niveau du collet. Nécrose sèche du pivot et des radicelles

Sclerotinia rolsfii (Corticum rolsfii) (pourriture du collet)

Flétrissement de plants

Mycelium et sclérotes sphériques blancs devenant beige

Isariopsis griseola (Phaeoisariopsis griseola) (maladie des taches angulaires des feuilles)

Taches sur feuille

Uromyces appendiculatus (rouille)

Taches sur feuille

Maladie bactérienne

Pseudomonas syringae pv. *phaseolicola* (graisse du haricot)

Sympômes sur jeunes feuilles

Hemiptera: Aphididae (Pucerons)	*Diptera: Agromyzidae*
Aphis craccivora	*Liriomyza* spp. (mineuse des feuilles)
Aphis craccivora sur une feuille	Galeries sur une feuille

Thysanoptera (Thrips)	*Homoptera: Aleyrodidae*
Plusieurs espèces	*Bemesia tabaci* (mouche blanche)
Dégâts sur feuille	Adultes de *Bemesia tabaci* à la face inférieure d'une feuille

Lepidoptera: *Noctuidae*

Helicoverpa (Heliothis) armigera

Gousses perforées

Chrysalide de *H. armigera*

Chenille de *Helicoverpa armigera*

Nématodes

Meloidogyne spp. (nématodes à galles)

Galles sur le système racinaire

Faible croissance de plants attaqués

ITINÉRAIRES TECHNIQUES

Ananas Cayenne (*Ananas comosus*)
Ananas MD2 (*Ananas comosus*)
Avocat (*Persea americana*)
Fruit de la passion (*Passiflora edulis*)
Gombo (*Abelmoschus esculentus*)
Haricot vert (*Phaseolus vulgaris*)
Mangue (*Mangifera indica*)
Papaye (*Carica papaya*)
Pois (*Pisum sativum*)
Tomate cerise (*Lycopersicon esculentum*)

GUIDES DE BONNES PRATIQUES PHYTOSANITAIRES

Ail, oignons, échalotes (*Allium sativum, Allium cepa, Allium ascalonicum*)
Amarante (*Amaranthus* spp.)
Ananas bio (*Ananas comosus*)
Aubergine (*Solanum melongena*, *Solanum aethiopicum*, *Solanum macrocarpon)*
Avocat bio (*Persea americana*)
Banane (*Musa* spp. – banane plantain (*matoke*), banane pomme, banane violette, mini banane et autres bananes dites ethniques)
Citrus (*Citrus* sp.)
Cocotier (*Cocus nucifera*)
Concombre (*Cucumis sativus*), la courgette et le pâtisson (*Cucurbita pepo*) et les autres cucurbitacées à peau comestible des genres *Momordica, Benincasa, Luffa, Lagenaria, Trichosanthes, Sechium et Coccinia*
Gingembre (*Zingiber officinale*)
Goyave (*Psidium catteyanum*)
Igname (*Dioscorea* spp.)
Laitue (*Lactuca sativa*), épinard (*Spinacia oleracea* et *Basella alba*), brassicacées (*Brassica* spp.)
Litchi (*Litchi chinensis*)
Mangue bio (*Mangifera indica*)
Manioc (*Manihot esculenta*)
Melon (*Cucumis melo*)
Mini pak choï (*Brassica campestris* var. *chinensis*), mini choux-fleurs (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), mini brocoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), choux pommé (*Brassica oleracea* var. *capitata* et var. *sabauda*)
Mini carotte (*Daucus carota*)
Mini maïs et maïs doux (*Zea mayis*)
Mini poireau (*Allium porrum*)
Papaye bio (*Carica papaya*)
Pastèque (*Citrullus lanatus*) et doubeurre (*Cucurbita moschata*)
Patate douce (*Ipomea batatas*)
Piments (*Capsicum frutescens, Capsicum annuum, Capsicum chinense*) et poivron (*Capsicum annuum*)
Pomme de terre (*Solanum tuberosum*)
Tamarillo (*Solanum betaceum*)
Taro (*Colocasia esculenta*) et macabo (*Xanthosoma sagittifolium*)

PIP
POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE
DU SECTEUR FRUITS ET LEGUMES ACP

Imprimé sur du papier certifié FSC, à l'aide d'encres écologiques sans solvant.