



A LA DECOUVERTE DU CACAO

Un Guide pour la formation des facilitateurs

Compilé et édité

par

Janny G. M. Vos, Barbara J. Ritchie et Julie Flood



Déclaration des droits d'auteurs

Ce manuel introductif est disponible en français et bien d'autres langues. Il peut être gratuitement copié et distribué sur une base non-commerciale, pourvu que la source soit clairement reconnue.

Novembre 2003



CABI *Bioscience*

UK Centre

Bakeham Lane, Egham, Surrey TW20 9TY, UK

Tel: +44 (0)1491 829080 Fax: +44 (0)1491 829100

<http://www.CABI-Bioscience.org>

<http://www.CABI-Commodities.org>

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	iii
PREAMBULE	v
Contacts	v
Remerciements	v
Lectures supplémentaires	vi
Glossaire des termes techniques	vii
PREMIERE PARTIE – INTRODUCTION GENERALE	1
INTRODUCTION AU CACAOYER	2
Le cacao	2
La production du cacao	3
Les contraintes liées à la production du cacao	3
CULTURE DURABLE DE CACAO	3
Culture d'une plante saine	4
Culture et réhabilitation du cacaoyer	4
Gestion post-récolte	9
Production économique du cacao	9
DEUXIEME PARTIE – FICHES DE DONNEES SUR LES PARASITES	11
La pourriture brune des cabosses – <i>Phytophthora</i> Spp	12
Les foreurs de cabosses de cacao – <i>Conopomorpha cramerella</i>	18
Le virus de l'œdème des pousses– CSSV	22
La moliniose – <i>Crinipellis roreri</i>	26
Les mirides (Capsides)	30
Les guis – parasites de cacaoyer	36
Les foreurs de tige de cacaoyer	38
Les termites ou fourmis blanches	42
Le VSD (Vascular Streak Dieback) – <i>Oncobasidium theobromae</i>	46
Le balai de la sorcière – <i>Crinipellis pernicioso</i>	50
TROISIEME PARTIE – EXERCICES DE DECOUVERTE	55
Exercice 1: Evaluation de la production du cacao	56
Exercice 2: Suivi des cacaoyères	58
Exercice 3: Analyse de l'Agro-Ecosystème (AAES) dans la cacaoculture	60
Exercice 4: Greffage des gourmands sur arbres adultes	64
Exercice 5: Techniques d'émondage de cacaoyers (pour des cacaoyers de plus de 5 ans)	66
Exercice 6: Impact de l'ombrage sur l'humidité dans une cacaoyère	70
Exercice 7: Préparation du compost	74
Exercice 8: Impact de la fertilisation	78
Exercice 9: Zoo d'insectes de cacao – Observation de la lutte biologique	80
Exercice 10: Zoo d'insectes de cacao – Développement des symptômes	82
Exercice 11: Zoo d'insectes de cacao – Observation des cycles de vie	84
Exercice 12: Zoo de maladies – Etude d'infections	86
Exercice 13: Zoo de maladies – Développement des symptômes	88
Exercice 14: Rôle du sol dans la propagation des maladies	90
Exercice 15: Propagation des virus par les insectes	92

Exercice 16: Exercice de pulvérisation de la teinture	94
Exercice 17: Spécificité des pesticides	96
Exercice 18: Jeu de déploiement de la résistance à la maladie	98
Exercice 19: Sketch sur la résistance aux pesticides	100
Exercice 20: Mesures sur le terrain	104
Exercice 21: Analyse économique de la cacaoculture	106
Exercice 22: Brigade d'eau	110

PREAMBULE

L'approche participative a pour objectif de doter les agriculteurs de la capacité de prendre leurs propres décisions sur la gestion de leur cacaoyère. Cette capacité est basée sur une meilleure compréhension de l'agro-écologie de leurs plantations selon leurs circonstances et priorités. Les approches participatives facilitent non seulement un processus d'apprentissage actif, mais aussi une prise de décisions parfaite par les communautés de planteurs.

Un système de gestion Intégrée de récolte ou le système de lutte intégrée contre les parasites¹ ne saurait être un programme prescriptif isolé. Il revient au planteur d'examiner toutes les possibilités dont il dispose et de prendre des décisions par rapport aux mesures en connaissance de cause. Compte tenu de la variation des situations d'un planteur à l'autre, le type des mesures de lutte contre les parasites qu'ils prennent pourraient varier d'une région à l'autre, et souvent d'une plantation à l'autre.

La réussite d'un programme participatif de lutte intégrée contre les parasites ouvert aux planteurs dépend :

- D'une bonne connaissance par les planteurs de l'agro-écosystème et son rapport avec les parasites du cacao;
- D'une approche pratique de l'utilisation des systèmes de culture pour lutter de façon optimale et durable contre les parasites ;
- De la volonté et la capacité des planteurs et des systèmes d'appui (vulgarisateurs, chercheurs, autres) à expérimenter, à modifier et à innover ;
- Des approches participatives de formation dans les services de vulgarisation du cacao ;
- La promotion des méthodes de gestion de cacao rentables et qui respectent l'environnement.

Ce manuel introductif a pour objectif de fournir des informations de base sur les options disponibles pour une production de cacao qui respecte l'écologie. Il s'adresse aux agents de vulgarisation agricole, aux groupements de planteurs, aux étudiants d'université et à toute autre personne impliquée dans le programme intégré de lutte contre les parasites. Il fournit des informations techniques illustrées sur les principaux parasites du cacao, des exercices d'apprentissage et de découverte des expériences de terrain.

Le manuel est divisé en trois parties principales. La première partie donne une introduction générale sur le cacao. La deuxième partie décrit le cadre technique relatif à la biologie et la lutte contre certains principaux parasites. La troisième partie présente un ensemble d'exercices destinés aux planteurs dont la plupart ont été testés sur le terrain.

Un manuel introductif comme celui-ci est d'actualité, mais n'a pas la prétention d'être complet. Les parasites décrits ont été sélectionnés sur la base de leur impact régional ou mondial sur la production du cacao. Les protocoles d'exercices devraient être considérés comme des canevas et sources d'inspiration et non comme des instructions strictes. Ils peuvent être et doivent être adaptés aux conditions locales, selon le matériel disponible, les problèmes de parasite qui prévalent, les connaissances locales et l'expérience au sein de la communauté de planteurs.

CONTACTS

Pour plus d'information, d'additions et de mises à jour, contacter:

Janny Vos (j.vos@cabi.org) et/ou Barbara Ritchie (b.ritchie@cabi.org) CABI Bioscience

<http://www.cabi-Bioscience.org>

<http://www.cabi-bioscience.org/html/fptr.htm>

<http://www.cabi-commodities.org>

REMERCIEMENTS

Ce manuel introductif s'inspire profondément des ressources existantes telles que:

1. Crop Protection Compendium, CAB International, CD-ROM / Internet
Une base de connaissance multimédia interactive, constituée d'une gamme variée d'informations scientifiques portant sur les aspects de protection de la plante.

¹ Parasites = arthropodes, vertébrés, agents pathogènes mauvaises herbes ou tout autre organisme nuisible à la production agricole.

2. Understanding Natural Enemies. Working with Natural Enemies Series, Technical Support Group Bulletin No 1. (2001), CABI Bioscience, 74 pp.
Un bulletin de formation expliquant les principes fondamentaux de lutte biologique d'une façon non spécialisée.
3. Les exercices participatifs adaptés et compilés ou conçus à partir de diverses ressources mondiales telles que:
 - Vegetable IPM exercises (1998), J.G.M. Vos, CABI Bioscience/FAO, 674 pages.
 - West Africa STCP curriculum development workshop report (2003), STCP/CABI Bioscience, 61 pages.
4. CAB Abstracts 1973. CAB International Wallingford Royaume-Uni
Une base de données détaillée de littératures scientifiques couvrant de nombreux sujets sur la protection de la plante.

Les photos ont été gracieusement offertes entre autres par:

- H. Evans, M. Holderness, K. Holmes et P. Van Mele, CABI Bioscience, Royaume-Uni
- U. Krauss, CABI Bioscience, Costa Rica
- G. Oduor, CAB International, Kenya
- V. Lopez, CABI Bioscience, Trinidad et Tobago
- C. Prior, Royal Horticulture Society, Royaume-Uni
- J. Gockowski, IITA, Cameroun
- R. Mack, Costa Rica
- J. Mangan, Estate Crops Programme, Indonésie

Les graphiques ont été gracieusement proposés par:

- P. Tondje, IRAD, Cameroun
- S. Bassanaga, IRAD/IITA, Cameroun

Nous exprimons notre reconnaissance aux personnes suivantes pour leurs contributions à la production du présent manuel : K. Holmes, R. Bateman, U. Krauss, H. Evans, M. Holderness et Z. Lawrence (CABI Bioscience), G. Oduor et R. Day (CAB International), C. Prior (Royal Horticultural Society UK), W. Phillip (CATIE, Costa Rica) et les personnes ressources du SCTP venant des organisations cacaoyères du Cameroun, de Côte d'Ivoire, du Ghana, du Nigeria et d'Indonésie. Nous aimerions aussi remercier J. Harle pour son apport dans la mise en page.

Les éditeurs aimeraient aussi exprimer leur gratitude aux organisations d'appui au développement pour leur apport au CABI partnership Facility qui a financé la conception du présent manuel et Masterfoods qui a financé la traduction et l'impression.

LECTURES SUPPLEMENTAIRES

Le présent manuel n'a pas la prétention de tout englober. Les ressources détaillées ci-dessous peuvent constituer d'excellentes sources de lectures supplémentaires.

Les livres ci-dessous ont été écrits dans les années 1970 et 1980 mais demeurent d'actualité:

- Entwistle PF (1972) Pests of Cocoa Tropical Science Series, Longmans, London, UK, 779 pages
- Thorold CA (1975) Diseases of Cocoa, Clarendon Press, Oxford, UK, 423 pages
- Wood GAR & Lass RA (1985) Cocoa (4^e édition), Longmans, UK, 620 pages

Le Crop Protection Compendium édition 2002, CAB International, est le travail de référence détaillé portant sur plus de 1850 parasites et ennemis naturels d'importance mondiale ou régionale. Il fournit des informations sur plus de 200 plantes dans plus de 150 pays (<http://www.cabi.org/compendia/cpc/index.htm>).

Les sites web suivants fournissent des informations détaillées sur le cacao dans tous les aspects de la simple à la haute technologie allant des méthodes de culture à la transformation en produit fini.

<http://www.cabi-commodities.org/Cocoa/Cocoa.htm> (Centre d'Information Utiles))

<http://www.dropdata.net> (Informations utiles sur les techniques de pulvérisation du cacao: cliquez sur “cacao” sous la rubrique “tree crop issues”)
<http://www.icco.org/> (Contient des pages utiles dans la rubrique “Questions & réponses”)
<http://www.cocoa.com/>
<http://www.acri-cocoa.org/ACRI/projects.htm>
<http://www.candyusa.org/CocoaTree/talamanca.htm>

GLOSSAIRE DES TERMES TECHNIQUES

Anamorphe	Une phase asexuée ou incomplète de la vie d'un champignon
Baside	Spore sexuée produit d'un champignon basidiomycète
Biotrophe	Organisme habitant un tissu vivant
Cherelle	Cabosse jeune et tendre
Chlorose	Disparition complète ou partielle de la chlorophylle dans les plantes
Chupon	Troncs verticaux ou pousses
Clone	Ensemble d'arbres issus de la reproduction végétative d'un arbre unique
Conidie	Spore d'une phase asexuée ou incomplète de la vie d'un champignon
Cultivar	Variété des plantes cultivées
Corps de fruit	Terme non technique employé pour un champignon ayant des spores sexuées ou asexuées
Hyperplasie	Développement des tissus d'un organe dû à une multiplication incontrôlée du nombre de ses cellules
Hypertrophie	Développement excessif et non contrôlé d'un tissu
Hyphe	Filaments d'un champignon
Instar	Stade de développement dans la vie d'un insecte
Intracellulaire	A l'intérieur des cellules
Intercellulaire	Entre les cellules
Jorquette	L'endroit où le tronc vertical du gourmand change en croissance rapide
Larve	Première étape de vie d'un insecte à l'éclosion de l'œuf, l'état de chenille
Mycélium	Ensemble de filaments d'un champignon
Nécrose	Mort de la partie d'une plante ou d'un endroit bien défini du tissu d'une plante
Nécrotrophe	Organisme qui tire ses aliments des cellules mortes
Nymphe	Étape de développement de la vie d'un insecte qui ressemble à la forme adulte
Parasite	Tout organisme vivant qui attaque les plantes
Saprobe	Un microorganisme qui tire sa nourriture des matières organiques en décomposition
Saprophyte	Se dit d'une plante qui tire sa nourriture de substance végétale en décomposition ou morte
Spore	Structure disséminée d'un champignon
Sporofère	Corps de champignon qui produit des spores sexuées
Stomate	Ouvertures minuscules sur la surface des feuilles et troncs verts, et servant aux échanges gazeux
Stylet	Partie fine et pointue de la bouche chez les insectes
Systémique	(i) d'une maladie – infection généralisée (ii) D'un fongicide – absorbé par la plante à travers les racines ou feuilles, puis diffusé à l'ensemble de la plante
Télémorph	Étape sexuée ou parfaite dans la vie d'un champignon

PREMIERE PARTIE

INTRODUCTION GENERALE

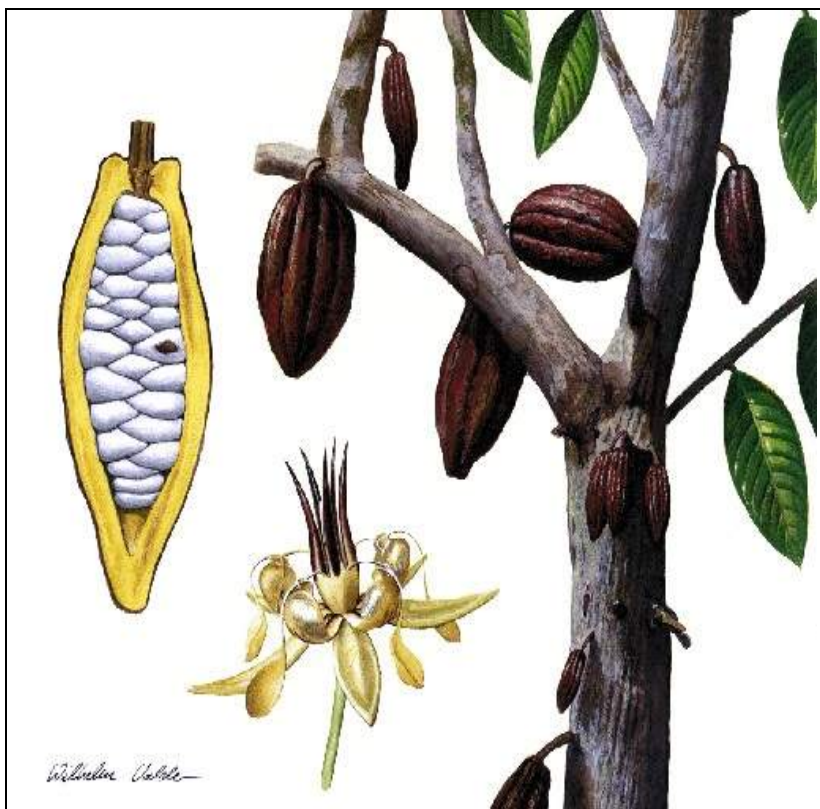


*Un cacaoyer sain, Cameroun.
Photo J. Vos © CABI Bioscience*

INTRODUCTION AU CACAOYER

LE CACAO

La culture du cacao était largement répandue parmi le peuple maya de l'Amérique Centrale avant la conquête espagnole du 16^e siècle. Les Indiens Mayas avaient découvert, il y a 1000 ans que, lorsqu'elles étaient grillées, les graines (ou fèves) de cacaoyer exaltaient un arôme si suave qu'ils pensaient qu'il s'agissait d'un don du dieu Quetzalcóatl. A partir de ces fèves grillées, ils fabriquaient un breuvage appelé *xocolatl*, d'où le mot 'chocolat', généralement consommé pendant les cérémonies et les rites. Le cacao cultivé par les Mayas serait probablement issu du cacao sauvage des forêts du bassin amazonien. Avec l'expansion rapide du marché européen du 17^e siècle, le cacao s'est étendu dans la plupart des îles des Caraïbes et par la suite au Venezuela et en Colombie. Au cours du même siècle, les Espagnols avaient réussi le transfert de quelques plantes à



Dessin du cacao *Theobroma* © W. Valder

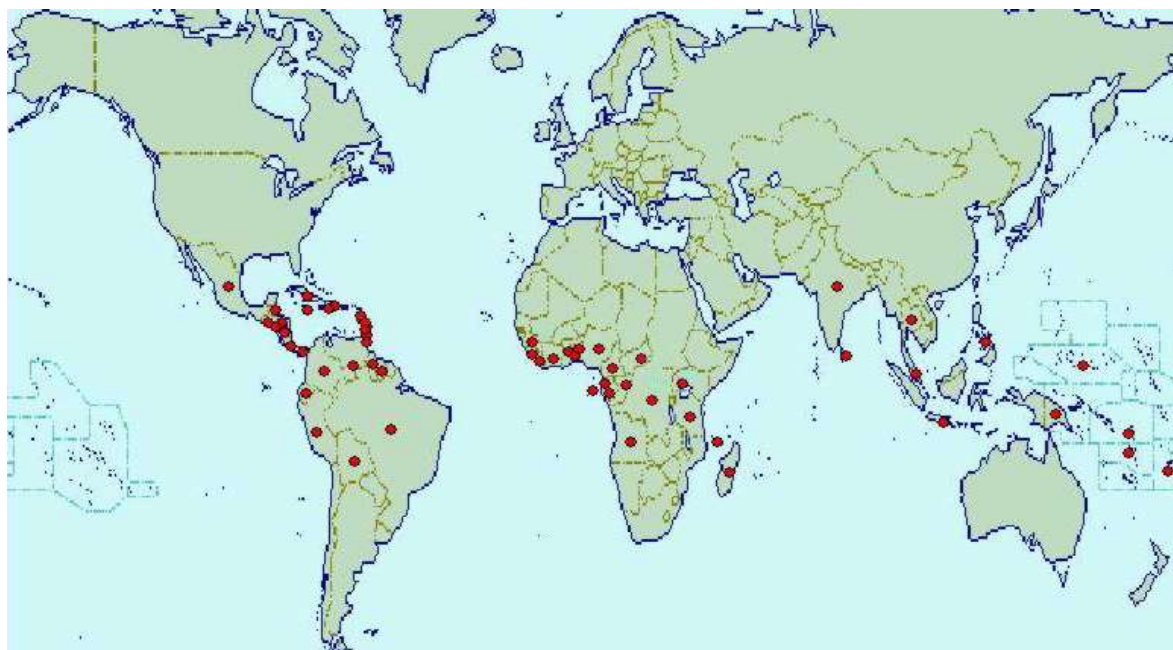
Manille aux Philippines. La culture du cacao s'est progressivement répandue vers le Sud à travers l'Inde Orientale et ensuite au Sri Lanka au cours du 19^e siècle. Par ailleurs, au début du 20^e siècle, une série d'introductions a été réalisée par les Anglais au Sri Lanka à partir de Trinidad, par les Hollandais à Java et par les Allemands en Papouasie-Nouvelle-Guinée à partir de plusieurs régions d'Amérique Latine. Ce qui favorisa le développement des industries cacaoyères de la Papouasie-Nouvelle-Guinée et de l'Indonésie. Tout à fait de façon indépendante, l'Equateur et la province Bahia au Brésil, créèrent d'importantes zones cacaoyères au 19^e siècle, bien que la première plantation ait été faite au milieu du 18^e siècle. A partir de Bahia, le cacao prit la direction de l'Afrique de l'Ouest, où d'importantes plantations furent créées au 20^e siècle au Cameroun, Nigeria, au Ghana et en Côte d'Ivoire.

Plus de mille ans après sa découverte, le chocolat est aujourd'hui une affaire qui marche. Les Etats-Unis, le plus grand consommateur du monde, absorbent à eux seuls entre 1 et 1,4 million de tonnes de chocolat par an; or le commerce mondial de la confiserie est estimé à 80 milliards de dollars américains par an, dont le chocolat se taille la part du lion. Le cacao est devenu un produit d'exportation vital pour de nombreux pays, en particulier en Afrique Occidentale qui produit plus de 65 % du cacao mondial. Le cacao constitue également une source de devises pour certains pays d'Amérique Centrale et du Sud ainsi que d'Asie du Sud et du Sud-Est.

Plus de 80 % du cacao mondial est produit par les petits planteurs. Le cacao fournit de l'emploi à de nombreuses communautés rurales et paie les frais de scolarité des enfants des cultivateurs. La culture du cacao par les petits planteurs se pratique généralement sous ombrage, en association ou encore dans des régions d'agro-foresterie semi-naturelle qui constitue par conséquent un habitat particulièrement riche et stable pour de nombreuses espèces (biodiversité).

LA PRODUCTION DU CACAO

Le cacao est cultivé dans toutes les zones tropicales humides du monde:



Carte de répartition du cacao (source: Crop Protection Compendium 2002, CAB International)

LES CONTRAINTES A LA PRODUCTION DU CACAO

Produit exotique dans plusieurs zones de production, le cacao a contracté un certain nombre de sérieuses ‘nouvelles maladies’ qui sont causées par la flore locale, mais contre lesquelles il ne dispose d’aucun mécanisme de défense approprié. Il a été proposé que lorsqu’il est dans son habitat naturel du prolongement de la forêt tropicale humide d’Amazonie il est protégé jusqu’à un certain niveau contre l’infection par une gamme variée de plantes naturelles de même génération. De sérieuses menaces de maladies telles que le balai de la sorcière et la moliniose en Amérique Centrale et du Sud sont des exceptions à cette règle. Néanmoins partout où le cacao a été introduit, la plante est de plus en plus exposée à une gamme variée de maladies récentes. Par exemple, en Afrique de l’Ouest, les cacaoculteurs doivent faire face à de nombreux parasites tels que la pourriture brune, les mirides, les foreurs de tige de cacaoyer, les guis, les termites, les mauvaises herbes et le virus de l’œdème des pousses. De plus, à travers l’évolution constante du matériel génétique de la plante, il y a une sérieuse menace de l’introduction du balai de la sorcière et la moliniose qui viennent d’Amérique du Sud.

En plus des problèmes liés à la santé de la plante, les planteurs doivent faire face à un marché mondial volatile, aux contraintes de travail, aux systèmes fonciers contraignants, aux coûts élevés des intrants agricoles et au manque de facilités de crédit. Exercice 1 vous permettra d’identifier certains problèmes auxquels sont confrontés les petits producteurs dans votre zone de travail et de comprendre les perceptions qu’ils ont de se contraintes.

CULTURE DURABLE DE CACAO

Face à ces nombreux et complexes problèmes qui menacent actuellement l’industrie du cacao, il n’y a pas de “balles d’argent” ou des solutions simples. Le présent manuel porte essentiellement sur la culture durable d’une plante saine, utilisant des méthodes de gestion pratiques bon marché et durable pour le petit producteur et la réduction de la dépendance vis-à-vis des intrants coûteux tels que les pesticides et les engrais.

CULTURE D'UNE PLANTE SAINES

Une plante saine est une plante plus productive. La croissance est plus vigoureuse, les rendements sont généralement plus élevés et la plante est mieux à même de résister à une attaque de parasites. Dans cette section, nous examinerons certaines approches que nous pouvons adopter afin d'améliorer et maintenir intacte la vigueur du cacaoyer. **Exercice 2** explique l'importance de la surveillance des cacaoyères, pendant que **Exercice 3** facilite leur observation régulière grâce à l'analyse de l'Agro-Ecosystème (AAES).

CULTURE ET REHABILITATION DU CACAOYER

Normalement, le cacaoyer est cultivé à partir de ses fèves, la méthode la plus facile et bon marché. La pépinière présente généralement une structure simple, faite d'un toit couvert par exemple de feuilles de palmier pour créer l'ombre. Elle est très souvent située à côté d'une source d'eau pour l'irrigation. Les fèves de cacao sont tirées des cabosses de cacao saines mûres et plantées dans des sachets en polyéthylène remplis de terre arable non souillée. Il faut veiller à ne pas introduire les germes ou les maladies présentes dans le sol pendant les semis. Après 4 à 5 mois, les jeunes plants sont prêts pour être transplantés. La propagation végétative peut se faire par bouturage ou par marcottage. Les boutures sont faites avec entre deux à cinq feuilles munies d'un ou deux bourgeons. Les feuilles sont coupées à moitié et les boutures placées dans un pot couvert de polythène jusqu'à ce que les racines commencent à pousser. Le marcottage consiste à enlever une bande de l'écorce d'une branche et de recouvrir l'endroit de sciure de bois et de papier polythène. La zone produira des racines et la branche peut ensuite être coupée et plantée



Greffage du cacao, Costa Rica. Photo © R. Mack

Il existe différentes méthodes de régénération des cacaoyères. L'abattage complet où une replantation nouvelle coûte cher, mais convient dans les conditions de forte pression des parasites. La 'méthode Turrialba' qui consiste à planter sous les vieux cacaoyers, permet aux planteurs d'avoir des revenus de façon continue, mais présente l'inconvénient de maintenir les colonies d'insectes. Les méthodes alternatives recourent à la reproduction des gourmands soit en favorisant le développement des repousses pour ensuite abattre les vieux arbres, soit en pratiquant la taille de régénération qui consiste à éliminer le tronc principal de l'arbre afin de permettre la croissance des chupons.

Pendant la croissance, un bourgeon est coupé de l'arbre puis placé sous une lame de l'écorce d'un autre arbre. La plaque de bourgeonnement est ensuite attachée avec du raphia, enroulé de plastique transparent pour éviter la perte de l'humidité. Pendant que le bourgeon se développe, on coupe le tronc principal. Ces techniques de régénération ne peuvent pas être employées lorsque les vieux arbres sont infectés des maladies systémiques telles que le virus de l'œdème des pousses. Le greffage est courant en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Au Brésil les planteurs ont commencé la régénération des plantations infectées par le balai de la sorcière par le greffage avec les espèces clonées plus productives et/ou plus résistantes aux maladies. Les arbres adultes infectés sont coupés, après quoi un bourgeon de l'espèce résistante est greffée au tronc principal de l'arbre. En utilisant la racine de l'arbre nature, l'espèce résistante produira ses premières cabosses de cacao au bout de deux ans. L'**Exercice 4** explique le greffage des arbres adultes. Durant ces dernières années, les méthodes de culture des tissus du cacao ont été également élaborées et les projets de distribution aux planteurs se poursuivent dans certaines zones de production du cacao.

Emondage et gestion de l'ombrage

L'émondage et la gestion de l'ombrage sont des éléments essentiels de la culture du cacao. L'émondage comprend la suppression des branches et des vieilles souches mortes alors que la gestion de l'ombrage consiste à laisser les arbres forestiers et/ou planter les arbres ombrageux pour optimiser l'intensité de la lumière dans la cacaoyère.

L'émondage joue plusieurs rôles:

- **Il détermine de la forme de l'arbre :** En effet, il est important que l'arbre ait une forme qui facilite les techniques locales de travail. Par exemple, on peut empêcher l'arbre d'être trop haut de manière à faciliter la récolte, le traitement et la pulvérisation.
- **Il maximise la distribution des substances nutritives vers les cabosses.** En supprimant les chupons nouveaux et non productifs des arbres adultes, on favorise le développement optimum de la cabosse.



*Emondage de cacaoyer, Cameroun.
Photo J. Vos
© CABI Bioscience*

- **Il concourt à la lutte contre certains parasites.** L'émondage des branches infestées par les guis est l'un des meilleurs moyens de réduire la pression du parasite et sa propagation. De plus, la suppression de certaines branches permet une bonne filtration de la lumière vers le milieu de l'arbre et une meilleure circulation de l'air, permettant ainsi de prévenir ou de réduire la pourriture brune. Cependant, il convient de relever que les trous dans le couvert forestier attirent les mirides qui se développent au soleil et constitue un autre important facteur nuisible en Afrique de l'Ouest.

Exercice 5 explique les méthodes d'émondage.

Etant un arbre forestier de sous-bois, le cacaoyer peut facilement se développer dans des conditions partiellement couvertes. Pendant la création, les produits agricoles tels que la banane, le plantain, les plantes herbacées et les arbustes peuvent fournir l'ombrage temporaire nécessaire aux jeunes plants de cacao. Dans les cacaoyères matures, l'apport de lumière peut se faire par une variété des plantes telles que les cocotiers ou par exemple en moyenne 10 ou 15 arbres forestiers par hectare. Du point de vue de l'environnement, les arbres forestiers laissés dans le champ lors de l'abattage initial ont aussi un rôle important à jouer dans la conservation de la

forêt et sa faune et dans la réduction de l'érosion des sols. En Amérique Latine, les arbres d'ombrage sont appelés "arbres voisins" et comme dans plusieurs régions productrices de cacao du monde, sont conservés pour la production des sous-produits tels que les fruits à usage médical ou le bois d'exportation. Comme nous l'avons dit pour l'émondage, la gestion de l'ombrage est un élément de lutte contre les parasites, car l'apport de la lumière peut réduire les dégâts causés par des parasites tels que les mirides et les mauvaises herbes alors qu'une ombrage dense serait susceptible d'aggraver les problèmes de maladie.

Exercice 6 permettra de comprendre l'impact de l'ombrage sur humidité relative dans une cacaoyère.

Gestion des éléments nutritifs

La gestion des éléments nutritifs du sol est critique à la santé générale du cacaoyer, particulièrement dans les régions où le cacao est cultivé sur sol pauvre en éléments nutritifs. La fertilité des sols des cacaoyères entièrement sous la verdure peut être maintenue pendant une période relativement longue grâce à la capacité du cacaoyer de recycler les éléments nutritifs présents dans le sol à travers la chute des feuillages et la décomposition de la litière. Cependant une récolte constante pourrait aboutir à la perte des nutriments du sol.



Apport de la lumière et espace de régénération dans un champ âgé de 20 ans, Cameroun. Photo J. Gockowski © IITA

Au Ghana, les essais d'engrais dans les cacaoyères paysannes ont suscité un grand intérêt des planteurs. Les essais ont donné des récoltes remarquables. Les études de régénération menées au Nigeria ont montré que l'utilisation de l'engrais NPK avait un impact positif sur la croissance et le développement des jeunes plants de cacaoyer et de chupons quelle que soit la technique de régénération utilisée.

L'usage continu des engrais inorganiques présente un certain nombre de problèmes à savoir: la baisse de la matière organique du sol, la détérioration de la structure et de l'acidification du sol. Plusieurs de ces problèmes peuvent être également importants pour le maintien d'un sol sain. Les engrais organiques peuvent provenir de plusieurs sources parmi lesquelles le fumier d'étable (bœufs, chèvre, poules), le compost, et des arbres à thé qui peuvent constituer du fumier liquide. L'Exercice 7 explique les méthodes de production et d'application du compost, pendant que l'Exercice 8 examine les conséquences de la fertilisation.

Lutte contre les parasites

Dans l'ensemble, environ 500 espèces d'insectes ont été recensées sur le cacao, mais seule une petite fraction d'insectes sont dangereuses sur le plan économique. Les exercices 9, 10 et 11 "zoo d'insectes du cacao" vous permettront de reconnaître certains de ces insectes et leurs ennemis naturels et à connaître leur constitution biologique de base. Les exercices 12, 13, 14 et 15 vous permettront d'avoir plus d'informations sur l'évolution des symptômes de la maladie et leur écologie.

Elaborer des mécanismes de lutte plus naturels

Dans l'agro-écosystème du cacao, il existe un large éventail d'ennemis naturels parmi lesquels les prédateurs, les parasites, les maladies causées par les insectes, les insectes, les nématodes et autres opportunistes. L'un des moyens fondamentaux par lesquels les agriculteurs peuvent réduire leur dépendance vis-à-vis des pesticides chimiques consiste à tirer le maximum des ennemis naturels déjà présents dans le champ: la conservation des acquis est la pierre angulaire dans la gestion intégrée contre les parasites des systèmes de production écologique.



Imprégnation du sol avec un agent de biocontrôle pour le semis de cacao, Costa Rica. Photo U. Krauss © CABI Bioscience

Peut-être que le meilleur moyen de conserver les ennemis naturels consiste-t-il à réduire le nombre d'applications des pesticides. La décision d'appliquer ou non les pesticides doit toujours être basée sur les résultats des observations détaillées de la plante, prenant en compte le degré de nuisance et l'ennemi naturel ainsi que l'état de santé générale de la plante (voir Exercice 3). L'Exercice 16 est recommandé pour connaître les effets secondaires de la pulvérisation alors que l'Exercice 17 examine la spécificité des pesticides.

Lorsque les applications des pesticides sont justifiées, un certain nombre d'approches sont préconisées pour réduire les conséquences qu'elles peuvent avoir sur les ennemis naturels. Certains insecticides sont intrinsèquement moins dangereux sur les ennemis naturels que d'autres. De manière générale, l'on peut considérer les biopesticides (telles que le *Trichoderma stromaticum*, un agent de biocontrôle employé au Brésil contre le balai de la sorcière) moins dangereux pour les ennemis naturels que les pesticides chimiques. Les méthodes de lutte chimique peuvent également être élaborées de manière à ce qu'elles agissent de façon plus sélective par la façon dont elles sont appliquées. Un bon exemple est le traitement de la

variété locale de cacaoyer contre les foreurs de tige au Ghana où la recherche se concentre sur l'introduction d'une pâte chimique dans les trous ouverts sur le tronc de l'arbre.

Accroître l'efficacité des méthodes

Parfois, même lorsque vous avez essayé de conserver les ennemis naturels, ils demeurent très inefficaces pour empêcher les dégâts économiques. Dans ce cas, il est parfois possible d'accroître la population des ennemis naturels déjà présents dans l'écosystème en les élevant en masse en laboratoire ou en unités pour ensuite les disséminer dans le champ. Cette approche de la lutte biologique fait l'objet d'une étude en Afrique de l'Ouest par rapport à la lutte potentielle contre la pourriture brune (à l'aide des champignons et des bactéries) et des mirides (à l'aide des insectes pathogènes).

Introduire des nouvelles méthodes

Parfois, il n'existe aucune méthode efficace contre un parasite dans un système particulier. Cette situation se présente généralement lorsque des parasites exotiques ont été introduits dans une nouvelle zone laissant derrière leurs ennemis naturels. Il en résulte donc une multiplication rapide de leur nombre. Une des approches consiste à retourner dans la zone d'où étaient issus les parasites, d'y relever leurs ennemis naturels pour les importer dans la nouvelle région afin de rétablir l'équilibre. Ce principe classique de lutte biologique est en train d'être appliqué dans la recherche sur la lutte contre la moliniose en Amérique du Sud.

Les méthodes de culture

La production d'une récolte saine peut aider la plante à résister ou à compenser une attaque de parasites. Les méthodes de culture combattent les parasites en changeant la méthode de croissance de la plante.

La maintenance de l'hygiène de la plante, c'est-à-dire la suppression ou destruction des plantes infectées, est l'unique méthode la plus efficace permettant de faire face à plusieurs parasites importants du cacao. En Afrique de l'Ouest, l'enlèvement et la destruction régulière des cabosses malades peut supprimer la pourriture brune



Déchet des cabosses de cacao dans un champ : une source potentielle d'infection
Ghana. Photo J. Vos © CABI Bioscience

causée par le *phytophthora palmivora*. En Indonésie, la pratique régulière de la récolte complète réduit les risques des foreurs de cabosses de cacaoyer au cours de la saison suivante. En Amérique du Sud, un contrôle permanent et la suppression des cabosses infectées par la moliniose pourrait constituer une méthode efficace à la solution du problème, même si la détection à temps constitue la clef du succès. Au Ghana, la suppression des arbres affectés par le virus de l'œdème des pousses et ceux tout autour, et leur remplacement par des variétés plus résistantes peut constituer une méthode de lutte efficace.

Les variétés résistantes de cacao

La culture des variétés résistantes constitue également une bonne stratégie de lutte intégrée contre les parasites. **L'exercice 18** indique

comment la réhabilitation par une plante résistante peut contribuer à ralentir les épidémies. Actuellement, les collections de germoplasme sont entretenues dans plusieurs pays producteurs de cacao. En Afrique de l'Ouest, les efforts ont été concentrés sur la résistance à la pourriture brune et au virus de l'œdème des pousses. En Amérique Latine, l'accent est mis sur la résistance contre le balai de la sorcière et la moliniose. Il est conseillé de prendre contact avec votre institut local de recherche sur le cacao pour avoir une idée sur les variétés résistantes dans votre région.

La lutte contre les mauvaises herbes

Un certain nombre de stratégies de lutte contre les mauvaises herbes sont mises à la disposition des petits planteurs. Les stratégies mécaniques et culturales comprennent l'usage de l'ombrage (aussi bien par les

cacaoyers que par ses arbres d'ombrage), le défrichage des mauvaises herbes à la machette et le contrôle de la chute des feuilles qui doivent fonctionner comme un paillis.



*Désherbage de la cacaoyère, Ghana.
Photo J. Vos © CABI Bioscience*

Le paillis peut être constitué de la litière dans les cacaoyères formant un couvert complet qui présente l'avantage supplémentaire de réapprovisionner d'une certaine façon les éléments nutritifs du sol. De plus, la litière contient des saprophytes qui peuvent réduire les populations pathogènes sur les cabosses de cacao infectées, les branches ou feuilles qui se détachent ou sont élevés des arbres. En Papouasie-Nouvelle-Guinée par exemple, on a découvert que dans la litière, la pourriture brune causée par le *Phytophthora Palmivora* a été réduite plus rapidement à des niveaux plus bas que le cacaoyer qui pousse sur un sol couvert d'herbe. Les paillis et le couvert des plantes permettent d'adoucir les mauvaises herbes et de réduire l'infiltration des éléments nutritifs.

Les techniques de désherbage sélectif sont destinées à des types de mauvaises herbes très problématiques telles les plaintes rampantes et les mauvaises herbes à larges feuilles alors que les espèces moins destructrices sont conservées pour protéger le sol sans aucune influence significative sur le rendement du cacaoyer. Le problème des mauvaises herbes peut être résolu soit par le désherbage soit par l'application des herbicides par endroit. L'usage des produits à large spectre d'action et la technique d'application en couverture ne sont pas conseillés pour des raisons de santé et la protection de l'environnement.

L'usage des pesticides

Les pesticides et particulièrement les insecticides ne sont pas aussi utilisés en grande quantité dans la cacaoculture comparés à d'autres cultures de grande valeur. Cela tient en partie au fait que de nombreux pesticides ne sont pas particulièrement efficaces contre certains parasites importants, mais aussi parce que jusqu'à une date récente les bénéfices du cacao étaient si réduits que les petits producteurs ne pouvaient pas les réaliser. Les effets secondaires contraires de certains anciens pesticides à large spectre d'action parmi lesquels la destruction des espèces non-visés rendaient ces produits chimiques indésirables et on avait tendance à remplacer les plus toxiques parmi eux. **Exercice 19** utilise le sketch pour mieux comprendre le développement de la résistance aux pesticides. La reconnaissance des impacts sur les coûts, l'enrichissement et autres, les stratégies nationales de l'usage des pesticides sont en cours d'élaboration pour le cacao. Ces stratégies mettent l'accent sur l'usage réduit des pesticides à toxicité plus réduite à travers des techniques d'application optimisées. L'usage d'agents chimiques à résistance induite par injection sur la tige qui est en train d'être testé sur le terrain en Afrique de l'Ouest pour la lutte contre la pourriture brune constitue un exemple.

Les techniques d'application pour le cacao

La bonne application est un aspect critique de l'usage rationnel des pesticides. On apprécie rarement l'efficacité des techniques d'application des pesticides existants. Il existe par exemple un débat selon lequel avec la pulvérisation des puces de mirides, seulement 0,02 % des ingrédients actifs contenus dans pulvérisateur atteignent leur cible biologique ; la grande partie s'écoule par terre et se perd contaminant à la fois l'opérateur et l'environnement.

D'un point de vue pratique, il existe essentiellement deux catégories d'appareils communément utilisés dans la pulvérisation des cacaoyers: les pulvérisateurs à moteur de type "sac à dos" (ou à air comprimé) et les pulvérisateurs manuels (à eau). D'autres techniques ont été utilisées telles les appareils thermiques et les injecteurs des troncs pour les pesticides systémiques, mais ne sont pas d'usage couvrant chez les petits producteurs.

Les pulvérisateurs à moteur ont plusieurs usages, mais avaient été originellement conçus pour obtenir une bonne distribution des gouttelettes dans la lutte contre les mirides sur les cacaoyers géants des plantations d'Afrique de l'Ouest. Cependant leur prix est au-dessus des moyens des petits producteurs. L'alternative la moins coûteuse

c'est usage des pulvérisateurs manuels (à eau) qui constitue la base pour l'application des pesticides pour les petits producteurs. De nombreux pulvérisateurs de fabrication locale sont équipés de différentes buses à jets coniques qui produisent une gamme variable de spectres de gouttelettes et de débit.

Les recherches se poursuivent pour améliorer l'efficacité de la pulvérisation de type "sac à dos" par exemple en optimisant les jets. Les buses à jet conique sont souvent considérées comme plus appropriées pour l'application des insecticides et des fongicides sur les surfaces complexes telles les cacaoyers, et les travaux se poursuivent pour optimiser leurs performances avec des fongicides de cacao.

GESTION POST-RECOLTE

Il existe une intéressante variation dans le traitement du cacao après récolte par les petits producteurs qui dépend des zones et des saisons. Généralement, les cabosses sont rassemblées en un point central où elles sont cassées, les graines enlevées et les masses de graines d'un blanc jaunâtre entassées pour la fermentation. La fermentation peut durer de 5 à 7 jours selon les saisons et les températures. Parfois les paysans remuent le tas le 2^e ou 3^e jour pour permettre une aération et une fermentation uniforme. Durant la fermentation l'odeur du cacao se développe et les fèves deviennent brunes. Après la fermentation, ces dernières sont transférées sur les tables ou tapis à sécher ou tout autre surface selon les méthodes (séchage au soleil, ou artificiel avec le feu). La fermentation s'achève pendant le séchage. Il dure environ une semaine au soleil et réduit l'humidité d'à peu près 7,5 %. Les graines séchées sont vendues dans des sacs en fibres.



Echange d'information entre planteurs sur les qualités du cacao, Panama.
Photo © R. Mack

La qualité du cacao dépend de plusieurs facteurs mais d'abord et surtout de la variété et du traitement après récolte. Généralement, la bonne odeur des fèves de cacao est produite par les variétés *Criollo* ou *Trinitario* pendant que le gros des fèves de cacao est produit par la variété *Forastero*. Un mauvais traitement après la récolte peut faire moisir ou germer les fèves, ce qui diminue la qualité du cacao. Les fèves de cacao moisies doivent être jetées pour deux raisons : la souillure et le goût amer qu'elles donnent aux fèves, et le risque éventuel de contamination par les mycotoxines (y compris les achrotoxines).

PRODUCTION ECONOMIQUE DU

CACAO

De nombreux planteurs perçoivent la cacaoculture comme une entreprise à risque. Les fluctuations des prix en faveur du produit constituent le plus grand facteur de profitabilité. En même temps, les planteurs ne sont pas conscients de l'importance des autres facteurs qui déterminent leurs gains. De nombreux planteurs utilisent les unités de mesures locales pour l'espace, le volume et le poids qui n'ont pas une conversion précise par rapport aux unités standard. **L'exercice 20** permettra de comprendre pourquoi nous devons utiliser les unités de mesure standard. Afin de déterminer la relation entre les revenus et les dépenses des planteurs, **l'exercice 21** présente une simple analyse économique d'une entreprise de cacao en évolution pour donner un meilleur aperçu des facteurs qui pourraient accroître leurs marges bénéficiaires. Les planteurs qui se mettent en coopératives peuvent bénéficier d'une meilleure position sur le marché ainsi que d'autres avantages tels, le partage de l'information et une utilisation stratégique des ressources comme le matériel de pulvérisation coûteux mais plus efficace. **L'exercice 22** présente la dynamique de groupe pour montrer l'importance de la coopération.



DEUXIEME PARTIE

FICHES DE DONNEES SUR LES PARASITES



Cabosses de cacao atteintes de pourriture brune, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

La pourriture brune variété *phytophthora*

IMPORTANCE

De toutes les maladies du cacao dans le monde, la pourriture brune ou la pourriture des cabosses due à *phytophthora* Spp provoque la grande perte de production. Sept (07) champignons ont été identifiés comme causant la pourriture brune du cacao mais deux ont une grande incidence (voir pp. 16-17) pour la prévalence:

Phytophthora palmivora: Présent dans les zones tropicales et sub-tropicales, il se retrouve pratiquement dans le monde entier.



P. palmivora sur une caboche de cacao, Panama.
Photo H. Evans © CABI Bioscience

Phytophthora megakarya: Présent seulement en Afrique Centrale et de l'Ouest; on pense qu'il serait venu d'un arbre hôte de la forêt locale avant d'atteindre le cacao. Il a été identifié sur les fruits des variétés *Cola* et *Irvingia*. Sa carte de répartition a été produite à partir des documents littéraires jusqu'en mai 1999; et depuis cette date le champignon a été identifié en Côte d'Ivoire.



P. megakarya sur une caboche de cacao,
Cameroun. Photo H. Evans © CABI
Bioscience

De moindre, l'importance bien que significatif sur le plan local, nous avons:

Le *P. capsici*: Rencontré dans plusieurs zones tropicales et sub-tropicales, il attaque plusieurs espèces de plantes et particulièrement les plantes de mildiou ainsi que le cacao.

Le *P. citrophthora*: Répandu dans les régions tropicales et sub-tropicales avec les agrumes comme hôtes primaires mais est aussi entré dans le complexe de la pourriture brune au Brésil et en Indonésie.

Les autres variétés de *phytophthora* qui causent la pourriture brune du cacao, mais ont une importance négligeable sont:

Le *P. heveae*: Qui attaque en priorité l'hévéa, les noix du Brésil, les avocats, les mangues et les goyaves. On le retrouve sur le cacaoyer en Malaisie où son importance économique à Sabah était considérée comme négligeable.

Le *P. katsurae*: Qui attaque en premier lieu les noix de coco mais a été retrouvé sur le cacao en Côte d'Ivoire.

Le *P. megasperma*: Ce champignon est rencontré dans les régions tempérées et sub-tropicales mais s'est retrouvé sur le cacao au Venezuela.

DESCRIPTION

Les symptômes causés par les différentes variétés de champignon sur les cabosses de cacao sont tous similaires. La maladie commence avec l'apparition des petites tâches translucides près de deux jours après l'infection. La tâche devient brun-chocolat puis noircit et se répand rapidement jusqu'à ce que la caboche soit entièrement couverte.

En 14 jours environ, la caboche devient complètement noire et tous les tissus internes, même les fèves se dessèchent pour former une caboche momifiée. Les cabosses momifiées sont les principales sources d'infection au *P. palmivora*; par contre la principale source d'infection au *P. megakarya* est le sol. Une caboche de cacao infectée dégage une forte odeur de poison. L'apparition des spores se présente sous la forme d'une couche jaune/blanche, qui devient plus dense au fur et à mesure que la maladie progresse. Les spores sont enlevées par les gouttes d'eau de pluie qui frappent la surface de la caboche, elles infectent ainsi les autres parties du cacaoyer.

En dehors des cabosses, les agents pathogènes attaquent aussi la tige, les coussinets floraux et les gourmands. L'infection cause des nécroses qui entourent le tronc et provoquent une mort subite de la plante. Ces nécroses se présentent comme de légères cavités creusées sur l'écorce parfois avec des suintements rouges à travers les fissures de l'écorce. Lorsqu'on enlève l'écorce, on découvre une discrète lésion rougeâtre qui couvre le tissu qui généralement ne pénètre pas dans le bois.



Nécrose de tige causée par le Phytophthora, Philippines. Photo H. Evans © CABI Bioscience

L'importance du *phytophthora* des nécroses de tige est probablement sous-estimée. Les nécroses diminuent la vigueur de l'arbre et sa capacité de port des cabosses et par conséquent la production. Elles sont souvent associées aux attaques des foreurs de tige ou des cabosses car, ces derniers semblent attirer par les nécroses.

D'autres variétés de Phytophthora peuvent aussi provoquer la rouille des semences et le flétrissement des feuilles.

L'analyse en laboratoire constitue le seul moyen de distinguer les sept (07) variétés de champignon. Si le type d'infection semble différent de celui normalement observé/rencontré localement, cela peut être une nouvelle souche ou variété de champignon. Les responsables locaux du ministère de l'agriculture doivent immédiatement en être informés. Il faut cependant noter que ces symptômes peuvent aussi être causés par d'autres maladies, telles que la moliniose (voir les fiches de données sur la moliniose).

ÉCOLOGIE

Les cabosses sont exposées à chaque étape de leur développement et une infection peut se produire à n'importe quel endroit. Dans des conditions

humides, une seule cabosse infectée peut produire jusqu'à 4 millions de structures qui produisent les spores. Cette variété de champignon a besoin d'eau pour se répandre à partir de la source d'infection, que ce soit le sol, les racines, les cabosses ou les nécroses des tiges. Des conditions très humides favorisent le développement et l'expansion rapides de la maladie. Le *P. palmirora* peut survivre dans des cabosses momifiées et les nécroses, le *P. magakarya* se répand surtout par le sol arrosé de l'eau des pluies qui gicle sur les arbres ou transporté par les fourmis. Une fois dans les feuillages, le *P. megakarya* peut survivre dans les nécroses des tiges. Il demeure viable dans les déchets infectés pendant au moins 18 mois, alors que le *P. palmivora* peut survivre de cette façon pendant moins de 10 mois, suivant la couverture du sol (voir première partie: **lutte contre les mauvaises herbes**)

Les rongeurs tels que les rats, les écureuils peuvent aussi transporter les spores des champignons à travers les cacaoyers. La dispersion rapide et sur de longues distances des champignons est surtout due à l'action de l'homme, très souvent à travers les récoltes contaminées et les outils d'émondage et le sol contaminé aux chaussures. (voir **Exercice 14** pour mieux comprendre le sol dans la propagation de la maladie).

LUTTE CONTRE LE PARASITE

Il existe quatre stratégies de base pour lutter contre les champignons qui causent la pourriture brune : les méthodes culturales et chimiques, l'usage des variétés résistantes et la lutte biologique, bien que celle-ci ne soit encore qu'au stade d'expérimentation.

Lutte par les méthodes culturales

Les méthodes culturales consistent à empêcher le champignon de s'étendre à travers la récolte.

Les inspections des champs doivent commencer au début de la saison des pluies (voir l'analyse de l'Agro-écosystème, **Exercice 3**). Après 2-3 jours de pluie continue, il faut chercher et enlever les premières infections sur les cabosses. Il faut se débarrasser des arbres infectés avec précaution, le compostage est une méthode efficace, mais doit être bien réalisé sinon cela peut être source d'infection dans l'avenir (Voir **Exercice 7** sur la préparation du compost). Le fait de brûler les arbres doit être utilisé seulement en dernier ressort à cause des effets néfastes sur l'environnement. Il faut récolter régulièrement les cabosses mûres et saines afin de prévenir les pertes après récolte car même les petites infections peuvent causer des pertes.



Cabosses présentant les symptômes de pourriture brune, Brésil. Photo H. Evans © CABI Bioscience

Pour améliorer les échanges d'air et réduire l'humidité (et l'incidence des maladies) les jeunes plants doivent être bien espacés et les sites bien drainés. Voir **Exercices 12 et 13** pour plus d'informations sur l'impact de l'humidité sur le développement de la pourriture brune. L'humidité réduit les possibilités de favoriser l'expansion des spores. (Voir **Exercice 6** pour analyser l'impact de l'ombre dans une cacaoyère). Il faut éclaircir le couvert forestier et éviter d'y créer des trous susceptibles d'aggraver les infestations des mirides dans certains endroits. (Voir **la fiche des données sur les mirides** et **l'exercice 5** pour les méthodes d'émondage). Il faut noter que la méthode culturale seule peut être très efficace contre le *P. palmirova* si elle est bien conduite. Mais un apport supplémentaire en produits chimiques est nécessaire contre une sévère pourriture brune causée par le *P. megakavya*.

Il faut régulièrement enlever les mauvaises herbes au début et au cours de la saison des pluies afin d'augmenter les échanges d'air et réduire l'humidité dans la cacaoyère. Il faut détruire les galeries en terre construites par les fourmis à la surface des troncs de cacaoyers. Ce qui détruit deux sources d'infection : les spores présentes dans la terre infectée et celles transportées par les fourmis. (Voir **Exercice 14** pour plus d'informations sur le rôle de la terre dans la propagation de la maladie). En créant une nouvelle cacaoyère il faut éviter les zones dont la terre est infestée par la pourriture brune

Le paillis peut aussi réduire les germes issus des jets d'eau à partir du sol sur les cabosses proches du sol.

La lutte chimique

L'emploi des fongicides a démontré quelques succès. Il donne de meilleurs résultats en association avec les méthodes culturales dans une approche intégrée. Les composés de cuivre (l'oxyde de cuivre ou le sulfate de cuivre de catégorie II de l'OMS¹) sont couramment appliqués avec les pulvérisateurs à dos. Il faut faire attention aux nombreux fongicides dérivés du cuivre à cause de leur toxicité pour l'homme. **L'exercice 16** permet de comprendre les risques qu'il y a à pulvériser les pesticides dangereux. Pour le cacao cultivé pour le marché diététique, les fongicides à base de cuivre sont actuellement autorisés sur une base réduite, mais disparaîtront à cause de leur persistance et leur impact sur les micro-organismes présents dans le sol.

Les techniques d'application alternatives (ou rationnelle) ont été expérimentées en utilisant les blocs imprégnés de cuivre attachés sur des endroits de la branche de manière que la lente infiltration du cuivre crée un film tout autour de la tige principale et protège les arbres contre les spores transportées par les insectes rampants (tels que les fourmis). Cette méthode est néanmoins très dangereuse pour les mammifères et les petits enfants qui peuvent toucher ou manger les blocs. Le métalaxyle peut également être appliqué sur les nécroses des branches et des tiges. Une méthode d'application alternative consiste à peindre les cabosses avec du métalaxyle et/ou des composés de cuivre. La méthode la plus sûre et sans danger pour l'environnement consiste à injecter le tronc avec de l'acide phosphorique. Cette méthode utilisée pour des raisons commerciales en Papouasie-Nouvelle-Guinée et est en train d'être testée sur le terrain avec un certain succès en Afrique de l'Ouest. On remarque des brûlures internes et il faudrait faire attention aux doses utilisées

La lutte biologique

Les méthodes utilisant les champignons et les bactéries ont fait l'objet des recherches en laboratoire et des essais sur le terrain, mais jusqu'à présent, ces micro-organismes ne sont pas disponibles en quantité commerciale. Néanmoins, conserver les éléments naturels en maintenant le paillis de la litière contribue à stopper les débris des récoltes injectés par la pourriture brune et réduit le taux des inocula au niveau du sol.

La résistance de l'hôte

¹ Le classement des pesticides par l'Organisation Mondiale de la Santé) suivant leur degré de toxicité va de I (Extrêmement dangereux) à III (légèrement dangereux) en plus de U (non-susceptible de présenter de graves dangers lors d'un usage normal) les programmes d'IPM ne doivent pas utiliser les pesticides de catégorie I & II de l'OMS. Il faut noter que la formulation peut ramener les composés actifs à catégorie inférieure.

La meilleure stratégie de lutte à long terme réside dans la multiplication des variétés résistantes. De nombreuses variétés issues Scavina 6, Scavina 12 et Pound 7 démontrent une résistance aux agents de la pourriture brune. Plusieurs instituts de recherche sur le cacao ont établi des programmes de multiplication en sélectionnant les variétés dans les conditions locales qui comprennent les souches locales et les variétés de *Phytophthora*. En Afrique de l'Ouest, l'IMC 47 et le SNK 413 seraient résistants au *P. megakarya* et *P. palmivora*. La sélection par la résistance dépend des techniques de sélection rapides et sûres afin d'identifier les éventuels clones et hybrides résistants. Les méthodes de sélection artificielle ont pris en compte les cabosses détachées ou non, les disques des feuilles et les jeunes plants. Toutes ces méthodes présentent des avantages et des inconvénients et parfois la résistance à la pourriture de la cabosse ne correspond pas à la résistance de la nécrose. Malgré, ces problèmes, l'ensemble des projets relatifs aux programmes de multiplication dans plusieurs centres de recherches ont été à mesure de produire des variétés résistantes dans les conditions locales.

D'autres nouvelles approches recherchent des arbres dans les plantations qui subissent une forte pression naturelle de maladie. Une fois repérés, ces arbres peuvent être utilisés pour fournir l'écusson pour le greffage qui peut être utilisé pour la génération des plantations et les programmes de multiplication.

Prenez contact avec votre institut local de recherche sur le cacao pour connaître leurs variétés résistantes. L'**exercice 4** explique l'introduction des variétés résistantes dans une cacaoyère existante à travers le greffage sur les arbres adultes. L'**exercice 18** permet une compréhension de l'impact de l'introduction d'une variété résistante dans une cacaoyère donnée.



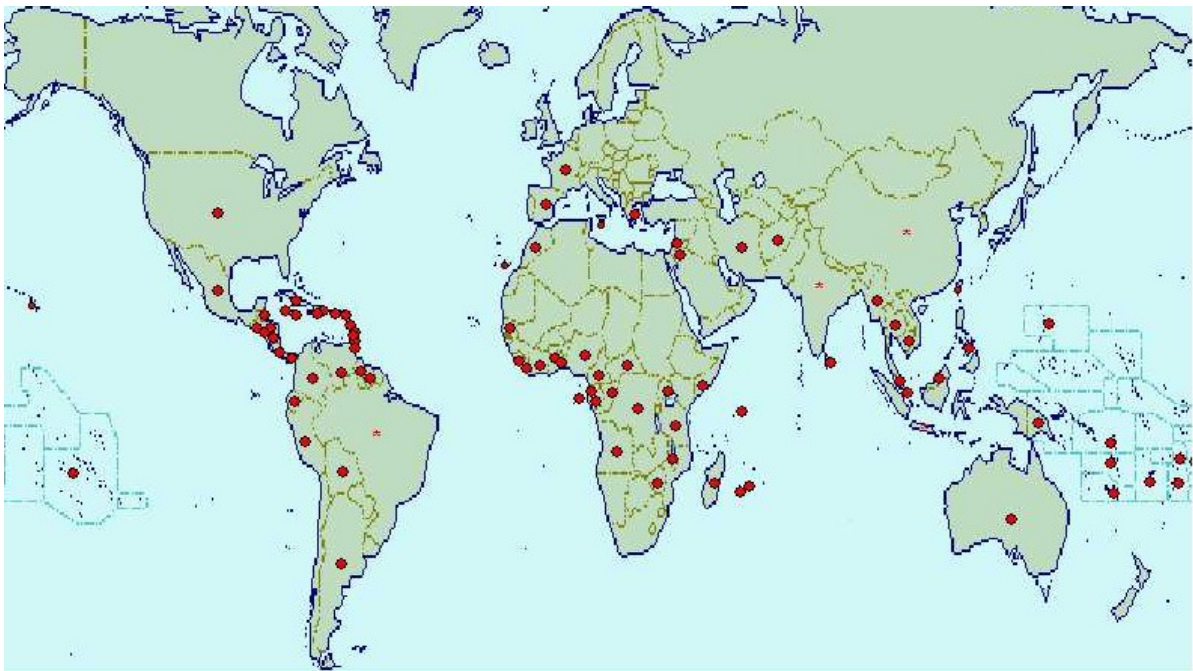
Suppression des cabosses infectées du sommet d'un arbre, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

Lutte intégrée contre les parasites

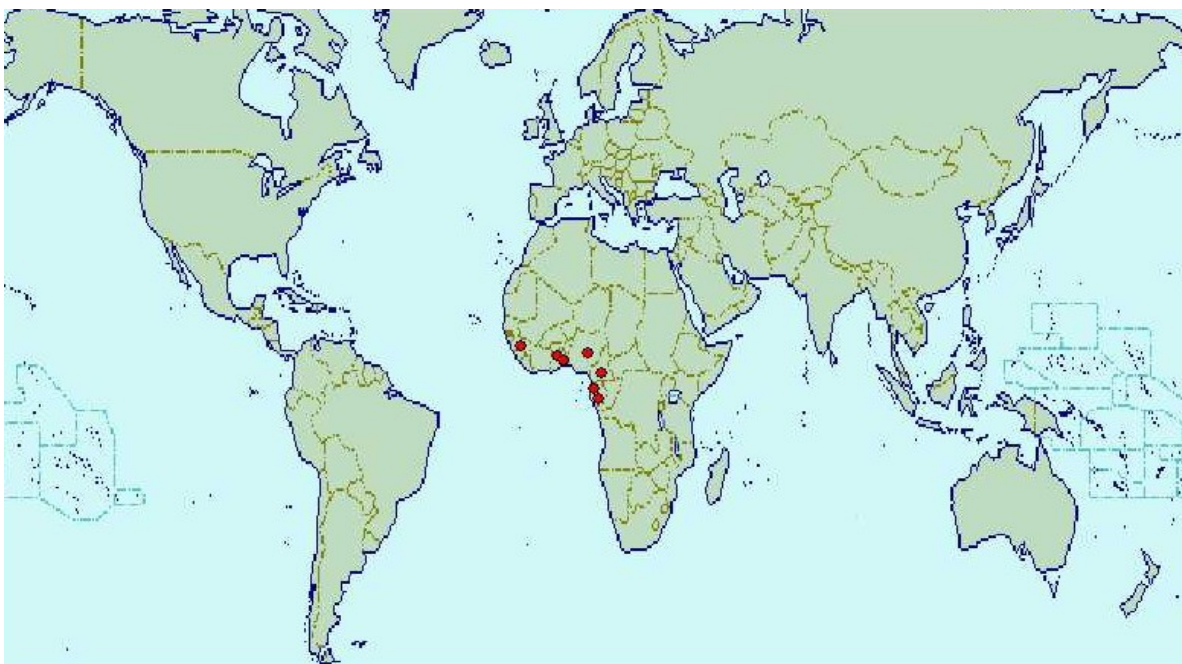
La lutte contre la pourriture brune est complexe et exige l'intégration de différentes approches décrites ci-dessus. L'état de santé du sol et le bon traitement général de la récolte sont essentiels. Les sols en bonne santé sont caractérisés par la haute teneur en matières organiques et la composition des éléments nutritifs de la plante, les nombreuses activités microbiennes le bon drainage et la structure physique et le faible taux des agents pathogènes. Il faut noter que la méthode culturale seule peut être très efficace contre le *P. Palmivora* si elle est bien conduite. Mais, un apport supplémentaire en produits chimiques est nécessaire contre une sévère pourriture brune causée par le *P. megakarya*.



Ramassage des cabosses de cacao infectées "cueillis", Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

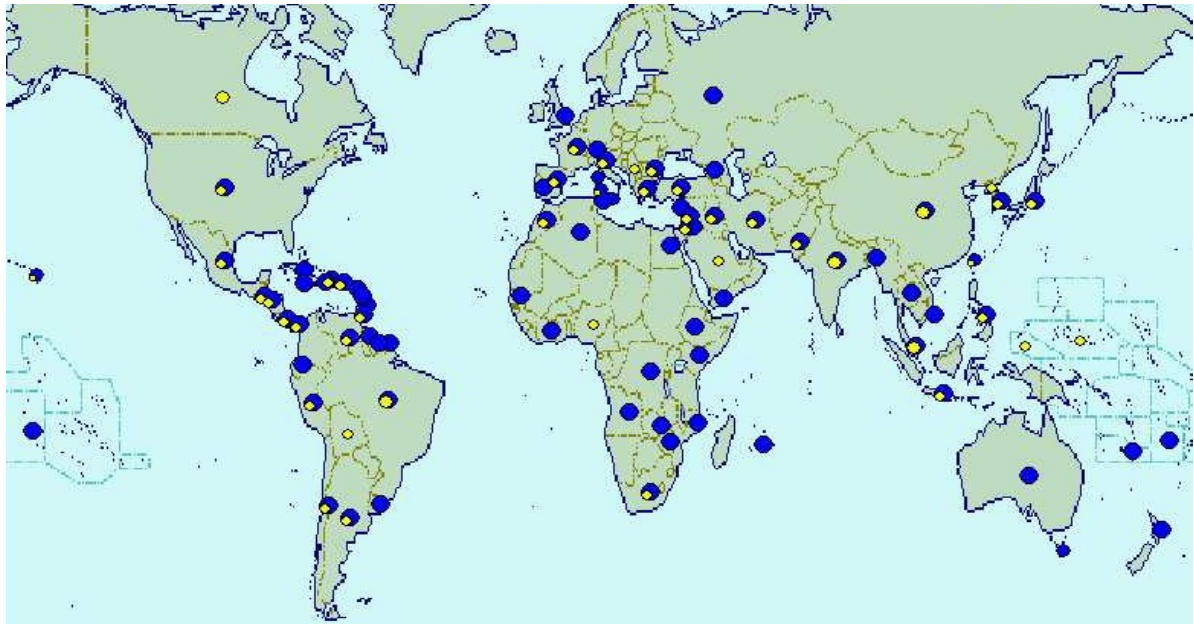


Prévalence du Phytophthora palmivora (source: Crop Protection Compendium 2002, CAB International)

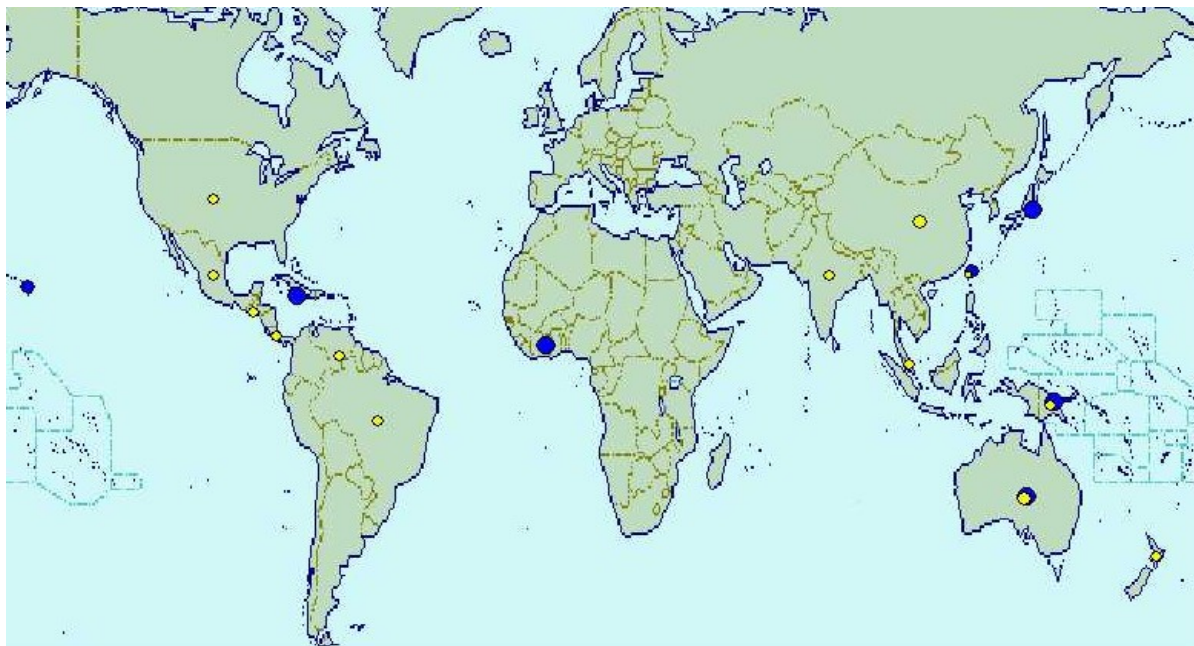


Prévalence du Phytophthora megakarya par pays (source: Crop Protection Compendium 2002, CAB International)





*Prévalence du *Phytophthora capsici* (points jaunes) et *Phytophthora citrophthora* (points bleus) par pays
(source: Crop Protection Compendium 2002, CAB International)*



*Prévalence du *Phytophthora heveae* (points jaunes) et *Phytophthora katsurae* (points bleus) par pays
(source: Crop Protection Compendium 2002, CAB International)*

Les foreurs de cabosses de cacao - *Conopomorpha cramerella*

IMPORTANCE

Les foreurs de cabosses de cacao causent des pertes par les perforations dans le tissu placentaire et la coque du fruit, perturbant ainsi la croissance des fèves. L'alimentation de foreurs provoque le mûrissement prématuré des fruits avec des petites fèves plates qui se prennent souvent en masse. Les graines issues des cabosses sérieusement infestées sont complètement inutilisables et en cas de graves infections, plus de la moitié de la récolte potentielle peut être perdue. En cas de légères infections, il peut ne pas y avoir de pertes économiques, mais la lutte peut demeurer nécessaire afin de prévenir le développement des infections plus importantes.

Le cola Spp et le rambutan (*Nephelium lappacevan*) sont des hôtes alternatifs. Ils sont susceptibles d'être les hôtes d'origine de cet insecte pendant que l'insecte pénétrant dans les cabosses de cacao constituera un exemple d'une "nouvelle maladie de rencontre". Ces fruits ont une pulpe qui ressemble à celle du cacao mais ils sont saisonniers et contrairement au cacao, ne fournissent pas les conditions idéales pour un établissement permanent.

Les Rambutan ou foreurs nam-nam existent en Thaïlande, au Sri Lanka et en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Il a été déjà rencontré sur des hôtes inconnus en Samoa occidentale dans le territoire du Nord d'Australie du début du 20^e siècle. Les foreurs vivants peuvent se déplacer sur de longues distances à l'intérieur du fruit de rambutan ; par exemple en 1986 des nymphes vivantes avaient été découvertes sur des rambutans thaï dans un supermarché de Riyad en Arabie Saoudite. Voir la prévalence en page 21.

Le nom français le plus communément utilisé pour désigner cet insecte est les foreurs de cacao, les autres noms sont: la teigne de cacao, les foreurs ram-ram, la teigne Javanaise cacao, la teigne javanaise du cacaoyer. En Espagnol: *jolilla javanesa del cacao*; en Allemand: *Javanische Kakao-Motte*; en Indonésie, *penggerek buah kakao*.

DESCRIPTION

Les oeufs

Ils sont d'un jaune-orange, plats et visibles à l'œil nu (environ 0,5 mm x 0,2 mm) et présentent des découpes rectangulaires. Les œufs sont pondus

seuls n'importe où sur la surface du fruit de la plante-hôte, bien qu'il semble y avoir une préférence pour les sillons de la cabosse. A l'éclosion (six à neuf jours) les œufs deviennent translucides, la coquille est blanchâtre mais assombrie à l'intérieur par les matières fécales.

Les larves

Le premier stade présente une larve transparente, de couleur blanche et d'environ 1 mm de long. Après l'éclosion, la première larve creuse une galerie sur la paroi interne de la coque et parfois creuse quelques centimètres de long de la partie externe du tégument avant d'y pénétrer. Une fois à l'intérieur de la cabosse, la larve creuse un trou dans n'importe quel sens pour se nourrir. Dans les cabosses plus jeunes, la jeune larve peut traverser les fèves en croissance, et causer des malformations et une réduction du volume de celles-ci



Dégâts internes causés par la larve de la chenille foreuse de cabosse de cacao, Indonésie. Photo © C. Prior

Les cabosses jaunissent ou mûrissent prématurément et de façon irrégulière créant ainsi la confusion dans les normes de mûrissement à la récolte. Au dernier stade, la larve a environ 1 cm de long, couleur crème lorsqu'elle est encore à l'intérieur du fruit mais verdâtre lorsqu'elle se métamorphose en nymphe. Une fois hors de la cabosse, les larves rampent et se couvrent de fil de soie dans un endroit approprié pour la métamorphose.

Les nymphes

Les nymphes sont protégées par une légère membrane en soie imperméable solidement fixée sur une dépression d'une cabosse ou d'une feuille. Le site de métamorphose peut être situé dans le sillon d'une cabosse, dans des feuilles vertes sèches ou autres débris. Une fois sur le site les larves tissent des cocons de forme ovale et entrent dans un bref stade de prémétamorphose avant de devenir une nymphe.



Nymphe de foreurs de cacao sous une membrane brunâtre en soie imperméable dans une dépression d'une cabosse, Indonésie.
Photo © C. Prior

Les nymphes adultes

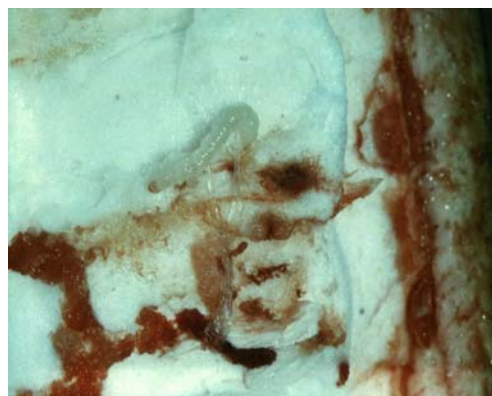
Une nymphe adulte est une petite teigne brune d'environ 7 mm de long. Elle a une envergure d'environ 12 mm, et présente des taches d'un jaune-claire aux extrémités des ailes. Les teignes sont munies de très longues antennes qui se rétractent dans une position naturelle de repos. En vol, les teignes ressemblent à des gros moustiques au vol lent.

ÉCOLOGIE

Les œufs sont déposés sur les cabosses de plus de cinq centimètres de longueur. Tout le stade larvaire se déroule en 14-18 jours, avec 4-6 instars. La grande majorité des larves sortent de la cabosse de cacao après que ces dernières aient mûri. Les larves creusent ensuite des galeries sur le coque pour sortir, laissant des trous facilement identifiables.

Normalement, le stade de nymphe dure 6-8 jours après quoi l'insecte est susceptible d'être transporté par l'homme vers d'autres zones cacaoyères par l'intermédiaire des cabosses, des feuilles et autres objets sur lesquels ou dans lesquels les larves et les nymphes sont accrochées. Les **exercices 10 et 11** vous permettent d'étudier les modes de nutrition et les cycles de vie.

Les teignes sont très actives pendant la nuit, période pendant laquelle ont lieu les accouplements et la ponte. Normalement, une femelle peut produire 50



Larves blanches de foreurs dans une cabosse de cacao, Indonésie. Photo © C. Prior

à 100 œufs au cours de sa vie. Il n'existe aucune indication que les teignes peuvent voler sur de longues distances; par conséquent, les déplacements sur de longues distances du CPB doivent certainement avoir eu lieu à travers le mouvement des cabosses infectées.

Pendant le jour, les teignes adultes se reposent normalement sous les branches plus ou moins horizontales des cacaoyers et leur coloration qui se confond à celle de l'endroit les rend difficiles à repérer. La durée de vie d'un adulte est généralement d'une semaine, mais elle peut atteindre 30 jours. Dans l'ensemble, le cycle de vie dure environ un mois.

LUTTE CONTRE LE PARASITE

Surveillance plantations et outils de prise de décision

Au milieu des années 1980, la recherche a démontré la fonction destructrice du *C. Cramerella* associant la perte de récolte au pourcentage d'infestation des cabosses récoltées. Il n'y avait presque pas de perte de récolte pour une infestation avoisinant 60 % et une augmentation des pertes avec les infestations (plus de la moitié de la récolte est détruite par les grandes infestations). Bien que ceci puisse constituer une façon raisonnable et pratique d'évaluer des dégâts, le rapport n'est pas précis pour les infestations importantes; mais est probablement indiqué dans l'établissement des priorités pour les actions de lutte. Il faut combattre les infestations situées au-dessus de 60 % alors d'en deçà un doute subsiste sur la nécessité du traitement. Néanmoins, en plus du travail apparemment simple de surveillance des infestations, il faudrait également surveiller l'âge des cabosses, tâche pas facile. Un modèle d'ordinateur conditionné par le climat et dépendant de l'âge de la cabosse du cacao a été mis au point en Asie du Sud-Est. Ce modèle de production du cacao effectue des tests sur les pratiques culturales et autres méthodes de protection des plantes pour élaborer les messages de vulgarisation forts à

l'endroit des agriculteurs. Le modèle favorise les risques dynamiques à cause des insectes, du climat et des prix à évaluer. Voir l'**exercice 3** pour collecter de façon systématique les données du terrain afin d'évaluer la situation.

Récolte régulière et complète (Rampassen)

Au début du 20^e siècle, les récoltes régulières et complètes ou *Rampassen* étaient considérées comme la seule méthode de lutte praticable. Les recherches sur le cycle de vie et les habitudes d'oviposition des foreurs de cabosses de cacao au début des années 1980 ont confirmé le fait qu'enlever toutes les cabosses de plus de 6-7 cm de long du champ pouvait interrompre le cycle de vie de l'insecte, étant donné que la teigne femelle ne pourra pas pondre ses œufs sur les cabosses plus jeunes. Le principal inconvénient du *Rampassen* est le déplacement des teignes des cacaoyères non-traitées, en moins que des actions concertées soient menées. De plus, en l'absence d'un émondage adéquat, l'élimination complète d'une colonie de foreurs de cabosses de cacao par la méthode du *rampassen* est difficile. L'**Exercice 5** explique la présence des méthodes d'émondage du cacaoyer.

Si les cabosses sont cueillies dès les débuts de la maturité, alors presque 90 % des larves seront encore dans les fruits. Si ces derniers sont fendus aussitôt et les coques détruites, enterrées ou couvertes avec du plastique transparent, le taux de destruction des larves sera très élevé et on obtiendra de meilleurs résultats. D'autre part, les cabosses entières peuvent être conservées dans des sacs en plastique soit pour contenir les larves en croissance ou les tuer par la chaleur à l'intérieur de ceux-ci. L'intervalle entre la récolte doit être de 14 jours au moins. Une autre alternative consisterait à abandonner la récolte pendant la petite saison et à entamer une récolte intensive complète durant plusieurs mois dès le premier signe de la haute saison. Les implications économiques des deux alternatives devront être testées dans les champs d'expérimentation des planteurs. (Voir l'**exercice 21** pour faire une analyse économique).

La lutte par les moyens mécaniques

Dans certaines régions du Sud des Philippines infestées par les foreurs de cabosses, certains cacaoyers ont été plantés avec une forte densité comme haies accessibles aux petits tracteurs entre les rangées. Les arbres sont maintenus à une petite taille de façon à faciliter la récolte. La mécanisation permet une récolte régulière, fréquente et la structure en haie des plantes (1 m² entre deux rangées et 2-3 m entre les rangées pour le passage des mini-tracteurs) permet une récolte

complète. Dans ce système, les infestations par les foreurs de cabosses de cacao sont restées à des niveaux insignifiants vers la fin des années 1980 sans aucune autre forme de lutte.

L'idée d'envelopper les cabosses de cacao, avec des sachets en plastique ou autre matière pour prévenir la ponte des œufs est venue d'Indonésie. De légers sachets en plastique à fond ouvert pour permettre la ventilation sont placés sur des très jeunes cabosses (de moins de 7 cm de long) et laissés durant la période de maturation ont permis une protection presque complète contre les foreurs de cabosses de cacao. Les principaux problèmes ont été le placement tardif des sachets et une ventilation insuffisante, ce qui provoque des pourritures. De plus, cette méthode exige beaucoup de travail. L'économie de cette méthode dépendra du coût du travail par rapport à la production (voir l'**exercice 21** pour faire une analyse économique).

La lutte biologique

Dans la première moitié du 20^e siècle, les entomologistes hollandais ont préconisé qu'on encourage les fourmis (la grosse fourmi noire : *Dolichodens Sp.*) et la fourmi bâtisseuse (*oecophylla smaragdina*) à se nourrir des jeunes nymphes des foreurs et des nymphes adultes qui sortent des cabosses et de nuire aux adultes. Durant les années 1980, les recherches ont suggéré que la prédation était en réalité due aux petits fourmis de sucre (*Iridomyrmex Spp.*) qui sont plus difficiles à multiplier et à manipuler. Au début des années 1980, la recherche à long terme a révélé que le taux de prédation des fourmis était constamment de 40% sur des nymphes chaque mois durant une période de quatre ans.

A Sabah en Malaisie, de faibles taux de parasitisme naturel sur les nymphes ont été révélés mais peu de progrès ont été réalisés dans la recherche des hôtes alternatifs pour les parasites. Un programme intensif d'élevage des guêpes parasites (le *Trichogrammatoidea sp.*) de Sabah sur un hôte alternatif (*Corcyra cephalonica* – les mites de riz) en laboratoire et dans les centres de multiplication commerciale et la mise en liberté dans la nature d'environ 12500 guêpes/ha/jour a donné, à la grande surprise de bon rendement. Mais, les coûts étaient prohibitifs. Deux autres espèces de guêpes (*Ceraphron* et *Ooencyrtus*) furent introduites dans le champ en petit nombre à Sabah. Une troisième espèce (*Nesolyinx*) ne put survivre dans les caisses d'expérimentation. Cependant, aucune de ces espèces ne fut introduite avec succès.

On a découvert six variétés de champignon aptes à détruire les larves et les nymphes. La plus efficace est le *Beauveria bassiana* qui provoque la destruction à 100 % des nymphes durant la

métamorphose si les larves sont mises en contact avec le champignon dès leur sortie de la cabosse. Plus de 40 % des larves qui sont sorties des cabosses infectées et qui ont été plongées dans un mélange de spore de *B. bassiana* sont mortes durant la métamorphose. D'autres variétés de champignon : Le *Pencillium*, l'*Acrostalagmus*, le *verticillium*, le *Fusarium* et le *Spicaria* ont été efficaces mais ne sont pas utilisés à grande échelle.

La résistance de la plante-hôte

Très tôt, l'intérêt des hollandais pour la résistance de la plante-hôte a porté sur la surface de la cabosse. Les œufs étaient généralement rencontrés dans les sillons. La surface des cabosses, celles plus lisses étant moins attractives que les cultivars profondément ridés. Au milieu des années 1980, on a noté une différence de mortalité considérable des larves dans les cabosses des différents cultivars. Une plus grande mortalité avait lieu dans les cabosses ayant des couches plus épaisses ou des endocarpes plus durs dans la paroi de la cabosse. La survie des larves était dix fois supérieure dans les cultivars à paroi molle ou mince. Des contraintes majeures liées l'adoption de la résistance de la plante-hôte du milieu des années 1980 était le temps et le coût de replantation des espaces existants avec des cultivars à parois solides. Les récentes innovations, particulièrement à Sabah (Malaisie) dans la culture des tissus clonés et dans la greffage des tissus clonés sur les tiges adultes peuvent permettre une résistance partielle de la plante-hôte à jouer un rôle plus important dans la lutte contre les foreurs de cabosses de cacao dans l'avenir.

En Indonésie, durant la première moitié des années 1990, la recherche était entreprise sur les souches de *Bacillus Thuringiensis* qui fournissait un gène-témoin mortel pour le CPB. La possibilité aurait été de développer les clones de cacao transgénétique ou des micro-organismes endophytiques contenant un gène mortel pour la CPB ; mais la recherche n'a pas avancé.

La méthode phéromonale ou Trapping

Au milieu des années 1980, on avait étudié des phéromones synthétiques des foreurs de cabosses de cacao : un plus grand nombre de mites mâles avait été piégé en utilisant des phéromones synthétiques qu'on en aurait pris au piège avec des mites femelles comme appât ; et ces pièges pouvaient être utilisés à la fois comme méthode surveillance et de lutte. Cependant, la lutte ne peut être effective que si un nombre de mites mâles sont pris au piège avant l'accouplement. Un essai sur une surface de 200 ha a été conduit pendant quatre ans dans les domaines de Bal et ailleurs à Sabah (Malaisie) afin de tester la lutte phéromonale. Une densité des pièges de 4 à 8 par ha était utilisée. Les

résultats de ses essais ont démontré que les pertes étaient réduites d'environ 1/3 dans les zones piégées par rapport aux zones non traitées. Les phéromones se sont montrées capables d'attirer les mites d'un cacaoyer situé à plus de 800 mètres. Malheureusement, en 1987, une nouvelle race de foreurs de cabosses de cacao qui ne réagissaient pas aux phéromones utilisées à Sabah était découverte. Un nouveau mélange fut préparé pour attraper les deux races, mais d'autres pouvaient se développer et de fréquents changements de phéromones pouvaient augmenter les coûts et limiter leur efficacité ; Par conséquent, les phéromones ne sont pas utilisées de nos jours pour lutter contre les insectes. Néanmoins, les pièges à phéromones peuvent toujours être utiles dans les zones non infectées en quarantaine.

Lutte chimique

Au milieu des années 1900, les observations avaient démontré qu'en Asie du Sud-Est, le cacao ne pouvait pas supporter l'usage continu des insecticides à large spectre à cause de l'apparition des insectes de type secondaire échappant à la méthode de lutte normale de leurs prédateurs et parasites naturels. (Voir l'**exercice 17** pour comprendre l'impact des pesticides sur les ennemis naturels). Dans les années 1980, De nombreux développements ont amélioré la lutte chimique, sans toutefois aboutir à une sérieuse apparition d'insectes nuisibles de type secondaire. De quantités relativement faibles d'insecticides de contact, que ce soit la pyrethoïde ou le carbamate, appliqués sur les faces inférieures des branches basses durant la petite saison, avaient maintenu les colonies de foreurs de tige en dessous des niveaux considérables au cours des périodes de pointe suivantes lors de plusieurs essais. L'**exercice 16** peut être effectué pour évaluer les risques qu'il y a à utiliser les pesticides dangereux.

LUTTE INTEGREE CONTRE LE PARASITE

Les réductions les plus immédiates de foreurs de cabosse sont susceptibles d'être réalisées par l'association de la méthode culturale c'est-à-dire le *Rampassen* et une utilisation rationnelle de pesticide. Ces deux méthodes dépendent des arbres bien émondés maintenus à une hauteur assez basse pour permettre la cueillette et/ou la pulvérisation des cabosses. Voir **exercice 5** pour les méthodes d'émondage des cacaoyers. La lutte à long terme peut être renforcée par le greffage ou la replantation avec des clones à la coque dure voir **exercice 4** pour le greffage. L'apport supplémentaire en ennemis naturels exotiques peut permettre une lutte supplémentaire partielle si l'on peut trouver les parasites appropriés.



Prévalence des foreurs de cabosses de cacao par pays (source: Crop Protection Compendium 2002, CAB International)



Le virus de l'œdème des pousses

IMPORTANTANCE

Le virus de l'œdème des pousses constitue un sérieux danger pour la production du cacao en Afrique de l'Ouest et particulièrement au Ghana. Les souches très agressives de ce virus peuvent tuer les cacaoyers en l'espace de deux à trois ans. Le virus de l'œdème des pousses affecte le cacao Amélonado (qui produit généralement les graines de meilleure qualité) plus sérieusement que le cacao d'Amazonie du Nord. (Voir page 25 pour la prévalence).

La maladie a été identifiée en 1936, mais, elle avait déjà certainement sévi en 1920 en Afrique de l'Ouest ; Elle constitue un exemple de nouvelle maladie de rencontre où le virus originaire des variétés d'arbres forestiers a effectué un saut vers le cacao-hôte. Les chiffres des pertes annuelles dues à ce virus varient d'environ 20 000 à approximativement 120 000 tonnes au Ghana seul. En effet, au Ghana, la perte moyenne annuelle entre 1946 et 1974 était estimée à plus de 17 500 000 kg. Les tentatives de lutte contre le virus de l'œdème des pousses dans ce pays ont nécessité d'importants moyens financiers en terme de financement et de main-d'œuvre. Les politiques dites "d'abattage" ont été mises en place dès le début des années 1940. Cette politique a abouti à la suppression de plus de 190 millions d'arbres infectés jusqu'en 1980. La politique "d'abattage" était efficace si elle était menée avec rapidité et efficacité.

Le virus se trouve aussi dans les arbres d'ombrage, tels que les baobab (*Adansonia digitata*) où les symptômes sont la chlorose des feuilles. Les variétés *Ceiba pentandra*, *Cola gigantea* var. *glabrescens* et *Sterculia* présentent les symptômes transitoires de chlorose de feuilles, mais, généralement peu de symptômes sont visibles sur ces hôtes qui peuvent révéler une longue présence du virus.

Remarque: malgré la prévalence bien connue de ce virus et la maladie en Afrique de l'Ouest, les particules du virus semblables au badnavirus du virus de l'œdème des pousses (les particules bacilliformes non-enveloppées) ont été généralement rencontrées sur des cacao en croissance à Sumatra (Indonésie) et au Sri Lanka. Leur rôle comme agent pathogène n'a pas été confirmé.

RISQUE PHYTOSANITAIRE

Le virus de l'œdème des pousses est actuellement confiné en Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire,

Ghana, Nigeria, Sierre Léone, Togo) ; ce qui a de sérieuses implications sur le mouvement du germoplasme sur le plan international. Les tentatives d'améliorer la plante sont freinées par le besoin de tester (indexer) le germoplasme du cacao de ce virus, en particulier le germoplasme doit être déplacé dans des endroits où les variétés très sensibles sont produites. Ainsi, le matériel génétique de l'Afrique de l'Ouest est envoyé dans les installations intermédiaires de quarantaine et ensuite testé par rapport à la présence du virus. La méthode utilisée actuellement consiste à tester un clone donné par rapport à la présence du virus par greffage sur les souches d'Amélonado en utilisant plants bourgeonnant. Si le virus est présent, il se manifesterait dans la structure de l'Amélonado avec le temps ; Les plants tests sont inspectés chaque deux semaines par rapport aux signes du virus. Aujourd'hui, la période de quarantaine est de deux ans.

En plus de la technique de greffage qui prend beaucoup de temps et limite par conséquent la vitesse dont dispose le germoplasme pour parcourir les programmes internationaux de multiplication, les méthodes sérologiques (ELISA et ISEM) et les méthodes moléculaires, y compris les méthodologies PCR sont en élaboration. Ces approches peuvent aussi détecter un éventail de badnavirus, y compris ceux rencontrés sur les bananes, les plantains, les cannes à sucre et autres espèces communément associées au cacao. Les amorces spécifiques d'une base des données des séquences sont en élaboration au Ghana dont l'objectif spécifique est de fournir un système sensible, spécifique pour la détection du virus de l'œdème des pousses. Une méthode de détection rapide réussie, favoriserait énormément le mouvement du germoplasme à partir de l'Afrique de l'Ouest.

DESCRIPTION

Les symptômes de ces maladies sont très difficiles à identifier sur une plante en pleine croissance. Ils sont la plus part de temps reconnus par les feuilles, mais également, par les œdèmes au niveau de la tige et des racines ainsi que la formation des cabosses.



Sur
cert
aine
s
vari
étés
de
caca
o, et particulièrement.

*Symptôme de type fougère, Ghana
Photo © T. Legg*

Sur certaines variétés de cacao et particulièrement le cacao Amélonado, le rougissement initial de la nervure principale et des nervures secondaires des poussées foliaires est caractéristique. Il peut y avoir plusieurs symptômes sur les feuilles adultes selon la variété du cacao et la souche du virus. Il peut s'agir d'une teinte jaune le long de la nervure principale, de petits points à de grandes taches, des taches diffuses ou des rayures. On constate que la nervure chorotique forme un trait ou une bande et peut s'étendre le long des grandes nervures pour créer des angles. Coloration diffuse, vaines à bande rouge et structure de fougères sont les termes communément employés.



*Marbrure, Ghana.
Photo H. Evans © CABI Bioscience*

Les oedèmes de la tige résultent d'une prolifération anormale des cellules de la plante et peut se développer sur les nœuds, entre les nœuds ou au bout des pousses. Ils peuvent être sur les chupons, les éventails ou les branches ; Plusieurs souches du virus de l'œdème des pousses peuvent également provoquer les oedèmes au niveau des racines. Les arbres qui en sont infectés perdent leurs feuilles ou se fanent.



*Oedème de tige, Ghana. Photo H. Evans ©
CABI Bioscience*

Au début, la perte des feuilles peut être partielle ; une perte complète des feuilles se produit sur les variétés très sensibles. On peut rencontrer des petites cabosses arrondies sur des arbres infectés par des souches sévères. Parfois, on remarque des tâches vertes sur ces cabosses et leur surface peut être plus lisse que celle d'une cabosse saine.



Surface d'une cabosse tachetées de vert: il faut remarquer qu'elle est plus lisse que celle d'une cabosse saine, Ghana. Photo © T. Legg

ÉCOLOGIE

Le virus de l'œdème des pousses peut infecter le cacao à n'importe quel stade du développement de la plante. On pense que le virus attaque particulièrement le système du cacaoyer par endroit, car certaines branches d'un arbre infecté peuvent ne pas présenter des symptômes sur les variétés sensibles de cacao, les pertes de récoltes d'environ 25 % sont enregistrées pendant la première année suivant l'infection. La transmission

naturelle du virus se fait à travers les cochenilles de manière sémi-persistante. Voir l'**exercice 15** pour une meilleure compréhension de la propagation des virus par les insectes ; Plus de 16 espèces de cochenilles ont été répertoriées comme susceptibles de transmettre le virus, toutes du groupe de familles des *pseudococcidae* parmi lesquels les *planococcoides njalensis* .. *anomalus*.

Le virus est conservé lorsque le vecteur de la cochenille subit la mue, mais il ne se multiplie pas à l'intérieur du vecteur et n'est pas non plus transmis aux jeunes vecteurs. Les nymphes des deux sexes et les femelles adultes transmettent la maladie de façon circulaire entre les arbres adjacents en rampant à travers le feuillage des arbres infectés aux arbres sains ou transportés par les fourmis qui s'y trouvent (les espèces *Crematogaster* et *Camponotus*).

Occasionnellement, on peut avoir une 'expansion par saut' lorsque les cochenilles sont transportées par le vent pour infecter les arbres situés à une certaine distance de leur site initial d'infection. Le virus de l'œdème des pousses ne se transmet pas par la semence du cacao. Mais il a été transmis à titre expérimental à des variétés sensibles par greffage, inoculation mécanique et par infection par des techniques de bio-technologie.

LUTTE CONTRE LE PARASITE

Traitement sanitaire

La suppression ou "l'arrachage" des arbres visiblement infestés ensemble avec des arbres de contact a constitué la méthode de lutte préconisée au Ghana où la maladie a eu une importance économique depuis les années 1940. La stratégie d'arrachage dépend de l'ampleur de l'épidémie. Dans le cas des épidémies affectant moins de dix arbres, seuls ceux adjacents doivent être supprimés (jusqu'à une distance de cinq mètres par rapport au centre de l'épidémie). Cependant, lorsque plus de cent arbres sont infectés dans une seule épidémie, les arbres adjacents et tout autre arbre situé à une distance de 15 mètres des arbres visiblement infectés doivent être supprimés. Un grand débat subsiste autour de l'efficacité de cette approche, car, plusieurs arbres infectés ne sont pas remarqués ou sont dans un état latent. L'éradication (tolérance 0) s'est révélé cher à la fois dans son aspect financier et à travers l'impact sur l'environnement et les communautés. De nombreux planteurs se sont installés dans de nouvelles forêts, ce qui a conduit à

une perte de la couverture forestière et une dégradation des plantations abandonnées.

Résistance de la plante-hôte

Beaucoup d'efforts ont été consentis à la multiplication pour une résistance à cette maladie, notamment au Ghana et au Togo. Il est improbable qu'une résistance spécifique au virus puisse exister dans un germoplasme sauvage, étant donné que l'agent pathogène n'existe pas au centre de l'origine de l'hôte (Amérique du Sud). Aussi, la stratégie de multiplication vise-t-elle à combiner les propriétés de différents génotypes qui peuvent être utiles contre la maladie. Il peut s'agir de l'appâtissage des vecteurs à la sève, de la production des composés antiviraux et aux autres formes de résistances induites. En pratique, les reproducteurs ont besoin des meilleures méthodes d'indexage des maladies pour rechercher les virus dans les nouvelles plantes et de meilleures méthodes d'innovation pour garantir la précision de les premières sélections de résistance.

Lutte par les méthodes culturelles

Il faut accorder de la considération à l'isolation de nouveaux plants aux nouveaux plants de cacaoyers infectés en utilisant des barrières des plantes immunisées contre le virus de l'œdème des pousses. Chez le cacao, cette maladie est considérée comme une "nouvelle maladie de rencontre" étant donné qu'elle était présente dans les arbres de la forêt qui appartiennent à la même famille que le cacao (Sterculiaceae). Lorsque le cacao était planté à grande échelle, cela constituait une occasion pour le vecteur d'entrer dans un nouvel hôte en emportant le virus. Toute plante utilisée comme une barrière pour empêcher le déplacement des vecteurs vers un nouveau cacaoyer ne doit être de la même famille que ce dernier. Les exemples possibles de barrières sont : le palmier à huile, le caféier et le citronnier.

Protection par les souches bénignes

Les souches bénignes qui semblent assurer une certaine protection contre les souches sévères sont disponibles et sont en train d'être testées sur le terrain du Ghana. Cependant, le degré de protection réalisé jusque là n'est pas économique et de recherches supplémentaires sont nécessaires.

Lutte contre le vecteur

En principe, les pesticides peuvent lutter contre les vecteurs de cochenilles du virus de l'œdème des pousses; cependant en pratique, l'efficacité de cette

méthode lutte laisse beaucoup à désirer et exige l'usage des pesticides à grande échelle.



Lutte contre les fourmis et les cochenilles. Photo © C. Prior



Prévalence du virus de l'œdème des pousses par pays (source: Crop Protection Compendium 2002, CAB International).

La moliniose *Crinipellis roreri*

REMARQUES SUR LES APPELLATIONS

La moliniose est causée par le *Crinipellis roreri*. Le nom latin a récemment évolué à partir de *Moniliophthora roreri*. *Helado*, *hielo*, *pasmó*, *aguado del cacao* sont des appellations espagnoles communes. Techniquement incorrectes et trompeuses, ces appellations communes anglaises et espagnoles telles que la moliniose persistent. L'appellation *podredumbre acuosa* est particulièrement trompeuse, car ce nom est aussi partagé par le balai de la sorcière.

IMPORTANCE

Cette maladie des champignons est courante dans les zones cacaoyères d'Amérique Centrale et du Sud (Costa Rica, Guatemala, Nicaragua, Panama, Colombie, Equateur, Pérou et Venezuela). Bien que considérée comme une maladie relativement mineure dans le monde, comparée à la pourriture brune et le balai de sorcière (voir les fiches de données respectives), elle constitue potentiellement la plus grande menace à la production du cacao. Dans les zones qui ont été envahies par le *C. roreri*, la production a connu une baisse drastique. En 1978, la maladie faisait son apparition au Costa Rica où les pertes étaient estimées 60-90 %. De même, après son apparition au Pérou, dans les années 1990, la production connut une chute de 40 à 50 % avec les pertes de l'ensemble de récolte dans certains endroits. En résumé, si cette maladie était exportée de manière accidentelle vers d'autres régions du monde, en particulier L'Afrique de l'Ouest, ses effets sur la production mondiale seraient dévastateurs (voir page 29 pour la prévalence).

DESCRIPTION

Les spores de la moliniose poussent sur les cabosses de cacao en présence d'eau en suspension et de beaucoup d'humidité et de basses températures. La pénétration s'opère directement à travers la surface de la cabosse ou les stomates. Les symptômes apparaissent après 4-10 semaines, selon surtout l'âge de la cabosse. Faire les **exercices 12** et **13** pour mieux comprendre l'infection par la maladie et l'apparition des symptômes). Lorsque les jeunes cabosses (de moins d'un mois) sont infectées, elles développent des oedèmes chlorotiques et des déformations au bout d'un mois, suivies des nécroses généralisées. La masse de graines de fruit peut devenir molle et liquide.



Masse de graines molles et insipides, Equateur.

Photo H. Evans © CABI Bioscience

Tous ces symptômes ne sont pas différentiables de ceux de l'infection au balai de sorcière (voir **les fiches de données sur le balai de la sorcière**) les cabosses qui ont été infectées à plus de trois mois peuvent présenter des symptômes externes ou uniquement une nécrose limitée. Souvent cette nécrose limitée est légèrement enfoncée et entourée des endroits de croissance prématurée. D'importantes nécroses rouges-brunes peuvent se retrouver à l'intérieur.



Cabosse infectée par la névrose interne brune rougeâtre, Costa Rica. Photo H. Evans © CABI Bioscience

Contrairement à l'infection des jeunes cabosses, les vieilles présentent une surproduction du tissu intérieur, ce qui donne lieu à des cabosses denses, compactes et lourdes. Le premier symptôme visuel sur les vieilles cabosses sont de larges points sombres avec des côtés irréguliers qui se développent rapidement pour couvrir toute une partie de la surface du fruit ; les champignons apparaissent quelques jours plus tard pour se transformer rapidement en une espèce de tapis glacial, dense, blanc. La couche blanche prend la couleur de crème et ensuite légèrement brune à

partir du centre de l'infection vers l'extérieur, devenant éventuellement poudreuse. En quelques jours, plus de 6 milliards de spores peuvent se former par cabosse. Elles sont par la suite libérées après deux mois. La formation, la libération et la dispersion des spores ne nécessitent pas beaucoup d'humidité.



Développement des champignons poudreux contenant des milliards de spores, Equateur. Photo H. Evans © CABI Bioscience

Les spores sèches, poudreuses sont immédiatement libérées en grand nombre par les courants d'air et les vibrations de l'arbre telles que pendant la récolte ou l'émondage. Le vent ou les courants d'air peuvent disperser ces spores à des dizaines ou même à des centaines de kilomètres.

BIOLOGIE & ECOLOGIE

On pense que le champignon serait issu du *Theobroma gilleri* en Colombie, un proche parent du cacaoyer. Il attaque le cacaoyer (cultivé et sauvage) et d'autres variétés de *theobroma* et *Herrama*.

Une fois présent dans une cacaoyère, la dispersion du champignon est continue sur toute l'année. L'intensité de l'infection dépend des conditions environnementales existantes et de la disponibilité des cabosses/l'hôte.

On remarque une grande incidence de nouvelles infections en présence des cabosses volumineuses, des climats chauds et pluvieux et des sources des inocula (sporulation, fruits infectés) Une relation positive existe entre le pourcentage des cabosses qui présentent les symptômes et la quantité des pluies tombées 3-4 mois avant. Les températures journalières situées entre 22 et 32 ° C favorisent le développement de la moliniose ; sous des températures plus froides la maladie est moins

sévère, car les périodes d'incubation deviennent plus longues. Le processus s'accélère au fur et à mesure que le nombre des jeunes cabosses infectées augmente et que le cycle de floraison et d'apparition des cabosses se poursuit. Dans les régions où la saison sèche est bien délimitée, l'incidence de la maladie tend à diminuer avec la baisse des pluies et particulièrement si la floraison également cesse. Les cabosses nécrotiques couvertes des vieilles spores produisant des tapis demeurent des sources potentielles des inocula pendant ces périodes de baisse de l'activité de la maladie, mais elles ont tendance à être moins contaminatrices au fur et à mesure qu'elles vieillissent et se momifient. Néanmoins, les spores viables ont été retrouvées sur les cabosses momifiées plus de 9 mois après l'infection



Cabosse de cacao infectée, Panama. Photo H. Evans © CABI Bioscience

Si les cabosses infectées sont coupées de l'arbre et abandonnées par terre, les spores peuvent être libérées pendant des heures mais, en quelques jours, la turgescence change et l'invasion par d'autres microorganismes généralement immobilise le reste des spores.

LUTTE CONTRE LE PARASITE

Les méthodes culturelles et sanitaires

La suppression des cabosses malades des cacaoyers est la principale technique culturelle de lutte contre la moliniose. Les fruits malades doivent être supprimés de l'arbre chaque semaine pendant les

grandes périodes d'apparition et maturation des cabosses, mais, moins fréquemment lorsque le port des fruits est clairsemé. La suppression des fruits infectés doit intervenir dès l'apparition des premiers symptômes, avant le début de la production des spores, sinon leur suppression aidera à déloger et de disséminer les spores !

Une fois coupés, tous les fruits malades peuvent être laissés au repos sur le sol ou couverts avec les déchets de feuilles. Il serait encore mieux de les enterrer ; ce qui permettra aux autres microorganismes de coloniser et d'anéantir toute spore restante.



*Cabosses infectées abandonnées par terre, d'autres partiellement couvertes des déchets de feuilles, Pérou. Photo H. Evans
© CABI Bioscience*

La pulvérisation des cabosses abandonnées avec l'urée (3 %) accélère la décomposition. L'urée brûle les fleurs, par conséquent, elle ne peut pas être appliquée aux arbres eux-mêmes. La couche de feuillages doit être maintenue basse et mince par de légers et réguliers émondages afin de permettre la ventilation et aider à la détection et la suppression des cabosses malades (voir l'**exercice 5** pour les méthodes d'émondage et l'**exercice 6** pour la compréhension de l'impact de l'ombrage sur l'humidité dans une cacaoyère). Il faut s'assurer que la récolte sanitaire est effectuée avant l'émondage, ce dernier pouvant déloger les spores de la moliniose.

Dans les régions où la période de grande récolte est bien définie, avec l'augmentation de l'incidence de la moliniose à l'approche de la récolte, la suppression totale à la fois des cabosses saines et malades à la fin de cette période peut être

nécessaire pour arrêter le cycle de maladie. Dans tous les cas, toutes les cabosses momifiées doivent être supprimées des arbres avant la prochaine grande floraison. L'élimination des sources des inocula est plus efficace si elle est pratiquée sur une grande échelle. L'action communautaire et/ou la mise en application de la réglementation phytosanitaire locale peut contribuer à garantir le succès.

Lutte biologique

L'application des champignons ou bactéries antagonistes s'est révélée efficace dans la réduction de l'incidence de la moliniose lors des expériences de terrain. Les bactéries de souche *Bacillus* et *Pseudomonas* ont été efficaces dans des conditions d'expérimentation au Costa-Rica. Au Pérou, les champignons mycoparasites *clonostachys rosea* et *trichoderma Spp* réduisaient l'incidence de cette maladie. Cependant, aucun agent n'est actuellement disponible à l'échelle commerciale.

Lutte par les moyens législatifs

Les régions ou pays qui échappent à la maladie doivent maintenir une stricte réglementation de mise en quarantaine relative non seulement au transport des cabosses à partir des régions contaminées, mais également aux déchets des plantes qui peuvent abriter les spores. Des examens de quarantaine doivent être imposés sur le transport des graines/cabosses destinées à la recherche ou la multiplication. Une "période d'attente" de deux semaines au minimum doit être imposée sur les cabosses afin de permettre l'apparition des symptômes d'infections latentes. Le matériel distribué sous forme végétative doit être plongé dans une solution de fongicide pour prévenir le transport externe des spores de la maladie. La lutte par la mise en quarantaine doit se faire à travers la mise en application de la réglementation phytosanitaire locale/nationale afin de garantir le déplacement de plantes exemptes de maladie.

Résistance de la plante-hôte

Il y a une variation de sensibilité à la moliniose dans la plupart des séries des clones de cacao testés. A Catie (Costa-Rica) après avoir évalué plus de 500 clones de cacao d'origines géographiques différentes en utilisant les techniques d'inoculation artificielle, on a remarqué que la sensibilité à la moliniose était la réaction la plus fréquente et la résistance un caractère peu fréquent. Certains clones qui disposent des gènes résistants sont : ICS-43, ICS-95, PA-169, EET-75, UF-273, UF-712, CC-252. En outre, EST-233 a démontré une réaction de résistance en Equateur.

Lutte chimique

De nombreux fongicides sont appliqués sur les jeunes cabosses pour réduire l'incidence de la maladie, mais l'équilibre entre leurs coûts et leurs bénéfices est souvent remis en question. C'est seulement dans les plantations de grandes productions avec une ou deux pointes de production bien définies que les fongicides peuvent être rentables. La pulvérisation doit être concentrée sur les premiers stades de croissance de la cabosse, du début des principales pointes d'apparition des cabosses jusqu'à l'âge de 3 mois et complétées par de fréquentes suppressions des cabosses malades.

aux fongicides de cuivre, il faudrait remarquer qu'ils sont généralement toxiques pour l'homme (catégories I et II de l'OMS) et très persistants dans les sols et sont éliminés dans les productions organiques. L'exercice 16 permet de prendre conscience des risques que connaissent les agriculteurs en utilisant les pesticides dangereux. Les recherches se poursuivent pour évaluer l'efficacité des fongicides oxathiim, qui sont bon marché et sans danger (généralement de la catégorie II selon l'OMS) et par conséquent préférables en l'absence des agents biologiques



Prévalence de la moliniose par pays (source: Crop Protection Compendium 2002, CAB International)

Lorsque la pollinisation est économiquement réalisable, elle se combine bien avec la protection par les fongicides. Les fongicides de cuivre et les protecteurs organiques (particulièrement le chlorothadonil, catégorie II de l'OMS¹) se sont avérés généralement efficaces et peuvent être économiques (L'exercice 21 accorde l'attention à l'économie de lutte contre les insectes). Par rapport

disponibles sur le marché.

¹ Le classement des pesticides par l'Organisation Mondiale de la Santé suivant leur degré de toxicité va de I (Extrêmement dangereux) à III (légèrement dangereux) en plus de U (non-susceptible de présenter de graves dangers lors d'un usage normal) les programmes d'IPM ne doivent pas utiliser les pesticides de catégorie I & II de l'OMS. Il faut noter que la formulation peut ramener les composés actifs à catégorie inférieure.

Les mirides (Les capsides)

REMARQUE SUR LES APPELLATIONS

Les appellations générales de mirides et capsides se réfèrent aux mêmes types d'insectes qui se nourrissent du cacao et appartiennent à la famille des Miridae. Le terme mirides est couramment utilisé en Amérique et en Asie, alors que celui de capsides est le terme commun en Afrique. En Malaisie, les noms communs sont punaises de moustiques et punaises d'abeilles. Dans le présent manuel, nous utiliserons le terme mirides pour désigner à la fois les mirides et les capsides.

IMPORTANCE

Ces insectes attaquent en perforant les surfaces des tiges, des branches de cacaoyers et des cabosses, et en aspirant la sève. Les mirides sont considérés comme les insectes les plus nuisibles et les répandus. Sur le cacao, il existe quarante espèces ou plus sur le cacao qui peuvent être considérées comme des mirides. Le mode nutrition de ces insectes consiste à perforer les tissus de la plante à l'aide de leur dard semblable à une aiguille et à y injecter une salive toxique (crachat) qui provoque la mort des tissus internes.

Le *sahlbergella sungularis* et *Distantiella theobromae* sont les plus importants en Afrique de l'Ouest où le *Bryocoropsis* et *l'ondoniella* sont aussi présents. Une espèce semblable au *Sahlbergella*, le *Boxiopsis madagascariensis* aurait été identifié comme l'insecte nuisible sur la côte occidentale de Madagascar. L'*Afropeltis* (jadis appelé *helopeltis*) est présent en Afrique de l'Ouest et de l'Est.

Les espèces *Helopeltis* sont les plus importantes en Asie : *pseudodoniella* en Papouasie-Nouvelle-Guinée et le *Platynomiriodes* à Bornéo. Les espèces *monalonion* sont présentes en Amérique du Sud et Centrale. Voir en page 34 pour leur prévalence.



Pseudodoniella adulte, Papouasie Nouvelle Guinée. Photo © C. Prior

DESCRIPTION

Les mirides volent beaucoup et sont actifs pendant les heures chaudes de la journée. L'alimentation par succion des jus de la plante crée de petites zones trempées d'eau qui noircissent rapidement.



Lésions circulaires noires sur les cabosses causées par l'alimentation des mirides, Cameroun. Photo © J. Vos

Les lésions sur les fruits sont circulaires, alors que celles sur les tiges sont habituellement ovales et plus grandes (Faire l'exercice 10 pour étudier les modes de nutrition). Les tissus mous et solides des tiges sont attaqués avec l'alimentation sur les tiges molles, ce qui aboutit au flétrissement et en fin la mort, permettant l'entrée des champignons.



Mort d'une jeune pousse, Papouasie Nouvelle Guinée. Photo © M. Holderness

BIOLOGIE & ECOLOGIE

Les cycles de vie des différentes espèces de mirides se ressemblent énormément. L'œuf ou de petits tas d'œufs sont enfoncés dans les couches des cabosses, les tiges, les chupons et les branches en éventail. Généralement, les œufs éclosent après une durée de 6-20 jours, mais, qui peuvent durer plus longtemps si les conditions ne sont pas favorables.

Deux voies respiratoires partent de chaque œuf au-dessus de la surface de la plante et sont bien visibles à l'œil nu. Les mirides n'ont pas de stade de nymphe, mais plutôt cinq stades successifs de



Assèchement d'un rejet suite à une attaque de mirides, Ghana. Photo G. Oduor © CAB International

jeunes larves, un processus qui dure 18 à 30 jours. Les nymphes augmentent de volume à chaque mue et produisent un adulte avec des ailes à la dernière. Les adultes ont 7-12 mm de long et sont très minces. Le *Monalonion* et l'*Helopeltis* ont de longues pattes et de longues antennes alors que chez les autres espèces les pattes et les antennes sont plus courtes.



Un *Afropeltis* adulte, Ouganda. Photo © C. Prior

Les périodes d'incubation de la plupart des espèces *Helopeltis* d'Asie varient selon les localités et les saisons, mais sont généralement de 6-11 jours. Le taux de développement des larves des cinq instars est influencé par les facteurs climatiques tels que la température et l'humidité et par la qualité de la nourriture. La durée de vie (du premier au cinquième instar) est de 9-19 jours. La durée de vie et la fertilité des adultes varient approximativement entre 6 et 30 jours suivant les conditions locales et la disponibilité des cabosses et des jeunes pousses pour l'alimentation. Il y a un cycle continu de générations dans l'année. En Malaisie, la population de *H. theivora* atteint le plus grand nombre en octobre et le plus réduit en Avril/Mai. Les populations d'*Helopeltis* ne se développent pas bien dans des conditions de fortes pluies, de vents forts et d'humidité réduite.

En Afrique, le cycle de développement du *Sahlbergella singularis* dure entre 37 et 41 jours. Lorsqu'ils atteignent la maturité sexuelle, les adultes se nourrissent activement des jeunes pousses avant l'accouplement. Les femelles enfouissent leurs œufs sous les écorces des tiges lignifiées ou dans les cabosses où elles peuvent pondre entre 30 et 40 œufs dans des conditions naturelles. L'invasion d'une cacaoyère par les mirides à partir des forêts environnantes se déroule en deux phases: Premièrement, les jeunes adultes colonisent les arbres à moitié couverts. Après la maturité sexuelle, les adultes se déplacent vers les endroits plus clairs et ensoleillés où les femelles pondent leurs œufs. A l'éclosion des œufs, les larves se rassemblent pour former des poches de mirides et sous l'effet combiné des attaques des larves et l'évaporation poussée due à l'exposition à la lumière solaire, les cacaoyers se dessèchent et meurent ensuite.

La création des ombrages dans les cacaoyères font partie de la lutte intégrée contre ses insectes (voir l'**exercice 6** pour comprendre l'impact de l'ombrage sur l'humidité dans les cacaoyères). En plus de la lumière, l'eau et l'humidité jouent un rôle décisif dans la lutte contre les Mirides à l'intérieur de l'écosystème. En général, les points culminants de l'épidémie interviennent soit au cours de la petite saison des pluies (Côte d'Ivoire, Ghana et Togo), soit durant la grande saison des pluies (Cameroun). La baisse soudaine de l'humidité relative pendant l'harmattan (vent sec) en Afrique de l'ouest accélère l'assèchement des cacaoyers. Le stress hydrique dans le plante-hôte qui en résulte a un effet affaiblissant sur le métabolisme de l'insecte et provoque un taux élevé de morts parmi les larves.

Le développement du *Distantiella Theobromae* de l'état de l'œuf à l'état adulte durait 41,2 jours au Nigeria et la fertilité moyenne était de 73 œufs par femelle. La fertilité des femelles de *D. theobromae* est constamment plus élevée que celle de son espèce rivale, le *Sahlbergella Singularis* en Afrique. Mais, le temps mis pour le développement de ces espèces est plus variable et dépend des conditions environnementales. Néanmoins, dans les zones où le *D. theobromae* et le *S. Singularis* cohabitent, leurs fluctuations dans le temps sont très similaires avec les pointes de population qui interviennent en Octobre-Novembre.

LUTTE CONTRE LE PARASITE

Lutte intégrée contre l'insecte

Les techniques de culture (la création temporaire de l'ombrage sur les jeunes plantes, l'entretien et la suppression des bourgeons des plantations et la maintenance d'un couvert végétal complet)) ont été régulièrement appliquées comme l'unique



Monalonion adulte et nymphes sur une cabosse endommagée, Equateur. Photo H. Evans © CABI Bioscience

technique de lutte ou en plus d'une utilisation rationnelle des pesticides, pour minimiser les dégâts causés par les insectes dans les plantations. Un certain nombre d'arbres sont connus pour servir comme hôte alternatif des mirides parmi lesquels le *Cola Sp.*, autre *theobroma Sp.* et *Adansonia digitata*. Ceux-ci ne doivent pas être utilisés comme arbres d'ombrage dans les cacaoyères.

Plusieurs espèces ont été utilisées comme arbres d'ombrage pour le cacao (voir encadré **exercice 6**)

Les programmes de lutte intégrée avec l'usage réduit de pesticides et la surveillance de l'ennemi naturel ont été suggérés comme alternative à la pulvérisation d'une couche de produits chimiques. Voir l'**exercice 3** sur l'analyse agro-écosystème pour plus d'information sur la surveillance systématique. L'usage réduit de pesticides permettra l'accroissement de la population de l'ennemi naturel et fournira des cadres plus appropriés pour une lutte biologique plus efficace. L'**exercice 17** attire l'attention sur l'impact des différents pesticides à la fois sur les insectes nuisibles et leurs ennemis naturels.

Lutte biologique

Depuis 1900 en Indonésie, les planteurs de cacao sont conscients que les dégâts sont réduits lorsque les cacaoyers sont colonisés par les fourmis, notamment, le *Dolichoderus Thoracicus* qui n'est pas agressif pour les employés. Cette fourmi a été délibérément introduite dans certaines cacaoyères comme une mesure de lutte. L'introduction des fourmis a été développée comme un élément de la lutte intégrée en Indonésie (contre le *H. antonii* et le *H. theivora*) et en Malaisie (contre le *H. Theobromae*). La zone à coloniser est d'abord traitée par la pulvérisation d'insecticides par terre pour supprimer les fourmis antagonistes, puis les colonies de *D. thocacicus* sont introduites.



Attaque d'une chenille par les fourmis.
Photo P. Van Mele © CABI Bioscience

Les espèces de cochenilles qui ne causent pas de dégâts sur les cabosses de cacao sont aussi introduites pour apporter la miellure et encourager les fourmis à rester dans la plantation. Les extrémités proximales des cabosses de cacao sont laissées sur les arbres pendant la récolte afin de conserver les cochenilles. Cependant, dans les zones où sévit le virus de l'œdème des pousses (voir fiches des données), cette pratique doit être évitée, les cochenilles pouvant transmettre le virus. La couche de la litière du sol est également conservée pour servir de nids aux fourmis. Une autre fourmi (*Oecophylla smaragdina*) est également bénéfique, mais, elle est agressive et n'est donc pas appréciée des employés de cacaoyères.



Une fourmi protégeant une jeune pousse verte. Photo P. Van Mele © CABI Bioscience

L'importance d'autres prédateurs tels que les insectes tueurs (Reduviidae) et les araignées dans les programmes de lutte biologique est discutable car ces insectes ne sont pas spécifiques aux Mirides.

Certains œufs et nymphes parasitoïdes ont démontré de niveaux élevés de parasitisme. Les œufs parasitoïdes de la famille de *Telenomus* et le mymaride *Erythmelus helopeltidis* sont particulièrement prometteurs, de même que les nymphes parasitoïdes de la famille de *Leiophron*.

Les agents pathogènes des mirides du cacao ont été isolés au Ghana et l'efficacité des formules d'huiles testée. D'autres évaluations au niveau du planteur seront nécessaires avant que cette méthode de lutte biologique ne soit disponible à une grande échelle. On peut dire la même chose à propos de l'usage des pièges à phéromone utilisés pour capturer les mirides mâles qui sont attirés avec un appât dans des pièges spécialement conçus qui semble prometteur au niveau des laboratoires mais, nécessite d'autres essais sur le terrain.

Résistance de la plante-hôte

En termes de lutte génétique, les hybrides ont été obtenus à partir des clones tolérant les mirides. Le cultivar SNK 413 est moins vulnérable aux attaques que les variétés Catongo. La contenance réduite en eau des tiges de certains cultivars d'Amazonie du Nord constitue également un important facteur qui contribue à rendre ces clones non-attractifs aux mirides.

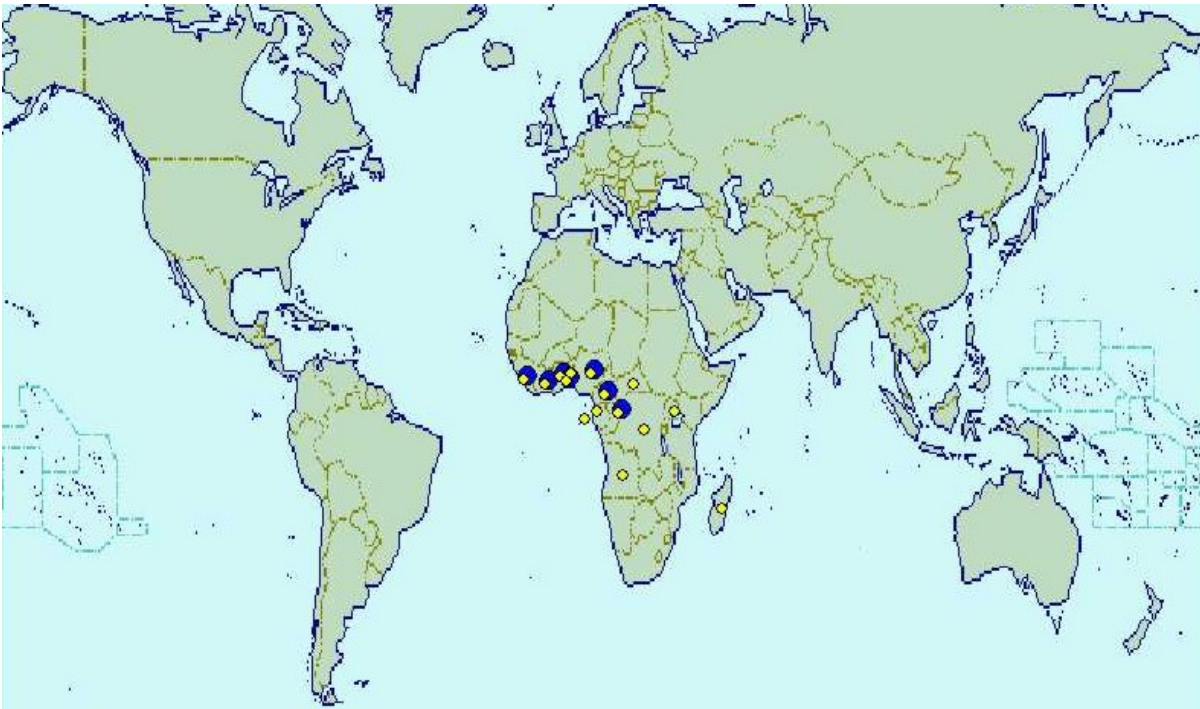
Lutte chimique

Les applications chimiques demeurent la première méthode de lutte contre les mirides. Depuis les années 1958-1960, les pays producteurs de cacao ont lancé des campagnes nationales de lutte contre les mirides. Au Cameroun, en Côte d'Ivoire, au Ghana et au Togo, l'éradication annuelle des insectes par la méthode chimique était assurée par les entreprises publiques sous l'autorité des ministères de l'agriculture. Ceci est possible pour les entreprises publiques et privées mais, pour les petits planteurs l'application avec le matériel approprié coûte trop cher (Voir **exercice 21** pour une analyse économique de la cacaoculture). Les opérations d'éradication des insectes commencent au début l'accroissement de la population des mirides qui coïncide avec les périodes de haute récolte. Le traitement complet consiste à effectuer deux tours en l'espace d'un mois. Le deuxième tour est destiné à atteindre les jeunes instars qui n'étaient pas affectés par la première pulvérisation. Les recherches portant sur la réduction du taux d'écoulement (Traitement à volume réduit) ont été

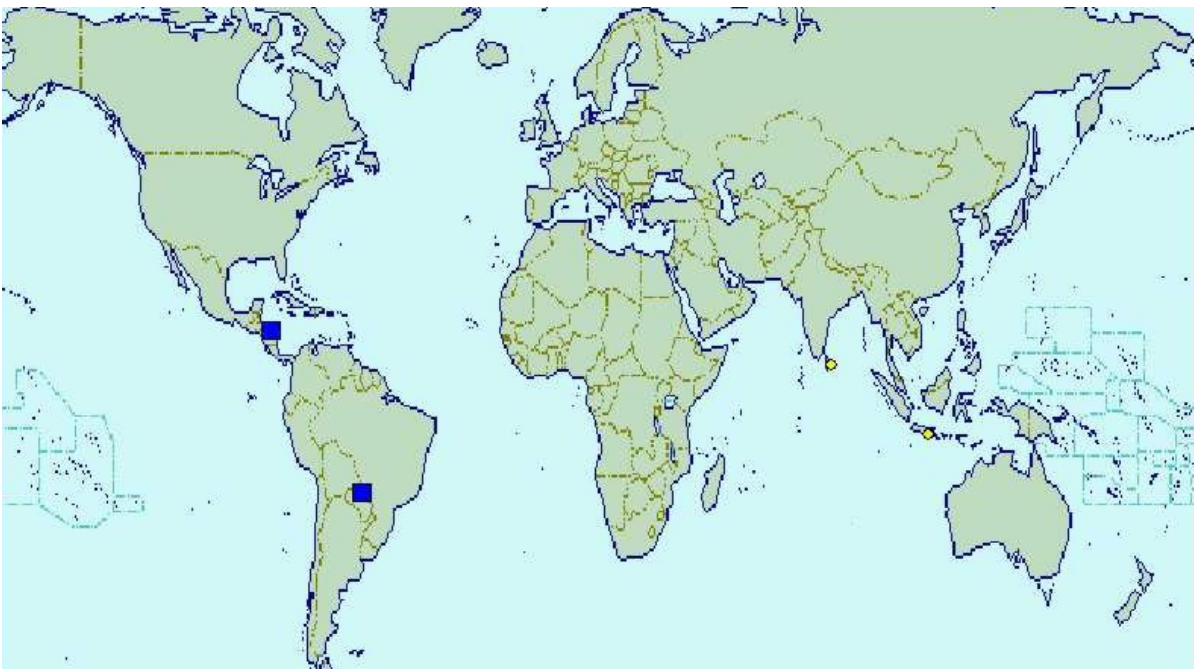
engagées et les résultats ont été vulgarisés. Ce programme rationnel de lutte chimique contre les mirides a connu un succès en Afrique de l'Ouest

Le Lindane 20 (Catégorie III de l'OMS¹) qui est très efficace contre les mirides était utilisé dans la plupart des pays africains soit par émondage ou par pulvérisation à chaud. (Cameroun, Togo). Lorsque des cas de résistance des Mirides au Lindane étaient rencontrés au Ghana et en Côte d'Ivoire, il était remplacé par des produits organophosphoreux avec un effet de vapeur plus réduit (diazon – catégorie II, Fenthion – catégorie II, fenitrothion – catégorie II de l'OMS) et ensuite par les carbomates (propoxur – catégorie II ; fenobucarbe – catégorie II, dioxacarbe – catégorie II de l'OMS etc.). L'**exercice 19** fournit les explications sur le développement et l'impact de la résistance des insectes aux pesticides. Le lindane est désormais interdit d'usage sur le cacao en Afrique de l'Ouest à cause de sa toxicité pour l'homme. L'Imidaclopride (catégorie II de l'OMS) est désormais retenu au Ghana pour remplacer le Lindane. De plus, les pyrethroïdes, y compris le befenthrin (catégorie II de l'OMS) et un endosulfan organochlorine (catégorie II de l'OMS) sont très actifs contre les mirides. (plus de 90 % de taux de mortalité). Cependant, le danger à utiliser ses produits disponibles justifie la nécessité urgente de la disponibilité des pesticides moins toxiques. (Voir **exercice 16** pour connaître les risques de pulvérisation des pesticides dangereux). Les recherches sur l'usage des neems botaniques dangereux (*Azadirachta indica*) ont montré des résultats prometteurs au Ghana où les études sur le neem et autres sujets botaniques sont en cours.

¹ Le classement des pesticides par l'Organisation Mondiale de la Santé) suivant leur degré de toxicité va de I (Extrêmement dangereux) à III (légèrement dangereux) en plus de U (non-susceptible de présenter de graves dangers lors d'un usage normal) les programmes d'IPM ne doivent pas utiliser les pesticides de catégorie I & II de l'OMS. Il faut noter que la formulation peut ramener les composés actifs à catégorie inférieure.



*Prévalence des espèces de Sahlbergella (points jaunes) et de Distantiella (points bleus) par pays
(source: Crop Protection Compendium 2002, CAB International)*



*Prévalence des espèces d'Helopeltis (points jaunes) et de Monalonia species (points bleus)
(source: Crop Protection Compendium 2002, CAB International)*

Les Guis: Parasites du cacaoyer

IMPORTANTANCE

Les guis sont des parasites qui dépendent d'autres plantes pour leur nutrition et leur approvisionnement en eau. Ils appartiennent à la famille des Loranthaceae. Ils peuvent infecter plusieurs plantes y compris le cacaoyer et s'ils ne sont pas contrôlés, ils peuvent causer de dégâts importants dans les cacaoyères. L'infestation par les guis aboutit à la mort de la branche à partir du point d'attaque ; des infestations plus importantes provoquent la mort de plusieurs branches, ce qui aboutit à la perte de vigueur, une réduction de la production des cabosses et éventuellement la mort de l'arbre.



Infestation des branches du cacaoyer par les guis, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

Un émondage régulier pour supprimer le gui des plantes constitue un aspect essentiel d'un bon entretien de la plante. Cependant, des trous dans le couvert végétal favorisent la reproduction des chupons et l'infestation par les mirides (voir les fiches de données sur les **mirides**). L'association cacaoyer-guis constitue aussi un bon habitat pour les fourmis *crematogaster Sp.* qui, se répandent et protègent les cochenilles qui, à leur tour servent de vecteurs au virus de l'œdème des pousses (Voir fiche des données sur le virus **de l'œdème des pousses**).

DESCRIPTION

Afrique de l'Ouest

Au moins six variétés différentes de guis ont été découvertes sur le cacao. Une variété, le *Tapinanthus bangwensis* représente à peu près 70 % des infestations au Ghana. Elle est reconnaissable par ses baies et fleurs rouges ; elle fleurit deux fois par an au Ghana et peut vivre jusqu'à 18 ans. Une autre variété le *phragmanthero incana* cause environ 20 % d'infestation et a des

fleurs jaunes et des fruits fleurs. Les quatre autres variétés causent les 10 % d'infestations restantes.

Amérique du Sud

En Colombie, trois variétés de guis le (*Phoradendron*, le *Pthirusa* et le *Psittacanthus*) ont commencé à poser de sérieux problèmes, non seulement aux cacaoyers, mais également aux caféiers, aux avocatiers et aux citronniers.

Amérique centrale

Au Costa-Rica, deux variétés de guis constituent les principales maladies de côte atlantique (*Oryctanthus sp.* et le *Phoradendron piperoides*). A Trinidad, une autre variété provoque de dégâts importants sur nombre de plantes parmi lesquelles le cacaoyer.

En Asie

En Malaisie, deux variétés de guis ont infesté une importante partie des cacaoyers dans une importante zone bien définie près de Tawau dans l'état de Sabah. Une variété, le *Loranthus ferrugineus* a de petites feuilles et l'autre, le *Dendrophthoe constricta* a des feuilles plus larges.

BIOLOGIE AND ÉCOLOGIE

Les infestations aux guis peuvent se produire dans tous les types de cacaoyères, même si les manifestations les plus importantes surviennent dans les plantations mal entretenues ou n'ayant pas un couvert végétal adéquat. Les arbres infestés ont tendance à se présenter en grappes ; ces groupes sont appelés des poches.

Les fleurs vivement colorées du gui sont souvent pollinisées par les oiseaux et les abeilles. Les plants qui en résultent présentent une couche gluante. Plusieurs espèces d'oiseaux se nourrissent des fruits et les graines traversent rapidement leurs intestins. Elles ressortent sans être broyées et parce qu'elles sont encore gluantes, l'oiseau aura beaucoup de difficultés à s'en débarrasser au niveau de l'anus. Il frotera son derrière sur une branche et les graines resteront collées à la branche. Le matériel d'émondage et de récolte ainsi que les écureuils et les porcs-épics répandraient cette mauvaise herbe. Dans le cas de certaines variétés de guis, la couche gluante se solidifie lorsqu'elle est exposée à l'air ; dans d'autres variétés le fait d'essuyer leur derrière sur la branche, pousse les graines à l'intérieur des sillons de l'écorce. L'écorce de la branche doit être assez mince pour que la racine de germination puisse la pénétrer ; par conséquent, les jeunes branches sont normalement celles qui s'infestent par la suite. La graine ne pourra pas germer à l'ombre. Les guis sont capables d'opérer la

photosynthèse jusqu'à un certain niveau et de produire certaines de leurs substances nutritives mais, la plupart d'entre elles sont tirées du cacaoyer ou de la plante-hôte. La racine du plant pénètre profondément dans le canal de la sève de la branche. L'apport des éléments nutritifs et de l'eau au reste de la branche est ainsi supprimée et éventuellement la branche se fane à partir de l'extrémité. Au Ghana, le gui a également des effets nuisibles indirects sur le cacaoyer dans la mesure où leur présence favorise l'infestation par les mirides (*Sahlbergella singularis* et *Distantiella theobromae*).

LUTTE CONTRE LE PARASITE

Jusque là, la lutte par les méthodes culturales demeure la seule méthode efficace; les produits chimiques ne sont pas efficaces étant donné qu'on ne peut pas les appliquer avec efficacité sans danger. Un bon entretien de l'ombrage afin d'empêcher la germination des graines du gui constitue la mesure utile à long terme, mais l'émondage manuel reste la meilleure méthode pour obtenir des résultats immédiats. Il est recommandé d'abattre ou de supprimer les guis chaque année mais, il faut veiller à supprimer chaque plant de gui.

La période indiquée c'est lorsque les guis ont fleuri, ce qui facilite leur repérage dans les feuillages des cacaoyers. Les jeunes plants de guis sont plus faciles à enlever contrairement aux adultes qui ont des tiges résistantes. Si l'infestation est importante à l'intérieur de la cacaoyère, l'enlèvement doit être annuel jusqu'à ce que la situation soit maîtrisée. Il faut toujours effectuer l'émondage dès que le gui est repéré ; ceci permet de réduire le nombre de fruits mûrs auxquels les oiseaux ont accès.

Une machette peut être utilisée pour enlever les plants de gui des jeunes cacaoyers, car ceux-ci sont bien accessibles par une échelle. Un crochet (une petite faucille) solidement attaché au bout d'une longue perche peut-être utilisée comme une alternative. Un long émondeur manuel est nécessaire pour les arbres adultes plus longs. Il y a des problèmes pour les arbres très longs car, il peut être impossible d'atteindre les plants du gui même avec un long émondeur manuel. Certains agriculteurs décident de grimper dans les arbres afin d'enlever les plants, mais il faut faire attention car, les risques d'accidents sont élevés. L'**exercice 5** explique les méthodes d'émondage et l'**exercice 3** permet de comprendre l'importance de la surveillance régulière.



Le gui sur un cacaoyer, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

Les foreurs de tige de cacaoyer

IMPORTANTANCE

Il existe trois principales espèces d'insecte qui creusent des galeries dans les tiges et les branches du cacaoyer et qui peuvent être très dévastatrices. L'*Eulophonotus myrmeleon* (Lepidoptera), répandu en Afrique qui attaque aussi le pecan (*Carya illinoensis*), le café (*Coffea* sp.) et le cola (*Cola nitida*). Durant ces dernières années de sérieuses épidémies dues à l'*E. myrmeleon* se sont produites dans presque tous les pays producteurs de cacao d'Afrique de l'Ouest. En dehors du cacaoyer, le *Zeuzera coffeae* (Lepidoptera) attaque plusieurs autres plantes-hôtes. On le rencontre en Asie du Sud-Est et en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Dans certaines régions d'Indonésie, les foreurs de tige de cacaoyer deviennent de plus en plus nuisibles. (Voir la prévalence p. 41).

Les espèces *Pantorhytes* (Coleoptera) sont souvent rencontrées dans les îles de la Nouvelle Guinée et les îles Salomon, bien qu'une autre espèce se retrouve dans la péninsule de Cap York en Australie. Six espèces de *Pantorhytes* sont les insectes nuisibles primaires et aux moins huit autres sont responsables des dégâts causés aux tiges de cacaoyers.

D'autres insectes existent mais ont une influence locale et d'importance négligeable.

DESCRIPTION

Les larves attaquent les tiges dont le diamètre se situe entre 1,5-20,0 cm, causant des dégâts sur les jeunes plants et les arbres adultes. La galerie creusée par la larve ne présente qu'une entrée à la base et parcourt la longueur de la tige, mais, normalement, ne dépasse pas 30 cm. L'entrée n'a pas le même diamètre que la galerie.



Larves de foreur à l'intérieur d'une tige, Cameroun. Photo J. Flood © CABI Bioscience

Lorsque la larve est active à l'intérieur, une sève gluante dégouline de l'écorce faisant une tache d'écumoire caractéristique. Dans les tiges minces,

la galerie est simple, mais dans les tiges plus grosses, plusieurs galeries peuvent partir d'une seule entrée. Les tiges de grosseur moyenne peuvent présenter d'autres galeries en forme de boucle. On a découvert que les entrées de galeries dans les racines pivotantes de cacaoyer pouvaient s'enfoncer jusqu'à 20 cm dans le sol. Parfois, l'écorce du tronc et les branches plus grosses peuvent se fendiller longitudinalement à moins de 30 cm au-dessus de l'entrée de la galerie. Bien que de telles fissures soient superficielles, d'importantes quantités de sève peuvent s'en découler.



Sève gluante s'écoulant d'une tige fissurée, Ghana. Photo G. Odour © CAB International

L'attaque des foreurs de tige de cacaoyer permet à d'autres maladies telles que les variétés de phytophthora de faire leur entrée dans le cacaoyer, et de provoquer d'importantes nécroses de tiges et de troncs ; la plante se fane subitement et meurt vite. Ce processus est aggravé par la succession de longues saisons de pluies.

BIOLOGIE & ECOLOGIE

les larves de l'*Eulophonotus myrmeleon* creusent dans les tiges, les branches et parfois les racines du cacaoyer. D'énormes dégâts peuvent subvenir avec d'importantes colonies pendant la saison sèche. Les larves désertent les galeries sèches pour creuser de nouvelles dans le bois humide ; ce qui provoque l'assèchement de celui-ci, les larves se déplacent encore et d'autres tiges sont détruites. Le stade larvaire dure environ 3 mois.

La métamorphose se déroule au bout ou proche du bout de la galerie que la larve bouche en tissant environ six légères couches (Septa). La larve entasse les particules de bois au fond de la couche et l'espace situé entre ce fond, la deuxième couche est remplie d'une toile de soie fine. La métamorphose dure environ trois semaines et juste avant l'émergence, la nymphe se déplace vers l'entrée de la galerie où sa carapace reste visible. Les nymphes adultes ne vivent pas plus de 4 jours, car ne disposant pas d'un organe buccal, elles sont incapables de se nourrir. Les adultes s'accouplent dans les 24 heures qui suivent l'apparition des nymphes. La ponte des œufs commence une heure après l'accouplement ; chaque femelle pouvant pondre 500 œufs. Ceux-ci sont pondus fréquemment dans les tissus morts ou les nécroses surtout au-dessus des pétioles et des pédoncules du cacao. L'éclosion a lieu après 11 jours.

Les *Zeuzera coffeae* adultes sont appelés mites leopards à cause de l'apparition des taches noirs bleuâtres sur un fond blanc translucide au niveau des éventails.



Un *Zeuzera coffeae* adulte, Malaisie.
Photo © C. Prior

Les amas d'œufs ou files gluantes d'œufs jaunes pâles sont pondus sur les petites tiges et les branches, sans aucun effort de les dissimuler dans les fissures de l'écorce. Après 10-11 jours environ, les œufs prennent une teinte noir-orange avant l'éclosion. Les larves restent groupées et tissent une toile commune où chaque larve s'entoure des fils de soie. Les fils sont pris dans le vent et agissent comme des "parachutes", les larves peuvent ainsi être transportées sur de longues distances. A ce stade, le taux de mortalité est très élevé, mais, une larve qui a assez de chance d'arriver sur un hôte approprié creuse dans l'écorce. Les premières galeries peuvent être pratiquées dans les petites

tiges (pétioles) qui sont abandonnées plus tard pour des tiges plus grosses. A l'intérieur du cacaoyer, les larves creusent jusqu'à 30 cm le long du centre d'une branche et finalement, fait une galerie croisée avant la métamorphose. La nymphe apparaît à l'entrée du croisement de la galerie avant l'émergence.

Les charançons *Pantorhytes* pondent leurs œufs dans les fentes des écorces et particulièrement aux jorquettes et aux fourches des branches et plus tard sur les troncs et les branches. Pour toutes les espèces, les œufs mettent environ deux semaines pour éclore. Mais la durée se situe entre 7 et 33 jours suivant les facteurs environnementaux.



Un *Pantorhyte batesi* adulte, Papouasie-Nouvelle-Guinée. Photo © C. Prior

Selon les espèces, les larves creusent des profondeurs de 1 à 2,5 cm et se nourrissent dans les galeries plus ou moins parallèles à la surface. Elles prennent entre 5 et 9 mois pour arriver à maturité. La présence des débris frais à l'entrée de la galerie indique la présence d'une larve à l'intérieur. Le fait que plusieurs larves se nourrissent tout autour des jorquettes, provoque des fissures dans les tiges, ce qui aboutit à la mort de l'arbre. Les arbres affectés peuvent se fendre au niveau des jorquettes durant les vents forts. Il peut y avoir des craquements d'écorce. Les larves peuvent même se retrouver dans les cabosses lorsque la population est très importante.

La métamorphose dure environ deux semaines. Les adultes atteignent la maturité sexuelle après environ onze semaines avec une durée située entre 38 et 139 jours. Ils ont 15 mm de long, ils sont coureurs et vivent longtemps jusqu'à 15 mois dans le champ. Ils auraient vécu au moins 25 mois en laboratoire. Les adultes se nourrissent de feuilles jeunes, des nervures de feuilles adultes et des écorces de jeunes pousses âgées de 6 mois au plus. On peut voir des cicatrices ovales (environ 1x0,5 cm) sur les péricarpes des cabosses ; les adultes peuvent également se nourrir des fleurs de cacao. Au cours des matinées ensoleillées, on retrouve souvent les adultes sur les faces inférieures des feuilles et les principales branches en éventail de la couche supérieure des feuillages. Dans la chaleur du jour, les adultes se déplacent vers les branches inférieures en éventail et au fur et à mesure que la

température baisse dans l'après-midi, ils retournent à la face supérieure de feuillages. Les **exercices 10 et 11** vous permettent de comprendre (une partie) du cycle de vie et de reconnaître les procédés de nutrition des foreurs de cacaoyers.

LUTTE CONTRE LE PARASITE

Lutte biologique

Le champignon *Beauveria bassiana* infecte les larves de *Zeuzera coffeae*, mais, jusqu'à présent, il n'y a pas eu d'essai sur le terrain pour le tester comme un agent de biocontrôle. A Java, les larves de *Z. coffeae* sont parasités par le *Bracon zeuzerae* (Hymenoptera). En Malaisie, les larves de l'*Eulophonotus myrmeleon* sont parasités par le *Glyptomorpha* (Hymenoptera). Mais, aucun de ces nombreux parasites et prédateurs du *Pantorhytes* n'a démontré aucune promesse de constituer un moyen de lutte naturelle. Les possibilités d'utiliser les fourmis (les espèces *Oecophylla* et *Anoplolepis*) pour réduire les larves des *Pantorhytes* en Papouasie-Nouvelle-Guinée et aux îles Salomon sont prometteuses. Les larves vivantes sont moins susceptibles de se retrouver sur les arbres charançonnés par les fourmis. Mais, l'introduction de ces dernières dans les plantations s'est révélée difficile et des recherches supplémentaires sont nécessaires pour trouver la meilleure méthode pour une colonisation réussie.

D'autres parasites de l'hymenoptera ont été observés mais, aucun essai n'a été effectué sur le terrain. Fréquemment, les perce-bois picoteront les foreurs de tige.

La lutte par les méthodes culturales

L'émondage des branches infestées ne réduit pas la population des foreurs de tige mais, exige plus de travail (voir **exercice 5** pour les méthodes d'émondage). Le ramassage manuel des adultes et la suppression des larves par l'utilisation des fils métalliques peut donner de bons résultats. Mais, il faut commencer aussitôt que la première infestation a été détectée. Malheureusement aussi, cette méthode peut causer de sérieux dégâts aux arbres, son utilisation doit donc être strictement limitée.

La plantation des cultures de barrière telles les rangées denses de *leucaema glanca*, de patate ou des variétés de *Pueraria* a été aussi proposée. Les lignes doivent présenter un écartement d'au moins 15 m et créées tôt pour les nouveaux plants. Il est aussi recommandé de supprimer les plantes-hôtes alternatives.

Lutte chimique

En Malaisie (Sabah), l'apparition d'importantes colonies de *Zeuzera* était attribuée à une pulvérisation abondante de pesticides en réalité interdits dans l'agriculture tels que le DDT

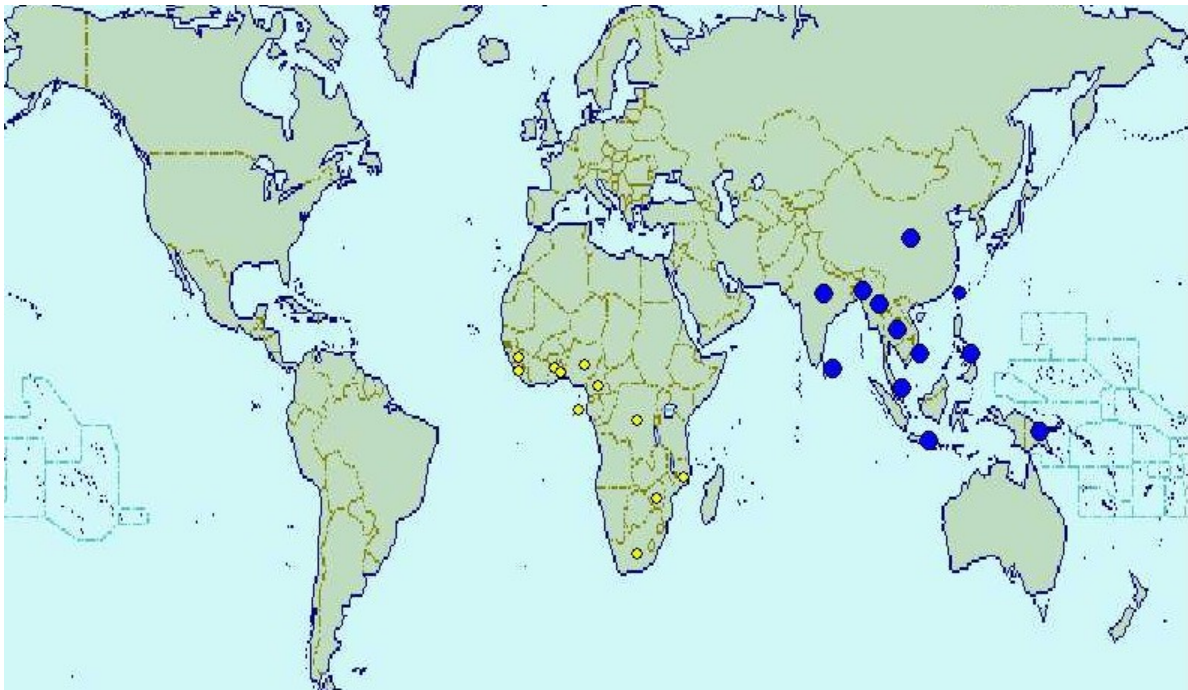
(Catégorie II de l'OMS¹), qui détruit les parasites. La pulvérisation a été arrêtée à la fin de l'année 1961 et vers la fin de l'année 1962. Les colonies de *Zeuzera* avaient considérablement baissé suite à l'accroissement des Ichneumons parasites (Hymenoptera). Une situation semblable s'est produite au Ghana avec l'*Eulophonotus* et ses parasites. De bandes qui ont été imprégnées de produits chimiques, appliqués aux arbres à l'approche de la ponte des œufs, ont enregistré quelques succès ; mais, dans l'ensemble, il n'existe aucune méthode efficace de lutte chimique. En Papouasie-Nouvelle-Guinée, la peinture en chaîne, avec le dichlorvos (Catégorie I b de l'OMS) constitue une pratique laborieuse. Mais qu'à cela ne tienne, grâce à une application sélective de ce pesticide très toxique, les parasitoïdes étaient conservés. Au Ghana, les recherches se poursuivent sur l'application d'une pâte contenant du phosphate d'aluminium à l'entrée des galeries des foreurs ; ce qui est précurseur au gaz de phosphate. L'hydrogène phosphoré est hautement toxique pour l'homme (catégorie I de l'OMS²), tous les insectes, les petites bêtes, les rongeurs même si la méthode d'application recommandée réduit les risques. Cependant, dans les programmes de lutte intégrée contre les parasites (IPM), les pesticides de catégorie I de l'OMS doivent être à tout prix évités ; Ainsi, à moins qu'il existe des formules de toxicité réduites, de telles pratiques ne peuvent être recommandées (voir l'**exercice 16 et 17** pour l'impact des pesticides sur le pulvérisateur ainsi que sur les ennemis naturels).

Résistance de la plante- Hôte

Dans les îles Salomon, l'Amelonado et les souches de type Na 32 paraissent moins sensibles aux dégâts causés par les larves de *Pantorhytes* que celles de type Trinitario. En Papouasie-Nouvelle-Guinée, des différences significatives entre les clones du Trinitario ont été démontrées sur les essais de terrain afin d'évaluer l'importance des dégâts causés par les coléoptères longicornes (*Glenea aluensis*). Les facteurs qui influencent ces différences ne sont pas encore connus. Certains caractères physiques peuvent rendre l'écorce ou le tronc plus attirant pour les longicornes femelles à la recherche d'un endroit où pondre leurs œufs. La composition biochimique des différents clones pourra les rendre plus ou moins attirants.

¹ Le classement des pesticides par l'Organisation Mondiale de la Santé suivant leur degré de toxicité va de I (Extrêmement dangereux) à III (légèrement dangereux) en plus de U (non-susceptible de présenter de graves dangers lors d'un usage normal) les programmes d'IPM ne doivent pas utiliser les pesticides de catégorie I & II de l'OMS. Il faut noter que la formulation peut ramener les composés actifs à catégorie inférieure.

² Toutes les personnes qui manipulent ce composé doivent s'assurer d'une bonne protection des voies respiratoires.



*Prévalence des *Eulophonotus myrmeleon* par pays (Points jaunes) et des *Zeuzera coffeae* (points bleus)
(source: Le compendium de protection des cultures 2002, CAB International)*



*Prévalence des espèces de *Pantorhytes* par pays (source: Compendium de protection des cultures 2002, CAB International)*

Les termites ou fourmis blanches

IMPORTANCE

L'attaque des termites sur les tiges de cacao vivant passe souvent inaperçue jusqu'à ce que les dégâts aient une certaine ampleur et que les arbres soient fanés. Les termites qui font des va-et-vient à la surface de l'écorce transportent également des spores, particulièrement celles d'une espèce de champignon qui provoque la pourriture brune (*Phytophthora palmivora* – voir **fiches de données sur la pourriture brune**). Ce champignon provoque également des nécroses sur l'écorce ou les tiges. En rongant, les termites ouvrent la porte à d'autres champignons entraînant la décomposition du bois. En outre, Les termites s'attaquent aux arbres d'ombrage et causent le même type de dégâts que sur le cacao. D'autre part, certains termites jouent un rôle important dans la décomposition des matières végétales (les tiges, les feuilles, etc.) facilitant ainsi le recyclage des éléments nutritifs. Elles améliorent également l'aération et le drainage du sol à travers les galeries qu'ils creusent.

CLASSIFICATION & DESCRIPTION

Dix espèces de termites sont d'une importance



Termites sur du cacao, Papouasie-Nouvelle-Guinée. Photo © C. Prior

capitale dans la culture du cacao et sont répertoriés

es ci-dessous; d'autres espèces peuvent exister mais sont d'une importance limitée à certaines localités, généralement pendant les périodes sèches ou la sécheresse.

Il existe trois types de termites qui causent des problèmes au cacao à travers le monde. La classe des Kalotermitidae [K] qui comprend les termites des bois secs et humides pouvant vivre dans des cavités de bois et construire des nids qui ne communiquent pas avec le sol. Leurs nids sont petits. Il existe une colonie de soldats, et les nymphes effectuent les travaux puisqu'il n'existe pas d'ouvriers.

Les Rhinotermitidae [R] sont une espèce souterraine qui s'attaquent principalement au bois mort et en décomposition et envahissent parfois les tissus vivants.

Les Termitidae [T] sont des rongeurs de bois et vivent le plus souvent dans le sol ou dans des termitières. Les 4/5 de tous les termites appartiennent à cette classe.

Le manque de compréhension taxonomique a constitué un obstacle majeur dans l'étude et l'exploitation des termites dans les régions tropicales. Il en existe plusieurs espèces et certaines d'entre elles sont très mal ou pas du tout décrites. Très peu de spécialistes sont capables d'identifier les espèces de termites tropicaux ayant une importance économique. Cette situation s'est traduite par de nombreuses classifications incorrectes, imprécises ou incomplètes. Des informations précises mises à la disposition des planteurs et des agents de vulgarisation sont très limitées.

AFRIQUE		
Congo	<i>Cryptotermes havilandi</i> [K]	Envahissent le bois mort et des nécroses de la même façon que plusieurs autres espèces.
Guinée Equatoriale (Fernando Po actuellement Bioko)	<i>Neotermes gestri</i> [K]	Fréquents dans les vieilles plantations, ils envahissent les troncs, et les branches à travers les nécroses non soignées et s'étendent vers le bas aux branches et au tronc. Les branches attaquées se détachent pendant les orages et des arbres entiers peuvent s'affaiblir et tomber.

Ghana	<i>Glyptotermes parvulus</i> [K] <i>Microcerotermes solidus</i> [T]	Se retrouvent dans les branches sèches et en décomposition, dans les nécroses et tiges vivantes et dans des branches vivantes très humides. Ces espèces qui nichent au sol et construisent des canaux d'abris et attaquent les branches à travers les nécroses.
Cote d'Ivoire	<i>Cryptotermes havilandi</i> [K] <i>Nasutitermes species</i> [T]	Attaquent le bois sain et ne se retrouvent pas dans les vieilles souches. Espèce répandue dans le Sud; se nourrit d'écorce d'arbres et de vieilles cabosses. Ils nichent au sol et construisent des galeries dans l'arbre allant d'une cabosse à l'autre.
Madagascar	<i>Bifiditermes madagascariensis</i> [K]	Attaquent le bois déjà endommagé par les insectes xylophages ou des champignons. Ces termites peuvent s'introduire par des trous qu'ils creusent dans les tiges des cacaoyers qui se développent mal.
Nigeria	<i>Neotermes aburiensis</i> [K] <i>Macrotermes bellicosus</i> [T] <i>Pseudacanthoterme s militaris</i> [T]	Se retrouvent souvent sur les parties asséchées d'arbres vivants et dans les des anciennes nécroses particulièrement dans de vieilles plantations. Des colonies de termites qui sont établies dans les tissus des tiges qui ont été infectés par des champignons provoquent la perte des feuilles due au par le <i>calonectria</i> peuvent s'étendre aux tissus sains mais ne semblent pas répandre l'infection fongique. Ces termites construisent des termitières. Les jeunes plants et les chupons d'écaillent sous forme d'anneaux. En commençant au niveau du sol, les dégâts peuvent s'étendre vers le haut à une hauteur de 60 cm. Des dégâts ont été observés jusqu'à 5 m de haut. Ils sont plus fréquents lorsque des litières de feuilles et des paillis sont accumulés près des troncs ou entassés après le coppicing. On remarque généralement cela au début des pluies. Cette espèce cause des dégâts semblables à ceux des <i>Macrotermes bellicosus</i> .
Sao Tomé et Príncipe	<i>Neotermes gestri</i> [K] <i>Microcerotermes theobromae</i> [T]	Voir ci-dessus. Ils nichent au sol et construisent des canaux leur servant d'abris dans le tronc et attaquent les branches à travers les nécroses. Les dégâts peuvent être sévères particulièrement sur les vieux arbres ou plus faibles.
Afrique Occidentale	<i>Coptotermes sjostedti</i> [R] <i>Schedorhinotermes putorius</i> [R] <i>Macrotermes bellicosus</i> [T]	Ces termites sont très répandus sur les bois morts en Afrique de l'Ouest. Leurs attaques sur les troncs de vieux arbres peuvent s'étendre aux tissus vivants. Ces termites construisent de grandes et rugueuses pistes de bois rongé. Celles-ci joignent les nids souterrains aux parties mortes de l'arbre. Des nids secondaires sont souvent installés sur du bois mort. Très répandus.
AMERIQUE DU SUD		
Suriname	<i>Nasutitermes ephratae</i> [T]	Leurs grands nids bruns en formes de carton ont été retrouvés sur des tiges de jeunes cacaoyers malades. On les retrouve

		également sur les tiges de cocotiers
LE PACIFIQUE		
Nouvelle Angleterre et Papouasie Nouvelle Guinée	<i>Neotermes papua and other species</i> [K] <i>Nasutitermes princeps</i> [T]	Plusieurs espèces attaquent le cacaoyer par les branches mortes solides ou par les racines. Elles attaquent aussi les bois et se trouvent général bien établis avant leur découverte. Les branches affaiblies peuvent tomber sous l'effet du vent et des fortes pluies. Les arbres d'ombrage, <i>Leucaena glauca</i> sont généralement attaqués par le <i>N. papua</i> . Les nids se retrouvent dans les arbres sains et provoquent les attaques primaires.
Samoa	<i>Neotermes samoanus</i> <i>N. sarasini</i> [K]	Ces termites attaquent par le col et creusent les galeries dans le tronc vers les branches de l'arbre.

ÉCOLOGIE

Les termites attaquent les cacaoyers de deux manières : à travers les jeunes plants dans les pépinières ou les champs sont le plus souvent attaqués dans la région du collet ; au niveau de la racine principale ou des racines et à la base des tiges. Les attaques ont généralement lieu pendant la saison sèche et si elles ne sont pas remarquées, l'arbre peut se faner brusquement. Le même type de dommages se produite sur les rejets qui se développent à la base des arbres adultes.

Sur les arbres adultes, les termites de bois sec attaquent le bois blessés ou moribonds. Les termites des bois humides endommagent le bois vivant et envahissent les parties de l'arbre qui ont été endommagées par d'autres insectes ou maladies.

Les *Microtermes* et les *Ancistrotermes* disposent de nids souterrains et attaquent les arbres en rongant des racines vers les tiges et créant des galeries. Ils peuvent évoluer vers la région du col et s'étendre vers le haut à l'intérieur de la tige et des branches. Le plus souvent, ces termites pénètrent dans sur une nécrose au sommet de l'arbre et se dirigent vers le bas.

Les galeries souterraines qui remontent à partir des nids peuvent atteindre 50 m de long. La superficie du territoire qu'une colonie de termites peut exploiter est très étendue.

LUTTE CONTRE LE PARASITE

La lutte contre les termites varie selon le type de termites. Il existe trois grandes approches décrites ci-après: (les méthodes culturales, la lutte biologique et la lutte chimique)

La lutte par les méthodes culturales

Le labour profond effectué à la charrue ou à la main ouvre et expose les nids souterrains des termites au dessèchement et aux prédateurs. La méthode traditionnelle de lutte contre les termites consiste à ouvrir le nid et à retirer la reine. L'inondation des termitières permet d'emporter ou de noyer les termites. Le méthode par brûlure de paille suffoque ou tue la colonie.

Le maintien des plantes en bonne santé les rend moins vulnérables aux attaques (voir: **Culture d'une plante saine** dans la première partie), le désherbage réduit la recherche des éléments nutritifs.

L'enlèvement des débris de plantes des champs permet de réduire la nourriture potentielle des termites et permet d'anéantir leur colonie. Il faut cependant noter que cette méthode peut amener les termites à s'attaquer aux autres cultures comme nourriture alternative, leur première source d'alimentation ayant été supprimée.

Le pailletage peut soit réduire soit augmenter le nombre de termites selon que le paillis contient ou non des produits repoussant les termites. Les différentes compositions de tout paillis doivent être testées puisque leur efficacité est fonction de l'espèce de termites présents dans la région. Les différentes parties de la plante que les termites ont trouvées toxiques ou désagréables avaient été mélangées au paillis puis répandues autour des plantes. Les résultats ont été satisfaisants à l'échelle réduite mais, le test n'a pas été effectué sur une grande échelle.

La cendre de bois entassée autour des arbres permettrait d'éviter l'infestation du caféier et du palmier dattier et de protéger les jeunes plants. On la mélange aux billons des pépinières ou l'applique à la couche arable du sol. Les avantages de l'usage de la cendre pour repousser les termites ont été

recensés par les planteurs et pourraient faire l'objet d'un intéressant sujet de validation locale à travers méthodes de recherche participative des paysans.

La lutte biologique

Les fourmis sont les pires ennemis des termites et réduisent leur nombre dans les conditions naturelles. En Ouganda, une pratique traditionnelle d'utilisation de carcasses d'animaux, d'os et d'épluchures de canne à sucre pour attirer les prédateurs des termites vers les termitières des *macrotermes* a été testé afin de lutter contre les termites dans des champs de maïs. Les appâts à base de protéines attiraient un nombre important de fourmis et davantage de nids furent installés au pied des maïs ; ce qui a réduit les dégâts causés par les



L'action des termites sur l'écorce d'un cacaoyer, Papouasie- Nouvelle-Guinée. Photo © C. Prior

termites et augmenté la production.

Différents microorganismes ont été testés en laboratoire comme agents de lutte biologique contre les termites. Le champignon *Metarhizium anisopliae* s'est révélé être le meilleur agent. Un champignon mis sur pied pour lutter contre les termites dans les immeubles au Etats-Unis, au Brésil et en Australie est devenu un produit commercial (Bio-Blast®).

Une approche semblable a été essayée avec succès au Kenya contre les *Macrotermes* et les *Ondotermes*. La lutte contre les *Cornitermes* a été

menée dans les pâturages d'Amérique du Sud. Au Kenya et en Ouganda, le champignon a permis de maîtriser les termites dans les systèmes de cultures du maïs.

Le succès de la lutte fongique a connu des limites à cause des difficultés de mise en application. L'association du produit formulé avec un dosage faible de l'insecticide imidacloprid (catégorie III de l'OMS) a permis d'obtenir de meilleurs résultats que l'utilisation séparée de ces agents. Les **exercices 16 et 17** permettent de prendre conscience des risques de pulvérisation des pesticides dangereux et de son impact sur les ennemis naturels.

La lutte chimique

L'utilisation de certains insecticides (exemple: le perméthrin – catégorie II de l'OMS¹, et deltaméthrin –classé II) peut servir de barrière dans le sol autour des racines. Ils sont efficaces et durent longtemps, mais ne sont pas d'un bon rapport coût/performance pour la majorité des petits planteurs. Des produits locaux à base de neem, de feuilles de tabac sauvage et de petits piments séchés ont été utilisés pour lutter contre les termites dans les champs et dans les magasins de stockage. Ces pratiques locales constituent de bons sujets de validation par la méthode de recherche participative des paysans.

¹ Le classement des pesticides par l'Organisation Mondiale de la Santé) suivant leur degré de toxicité va de I (Extrêmement dangereux) à III (légèrement dangereux) en plus de U (non-susceptible de présenter de graves dangers lors d'un usage normal) les programmes d'IPM ne doivent pas utiliser les pesticides de catégorie I & II de l'OMS. Il faut noter que la formulation peut ramener les composés actifs à catégorie inférieure.

Le Vascular Streak Dieback (VSD) – *Oncobasidium theobromae*

IMPORTANTANCE

Le VSD a été décrit dans les années 1960 en Papouasie-Nouvelle-Guinée et a été différencié des autres syndromes de flétrissement de cacao induits à travers les facteurs environnementaux et l'action des insectes. Il a causé de pertes énormes dans les plantations adultes et parmi les jeunes plants à proximité des cacaoyers plus âgés.

Cette maladie a, depuis lors, été rencontrée dans la plupart des régions productrices du cacao d'Asie du Sud-Est. Il existe de preuves convaincantes selon lesquelles ce champignon a évolué sur un hôte indigène jusque-là non identifié en Asie du Sud-Est/Mélanésie avant de passer sur le cacao introduit dans la région. Le VSD constitue ainsi un autre exemple de nouvelle maladie de contact.



Feuille de cacaoyer jaunissant, Papouasie-Nouvelle-Guinée. Photo © J. Flood

Le VSD est considéré en Papouasie Nouvelle Guinée, comme plus destructeur pendant la phase de création des champs de cacao. Lorsque l'infection est plus susceptible de s'introduire dans la tige principale et de provoquer la mort de la plante ; tandis qu'en Malaisie et en Indonésie, la maladie est considérée comme également dangereuse pour les plantes adultes. Les jeunes plants qui sont infectés avant la formation des jorquettes (moins de 10 mois d'âges) sont les plus vulnérables à la maladie. Plus le plant est jeune au moment de l'infection, plus grandes seront les chances qu'il en meurt.

Pour les arbres les plus âgés, seuls les clones les plus sensibles meurent des infections qui partent des branches les plus éloignées à l'intérieur. Le

clone Trinitario K1-102, sélectionné avant l'expansion de l'épidémie VSD en Papouasie-Nouvelle-Guinée pour ses caractéristiques agronomiques prometteuses, s'est révélé particulièrement vulnérable et à été complètement détruit par la maladie. En Malaisie, parmi la population adulte entre 4 et 29 branches infectées par arbre et par mois ont été observées en fonction des pluies, tandis qu'en pépinières, l'incidence de la maladie a atteint 59 % des jeunes plants pendant les 10 premiers mois qui ont suivi le planting.

En Papouasie-Nouvelle-Guinée vers la fin des années 1980, ce champignon a provoqué une maladie très semblable dans les pépinières d'avocitiers plantées sous des cacaoyers sérieusement infectés. La maladie n'a cependant pas été observée sur les avocitiers à l'extérieur de ce pays. Voir page 49 pour la prévalence.

DESCRIPTION

L'infection passe toujours par les jeunes pousses foliaires qui se développent au même niveau que le champignon qui pousse au pied de la tige. Les jeunes plants n'ont qu'un seul point de croissance et succombent toujours à l'infection. Après la formation de la jorquette, l'infection peut progresser vers la tige principale et provoquer la mort de la plante. Une fois que les arbres arrivent à maturité, ils disposent de milliers de points de croissance pouvant tous potentiellement être infectés. La maladie ne progresse pas à l'intérieur des grosses branches des arbres adultes sauf peut-être dans les parties les plus sensibles, à l'intérieur desquelles elle peut s'étendre vers le tronc et provoquer la mort de l'arbre. Il n'existe pas de symptômes visibles au début du développement du champignon à l'intérieur de la plante. Cependant, le premier symptôme le plus caractéristique et pouvant facilement être observable, est le jaunissement (chlorose) d'une feuille, très souvent, au niveau de la seconde ou de la troisième poussée foliaire en dessous du bout, avec des taches vertes d'un diamètre 2-5 mm environ répandues ici et là. Elles apparaissent après quelques semaines sur les jeunes plants, mais n'apparaissent qu'après 2 à 3 mois sur les branches des arbres adultes.

En l'espace de quelques jours, cette feuille tombe et les feuilles adjacentes deviennent jaunâtres de la même manière et par la suite tombent laissant derrière un vide caractéristique dans le couvert végétal des branches infectées. Les symptômes très caractéristiques sont constitués du noircissement des faisceaux vasculaires sur la cicatrice de la feuille restante, formant trois taches noires. Le



*Stries brunes de VSD à l'intérieur d'une tige de cacao fendue, Papouasie-Nouvelle-Guinée.
Photo © M. Holderness*

flétrissement des boutons de croissance est également caractéristique de la maladie (d'où son nom). Les stries brunes sont visibles lorsqu'on fend les tiges.

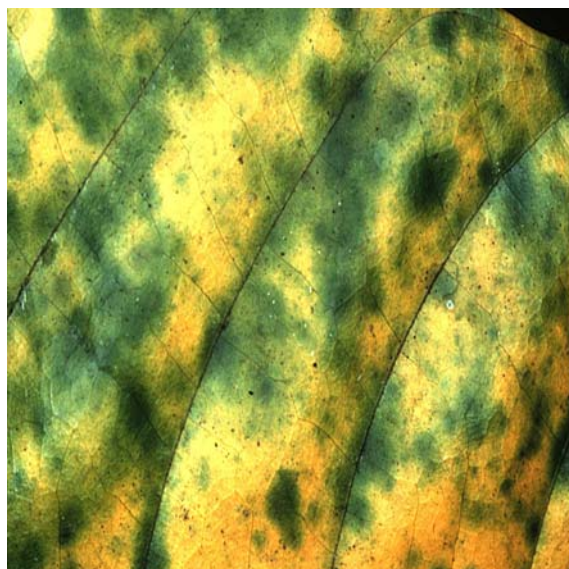


Faisceaux vasculaires noircis sur la cicatrice d'une feuille présentant trois taches noires, Papouasie-Nouvelle-Guinée. Photo © J. Flood

Finalement, la feuille tombe et le bouton de croissance meurt, suivi par la mort du reste du jeune plant ou de la branche. Le champignon peut s'étendre à l'intérieur vers les autres branches ou vers le tronc. Généralement, si le tronc est infecté, l'arbre meurt. L'évolution de la maladie du début de l'infection à la mort du bouton de croissance dure généralement cinq mois sur un arbre adulte, et seulement quelques semaines sur un jeune plant. La

maladie atteint son apogée 3 à 5 mois après une période de grande pluviométrie.

Lorsqu'une feuille infectée tombe en période



*Le jaunissement des feuilles de cacaoyers, Papouasie-Nouvelle-Guinée.
Photo © M. Holderness*

humide, des fibres fongiques peuvent pousser à partir des cicatrices des feuilles et se transformer en organe de production de spores, qui se présente comme une couche blanche, veloutée de la cicatrice de la feuille et l'écorce adjacente. Pendant les périodes sèches, les cicatrices des feuilles se durcissent, empêchant ainsi l'apparition du champignon.

BIOLOGIE & ECOLOGIE

La formation des spores et la sporulation se déroulent principalement la nuit après que les organes de production de spores aient été mouillés par les pluies de l'après-midi. La tombée de la nuit est également un stimulant pour la sporulation. La sporulation se produit durant 10 jours sur les branches accrochées et 2 jours seulement sur les branches tombées par terre. L'infection nécessite l'humidité de la feuille pendant de longues périodes et exige de périodes d'humidité de l'écorce plus longues pour la formation des organes de production de spores et la sporulation.



*Organes de production de spores du champignon de VSD sur la cicatrice d'une feuille de cacao. Paouasie-Nouvelle-Guinée
Photo © M. Holderness*

Les spores sont répandues par le vent et rapidement détruites par le soleil. Par conséquent, la dispersion efficace des spores se limite probablement aux quelques heures d'obscurité et d'humidité élevée suivant les pluies. La dispersion des spores est probablement davantage limitée par les feuillages denses du cacaoyer et les arbres d'ombrage des plantations. Par conséquent, la propagation de la maladie des vieux cacaoyers infectés vers les populations adjacentes saines plus jeunes se produit le long d'une pente escarpée, très peu d'infections primaires se produisant au-delà de 80 m du cacaoyer malade. Le VSD peut envahir le système vasculaire des cabosses. D'où l'importance d'une mise en quarantaine, avec la possibilité de transmettre la maladie par les cabosses infectées qui sont distribuées comme semences. Pourtant, aucune infection n'a jamais été détectée dans la graine et la possibilité de transmission de la maladie par les graines a été écartée. De même, un écusson infecté ne peut se greffer et il est très improbable qu'une infection se produise.

Les spores fongiques ne connaissent pas la période de dormance sommeil et l'eau en suspension est nécessaire pour la germination et l'infection. Elles germent en 30 min. si les feuilles restent humides, mais la croissance s'arrête une fois que l'eau s'est évaporée. Il semble, comme c'est le cas avec la sporulation que l'infection exige les conditions très particulières qui ne peuvent être simulées en laboratoire. Lors des essais et tests les jeunes plants de 3 semaines ont été inoculés, et 6 à 9 semaines plus tard, les symptômes sont apparus. L'inoculation des jeunes plants de 6 mois a provoqué l'apparition des symptômes après 10 à 12 semaines. Les pointes dans les fréquences de la maladie dans le champ sont atteintes souvent entre 3 et 5 mois après les grandes pluies. Le

champignon s'introduit dans les jeunes feuilles tendres (jusqu'à 10 cm de long). Après cette infection, la branche ou le jeune plant croît encore pendant 3 à 5 mois (2 ou 3 pousses) avant que la champignon se soit suffisamment ramifié pour déclencher les symptômes de la maladie sur les feuilles atteintes. Cette période d'incubation explique l'apparition des premiers symptômes sur la seconde et la troisième pousse après le bouton de croissance.

Le taux d'infection est étroitement lié à la fréquence des précipitations. Raison pour laquelle cette maladie est plus courante dans les régions plus humides. En Papouasie-Nouvelle-Guinée, l'expérience indique que 2.500 mm de précipitation par an sont nécessaires pour que le VSD soit destructeur.

LUTTE CONTRE LE PARASITE

La résistance de la plante hôte

En Papouasie-Nouvelle-Guinée, pendant l'épidémie de VSD des années 1960, une sélection naturelle s'est produite, car seules les arbres qui présentaient une certaine résistance par rapport à la maladie avaient survécu. Les planteurs ont eu tendance à ne replanter que les jeunes arbres ayant survécu à l'épidémie et qui étaient probablement plus résistants. Une excellente résistance s'observe maintenant dans la plupart des variétés de cacaoyer; à l'exception de l'Amelonado qui paraît plus sensible. La résistance est demeurée stable pendant 30 ans en Papouasie-Nouvelle-Guinée.

De variétés beaucoup plus résistantes sont actuellement disponibles dans plusieurs pays affectés de la région et leur culture très répandue a considérablement réduit l'ampleur de la maladie à une importance mineure dans la plupart des conditions de culture. Cette résistance risque d'être partielle, car, les variétés résistantes finissent par être infectées, mais il y a moins d'infection par arbre. L'agent pathogène se développe plus lentement et les sporulations sont plus rares. Les infections non plus ne s'étendent pas aux branches latérales par rapport aux branches principales.

La lutte par les méthodes culturelles

La création de pépinières saines

Les jeunes plants doivent être cultivés bien loin des zones infectées pour s'assurer que le stock transplanté dans les champs n'est pas infecté par la maladie au départ. Les pépinières doivent être protégées sous un hangar ou sous un abri en plastique qui maintiendra les feuilles sèches pendant tout le temps excepté les quelques heures suivant l'arrosage. Le fait de recouvrir les



Prévalence du Vascular Streak Dieback (VSD) par pays (source: Compendium de protection des cultures 2002, CAB International)

pépinières d'un toit protège aussi les jeunes plants de cacaoyers contre la chute des spores.

L'hygiène

Des contrôles mensuels et l'émondage des tiges infectées présentant les premiers signes de jaunissement ont été pratiqués en Papouasie-Nouvelle-Guinée et en Malaisie (voir l'exercice 3 pour comprendre le contrôle systématique de cacao et l'exercice 5 pour les méthodes d'émondage). L'émondage empêche la maladie de s'étendre à toutes les plantes et réduit également le niveau d'inoculum. Il peut être efficace lorsqu'il est combiné à un niveau de résistance modéré, mais est souvent inefficace quand les niveaux d'inoculum sont élevés et le matériel à planter sensible. L'émondage doit être effectué à 30 cm en dessus des nervures décolorées (la région présentant des stries brunes lorsque la tige est fendue) quoique pratiquement cela ne soit pas toujours possible sur les jeunes plants. Sur des arbres plus âgés, il peut aboutir à une guérison complète, mais peut aussi conduire à résistance inégale. A Java, le taux d'infections d'arbre a été maintenu en dessous de 1% dans les arbres adultes, lorsque toutes les 2 semaines pendant une période de deux ans, des équipes formées détectaient et taillaient les branches infectées.

L'émondage structurel

L'ouverture dans les feuillages en vue d'accroître la ventilation et de réduire l'humidité est également décisive car, elle peut permettre d'éviter la formation des spores, la sporulation et l'infection.

Les mesures phytosanitaires

Des plantes entières ou des prélèvements des régions infectées par le VSD ne doivent pas être utilisées. Lorsque des produits de clones sont nécessaires, ils doivent provenir si possible des écussons issus des régions saines. Les écussons provenant des plantes des régions infectées doivent passer par des centres de mise en quarantaine dans une région non affectée et greffés à des rhizomes développés à partir d'une graine provenant d'une région non affectée. Une procédure d'isolation extrêmement stricte. En Papouasie-Nouvelle-Guinée, dans les années 70, a permis d'effectuer avec succès un transfert par pays de clones de qualité supérieure des régions cacaoyères infectées de Nouvelle Angleterre vers des régions non affectées du Nord des îles Salomon et de la Nouvelle Irlande.

La lutte chimique

Les fongicides de protection ne peuvent être efficaces contre cette maladie puisque l'infection se produit pendant les périodes pluvieuses au cours desquelles les produits chimiques de protection ont tendance à être délavés des arbres. En plus, l'infection se produit sur les feuilles qui se développent rapidement. Des études ont ainsi montré que la lutte chimique vise d'abord à protéger les jeunes plants dans les premières années après leur transfert dans le champ lorsque la pression de la maladie est forte.

En Malaisie, certains fongicides triazoles ont prouvé leur efficacité par exemple sur le sol trempé avec les fongicides organiques triadimefon,

(catégorie III de l’OMS¹) ou le triadimenol (catégorie III de OMS). Il n’est pas prouvé que les graines transmettent la maladie mais des mesures de précaution comme le fait de tremper les graines dans du triazole peuvent être utilisées. Le Tébuconazole (catégorie III de l’OMS) a été le fongicide organique le plus efficace testé comme produit de pulvérisation mensuelle des feuilles en Papouasie-Nouvelle-Guinée, mais s’est révélé comme avoir un effet sur l’hormone de croissance des jeunes plants.

Les fongicides utilisés pour la protection organique apparaissent très onéreux pour les petits producteurs et la pulvérisation curative n’est efficace. (voir également **l’exercice 16** pour comprendre les risques de pulvérisation des produits dangereux)

¹ Le classement des pesticides par l’Organisation Mondiale de la Santé) suivant leur degré de toxicité va de I (Extrêmement dangereux) à III (légèrement dangereux) en plus de U (non-susceptible de présenter de graves dangers lors d’un usage normal) les programmes d’IPM ne doivent pas utiliser les pesticides de catégorie I & II de l’OMS. Il faut noter que la formulation peut ramener les composés actifs à catégorie inférieure.



Le balai des sorcières *Crinipellis perniciososa*

IMPORTANTANCE

Le *Crinipellis perniciososa* s'est développé sur le cacaoyer dans les forêts de la Haute Amazonie, d'où il a envahi les régions de production du cacao d'Amérique Latine. On le retrouve actuellement en Equateur, au Brésil, au Pérou, en Bolivie, en Colombie, au Venezuela, en Guyane, au Surinam, à Trinidad, à Tobago, à Grenade et au Panama. (Voir la page 53 pour la prévalence).

Son introduction dans une région productrice de cacao peut être dévastatrice. Son arrivée en 1989 à Bahia au Brésil a entraîné une chute de production de 400.000 à 150.000 tonnes en 10 ans. La maladie du balai des sorcières peut causer de pertes allant de 30% à 100% en fonction de l'application (ou non) des mesures de lutte culturale. Globalement, les pertes dues au balai de la sorcière représentent 21% des pertes totales provoquées par les maladies dans la culture du cacao.



Les organes de production du balai de la sorcière, Bolivie. Photo H. Evans © CABI Bioscience

ÉCOLOGIE

Le balai des sorcières est localisé en Haute Amazonie où il infecte aussi bien le cacao sauvage que d'autres espèces de *Theobroma* et le *Herrania* tels que le *Theobroma grandiflorum* (cupu acu). Il existe deux phases distinctes dans le cycle du champignon *crinipellis perniciososa*. Premièrement, l'agent pathogène envahit les jeunes tissus en croissance comme un parasite vivant dans les cellules d'une plante. Ensuite, les cellules

environnantes s'agrandissent et se multiplient. Au cours de la seconde étape dite de Saprophyte, le tissu infecté du cacao meurt et le champignon envahit les cellules mortes. Au moment opportun, lorsque les conditions sont favorables, les organes de production de spores se forment.

Le temps qui précède l'apparition des symptômes varie considérablement (3 à 14 semaines), mais, il est habituellement d'environ 5 à 6 semaines après l'infection. Les champignons semblent provoquer un déséquilibre hormonal pour que les cellules hôtes deviennent plus grandes que d'habitude et que les tissus s'enflent. Sur les pousses végétatives, la domination apicale disparaît et plusieurs bourgeons latéraux se transforment en pousses et un balai se forme.



Le balai de la sorcière sur un rejeton de cacaoyer vert, Equateur. Photo H. Evans © CABI Bioscience

Pour les balais verts, la première phase envahit les différents tissus du balai à des degrés différents. Les balais restent habituellement verts pour une période relative courte. Ils commencent à s'assécher à partir du bout des pousses, brunissent en 5 ou 6 semaines et s'assèchent progressivement.

L'envahissement gagne tout le balai à la phase saprophyte qui, habituellement, connaît une période de latence de 2 à 16 mois avant de formation des organes de production (même si les balais sont transférés dans les conditions d'humidité et de recharge favorables).



Balais bruns, Equateur. Photo H. Evans © CABI Bioscience

La production d'Inoculum

Le *Crinipellis perniciosus* s'est développé sur le cacaoyer et comme tel, son cycle de vie est synchronisé sur celui de son hôte. Les facteurs environnementaux et ceux de son hôte qui influencent le développement de la maladie sont complexes. Le facteur essentiel du développement de la maladie du balai des sorcières est l'eau, puisque la formation des organes de reproduction sur les balais dépend des périodes humides et sèches. La plupart des balais élabore leurs organes de reproduction pendant les périodes d'humidité modérée (8 à 16 heures), moins de 4 heures et plus de 20 heures inhibe la formation des organes de reproduction. Le régime favorable est celui dont la température quotidienne est située entre 20° C et 30° C. Les balais situés dans les feuillages peuvent maintenir une production de spores pendant plus de 2 ans. Les conditions environnementales qui favorisent la production et la libération des spores sont les mêmes que celles qui favorisent la croissance du cacao ; ce qui synchronise la libération des spores avec l'apparition de nouvelles pousses offrant ainsi de nouvelles zones d'infection.

Les spores sont libérées pendant la nuit à condition que le degré d'humidité soit assez élevé (80% RH ou plus) et que les températures varient entre 10-30°C. Chaque organe de reproduction peut produire de millions de spores. Les spores sont répandues localement par les mouvements de l'eau et de l'air et sur de grandes distances par les vents. En Equateur, on estime que dans des conditions favorables, les spores peuvent se répandre sur un rayon de plus de 150 km.

L'infection

Le *C. perniciosus* n'infecte pas les tissus qui se développent activement; il s'agit des rejetons, des fleurs et des cabosses. Les tissus durcis des hôtes ne pouvant être traversés. Les jeunes pousses de cacao particulièrement les bourgeons sont les plus sensibles.

La sensibilité des cabosses varie avec le temps. La période sensible se situe entre 12 et 15 semaines après l'apparition des cabosses. L'infection est également influencée par les facteurs environnementaux dont le plus important semble être la couche d'eau sur les tissus sensibles. Les spores ont besoin d'une eau abondante pour leur germination et pour infecter l'hôte. La relation entre l'infection et l'ombre n'est jusque là pas claire.



De jeunes pousses de cacao portant des balais, Bolivie. Photo H. Evans © CABI Bioscience

LA LUTTE CONTRE LE BALAI DE LA SORCIERE

La lutte par les méthodes culturales

La lutte phytosanitaire est basée sur le concept selon lequel l'élimination des parties infectées de la plante réduit considérablement la production de l'inoculum. Cette approche est restée la base de la lutte contre le balai de la sorcière depuis le début du XX^{ème} siècle. En pratique, la lutte phytosanitaire implique l'élagage des balais. Les cabosses malades contiennent généralement peu d'inoculum et peuvent être enlevées au moment de la récolte. La fréquence de l'élagage dépend essentiellement de la longue période d'induction que prennent les champignons pour se développer en balais. Il y a généralement un seul cycle de maladie par la saison pluvieuse et l'émondage peut se faire durant la saison sèche lorsque les balais sont plus visibles et avant que les organes de reproduction ne commencent à produire des spores, exception faite ici de Bahia au Brésil, qui ne connaît pas de saison sèche bien définie. La méthode phytosanitaire doit également inclure la suppression des balais

végétatifs situés à au moins 15 à 20 cm en dessous du point d'infection. Les parties malades des coussins doivent être soigneusement enlevées en les coupant aussi proche de l'écorce que possible. Les cabosses malades ainsi que leurs pédoncules doivent être supprimés chaque fois que les cabosses saines sont récoltées. Pour qu'il y ait de chance de succès, la suppression doit être aussi complète que possible.

L'élimination des tissus malades par l'émondage est nécessaire dans certains cas. Cette pratique est recommandée s'il y a eu une pause de plus d'un an dans le traitement phytosanitaire, parce que les balais les plus âgés qui se retrouvent au sol peuvent produire les organes de reproduction fongique en quelques jours de pluies. Lorsque le traitement phytosanitaire est régulier, les tissus émondés peuvent rester éparpillés sur le sol de la plantation à condition qu'ils soient recouverts par la litière. Lorsqu'un émondage structurel a été réalisé (voir l'**exercice 5** pour les techniques d'émondage), toute branche infectée doit être découpée en petits morceaux et répandu au sol pour qu'ils soient en contact avec les feuilles mortes de cacao qui accéléreront leur décomposition. La lutte phytosanitaire ne doit pas être envisagée lorsqu'il n'est pas possible d'achever la première phase au moment indiqué. Les mesures phytosanitaires sont les plus efficaces lorsqu'elles sont systématiquement pratiquées chaque année, afin que le nombre de balais de la deuxième année soit maintenu à au minimum.

Des études ont démontré que la suppression soigneuse des balais réduit de façon spectaculaire la fréquence de la maladie dans certaines situations, mais pas toutes. Les mesures phytosanitaires restent vaines lorsque l'inoculum provenant des plantations adjacentes ou environnantes atteint la zone assainie en quantité considérable. Lorsque les plantations sont discontinues (avec des champs séparés par plusieurs centaines de mètres), et la lutte phytosanitaire n'est pas menée dans les cacaoyers voisins, les chances de parvenir à une réduction des pertes de cabosse sont minces.

La réhabilitation des plantations atteintes du balai de la sorcière doit s'accompagner d'un engagement à assurer un entretien régulier et un émondage phytosanitaire pour assurer une amélioration de la production. Le cacaoyer doit être l'objet d'un émondage structurel afin de réduire sa taille et de faciliter l'accès aux feuillages, suivi par un émondage phytosanitaire (voir **Exercice 5**). Un cacaoyer qui ne dispose pas de branches latérales à moins de 3 à 4 m doit être coupé entre 0,5 m et 1,5 m du sol pour stimuler la formation des gourmands pour la régénération de l'arbre ou d'être greffé avec des gourmands du bas. Le greffage est en train d'être adopté au Brésil en vue de régénérer les

plantations infectées par le balai de la sorcière. Les jeunes cacaoyers qui sont gravement atteints par cette maladie doivent être arrachés, détruits et remplacés par quelque matériel d'un produit meilleur. Dans les situations où le potentiel de production du cacao existant est généralement faible, l'insertion des jeunes plants améliorés, suivie par un retrait progressif des vieux arbres (Méthode "Turrialba" – voir **la culture et la réhabilitation du cacao** deuxième partie) peut s'avérer préférable à la réhabilitation urgente.

Ces traitements sont destinés à améliorer la production des cabosses à moyen terme, mais contribuent pour l'instant à réduire la production des cabosses, car ils impliquent la suppression soit d'une partie ou de la plupart du bois porteur potentiel des fruits et/ou la zone du couvert végétal portant les feuilles. Des études préliminaires indiquent qu'environ 1 à 3 ans sont nécessaires pour deux méthodes d'émondage conseillées. Si elle est soigneusement menée, la méthode "Turrialba" n'entraîne pas de perte de production considérable.

La résistance de la plante-hôte

Il est généralement admis que les progrès dans la lutte à long terme contre le balai de la sorcière peuvent mieux être réalisés par l'utilisation d'une variété résistante de cacao. La production de telle variété est une nécessité impérieuse. La possibilité de sélection sur la base de la résistance ont été envisagées dans les premiers rapports sur le balai de la sorcière. Cette approche a également été utilisée à Trinidad après qu'une sélection rigoureuse parmi les espèces de Trinitario n'ait pas permis de détecter une variété hautement résistante. Certaines clones, tels que le ICS 95, ont fait preuve d'une résistance considérable.

Dans les années 1930, une recherche d'arbres immunisés ou résistants a été effectuée en Amérique du Sud au cours de plusieurs expéditions. Trois clones, le Scavina 6, le Scavina 12 et l'IMC 67 ont fourni un degré élevé de résistance contre le balai de la sorcière à leurs progénitures développées pour améliorer le volume des fèves. Ces hybrides sélectionnés à Trinidad y ont été largement plantés depuis la fin des années 1950 et semblent y avoir été un facteur majeur dans la réduction considérable de la prévalence actuelle de la maladie. Cependant, lorsque les sélections du Scavina 6 ont été envoyées en Equateur, elles ont été sévèrement infectées, probablement, parce qu'elles y ont rencontré une variété plus virulente de ce champignon. La production de cacao résistant au balai de la sorcière a, par la suite été initié dans d'autres pays, souvent, suite à des recherches plus avancées sur le germoplasme. Alors qu'il existe des sélections résistantes pour isoler le champignon du balai de la sorcière au Brésil, à Trinidad et au Venezuela, le degré de résistance du cacao commercialisé



Prévalence du balai de la sorcière par pays (source: le Compendium de protection des cultures 2002, CAB International)

demeure toujours très peu satisfaisant. Dans d'autres pays comme la Bolivie, la Colombie et l'Equateur qui ont des espèces isolées plus virulentes, la situation est même pire. Le balai de la sorcière est actuellement limité en Amérique Latine, cependant, il est important de noter que toutes les variétés de l'Afrique de l'Ouest sont sensibles à cette maladie et ainsi, une isolation stricte est essentielle pour atténuer les menaces d'introduction.

La lutte biologique

A l'intérieur de cacaoyères, une lutte biologique naturelle est menée contre le balai de la sorcière se trouvant dans les balais tombés. Cette lutte est menée par des microorganismes, dont certains peuvent être exploités soit par une manipulation de l'environnement des balais ou par l'utilisation des vertus antibiotiques des substances qu'ils produisent. Au Pérou, des études sur le terrain ont été effectuées avec des *Clonostachys rosea* et des *Trichoderma* spp. pour lutter contre le balai de la sorcière. Le seul agent de lutte biologique contre le balai de la sorcière disponible sur le marché est le *Trichoderma stromaticum*. Il est commercialisé sous le nom de Tricovad par le ministère brésilien de l'Agriculture, et est actuellement utilisé dans l'Etat du Bahia (Brésil) pour lutter contre le balai de la sorcière. Il fonctionne par mycoparasitisme pour réduire la pression de l'inoculum dans le champ.

La lutte chimique

L'utilisation commerciale de fongicides pour lutter contre le balai de la sorcière n'a été adoptée dans aucun pays producteur de cacao, parce que l'amélioration de production n'a pas occasionné de

rentrées économiques suffisantes pour motiver les planteurs à adopter ces traitements. Au Brésil, les composés cuivreux sont conseillés ; pourtant, ils ne sont pas toujours rentables (voir **exercice 21** pour l'analyse économique). Le tebuconazole, fongicide organique (catégorie III de OMS¹) est considéré comme également efficace, mais là encore, la rentabilité dépendra des facteurs comme le prix du cacao, le coût du travail etc.

¹ Le classement des pesticides par l'Organisation Mondiale de la Santé) suivant leur degré de toxicité va de I (Extrêmement dangereux) à III (légèrement dangereux) en plus de U (non-susceptible de présenter de graves dangers lors d'un usage normal) les programmes d'IPM ne doivent pas utiliser les pesticides de catégorie I & II de l'OMS. Il faut noter que la formulation peut ramener les composés actifs à catégorie inférieure.



EXERCICE 1: Evaluation de la production du cacao

OBJECTIFS

- Collecte des informations sur les pratiques d'exploitation du cacao et identification des problèmes majeurs rencontrés par les planteurs
- Elaboration d'un calendrier saisonnier comme canevas pour les écoles paysannes des planteurs

MATERIEL

- Cacaoyères
- Tableaux à feuilles
- Marqueurs en couleur
- Carnets et note
- Stylos à bille

PROCEDURE

Sur le lieu de rencontre

Faciliter un grand débat interactif sur les types d'informations devant être obtenues des planteurs. Les activités durant tout le cycle de production parmi lesquelles, la préparation des sols, la gestion de jeunes plants, la mise en terre des jeunes plants, les étapes de floraison et de la formation des cabosses, la récolte, la fermentation etc. A chaque étape, il faut, décider du genre d'informations qui doivent être recueillies auprès des cacaoculteurs, en terme de contraintes de production et les pratiques liées à chaque étape de la culture, y compris la lutte contre les insectes et les maladies (exemple : la pulvérisation, la lutte par les méthodes culturales), l'émondage, la fertilisation et les pratiques post-récolte, etc.



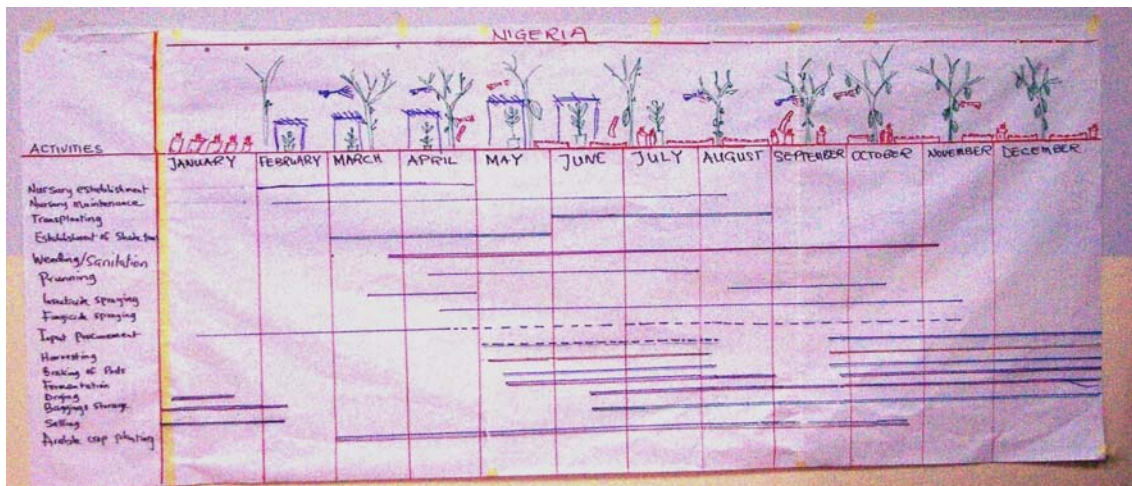
Visite d'une plantation de cacao, Pérou. Photo source inconnue.

Dans la plantation

Visiter les différentes plantations en petits groupes de 4 à 6 participants, Discuter des pratiques et des problèmes avec chaque paysan conformément aux besoins d'informations convenues. Visiter les plantations afin d'observer et de vérifier/comprendre certains des problèmes et des noms locaux mentionnés par les planteurs.

Retour au lieu de rencontre

Ici, chaque petit groupe prépare une planche pour présenter son résultat du groupe. Après les discussions, élaborer un calendrier saisonnier qui constituera un relevé de la croissance des plantes et des stades de croissance et puis, à chaque étape, mentionner ce qui est fait, avant quelle période, par qui et pour quelle raison. Ceci deviendra un canevas directeur pour les options de traitement pour les paysans dans des expériences comparatives pour tester les options alternatives d'IPM dans le cadre des écoles paysannes*.



Calendrier pour la culture du cacao, Nigeria. Photo J. Gockowski © IITA

GUIDES DES QUESTIONS POUR L'ANALYSE

1. Qu'est-ce que les planteurs considèrent comme contraintes principales dans la production du cacao?
2. A quelle(s) période(s) de la saison agricole chaque contrainte est-elle importante?
3. Quelles sont les options dont les planteurs croient disposer actuellement pour venir à bout de ces contraintes ? Y a-t-il d'autres options de l'IPM disponibles?
4. Laquelle des contraintes pourrait être traitée dans le cadre d'un programme d'école paysanne? Comment ?

EXERCICE 2: Suivi des cacaoyères

OBJECTIF

Comprendre l'importance de la surveillance des champs

MATERIEL

- Papier plastique
- Fioles
- Sacs en plastique
- Loupe
- Champs de cacao (de préférence non traités)
- Tableaux à feuilles
- Stylos de couleurs
- Flacon d'insecticide anti moustique

PROCEDURE

En petits groupes, visiter différentes plantations de cacaoyers (de préférence ceux qui n'ont pas été traités récemment) et faire des observations sur les insectes, les feuilles, les branches, les cabosses etc. qui sont connues ou qui peuvent être reconnues par les participants.

Dans chaque plantation, chaque groupe choisit et étiquette un ou plusieurs cacaoyers. Chaque arbre étiqueté doit faire l'objet d'une observation systématique c'est-à-dire des observations détaillées des branches principales et secondaires (aussi haut que l'on peut arriver).

Etaler une feuille de polythène au sol sous l'arbre. Battre ou secouer la tige de l'arbre afin que les insectes, les cabosses et les feuilles malades tombent sur le papier. Pulvériser le feuillage avec un insecticide anti-moustique pour faire tomber les insectes que les secousses ne peuvent faire tomber ; ramasser soigneusement la feuille de polythène et observer son contenu : combien de types d'insectes rencontre-t-on ? Lesquels d'entre eux sont reconnus comme nuisibles ? Combien de cabosses ou de feuilles s'y trouvent et combien sont-elles tombées de l'arbre ?

Pour enregistrer les résultats, représenter un grand cacaoyer en utilisant les couleurs représentatives des divers organes de la plante, dessiner les parasites majeurs et autres contraintes observées. Présenter les résultats de chaque groupe.

Pendant les discussions, dresser une liste des appellations locales des parasites et des maladies observées et toutes celles entre les différents champs. Différencier autant que faire se peut les différentes variétés d'insectes, des ennemis naturels (les amis des planteurs). Trouver un consensus sur les raisons pour lesquels les plantations de cacao doivent être suivies.

QUESTIONS GUIDES POUR L'ANALYSE

1. Quels insectes ont été trouvés et quels sont leurs noms locaux?
2. Pouvez-vous différencier les insectes qui sont nuisibles de ceux qui sont des ennemis naturels (les amis des planteurs)? Sinon, bien vouloir introduire le concept du zoo d'insectes (Exercices 9, 10, 11).
3. Y avait-il une différence dans les résultats des différents champs? Pourquoi ?
4. Y a-t-il une nécessité à observer les cacaoyères de façon régulières ? Pourquoi (pourquoi pas) ?



Ecole paysanne, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

EXERCICE 3: L'analyse de l'Agro-Ecosystème dans la cacaoculture

OBJECTIFS

- Analyser la situation du champ en faisant des observations, en représentant les résultats et en discutant les actions possibles nécessaires
- Etudier l'Agro-Ecosystème du cacao en vue de la prise de décisions judicieuses
- Comprendre les différentes interactions qui se produisent parmi les composantes de l'écosystème du cacao et démontrer leur équilibre

MATERIEL

- Plantation de cacaoyers
- Fioles
- Sacs en plastique
- Alcool
- Coton hydrophile
- Filets à mailles fines
- Loupe
- Carnets de notes, crayons, taille-crayons et gommes, des marqueurs de couleurs
- Papier d'affichage (tableaux à feuilles, du papier journal) des marqueurs
- Planche à dessin et un ruban de cache
- Règle et un mètre ruban
- Machette

PROCEDURE

L'observation de l'Agro-Ecosystème

Le terrain d'étude des FFS a principalement deux parcelles. L'une est caractérisée par la pratique des traitements courants des paysans dans la région suivant un calendrier localement établi de la culture du cacao (voir **exercice 1** Evaluation de la production du cacao) et l'autre par la pratique de lutte intégrée où les décisions prises sur la gestion des cultures sont basées sur l'analyse de l'Agro-Ecosystème (AAES). Les données de l'AAES sont également tirées des différents traitements (exemple IPM opposé à la pratique des paysans) pour comprendre l'impact de ces traitements.

Tôt le matin, (aux environs de 7 heures), les participants entrent dans les champs des écoles paysannes¹ (FFS) par groupes de 4 à 6. Chaque groupe choisit une personne pour relever toutes les données (ce travail peut se faire à tour de rôle parmi les membres du groupe). Chaque groupe doit se déplacer diagonalement à travers le champ, sélectionner et étiqueter au moins 5 à 10 cacaoyers pour des observations agronomiques (les arbres feront l'objet d'une observation qui recherchera les caractéristiques agronomiques durant toutes les écoles paysannes. Chaque groupe choisit également 5 à 10 arbres au hasard pour l'observation des parasites.

Pour chaque cacaoyer choisi au hasard:

- Il faut observer attentivement et compter tous les insectes rencontrés ; voir s'ils sont nuisibles ou bienfaisants. Répertoirez tout insecte que vous n'aurez pas reconnu dans les fioles ou les sacs en plastique. Les rapporter au lieu de rencontre pour voir si un autre groupe vous aidera à les identifier.
- Observer attentivement 5 feuilles et 5 cabosses (s'il en existe) sur chacune des branches et les branches elles-même et identifier les maladies et les symptômes. Observer et identifier le nombre de feuilles et de cabosses malades. Si vous reconnaissez les maladies, répertoriez-les. Si vous ne les reconnaissez pas, rassemblez-les (les feuilles et les cabosses) dans les fioles et ramenez-les au point de rencontre.

Si des échelles sont disponibles, grimper dans les arbres pour observer les insectes et les maladies dans les feuillages. Rechercher des signes des dégâts causés par les mirides sur les branches latérales.

- Compter le nombre d'arbres sur lesquels les parasites et les maladies majeurs ont été trouvés.

¹ Il est mieux que chaque groupe de travail fasse des observations à la fois dans les champs IPM et non-IPM (pratiques des planteurs). De façon alternative quelques groupes peuvent faire des observations dans des parcelles IPM et d'autre dans des parcelles non IPM.

- Relevez le nombre et espèce de mauvaises herbes existant sur ou autour des arbres. Si vous n'êtes pas sûr qu'une certaine plante est une mauvaise herbe, en prélever dans le sac en plastique et la ramener au point de rencontre, les autres groupes pourraient vous aider à décider.

Sur chaque cacaoyer étiqueté:

- Relever le nombre de grappes de fleurs sur le tronc d'arbre. Compter également le nombre de bourgeons sans fleur. Compter aussi le nombre de cherelles et de cabosses (mûres et non mûres).
- Faire une estimation de l'ombrage (dense, moyen, léger ou non ombragé) et l'intervalle moyen entre les cacaoyers.
- Relever le pourcentage moyen de floraison, le nombre moyen de grappes de fleurs, de cherelles, cabosses non mûres et mûres, de gourmands sur la branche principale, ; faire une estimation du diamètre des feuillages, la circonférence des troncs d'arbres, le nombre moyen de branches principales, la hauteur moyenne des branches, la couverture du sol (litière de feuilles mortes, nu ou autre).
- Noter l'état général de la plante (saine, modérément saine, peu fragile).
- Noter le degré d'humidité du sol (élevé, moyen, bas). Vérifier s'il existe des marques d'érosion du sol. Quel est l'état de santé du sol (structure, matière organique) ?
- Relever les conditions climatiques au moment de vos observations.

Il est également conseillé d'effectuer un tour rapide des parcelles pour vérifier s'il y a des problèmes qui auraient échappé à votre vigilance.



Représentation de l'Agro-Ecosystème, Cameroun. Photo J. Gockowski © IITA

La représentation de l'Agro-Ecosystème

Sous une ombre proche du champ, toutes les observations faites sur le champ sont schématisées sur un tableau à feuilles. La plante est représentée à sa taille actuelle, avec le soleil et les nuages symbolisant les conditions atmosphériques.

Modèle de présentation de l'analyse Agro-Ecosystème

Nom du groupe : (vous pouvez dessiner)

Type de parcelle: IPM ou FP

Date:

No AAES:

<i>Informations générales</i>		<i>Données agronomiques</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Variétés d'arbre: • Age relatif des arbres: • Ombrage relatif (denses, léger ou non ombrage): • Espacement moyen entre les cacaoyers: 		<ul style="list-style-type: none"> • Pourcentage moyen de floraison: • Nombre moyen de grappes de fleurs: • Nombre moyen de cherelles: • Nombre moyen de cabosses non mûres • Nombre moyen de cabosses mûres • Nombre moyen de gourmands sur la branche principale • Diamètre moyen de feuillage • Circonférence de l'arbre • Nombre moyen de branches principales • Hauteur moyenne des branches • Couverture du sol (litière de feuilles mortes, nus ou autre) • Humidité du sol
<p>Le temps (Représenter le temps au moment de votre observation)</p>		
<i>A gauche de l'arbre</i>	<i>Faites un grand schéma du cacaoyer</i>	<i>A droite de l'arbre</i>
Représenter les insectes et les symptômes des maladies trouvées et indiquer le nombre ou l'abondance	A la base de la plante, représenter les mauvaises herbes trouvées et indiquer leurs nombres et leurs espèces	Représenter les ennemis naturels trouvés et indiquer leur nombre et leur abondance
Analyse		
<i>Observations</i>	<i>Causes possibles</i>	<i>Recommandations du groupe</i>

L'analyse de l'Agro-Ecosystème

Les comparaisons sont faites entre le nombre et les types de parasites, les ennemis naturels et l'étape de croissance de la plante. Les conclusions sont alors tirées sur l'ensemble de la situation actuelle comparée à l'AAES précédent. Les observations des régions ayant des problèmes spécifiques sont répertoriées sur le schéma AAES avec les causes possibles.

La prise de décision sur l'Agro-Ecosystème

QUESTIONS GUIDES POUR LA PRISE DE DECISIONS

L'étape finale de l'AAES est la prise de décision. Discuter en groupe des décisions à prendre. Par exemple, compte tenu de la population relative des parasites et des ennemis naturels, des niveaux de maladies, avons-nous besoin de pulvériser ou y a-t-il d'autres options ?

S'il faut absolument faire quelque chose, comment, quand et quel sera son impact sur l'Agro-Ecosystème? Par exemple, si vous choisissez de pulvériser un insecticide, quel produit chimique utiliseriez-vous ? Est-il nécessaire de pulvériser tout le champ ? Qu'arrivera-t-il aux ennemis naturels si vous pulvérisez ? Et à quel effet vous attendriez-vous, si les ennemis naturels étaient tués par la pulvérisation ?

Quelle est la condition du sol ? Quel est sa structure ? S'il est pauvre, peut-on l'améliorer ? Est-il nécessaire de prendre des mesures contre l'érosion du sol ? Si oui les quelles ? Etc.

Les décisions du petit groupe peuvent être les suivantes :

- Il y a équilibre entre les ennemis naturels et les parasites par conséquent, point n'est besoin de pulvériser
- Il est nécessaire de construire un "zoo d'insectes"² pour comprendre comment les ennemis naturels luttent contre les parasites
- La plantation est propre dans pas besoin de désherber
- Le sol est assez humide pour permettre une croissance normale des plantes
- Nous continuerons d'observer notre plantation

Ces recommandations du groupe sont alors inscrites dans la portion réservée à la prise de décision dans la rubrique recommandation des groupes dans le schéma AAES.

Un représentant de chaque groupe présente les résultats et les conclusions à l'ensemble des groupes pour davantage de discussions, de questions et des précisions. Parfois, la décision d'un groupe est modifiée ou rejetée par l'assemblée. Un consensus devra être réalisé par rapport à ce qu'il faudra faire et à quel moment, si jamais des mesures de lutte contre les parasites ou d'autres opérations de gestion de la culture (désherbage, fertilisation etc.) sont nécessaires.

COMMENT UTILISER L'AESA

On ne peut pas répondre directement à toutes les questions qui se posent. On peut d'une certaine façon, utiliser l'AAES pour identifier les sujets que les écoles paysannes peuvent étudier ou proposer des idées sur quelles méthodes IPM/ICM vous aimerez bien essayer.



Fiche de l'analyse Agro-Ecosystème avec observations, causes et recommandations, Cameroun. Photo J. Gockowski © IITA

² L'objectif de cette expérience est d'aider les planteurs à observer et comprendre la relation insectes-cultures, le statut des parasites et de jauger la force relative des méthodes de lutte naturelle.

EXERCICE 4: Le greffage en fente terminale des gourmands sur des arbres adultes

Le greffage du bout de cacaoyers améliorés peut se faire en utilisant les arbres résistants qui sont dans les plantations des paysans ou des écussons de variétés améliorées, développés par les instituts de recherche. Cette technique offre un moyen d'amélioration des stocks d'arbres par les paysans eux-mêmes.

OBJECTIF

Réhabiliter et à introduire la variété résistante dans les plantations de cacao existantes.

MATERIEL

- Couteau tranchant (des couteaux spéciaux existent pour le greffage professionnel, mais un couteau de cuisine bien aiguisé peut également faire l'affaire) et des sécateurs
- Pierre à limer
- Fil de coton ou toute autre ficelle organique (palmier raphia)
- 75 g de fongicide (benomyl³)
- 50 cl d'alcool
- Gourmands d'arbres stériles (comme récepteurs de la matière améliorée)
- Matériel de greffage de même diamètre que le gourmand
- Sacs en plastique transparent
- Deux seaux en plastique (5 litres)
- Eau propre
- Pelotes de coton

PROCEDURE

Dans un premier seau, diluer de l'alcool avec l'eau à égale quantité et y plonger au préalable tout le matériel à utiliser et régulièrement pendant le processus de greffage. Se désinfecter également les mains à l'aide de l'alcool dilué. Identifier les arbres qui présentent des caractères intéressants (super arbres) desquels seront prélevés le greffons ou bois de greffe. Prélever les scions des greffage de nouvelles pousses au sommet de l'arbre (rameux couronnant). A l'aide des sécateurs, couper les scions ayant un minimum de 2, mais 3 à 4 "yeux" de préférence (c'est-à-dire aisselles), Eliminer toutes les feuilles de cette partie.

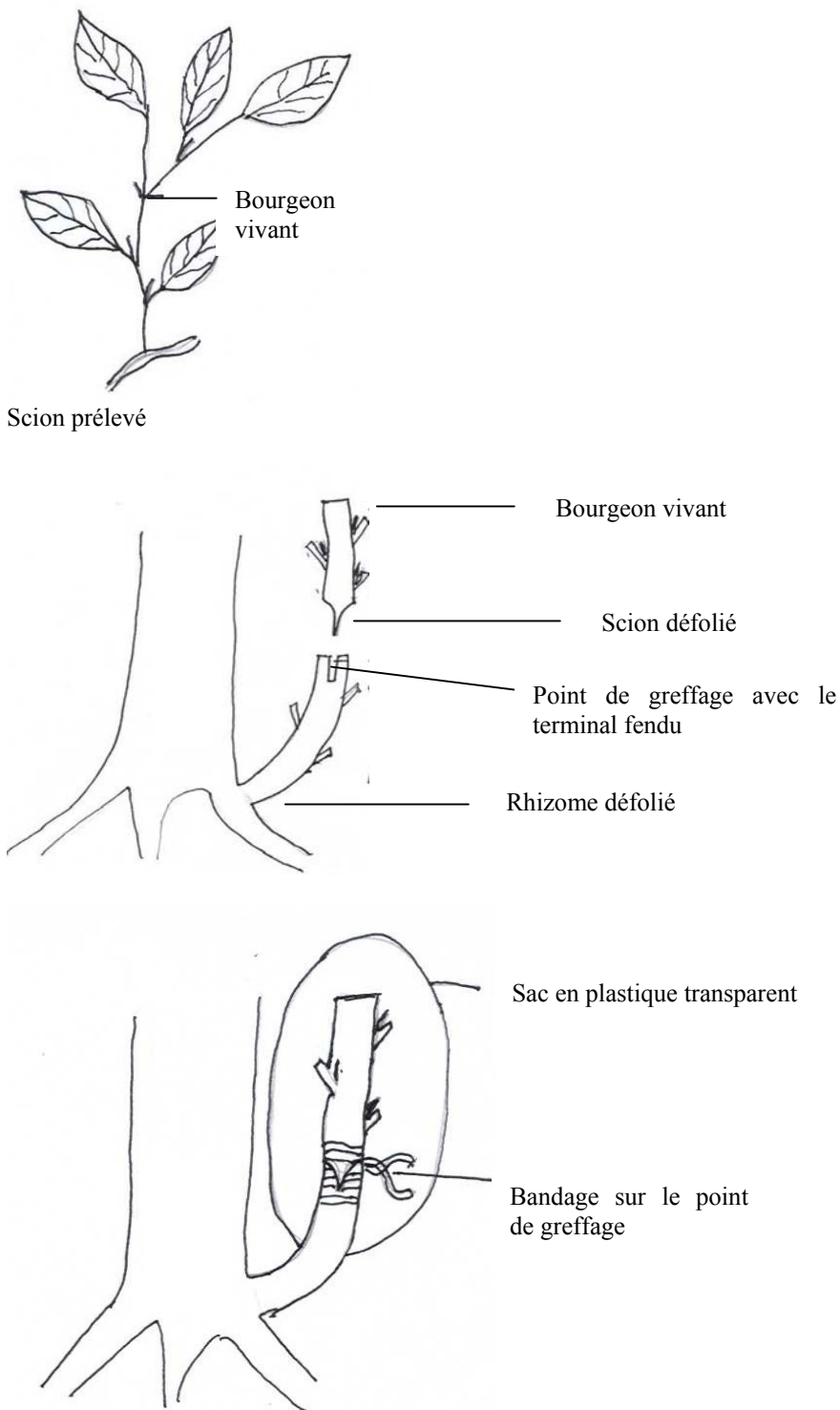
Identifier le gourmand des cacaoyers sains mais stériles pour les remplacer par des supers scions. Ces gourmands doivent être âgés de 3 à 4 mois et avoir une écorce d'une couleur généralement marron clair. Couper le gourmand horizontalement à l'endroit où l'écorce est d'une couleur marron clair et verdâtre. Appliquer l'alcool dilué sur la région coupée du rhizome pour éliminer les agents pathogènes qui pourraient s'y trouver.

Dans un second seau, préparer une solution de 2 cuillerées à café de fongicide et 50 ml d'eau propre. Plonger les scions dans cette solution et laisser sécher. Une fois que les scions sont secs, les joindre aux rhizomes qui ont le même diamètre. Se servir du couteau tranchant pour faire un point taillé en V sur le scion. Pratiquer une fente de la même profondeur que la pointe en V du scion sur le rhizome. Supprimer toutes les feuilles du rhizome. Insérer le scion dans le rhizome en vous assurant que les yeux des bourgeons sont exposés et que le cambium du rhizome et du scion sont fermement en contact. A l'aide de la ficelle organique, renforcer l'union en vous assurant qu'il n'y a pas de vide entre le scion et le rhizome. Il est préférable de bander de la base vers le haut et puis de couvrir le scion complètement avec un sac en plastique.

Surveiller les greffes pendant trois semaines. Vérifier régulièrement le rhizome pour voir s'il n'y a pas de bourgeon et les enlever. Une fois que le scion commence à pousser, retirer le plastique pour éviter une infection. Retirer également le bandage organique. Une fois que la greffe est bien installée, après 6 mois environ, couper les plantes mères pour que la greffe prenne la relève. On peut s'attendre à ce que la greffe commence à produire des cabosses de cacao 18 mois après le greffage.

³ Au départ, le Benomyl était recommandé pour cet exercice ; mais, ce fongicide a été retiré de l'usage au sein l'Union Européenne, comme l'ont été ses précurseurs : le carbendazim et le thiophanate-méthyl. Le benomyl est un fongicide organique à large spectre. Si vous n'en disposez pas votre région, vous pouvez avec les substituts moins dangereux tels que les triazole ou les Strobilurins.

Figure: Le greffage du bout des gourmands (source S. Bassanaga, IRAD/IITA, Cameroun)



QUESTIONS GUIDES POUR L'ANALYSE

1. Quelle est la différence entre une greffe et un jeune plant d'un super arbre. (la greffe donne des jumeaux identiques, le jeune plant donne des plantes différentes. Les pères et les fils sont-ils jamais les mêmes ?
2. Quels sont les coûts et quels sont les avantages du greffage comparé à la production de jeunes plants pour réhabiliter une plantation de cacao existante?

EXERCICE 5: Les techniques d'émondage du cacaoyer (pour cacaoyers âgés de plus de 5 ans)

Cet exercice s'applique aux cacaoyères qui existent depuis plusieurs années.

OBJECTIF

Aider les planteurs à comprendre et à appliquer les méthodes d'émondage du cacaoyer les plus appropriées.

MATERIEL

- Cacaoyers non émondés
- Machette/un coutelas, de petites scies (utiliser des supettes s'il en existe) ou d'autres outils locaux d'émondage tel que des sécateurs et des sécateurs à élaguer prolongés d'un bâton muni d'une corde de tirage pour atteindre les branches les plus hautes
- Echelle
- Fiche mobile et des marqueurs, des carnets de notes et des stylos à bille
- Peinture pour marquer les arbres

PROCEDURE

Séance d'échange en salle

Au cours d'une séance d'échange, le facilitateur doit les pratiques, les connaissances et les croyances des paysans vis-à-vis de l'émondage. Les questions comme: Qu'est-ce que l'émondage? Pourquoi voudriez vous (ou non) émonder vis arbres? Quels avantages de l'émondage? Quels sont les risques ou problèmes que vous avez (déjà) rencontrés? Comment émondez-vous vos arbres? Quels outils vous utilisés? Comment avez-vous appris à émonder arbres?

Relever les réponses sur votre fiche mobile. Cette méthode est une reconnaissance des croyances, des connaissances, et de l'expérience des planteurs sur l'émondage. Ceci donne également au facilitateur idée de base sur les capacités d'émondage des participants.

Echange d'informations:

Il y a 2 niveaux d'émondage: un émondage poussé et un émondage d'entretien. L'émondage poussé doit s'effectuer à des moments précis de l'année, de préférence après la récolte principale et juste avant le début des pluies. Ceci doit être vérifié sur le calendrier de suivi de la culture. L'émondage d'entretien doit être effectué toute l'année durant, chaque fois que le planteur se trouve dans son champ.

L'émondage peut permettre d'atteindre trois objectifs, notamment:

- a) **Accroître le nombre de cabosses produites** à travers la réduction des branches non-productrices, l'excès de feuilles et autre biomasse afin que l'énergie des arbres soit canalisée davantage vers la production de cabosses;
- b) **Réduire la portée des problèmes de santé** sur la culture tels que la pourriture brune, les guis, le balai de la sorcière, etc., à travers l'hygiène ainsi que la réduction de la micro-humidité dans l'arbre, qui en général réduit les maladies ;
- c) **Faciliter un meilleur entretien et une récolte aisée**, car les arbres seront plus maniables.

Pour les arbres qui n'ont pas été émondés auparavant, le planteur doit déterminer lesquelles des branches doivent être taillées. Vous trouverez ci-dessous une suite de 8 images qui montrent comment déterminer les branches à émonder.



Emondage de cacaoyer, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

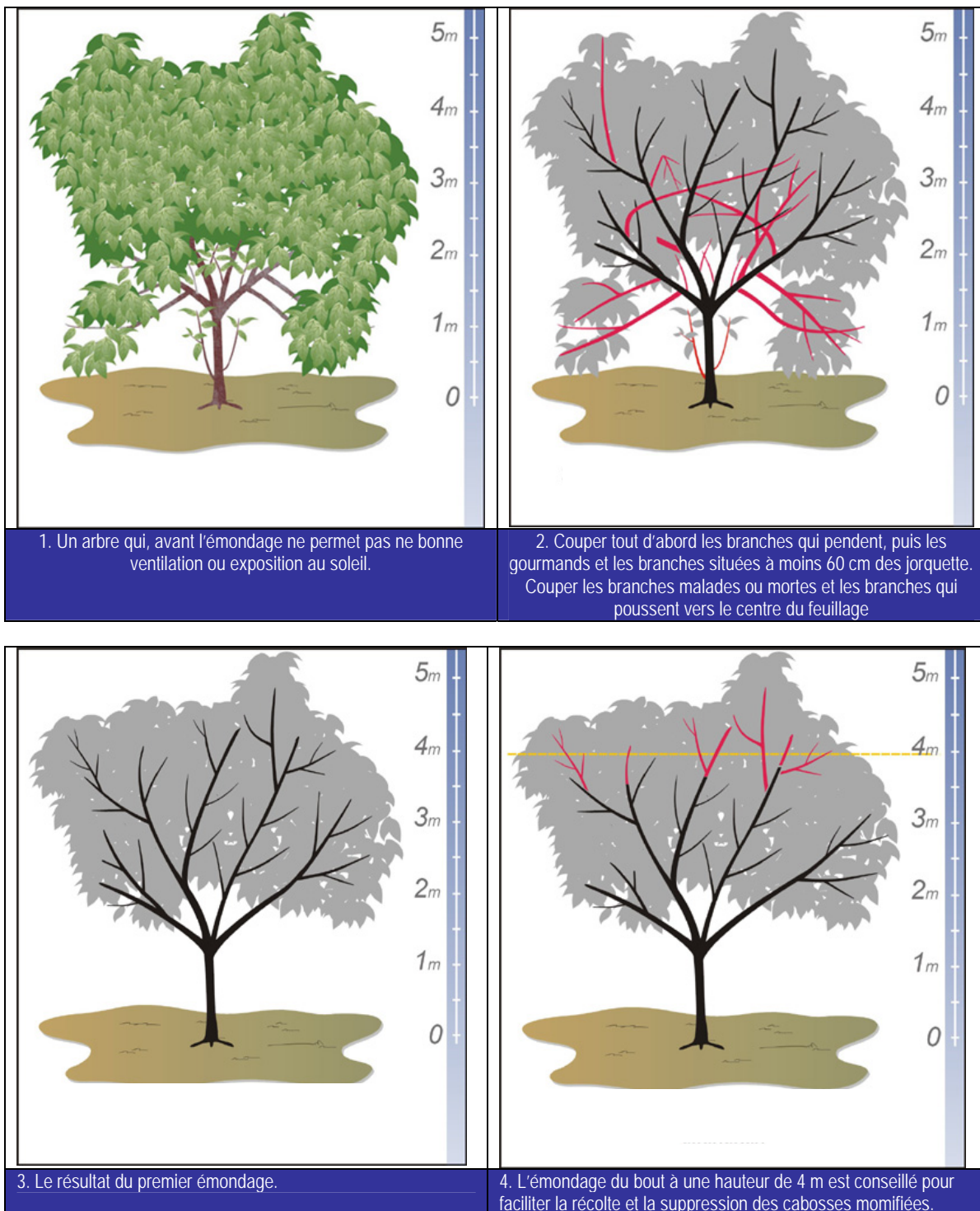
évaluer
locales

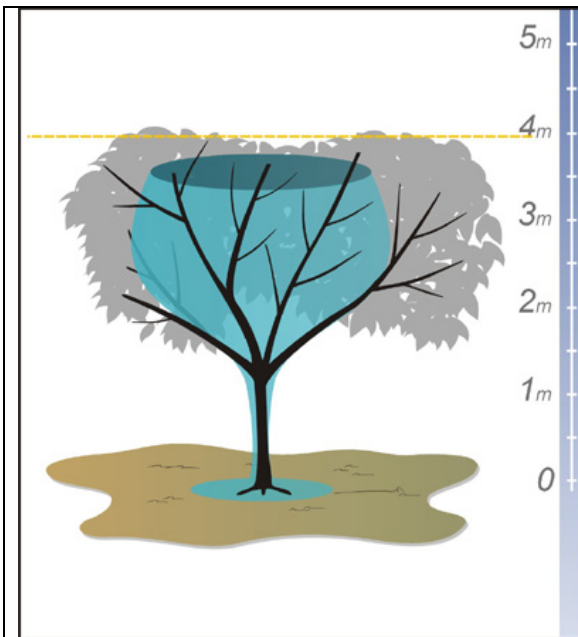
sont les
les

avez-
vos

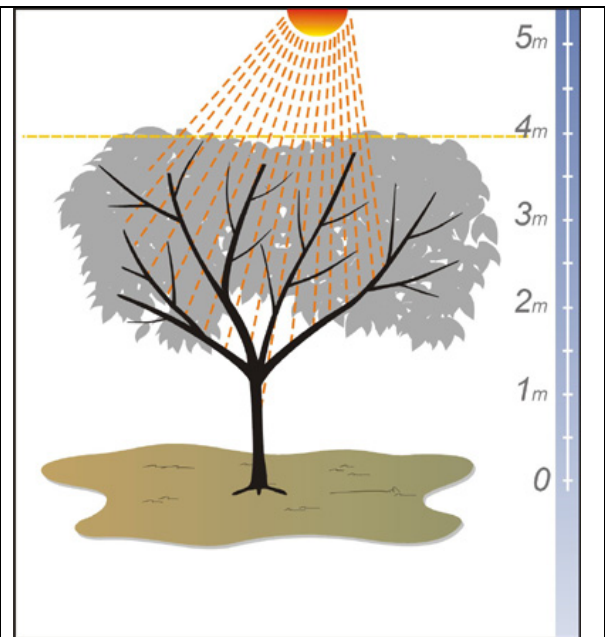
une

Figure: Le choix des branches à émonder sur un cacaoyer (Source: projet ACDI/VOCA SUCCESS, Indonésie)

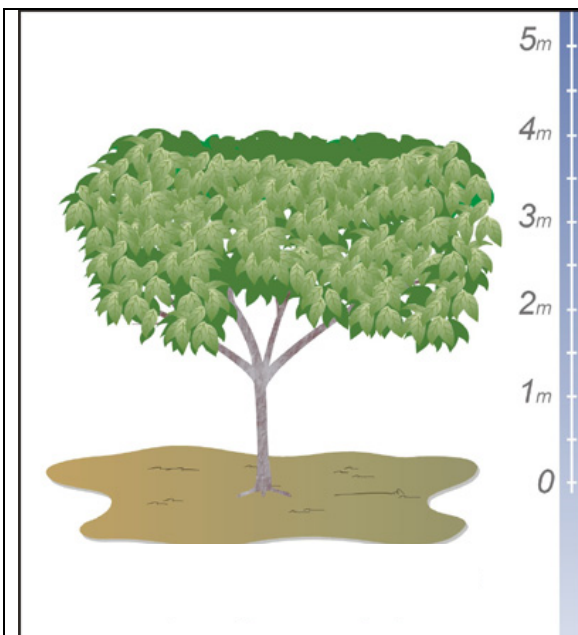




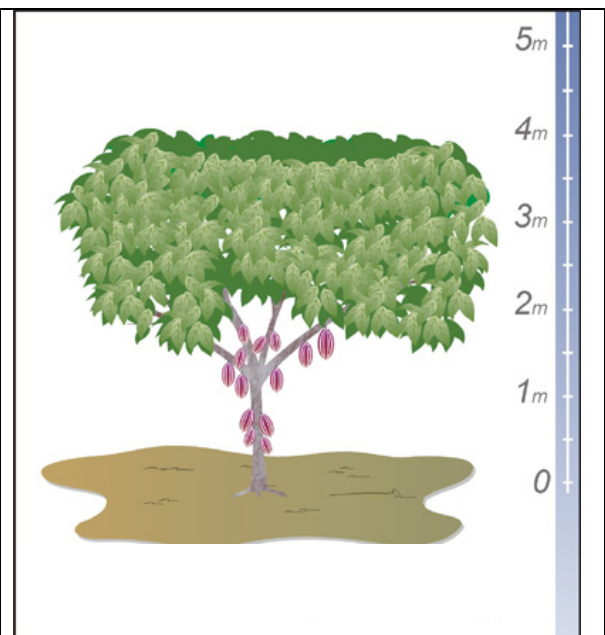
5. La forme d'un arbre bien émondé doit être semblable à un entonnoir avec des nouvelles branches qui poussent vers l'extérieur.



6. Le résultat de l'émondage donne un arbre qui permet à la lumière solaire d'atteindre les branches principales, la jorquette et le tronc, où elle stimule la floraison



7. Après le premier émondage, le planteur devra effectuer un émondage d'entretien pour conserver cette forme.

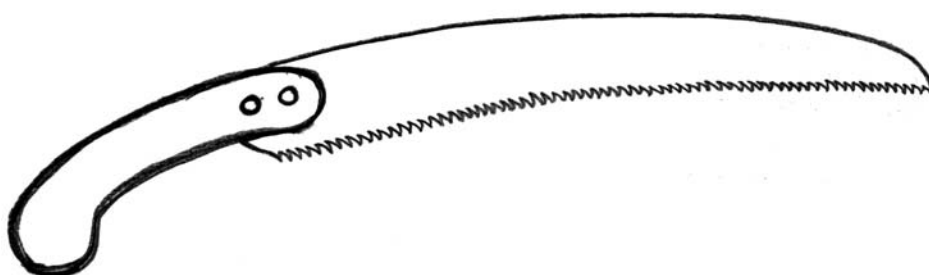


8. L'un des rôles de l'école paysanne est de surveiller les arbres et de comparer leur productivité et leur santé à celles des arbres qui n'ont pas été émondés. La différence est généralement remarquable.

Après l'émondage, la lumière du soleil doit pouvoir pénétrer dans l'arbre de manière à apparaître au sol comme les tâches sur la peau d'un léopard.

Le planteur doit également, évaluer la méthode d'émondage la plus appropriée. L'objectif étant de limiter la possibilité que les plaies causées par les tailles ne deviennent des portes d'entrée pour les maladies et pour les insectes. Pour les grosses branches, il faut utiliser par exemple, une serpette ou une scie ordinaire plutôt qu'une machette pour scier tout près de la tige, couper perpendiculairement à la direction de la tige.

Figure: Une serpette (Source: projet ACDI/VOCA SUCCESS, Indonésie)



Les activités dans une cacaoyère

Identifier une grappe de 10 cacaoyers voisins à émonder et les étiqueter “émondés”. A une certaine distance, identifier une autre grappe et 10 cacaoyers voisins non émondés qui servira à la comparaison et étiqueter la “non-émondés”.

Déterminer dans la parcelle “émondée” quelles brindilles ou branches doivent être taillées pour permettre à la lumière solaire de pénétrer dans les feuillages. Se référer au diagramme des 8 arbres. Evaluer la surface de terrain dont chaque arbre a besoin pour éviter une compétition avec les autres arbres pour la lumière, l’eau et les éléments nutritifs.

Réaliser l’émondage sur la parcelle baptisée “émondée” en utilisant une bonne méthode. Les blessures causées aux arbres par la taille doivent être douces et à la base du membre amputé. Ceci peut facilement se faire avec une serpette et comparer cette blessure à celle faite par une machette.

Attention: Les blessures légères guérissent et les rugueuses quant à elles peuvent devenir des portes d’entrée pour les maladies et les parasites peuvent s’attaquer à la plante!

OBSERVATIONS

Observer les 2 parcelles comme dans l’analyse de l’Agro-Ecosystème (exercice 3), mais précisément pour:

- leur production de fleurs et de cabosses
- la santé des arbres
- l’humidité de la parcelle (avec quelle vitesse la rosée se sèche dans la partie émondée par rapport à la partie non émondée)

QUESTIONS GUIDES POUR LES DISCUSSIONS

1. Considérant le travail qu’exige l’émondage, pensez-vous que cela vaut-il la peine? Pourquoi? Pourquoi pas?
2. Quelles seront les conséquences si les planteurs n’émondent pas leurs arbres?
3. Un planteur peut-il s’attendre à une production élevée s’il ne procède pas à l’émondage?
4. Quelles maladies ou quels parasites peuvent s’introduire dans les blessures créées par les souches émondées en décomposition?
5. Si un planteur croît qu’il/elle n’aura pas besoin d’investir de l’énergie ou de fonds dans sa plantation, croyez-vous que ceci soit une idée raisonnable ou non? Pourquoi? Pourquoi pas?

EXERCICE 6: Impact de l'ombrage sur l'humidité dans une cacaoyère

Dans plusieurs régions le cacao est cultivé dans un système de culture mixte avec les arbres d'ombrage. Plusieurs de ces arbres comprennent des espèces à importance économique comme le prunier africain (*Dacryodes edulis*), les cocotiers (*Cola nitida*), les goyaviers (*Psidium guajava*) ainsi que plusieurs espèces de bois (ex. *iroko-chlorophora excelsa*). Certains de ces arbres sont gardés pour leur utilité en tant qu'espèces ombrageuses. Toutefois, il s'impose un compromis à faire entre l'ombre et la lutte contre les parasites. En effet, l'ombrage peut, à cause de l'effet de l'humidité sur la plantation, d'une part, éliminer le degré des attaques des mirides et d'autre part, augmenter les effets sur la pourriture brune des cabosses du cacao.

OBJECTIF

Comprendre la relation entre l'ombre et l'humidité dans une cacaoyère ainsi que sa relation avec les insectes nuisibles au cacao.

MATERIEL

- Plantation de cacao avec différents niveaux d'ombre
- Pulvérisateur manuel
- Eau
- 3 chronomètres
- Papier affiche et marqueurs

PROCEDURE

Dans la cacaoyère, choisir trois échantillons (cibles) ayant des degrés d'ombrage différents.

- Beaucoup d'ombrage
- Ombrage moyen
- Peu ou pas d'ombrage

Diviser les participants en 3 groupes et attribuer chaque échantillon à un groupe. Donner un chronomètre à chaque groupe.

Pulvériser les cabosses de cacao avec de l'eau en utilisant un pulvérisateur manuel jusqu'à ce que l'eau forme une gouttelette au bout de la cabosse. Demander à chaque groupe de chronométrer du début de la pulvérisation jusqu'à l'assèchement de la cabosse.

En attendant que la cabosse sèche, demander à chaque groupe de décrire les espèces d'arbres présents sur le site:

- La densité des arbres environnants (espacement)
- La hauteur des arbres environnants
- La forme conique des arbres environnants
- Le feuillage des arbres environnants/Les espèces d'arbres environnants
- Déterminer la densité du cacao/l'espacement
- Décrire la forme conique du cacaoyer et son feuillage
- Evaluer la pression des mauvaises herbes

Au même moment, demander à chaque groupe d'estimer l'intensité des insectes nuisibles dans chaque cible.

A la fin de l'exercice, retourner au point de rencontre dans la cacaoyère et rassembler les informations sur une affiche.



Destruction d'arbres à ombre indésirables, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Quelles sont les cabosses de cacao à se sécher les premières? Pourquoi?
2. A quoi sont dues ces différences?
 - La densité des arbres environnants?
 - La hauteur des arbres environnants?
 - La forme de la canopée des arbres environnants?
 - Le feuillage des arbres environnants ?
 - Les espèces d'arbres environnants?
 - Autres facteurs?
3. Avez-vous constaté des différences d'intensité du niveau d'invasion des insectes dans les trois cibles?
4. Est-il possible de manipuler l'ombrage dans cette plantation afin de réduire l'invasion d'insectes ? Si oui, comment?



*Séance d'explication sur l'émondage et le système sanitaire par un animateur, Cameroun.
Photo J. Vos © CABI Bioscience*

CHOIX DES ARBRES D'OMBRAGE

Les arbres qui sont adaptés dans un pays peuvent être un échec total dans un autre. Ils peuvent souffrir des mêmes maladies et receler d'importants insectes nuisibles au cacao. L'ultime recours sera influencé par des facteurs locaux, tels que les habitudes de croissance, la facilité d'établissement, le contrôle de la croissance une fois établie et la concurrence probable avec le cacao. Parmi d'autres considérations, il y a notamment la vulnérabilité aux insectes et aux maladies.

Quelques espèces utilisées pour assurer l'ombre permanente:

Espèces	Avantages	Inconvénients
<i>Leucaena leucocephala</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pousse rapidement et fournit un feuillage léger • En Indonésie, <i>L. leucocephala</i> et <i>L. Glabrata</i> produisent des clones stériles et vigoureux qui peuvent bourgeonner sur les plants de <i>L. leucocephala</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Connu maintenant en Papouasie- Nouvelle-Guinée pour abriter beaucoup d'insectes nuisibles au cacao. • La basse croissance et le couvert végétal sont presque continus. • Réduit les mouvements de l'air au-dessus, entre, et au-dessous des feuillages de cacao, ce qui encourage le développement de la maladie. • La variété de Hawaii germe librement et les jeunes plants se développent à l'ombrage devenant ainsi un sérieux problème de mauvaise herbe pour la jeune pousse de cacao.
<i>Gliricidia sepium</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à planter dans la plupart des sols. • Peut être utilisé pendant les premières années dans une nouvelle cacaoyère ou en association continue avec d'autres espèces d'arbres d'ombrage • Pousse vite jusqu'à 9m. • Feuillage clairsemé. • Déjà largement distribué dans la plupart des pays producteurs de cacao. 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficile à planter sur les sols lourds argileux. • Lents à prendre racine, il faut les cultiver en pépinière avant de les repiquer à 3 mois. • En saison sèche, les feuilles tombent, éviter par un ébranchage juste avant le début de la saison sèche pour que les nouvelles pousses retiennent les feuilles. • Peut être très vigoureux et nécessite un émondage intense.
<i>Erythrina</i>	<ul style="list-style-type: none"> • A Trinidad et autres parties des Caraïbes, <i>E. poeppigiana</i> est utilisé dans les montagnes et connues sous l'appellation "Anauca" et <i>E. glauca</i>, connu sous "bocaré" et utilisé dans les endroits, en contrebas pluvieux. • Planté en piquets, prend racine rapidement et fournit un ombrage facile à contrôler. 	<ul style="list-style-type: none"> • A Trinidad, "Bocaré" et "Anauca" sont attaqués par la maladie; "Anauca" est gravement affectée par une variété du balai de la sorcière (cause inconnue). • Tend à perdre les feuilles avant la saison sèche, éviter un ébranchage juste avant le début de la saison sèche et que les nouvelles pousses gardent les feuilles. • Feuillage à risque d'attaque d'insectes, le danger de cette plante réside dans son association avec un autre arbre d'ombrage.

<i>Espèces Albizia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Une dissémination habituelle et un feuillage plumeux et touffu donne une ombre adéquate. • <i>A. falcata</i> pousse vite et atteint une grande taille. Il est facile à planter. • <i>A. chinensis</i> est moins fragile et a été utilisé avec succès en Malaisie. • Peut être cultivé à partir des graines sur un sol propre ou alors en pépinière et repiqué à 3 ou 4 mois. 	<ul style="list-style-type: none"> • N'est pas largement utilisé. • <i>A. falcata</i> a des branches fragiles et est soumis aux méfaits du vent. • <i>A. chinensis</i> pousse plus lentement et n'est pas facile à planter.
<i>Parkia javanica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Un arbre géant facile à planter. • Feuillage clairsemé. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fournit peu d'ombre pendant les premières années. • Prend plusieurs années pour atteindre la maturité.
<i>Quelques espèces utilisées pour ombrage temporaire:</i>		
<i>Bananiers- plantains</i>		
Espèces	Avantages	Inconvénients
	<ul style="list-style-type: none"> • Facilement cultivé et fournit de l'ombre pour les jeunes cacaoyers. • Pratique normale dans les pays à fortes précipitations et bonne humidité de la terre. • Fournit de la nourriture et de l'argent. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compétition avec les jeunes cacaoyers pour l'eau et les éléments nutritifs. • Déconseillé dans les pays à climat sec. • Les cultivateurs n'ont pas envie de les abattre au fur et à mesure que le cacaoyer grandit, ce qui ralentit son développement
<i>Manihot glazovii</i> (plant de manioc)	<ul style="list-style-type: none"> • Pousse facilement à partir des boutures. • 4-6 m de hauteur. • Donne assez de feuillage épais. • Considéré en Afrique de l'Ouest comme une plante utile pour combler les vides pour l'ombrage. 	<ul style="list-style-type: none"> • Doit être profondément planté pour assurer un bon enracinement. • Peut être très haut et facilement soufflé par temps de vents forts. • En Asie du Sud-Est, les porcs trouvent les tubercules appétissants et les déterrent. • Peut s'avérer difficile à éradiquer.

EXERCICE 7: Préparation du compost

OBJECTIF

Apprendre comment fabriquer du compost pour utilisation dans les cacaoyères

MATERIEL

- Beaucoup de plantes à la fois sèches et vertes
- Couche de terre ordinaire
- Fumier d'animal et compost usagé
- Cendre de bois et poussière de charbon de bois
- Plusieurs jarres d'eau

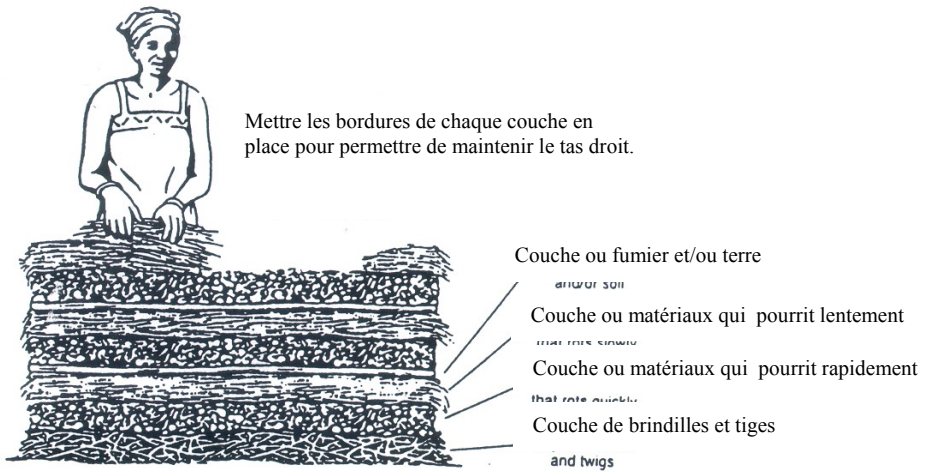
PROCEDURE

- Choisir un espace près de l'endroit où sera utilisé le compost. Assurez-vous qu'il est à l'abri du vent, de la pluie et du soleil. Le tas de compost ne doit pas être trop chaud ou trop sec.
- Mesurer un espace d'un mètre et demi ou deux et toute autre longueur convenable selon le matériel de compost disponible. Il doit être possible de travailler sur le tas du compost sans pour autant marcher dessus.
- Dégager la terre sur laquelle le tas de compost sera fait. Le matériel a besoin d'un contact très proche avec la terre du fond. Il est mieux de creuser un fossé peu profond d'environ 30 cm. Dans les zones sèches, le trou peut atteindre une profondeur d'un mètre. La terre arable obtenue sera utilisée dans le compost. Par conséquent, la mettre à côté de la fosse.
- La couche du fond doit être constituée d'une végétation solide telle que les tiges de maïs et les morceaux de bois de haie. Cette couche doit avoir environ 30 cm d'épaisseur. Hacher les tiges de maïs etc. en morceaux plus courts.
- La deuxième couche doit être constitué ou de l'ancien compost ou d'ordures et avoir environ 10 cm d'épaisseur.
- Répandre un peu de terre arable au-dessus de cette couche de manière à la couvrir. Ne pas mettre trop de terre et utiliser seulement la terre arable.
- La couche suivante doit être composée de végétation verte d'environ 15-20 cm d'épaisseur. Utiliser des mauvaises herbes vertes, des herbes, des morceaux de bois ou des déchets de cuisine.
- Si vous avez de la cendre de bois, en répandre un peu sur la végétation verte. Si la cendre de bois n'est pas à portée de main, utiliser de la terre arable.
- Ajouter de l'eau dans la fosse. Utiliser un arrosoir ou un autre récipient adapté, mais rassurez-vous que le tas est bien arrosé.
- Répéter encore l'ensemble du procédé, en commençant par la végétation en friche, ensuite du fumier ou de l'ancien compost, terre arable, végétation verte, cendre ou terre et finalement encore de l'eau. Répéter ce procédé jusqu'à ce que le tas atteigne 1-1,5 m. Un tas bien fabriqué a presque les côtés verticaux et le sommet plat. Si vous avez beaucoup de matériel pour le compost, faites plusieurs petits tas d'environ 2 m de longueur.
- Pour compléter la préparation du tas de compost, couvrez-le avec 10 cm de couche de terre arable. Cette couche empêche les gaz de la fermentation de s'échapper du tas. *Mais rassurez-vous que le couvercle n'empêche pas complètement la circulation de l'air sinon cela pourrait favoriser la décomposition au lieu du compostage de la matière organique à l'intérieur du tas.* Enfin, couvrir tout le tas avec de la végétation sèche pour empêcher la perte de l'humidité par évaporation. Prendre un long bâton pointu ("thermomètre") et l'introduire dans le tas, suivant un angle précis.

- Arroser le compost de temps en temps, environ tous les 3 jours, selon les conditions climatiques. (S'il pleut, nul n'a besoin d'arroser). Le compost doit être conservé humide, mais pas trop mouillé. Utiliser le bâton pour contrôler les niveaux d'humidité dans le tas. Pour contrôler l'état d'humidité, introduire un long bâton dans le tas, Le bâton une fois retiré, sera tiède. Le bâton aide aussi à surveiller l'état du tas de temps en temps. Cela indiquera si le tas est sec ou mouillé.
- Après deux à trois jours, la décomposition commencera dans le tas, et il produira beaucoup de chaleur. Utiliser le bâton ("thermomètre") pour vous assurer que le compost est chaud, c'est-à-dire la décomposition progresse en faisant ressortir le bâton et vérifier si sa partie inférieure est humide et chaude (le sentir avec vos mains libres – les laver mains après). Contrôler le bâton régulièrement, pas seulement pour la température, mais aussi pour la présence des champignons appelés "fire fang" (crochet de feu) qui détruisent le compost une fois que le tas devient sec. Les crochets de feu rendent le bâton blanc, et si vous le détectez, il faut ajouter de l'eau immédiatement. Une fois qu'il n'y a plus de prolifération de la chaleur, le processus de décomposition ralentit et il est temps de remuer le tas.
- Si tout se passe bien, le tas doit être retourné après trois semaines. Ne pas ajouter des matériaux frais pendant le retournement sauf de l'eau si les "crochets de feu" se développent. Rassurez-vous qu'en retournant, la partie inférieure se retrouve au-dessus. Ceci est nécessaire parce que la décomposition au niveau inférieur se déroule plus lentement qu'au niveau supérieur.
- Après trois semaines supplémentaires, le tas devrait être retourné une seconde fois. Le tas doit demeurer humide, pas trempé. Lorsque l'on a bien prit soin du tas, l'on n'a plus besoin de remuer une fois de plus. Le compost devrait maintenant avoir une odeur de terre fraîche et aucune herbe, feuille ou déchets d'animaux ne devrait plus être visible. Certaines branches ligneuses ou des piquets doivent être toujours présents vu qu'ils prennent plus de temps pour se décomposer.
- Trois semaines après le second retournement, le compost devrait être prêt pour l'usage. Si la période des semailles est encore éloignée, laisser le tas où il est. Gardez-le bien couvert et humide, mais pas mouillé (*un compost est dit trempé lorsque l'eau s'écoule d'une poignée de terre qui est bien serrée*).

QUESTIONS GUIDE DE L'ANALYSE

1. Qu'arrive-t-il lorsque les mauvaises herbes, les nymphes d'insectes et les maladies se développent à l'intérieur du tas de compost?
2. Quel est le meilleur moment pour transformer les débris des récoltes en compost au lieu de les enterrer (comme c'est le cas dans un champ d'un petit producteur de cacao où il y a association avec les légumes)?
3. Les planteurs de votre région fabriquent-ils du compost? Sinon, pourquoi pas? Si oui, ont-ils d'autres méthodes pour le faire? (ex. discutez : *le procédé ci-dessus paraît compliqué, est ce-que les superpositions singulières des couches de végétation pour faire du compost, de la terre, du fumier marchent toujours?*)
4. Quels sont les coûts/bénéfices liés à la fabrication et l'usage du compost?



En trois semaines le volume du tas a considérablement diminué

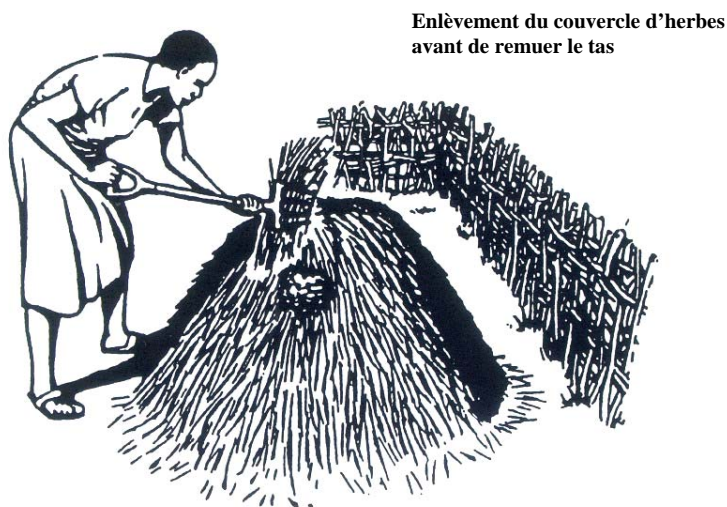


Figure: Processus de compostage (Source: Henry Double Day Research Association)



EXERCICE 8: Expériences de fertilisation

L'impact des engrais peut être démontré en quelques mois sur des plantes à cycle court telles que les légumes qui réagissent généralement bien aux engrais chimiques qu'organiques. Le présent exercice peut être fait dans une ferme ayant des légumes pour démontrer l'impact rapide et que le cacao donnera des résultats à plus long terme.

OBJECTIF

Comprendre l'impact de l'utilisation des engrais sur la santé et la production des plantes

MATERIEL

- Champ de cacao et ferme ayant des légumes
- Engrais organiques et inorganiques
- Si possible: mètre pH ou kit pour effectuer des tests sur le sol

PROCEDURE

Lors d'un entretien en classe, discuter des besoins nutritifs des plantes, en particulièrement ceux du cacaoyer et des légumes. Dessiner un tableau à trois colonnes. Dresser la liste des éléments nutritifs dans la première colonne "besoins nutritionnels" sur l'affiche (comparer à ceux dont a besoin un corps humain en bonne santé tels que les protéines, glucides, sels minéraux et les vitamines). Dans la seconde colonne, dresser la liste des pratiques des planteurs, comment ces besoins sont-ils satisfaits à travers les pratiques courantes de fertilisation. Dans la troisième colonne, la fertilisation équilibrée, établir la liste des sources possibles d'éléments nutritifs disponibles qui pourraient être utilisés pour combler les besoins des récoltes

Après la discussion, parler des dosages et ajouter les dosages que les fermiers emploient plus souvent dans la seconde colonne indiquant les "habitudes des fermiers" et, les résultats qu'on obtiendrait en fertilisation équilibrée dans la troisième colonne. Comparer la deuxième et la troisième colonne et discuter des différences.

Visiter le champ de cacao/légumes et prélever des échantillons de terre. Bien mélanger les échantillons et utiliser un mètre pH ou tout instrument pour tester la terre afin d'en connaître la composition. En se basant sur les résultats du test et de ceux de la colonne "fertilisation équilibrée" du tableau, élaborer une étude de terrain qui compare les habitudes de fertilisation des planteurs avec la fertilisation équilibrée et proposer un projet d'étude sur le terrain, ex.:

- Pas de fertilisation
- Fertilisation équilibrée
- Utilisation des engrais organiques uniquement
- Utilisation des engrais chimiques uniquement

Appliquer le contrôle des récoltes et faites des observations suivant le format de l'Agro-Ecosystème. (voir exercice 3).

OBSERVATIONS

Surveiller les différentes parcelles de terrain et évaluer l'évolution de la santé des plantes. Evaluer le rendement final à la récolte et le prix sur le marché.

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Quel traitement a permis d'obtenir de meilleures récoltes et rendement? Pourquoi?
2. Y a-t-il eu des différences quant au volume des cabosses/qualité des légumes produits? Pourquoi?
3. Quel traitement a donné le meilleur retour sur l'investissement?



Observation du cacao traité par un agent de biocontrôle contre la pourriture brune, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

EXERCICE 9: Zoo d'insectes du cacao – observation de la lutte biologique

Certains insectes ou mites sont nuisibles et se nourrissent des parties des plantes. Par contre, d'autres se nourrissent des insectes de proies, d'autres vivent à l'intérieur des autres insectes et d'autres encore proviennent des mauvaises herbes ou des plantes environnantes et se reposent simplement dans les légumes. Les planteurs ne connaissent pas toujours le rôle des insectes prédateurs dans la lutte contre les insectes. Pour en savoir plus sur la biologie des insectes, on peut créer des "zoos d'insectes" (Exercice 9) et établir les différences entre ces derniers (Exercice 10 et 11).

OBJECTIF

Comprendre le contrôle biologique des insectes et prendre conscience du rôle et de l'importance des insectes utiles dans la lutte contre les insectes nuisibles.

MATERIEL

- Petites fioles en plastique/bouteille d'eau vides, et sacs
- Seaux en plastique transparent, (si possible assez grand) pour contenir des cabosses de cacao de diverses grosseurs
- Papier de soie
- Brosse en poil fin
- Toile en mousseline ou filet très fin
- Bandes adhésives/ficelles
- Loupes
- Au choix: boîte de ramassage d'insectes et épingles

PROCEDURE

Ramasser soigneusement les insectes connus et inconnus dans une plantation de cacao, en utilisant un filet ou en les capturant dans des fioles en plastiques/bouteilles et les couvrir avec un tissu ou un écran. Faire attention lors de la manipulation des insectes que vous voulez étudier puisqu'ils ne se nourriront pas s'ils sont manipulés avec brutalité. Etudier les insectes et trouver leurs appellations locales. Discuter des modes de nutrition possibles des insectes, croyez-vous qu'ils se nourrissent de cacao ou d'autres insectes ou mites?

Pour mettre en place des zoos, recouvrir les seaux en plastique avec du papier de soie pour éviter la condensation. Mettre une cabosse de cacao propre/et quelques feuilles dans chaque seau et étiquetez chaque seau avec l'appellation local de l'insecte que vous voulez étudier.

Un insecte prédateur ("un ennemi naturel" ou "un ami du planteur") peut être mis dans le zoo ensemble avec des insectes de proies éventuelles, tels que les coccinelles avec les pucerons ou les mantes religieuses avec les chenilles défoliatrices. Assurez-vous que vous ne mélangez pas des différentes espèces de prédateurs vu qu'ils pourraient s'attaquer les uns aux autres (ex. les araignées peuvent devenir cannibales lorsqu'elles sont affamées!)

Une autre façon de construire des zoos d'insectes consiste à recouvrir les branches de cacaoyer ou des cabosses sur des arbres en champ, avec des sacs en plastique qui ont des ouvertures écrans (assurez-vous qu'il n'y a pas de trous dans le plastique ou dans les ouvertures écrans) Introduire les insectes que vous voulez étudier. Observez le zoo quotidiennement.

C'est une bonne idée que de dresser une collection des références des insectes et des ennemis naturels lors des descentes sur le terrain. Pour constituer une collection de référence, les insectes morts doivent être épinglés (passer l'épingle à travers le thorax – le milieu du corps). Ajouter une petite étiquette en papier avec des détails sur la date de ramassage, l'endroit et la plante.

OBSERVATIONS

Répertorier les appellations locales des insectes qui ont été ramassés et les lieux où ils ont été ramassés. Décrire vos observations avec des dessins sur les affiches. Expliquer lors des séances de présentation les insectes que vous avez ramassés, où vous les avez ramassés et de quoi se nourrissaient-ils.

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Les insectes étudiés étaient-ils “amis du planteur” ou “ennemis du planteur”?
2. Si vous trouviez un “ami du planteur”, combien d’autres insectes pourrait-il dévorer par jour? Comment pouvons-nous utiliser cette information dans la lutte contre les ennemis des planteurs?
3. Qu’advierait-il aux amis des planteurs si les pesticides étaient pulvérisés dans la plantation de cacao?
4. Qu’arriverait-il aux amis des planteurs s’il n’y avait pas de pesticides pulvérisés dans la plantation de cacao?



*Zoo d'insectes sur un jeune cacaoyer , Cameroun.
Photo J. Vos © CABI Bioscience*

EXERCICE 10: Zoo d'insectes du cacao – développement de symptôme

OBJECTIF

Etudier les modes de nutrition de l'insecte et savoir quel insecte utilise quel mode de nutrition

MATERIEL

- Petites fioles en plastique/bouteille d'eau vide, sacs
- Seaux en plastique (transparent si possible), assez grand pour contenir des cabosses de cacao de différentes grosseurs
- Papier sopallin.
- Brosse à poils fins
- Etiquettes
- Toile de mousseline ou filet à mailles très fines
- Bandes adhésives/ficelles
- Loupes
- Au choix: Boite de ramassage d'insectes et épingles

PROCEDURE

Ramasser soigneusement les insectes connus et inconnus dans une plantation de cacao, en utilisant un filet ou en les capturant dans des fioles en plastique/bouteilles et fermer celles-ci avec un tissu ou un écran. Faire attention lors de la manipulation des insectes que vous voulez étudier puisqu'ils ne se nourriront pas s'ils sont manipulés avec brutalité. Etudier les insectes et trouver leurs appellations locales. Discuter des modes de nutrition possibles des insectes, croyez-vous qu'ils se nourrissent de cacao ou d'autres insectes ou mites ?

Pour mettre en place des zoos, recouvrir les seaux en plastique avec du papier de soie pour éviter la condensation. Mettez une cabosse de cacao propre et/ou quelques feuilles dans chaque seau et étiquetez chaque seau avec l'appellation locale de l'insecte que vous voulez étudier.

Pour savoir si un arthropode est un insecte nuisible qui se nourrit de cabosses de cacao, mettez-le sur une cabosse de cacao dans un seau et couvrir le seau avec un linge de mousseline/écran, sécuriser avec une bande adhésive ou une ficelle. Mettre les seaux à l'abri de la lumière et du soleil. Si l'insecte se nourrit, observer les signes d'alimentation. Vérifier pendant combien de temps l'insecte a survécu ?

Une autre façon de construire un zoo d'insectes consiste à recouvrir les branches de l'arbre ou les cabosses de cacao en champs avec des sacs en plastique munis des fenêtres-écrans (assurez-vous qu'il n'y a pas de trous sur le plastique ou sur les fenêtres-écrans). Introduire les insectes que vous voulez étudier et observer le zoo chaque jour.

Lors des séances des écoles paysannes, c'est une bonne idée de répertorier les pesticides et les ennemis naturels. Pour constituer une collection de référence, les insectes morts doivent être épinglés (passer l'épingle à travers le thorax – le milieu du corps), ajouter une petite étiquette en papier avec des détails sur la date de ramassage, l'endroit et la plante.

OBSERVATIONS

Répertorier les appellations locales des insectes qui ont été ramassés et les lieux où ils ont été ramassés, décrire vos observations sur une affiche. Expliquer lors des séances de présentation les insectes que vous avez ramassés, où vous les avez ramassés et de quoi se nourrissaient-ils. Dire s'ils ont changé de stade de développement et combien de temps ils sont restés dans certains stades. Illustrer les observations avec des croquis.

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. L'insecte s'est-il nourri dans votre zoo? Si non, pourquoi (l'insecte a-t-il été abîmé, l'insecte n'a-t-il pas faim ou n'est-il pas nuisible au cacao?)
2. Combien de temps a survécu l'insecte dans le zoo?
3. L'insecte étudié était-il un "ami de planteur", un "visiteur" ou un "ennemi" du planteur?
4. Comment l'information sur les modes de nutrition pourrait-elle vous aider dans la lutte contre les insectes nuisibles?



Zoo d'insecte utilisant une cabosse de cacao, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

EXERCICE 11: Zoo d'insectes de cacao – Observation des cycles de vie

OBJECTIF

Etudier le cycle de vie de l'insecte, apprendre à reconnaître leurs stades de développement.

MATERIEL

- Petites fioles en plastique/des bouteilles d'eau vides et des sacs
- Seaux en plastique (transparents si possible), suffisamment grands pour contenir des cabosses de cacao de différentes grosseurs
- Papier de soie
- Brosse à poil fin
- Etiquettes
- Mousseline ou filet à mailles fines
- Bandes adhésives en caoutchouc ou ficelles
- Loupes
- Au choix: Une boîte de ramassage d'insectes et des épingles

PROCEDURE

Collecter avec précaution les oeufs ou les larves de mirides, des foreurs de tiges ou de cabosses ou tous les autres insectes en les conservant dans des fioles ou des bouteilles en plastique. Manipuler les insectes avec précaution car ils risquent ne pas se nourrir si vous les brutalisez.

Pour construire les zoos de cycles de vie, doubler les seaux en plastique avec du papier de soie pour éviter la condensation. Mettre une cabosse propre et quelques feuilles dans chaque seau étiqueté au nom local de l'insecte que vous voulez étudier. S'il s'agit des papillons nocturnes, ajouter un peu de terre afin qu'elle favorise la métamorphose (en nymphe).

Elever les insectes ramassés dans le zoo avec le cacao à différents stades jusqu'à l'étape adulte. Pendant qu'ils sont à l'étape larvaire, il faut leur apporter quotidiennement une alimentation appropriée (feuilles, cabosses, tiges) et les observer pendant leur développement. Surveiller la durée de chaque étape de développement. Il est toujours important de contrôler en tout temps le papier de soie aligné dans le seau. Lorsqu'il est mouillé, il faut le remplacer par du papier de soie sec.

Une autre manière de construire des zoos consiste à recouvrir les cabosses de cacao ou une branche d'un cacaoyer dans le champ avec les sacs en plastique munis de fenêtre en vitre (rassurez-vous qu'il n'y a de trou ni sur le sac en plastique ni sur la fenêtre en vitre. Introduire ensuite l'insecte que vous voulez étudier dans le sac et observer quotidiennement le zoo.

Il est judicieux de dresser une collection de référence d'insectes et d'ennemis naturels



*Collection d'Insectes, Sud-Est de Sulawesi, Indonésie.
Photo © J. Mangan.*

pendant la période d'étude sur le terrain. Pour constituer une collection de référence, les insectes morts doivent être épinglés (passer l'épingle à travers le thorax – le milieu du corps), ajouter une petite étiquette en papier avec des détails sur la date de ramassage, l'endroit et la plante.

OBSERVATIONS

Noter les appellations locales des insectes ramassés ainsi que le lieu où ils ont été ramassés, puis décrire vos observations sur du papier d'affichage. Expliquer lors des séances de présentation quels insectes vous avez ramassés, le lieu où vous les avez ramassés, ce dont ils se nourrissaient et préciser s'ils ont changé le stade de développement et leur durée. Illustrer les observations avec des croquis de chaque stade de développement de l'arthropode étudié et noter la durée de chaque stade (en jours) – S'efforcer de proposer un cycle de vie complet !

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Qu'avez-vous appris de l'insecte que vous avez étudié dans le zoo d'insectes?
2. En quoi les informations sur la durée des étapes de développement peuvent-elles être utiles dans la lutte contre l'insecte?

EXERCICE 12: Zoo des maladies – Etude d’infections

Ce protocole d'exercice a été validé pour la pourriture brune. Mais, il est applicable à d'autres maladies de cabosses de cacao.

OBJECTIF

Démontrer que les spores (graines infectées) sont une source d'infection dans un environnement humide.

MATERIEL

- 2 grandes cuvettes/des récipients en plastique avec couvercles
- Papier de soie
- 2 cabosses de cacao vertes et saines
- 1 cabosse de cacao sporulante (cabosse avec des graines infectées = des spores). Si vous n'en trouvez pas, placez une cabosse infectée –dans un sac en plastique avec du papier de soie mouillé à l'ombre pendant 1 ou 2 jours jusqu'à la formation des masses de spores blanches et poudreuses.
- 2 pinceaux propres et doux
- Bâton sec et propre
- Eau
- 2 gobelets
- Des étiquettes et un marqueur
- Calepin et un stylo

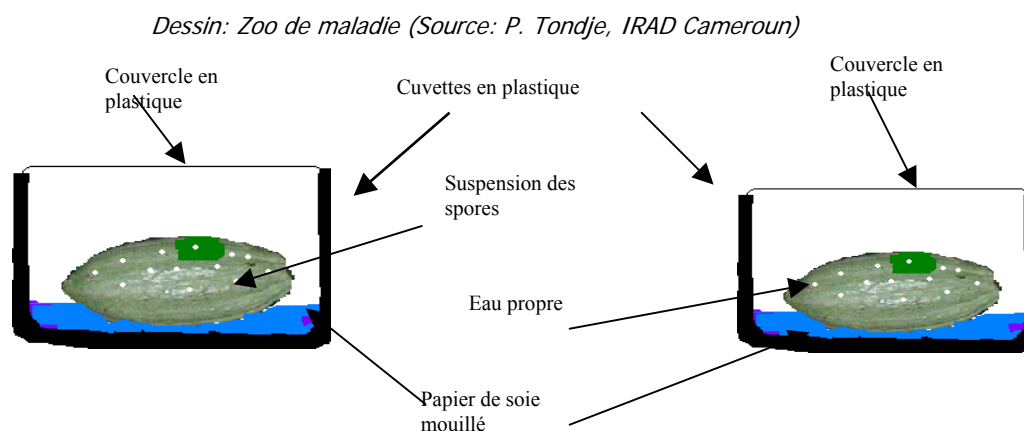
PROCEDURE

Bien vouloir observer le croquis dans ce protocole d'exercice. Recouvrir le fond des deux cuvettes en plastique avec du papier de soie. Mouiller le papier de soie dans les deux cuvettes avec une même quantité d'eau propre pour maintenir l'humidité de l'atmosphère. Laver et faire sécher les cabosses de cacao vertes et saines. Mettre une cabosse verte et saine dans chaque cuvette. Etiqueter l'une des cuvettes "infectée" et l'autre "contrôle".

Prendre la cabosse sporulante et mettre la poudre blanche provenant de la zone sporulante dans un gobelet à l'aide d'un pinceau. Etiqueter le gobelet "eau infectée". Remuer le contenu du gobelet "eau infectée" à l'aide du bâton sec pendant 5 à 10 minutes puis laissez reposer pendant 30 minutes.

Remplissez un autre gobelet d'eau propre et étiquetez-le "eau propre".

A l'aide d'un pinceau doux, mettre des gouttes "d'eau infectée" sur la cabosse saine du zoo "infecté". A l'aide de l'autre pinceau propre, mettre des gouttes "d'eau propre" sur la cabosse saine du zoo "contrôle". Couvrez les deux cuvettes à l'aide d'un plastique pour maintenir un environnement humide.



OBSERVATIONS

Observer quotidiennement le zoo pendant 5 jours.

- Vérifier la croissance des lésions nécrotiques émergentes sur les deux cabosses vertes. Depuis la construction du jardin, prendre note du nombre de jours qui précède l'apparition des lésions.
- Contrôler le développement des masses de spores blanches et poudreuses – Après combien de jours suivant l'infection, les lésions peuvent-elles apparaître?

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Pourquoi avons-nous inclus un zoo non infecté étiqueté "contrôle"?
2. Quelle durée de temps a-t-il fallu pour que les symptômes se développent dans le zoo infecté?
3. Quelle durée de temps a-t-il fallu pour que les masses de spore se développent ?
4. Pouvons-nous calculer maintenant la durée d'un cycle de maladie (de spore en spore) dans les conditions d'une salle de classe? Cette durée sera-t-elle la même sur le terrain? Pourquoi?
5. Que signifie ce résultat sur le développement de la maladie dans une plantation de cacao?
6. Quelles leçons les planteurs ont-ils tiré de cet exercice?



EXERCICE 13: Zoo de maladies – développement de symptômes

Ce protocole d'exercice a été validé pour la pourriture brune ; il est également applicable à d'autres maladies des cabosses de cacao.

OBJECTIF

Démontrer l'impact de l'humidité sur le développement de la maladie.

MATERIEL

- 2 grandes cuvettes/récipients en plastique avec couvercles
- 1 couteau
- Papier de soie
- 2 cabosses de cacao vertes et saines (protocole 1) ou 2 cabosses de cacao avec un début d'infection (protocole 2)
- 1 cabosse de cacao sporulante (des cabosses infectées avec des fèves attaquées = des spores). Si vous n'en trouvez pas, prendre une cabosse infectée et la placer dans un sac en plastique avec du papier de soie mouillé à l'ombre pendant 1 ou 2 jours jusqu'à la formation des masses de spores blanches et poudreuses.
- Eau
- Etiquettes et marqueur
- Règle, calepin et stylo

PROCEDURE

Bien vouloir observer la figure dans ce protocole d'exercice. Recouvrir le fond de deux cuvettes en plastique avec du papier de soie. Mouiller le papier de soie de l'une des cuvettes avec une légère couche d'eau propre afin de maintenir une atmosphère humide. Etiqueter cette cuvette "zoo de maladie humide" et l'autre "zoo de maladie sèche".

Protocole 1.

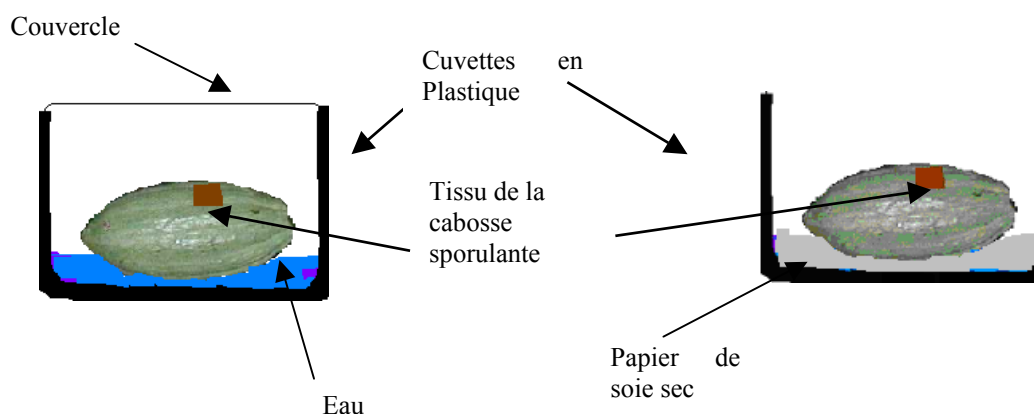
Laver et faire sécher les cabosses vertes et saines. Placer une cabosse verte et saine dans chaque cuvette.

A l'aide d'un couteau, couper deux petites portions de la cabosse infectée et sporulante (portion de la cabosse infectée de poudre blanche = germes de la maladie).

Placer chaque partie malade de la cabosse infectée sur chacune des cabosses saines dans les zoos de maladies de sorte que la surface infectée soit en contact direct avec la cabosse saine.

Couvrir le "zoo de maladie humide" pour maintenir l'environnement humide pendant que le "zoo de maladie sèche" reste ouvert.

Dessin: Zoo de maladie (Source P. Tondje, IRAD Cameroun)



Protocole II.

Laver et faire sécher les deux cabosses de cacao présentant un début d'infection causée par une maladie de la "cabosse" de cacao. A l'aide d'un marqueur, tracer les bords de la lésion nécrotique que vous voulez étudier sur les deux cabosses. Essayer de choisir des lésions de mêmes dimensions.

Placer une cabosse dans chaque zoo.

Recouvrir le zoo "maladie humide" avec le couvercle pour maintenir un environnement humide, pendant que l'autre zoo de "maladie sèche" reste ouvert.

OBSERVATIONS

Observer les zoos pendant 5 jours.

- Surveiller l'évolution de la lésion nécrotique sur les deux cabosses. Dès que les lésions apparaissent dans le protocole I, mesurer quotidiennement son diamètre à l'aide d'une règle. Dès que des lésions commencent à pousser dans le protocole II, à l'aide d'une règle, mesurer et noter en combien de cm cette lésion évolue chaque jour.
- Surveiller le développement des masses de spores blanches et poudreuses.

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Y a-t-il une différence de croissance entre les symptômes qui apparaissent dans les deux cuvettes? Si oui, pourquoi? Quelle implication le résultat a-t-il dans le développement de la maladie?
2. Y a-t-il une différence de temps entre le début de la sporulation dans les deux cuvettes? Si oui, quel est l'impact de la réduction de l'humidité sur le développement et la propagation des maladies de la cabosse dans une cacaoyère?
3. Y a-t-il une méthode pour réduire l'humidité dans une cacaoyère? Si oui, quel impact peut avoir l'humidité sur le développement et la propagation des maladies de la cabosse dans une cacaoyère?

EXERCICE 14: Rôle du sol dans la propagation des maladies

OBJECTIF

Démontrer le rôle potentiel du sol dans la propagation de la maladie.

MATERIEL

- 1 Kg de farine
- Eau
- Plusieurs papiers d'affichage
- Arrosoir
- Marqueur
- 1 seau en plastique avec couvercle
- 2 cabosses de cacao vertes et saines
- Une cacaoyère ayant suivi des attaques de maladies liées au sol ; par exemple la pourriture brune

PROCEDURE

1. Propagation de la maladie par la marche

Choisir un endroit où le sol est nu. Se rassurer aussi qu'il est sec. Répandre 1 kg de farine sur le sol et expliquer que cela représente les spores d'une maladie fongique ou des kystes de nématodes. Demander aux participants de mouiller les semelles de leurs chaussures ou bottes avec de l'eau et de marcher sur la farine en allant inspecter les cacaoyers environnants. Observer la propagation de la farine et examiner aussi les bas des chaussures après l'exercice. Si le champ est mouillé, remplacer la farine par de bonnes semences (telles que des cressons de fontaine) et observez après germination.

Discuter sur la distance de propagation avec les participants et son importance sur les maladies du sol.

2. Sol et éclaboussement de maladie

Dans la cacaoyère, choisissez une zone où la couche de la litière est épaisse de litière (de failles). Se rassurer que le sol soit sec.

Enlever la litière d'une partie de cette surface (1 x 2 m² environ).

Remplir l'arrosoir d'eau. Demander à un participant de tenir verticalement un papier d'affichage, la base posée sur le sol. Demander à un autre participant d'arroser le sol afin de simuler la pluie. Vous verrez la terre éclabousser le papier d'affichage. A l'aide d'un marqueur, indiquer la tache la plus haute laissée par la terre sur le papier d'affichage.

Faire la même chose en utilisant une feuille de papier d'affichage propre et un endroit couvert de litière. Une fois de plus, observer les éclaboussures de la terre sur le papier d'affichage – A l'aide d'un marqueur, indiquer la plus haute tâche de terre sur le papier.

Comparer et discuter les deux résultats.



*Propagation de la maladie, Trinidad.
Photos V. Lopez © CABI Bioscience*

3. Infection de maladie à partir du sol

Laver et faire sécher les deux cabosses vertes et saines. Prendre quelques poignets de terre sous un cacaoyer (sélectionner celui qui porte des cabosses infectées). Verser la terre dans un seau et la mouiller avec de l'eau propre. Placer la cabosse saine sur la terre et couvrir le seau avec "un couvercle". Observer les symptômes de maladie de cabosses de cacao pendant environ 5 jours.

Observer quotidiennement le milieu pendant 5 jours.

- Surveiller la croissance des lésions nécrotiques qui apparaissent sur les deux cabosses vertes – noter le nombre de jours qui précèdent ces apparitions.
- Surveiller le développement des masses de spores blanches et poudreuses – Noter le nombre de jours qui précèdent ce phénomène.

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Quelle est l'importance du sol dans le développement des différentes maladies que nous connaissons?
2. Comment ces méthodes de propagation de pathogènes pourraient-elles affecter les plantes dans le champ?
3. Comment pourraient-on prévenir la propagation des pathogènes?
4. Quelles leçons les planteurs ont-ils tiré de ces exercices?

EXERCICE 15: Propagation des virus par les insectes

OBJECTIF

Démontrer de façon symbolique la propagation des agents pathogènes par les insectes; exemple de la propagation du CSSV par les cochenilles.

MATERIEL

- Seringue ou paille
- 5 verres à boire transparents
- Café instantané
- Eau propre

Au choix :

- Des échantillons des plantes saines et de plantes infectées.
- Des échantillons ou photos des insectes “suceurs”.

PROCEDURE

Remplir un verre avec du café et les autres d'eau propre. La seringue ou la paille représente un insecte suceur. Le verre plein de café représente un cacaoyer attaqué par un virus. Les verres d'eau représentent les cacaoyers sains. Aspirer un peu de café avec la seringue, puis aller vers le premier cacaoyer sain (un verre d'eau). Plonger la seringue dans le verre d'eau. Faire gicler un peu de café avant d'aspirer l'eau du verre. Observer la couleur de l'eau.

L'arbre sain (le verre d'eau) reçoit une dose de virus (café). Aller d'un verre à l'autre, giclant un peu de café dans chacun afin de les “infecter”. Aspirer un peu d'eau de chaque verre (“nutrition”). Observer la couleur de l'eau dans les verres. Vous verrez qu'il y a moins d'inoculum dans la seringue parce qu'il a été dilué par les “cacaoyers sains”.



Propagation de maladie par des insectes-vecteurs en Bolivie. Remarquer les échantillons supplémentaires pour illustrer les symptômes des plantes infectées par rapport aux plantes saines. Photo © J. Bentley

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Quelles sont les maladies transmises par des insectes suceurs?
2. Quel insecte suceur connaissez-vous?
3. Comment pouvons-nous éviter la propagation des maladies d'un arbre à l'autre? (Insister sur le fait de dissuader les vecteurs par des pratiques culturales). Si l'infection est réduite, rassembler les plantes infectées ne peut être envisagé qu'au cas où il n'y a aucune autre infection venant de l'extérieur du champ.
4. Pourquoi les insecticides ne peuvent-ils pas empêcher efficacement la propagation des virus par les insectes? (Pour mettre les planteurs en garde contre une utilisation non nécessaire d'insecticides : généralement, les insectes transmettent le virus aux arbres pulvérisés avant de mourir.

EXERCICE 16: Exercice de pulvérisation de la teinture

OBJECTIFS

- Faire prendre conscience aux planteurs de leur exposition aux pesticides pendant la pulvérisation
- Démontrer la dérive vers les organismes non-ciblés
- Susciter une discussion sur les gaspillages pendant la pulvérisation

MATERIEL

- Plusieurs pulvérisateurs de type “sac à dos”, y compris un pulvérisateur de planteur
- Des seaux, une boîte à mesurer et de l’eau
- Teinture non-toxique, ex. le colorant alimentaire (le rouge de préférence)
- Tableaux à feuilles blanches et légères, des serviettes jetables et du papier hygiénique
- Ruban de masquage
- Plantation de cacao
- Quelques volontaires

PROCEDURE

- Préparer 5 litres de teinture pour chaque pulvérisateur.
- Envelopper entièrement les volontaires (horsmis les yeux) avec les serviettes jetables ou du papier hygiénique, le tout sécurisé par le ruban de masquage.



Divers pulvérisateurs de type “sac à dos” d’âges variables, Indonésie. Photo J. Vos © CABI Bioscience



Pulvérisation de teinture rouge, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

- Demander au volontaire de remplir son pulvérisateur avec une solution de teinture et de pulvériser pendant 10 minutes, comme s’il utilisait un pesticide contre un parasite précis.
- Demander aux autres participants d’observer et de faire des remarques.
- A la fin de la pulvérisation, enlever le pulvérisateur et observer la quantité de teinture présente sur chaque partie du corps (aucune, un peu, beaucoup).



*Observation des résultats d'exercice de pulvérisation de teinture, Cameroun.
Photos par J. Vos © CABI Bioscience*

- Examiner les cacaoyers pulvérisés et observer comme la pulvérisation a dérivé. Vérifier aussi si la teinture s'écoule des cabosses de cacao ou non.
- Mesurer la quantité restante de teinture dans chaque pulvérisateur et déterminer lequel a été plus économique.

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Quelle quantité de teinture s'est-elle retrouvée sur l'opérateur?
2. Quels dangers les pesticides représentent-ils pour la santé de ceux qui pulvérisent?
3. Quel type de vêtement de protection ceux qui pulvérisent pourraient-ils porter? (Discuter de l'utilisation des chapeaux, chaussures, bottes, chemises à longues manches, etc)
4. Quel a été le degré de dérive de la pulvérisation? Sous quelles conditions cette situation sera-t-elle plus considérable ou plus négligeable?
5. Y avait-il écoulement? Qu'est-ce que cela implique par rapport au coût de l'application et l'efficacité de la pulvérisation?
6. Lequel des pulvérisateurs était plus efficace et pourquoi? Quelle implication cela a-t-il sur le coût de la pulvérisation? Comment pourrait-on améliorer l'efficacité des pulvérisateurs?

EXERCICE 17: Spécificité de pesticides

Lorsqu'on applique les pesticides dans une plantation, ils se propagent aussi dans l'environnement. Généralement, les pesticides atteignent le sol soit par application directe, soit par écoulement. Des produits chimiques gazeux peuvent aussi s'échapper dans l'air. Dans le sol, les pesticides peuvent s'attacher aux particules du sol et/ou pénétrer les eaux souterraines. Lorsqu'un pesticide est hautement persistant dans l'environnement, il peut y avoir des effets biologiques indésirables tels que des effets négatifs sur le sol, la flore, la faune, la vie aquatique, la diversité écologique et la qualité de l'air (la pollution). Du point de vue de la gestion de plantes, il y a de graves inconvénients supplémentaires liés à l'emploi des pesticides chimiques. En plus des insectes-cibles, les pesticides tuent aussi les ennemis naturels et les champignons antagonistes.

OBJECTIF

Evaluer l'effet des feuilles pulvérisées sur la survie des ennemis naturels.

MATERIEL

- Cacaoyère de préférence non pulvérisée
- Un filet
- Sacs en plastique et des petits récipients pour ramasser divers insectes
- Petite brosse souple
- Papier de soie
- 4 seaux transparents
- 4 mousselines ou moustiquaires munis des rubans élastiques pour couvrir les seaux
- Etiquettes, un marqueur, un calepin et un stylo
- 4 petits pulvérisateurs manuels ((0,5 l) distribués aux différents groupes)
- Eau
- Petites quantités d'insecticides différents [large spectre et sélectif, si possible un bio-pesticide (ex. B.t.) et botanique (ex. neem)]
- Gants et des masques

PROCEDURE

1. Préparer 4 pulvérisateurs manuels avant l'exercice. Si un pulvérisateur a déjà été utilisé, bien le laver avec du détergent. Remplir un pulvérisateur manuel avec de l'eau pure (contrôle). Préparer et remplir trois pulvérisateurs manuels avec des insecticides généralement utilisés, à des taux de concentration relatifs au champ. Par exemple, le monocrotophos (organophosphate), le cyperméthrin (pyréthroïde), le *Bacillus thuringiensis* (insecticide biologique). (**Utiliser les gants**). Etiqueter les pulvérisateurs afin d'éviter la confusion!
2. Rassembler les feuilles de cacao: 3 par traitement. Pulvériser chaque tas de feuilles avec une solution sélectionnée et les laisser sécher. (**utiliser les gants et les masques**)
3. Transférer les feuilles séchées de chaque traitement dans les seaux transparents (une **feuille par seau**) (Utilisez les gants). Etiqueter les récipients. Chaque groupe doit avoir un récipient de chaque traitement (4 récipients au total) Essayer de faire étendre la feuille à l'intérieur du récipient.
4. Collecter les insectes (ex. les mirides, les chenilles défoliatrices), les prédateurs (les araignées ou les larves de syrphid) et les inconnus ou neutres à l'aide du filet et ramasser les insectes sur les feuilles, mais utiliser la brosse et non les mains pour les introduire dans les récipients. Les mettre avec précaution dans les traitements (une espèce par seau). Si possible, utiliser la même espèce d'insecte dans tous les traitements et rassurez-vous qu'ils ont la même grosseur. Fermer le récipient avec le tissu et le ruban élastique.

OBSERVATIONS

Examiner et noter l'état des insectes chaque heure pendant 4 heures, après 8 heures et après 24 heures. Compter le nombre d'insectes morts. Il serait nécessaire de toucher l'insecte avec un stylo ou un crayon pour vérifier s'il est mort. S'il ne marche pas normalement, il doit être considéré comme mort.



Figure: Les pesticides biologiques conservent les ennemis naturels (Source: G Stolz)

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Qu'est-il arrivé aux insectes dans les différents récipients, Pourquoi?
2. Avez-vous observé des différences dans le comportement des insectes?
3. Lequel des insectes préféreriez-vous dans votre champ? Pourquoi?
4. Que se passe-t-il dans le champ lorsque le planteur pulvérise certains insectes?
5. Qu'est-ce qui va se passer dans le champ 1,2,3 semaines après la pulvérisation?
6. En dehors des solutions de pulvérisations testées, quelles autres options avez-vous pour lutter contre les insectes et maladies de cacao tout en conservant les ennemis naturels?

EXERCICE 18: Jeu de déploiement de la résistance à la maladie⁴

Cet exercice est un type de jeu qui simule la propagation des maladies d'origine aérienne hydrique ou liées au sol. Ce sont entre autres la brûlure de riz, la tavelure de choux et les nématodes de tomate. Ceci explique pourquoi on peut trouver des soi-disant foyers dans des champs présentant des symptômes évidents de maladie lorsque d'autres plantes sont encore saines. Ces foyers constituent des sources d'infection d'où se répand la maladie. Cet exercice est indiqué pour le cacao dans l'optique de nous amener à comprendre l'importance d'introduire des variétés résistantes pendant la réhabilitation des plantations de cacao.

OBJECTIF

Comprendre comment le déploiement des variétés résistantes à la maladie peut réduire la propagation de la maladie

MATERIEL

- Papier d'affichage
- fèves de cacao ou autres grosses graines ou de petits cailloux
- Gobelets ou la matrice sur une feuille de papier
- Marqueurs (rouge et vert)

PROCEDURE

Préparer une matrice de 8 sur 8 carreaux (1 carré = 1 arbre) représentant un champ de 64 arbres, ou placer alternativement 64 gobelets de telle manière qu'ils représentent un champ de cacaoyer.

Placer une fève au milieu pour représenter la source initiale de l'infection; elle représente aussi une plante infectée par un agent pathogène. A l'aide du marqueur rouge, marquer le carreau ou le gobelet pour donner l'impression que la plante infectée commence à présenter des symptômes et devient par conséquent une source d'infection pour d'autres plantes (c'est-à-dire la tavelure commence à sporuler ou les nématodes commencent à se multiplier). C'était le premier cycle d'infection.

Placer ensuite une graine dans chacun des 8 carreaux ou dans les gobelets représentant l'infection des arbres proches de la source. Marquer ces 8 arbres au rouge pour simuler le développement des symptômes sur ces plantes. C'était le deuxième cycle d'infection.

Continuer les autres cycles de la même manière (voir l'illustration dans ce protocole d'exercice). Après la simulation, discuter et analyser ce qui s'est passé

Maintenant, simuler un champ avec des arbres sensibles et résistants (comme dans un champ où la régénération se fait avec des variétés résistantes). Préparer une nouvelle matrice (ou un autre jeu de gobelets); indiquant par exemple 10 % de carreaux ou gobelets en vert pour indiquer que ces arbres sont résistants à la maladie.

Parcourir les cycles comme avant, mais lorsque les fèves sont mises dans les carreaux/ gobelets verts, elles ne sont pas marquées du rouge d'autant plus qu'elles ne sont pas infectées. Par conséquent, elles ne deviennent pas une source d'infection pour les autres arbres. Ainsi, entre les cycles, il est mieux d'enlever ces graines des carreaux/gobelets verts afin d'éviter la confusion pendant le jeu.

Une fois encore, parcourir le même nombre de cycles qu'avant. Observer ce qui se passe et comparer les résultats des deux jeux.

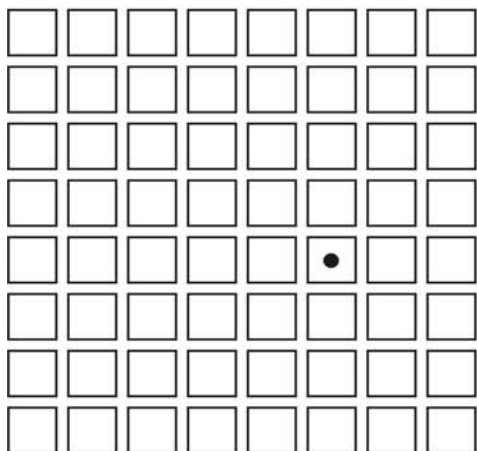
QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Quelle différence existe-t-elle entre les conclusions des deux jeux et quel rapport avec le cacao?
2. Le modèle de propagation des agents pathogènes simule-t-il le processus de développement de la maladie dans un champ de cacao?
3. Avez-vous observé des foyers de maladies similaires dans des champs de cacao auparavant?
4. Quelles maladies se propagent-elles de cette manière?
5. En dehors de l'utilisation des variétés résistantes, comment la propagation de telles maladies pourrait-elle être combattue ou ralentie?

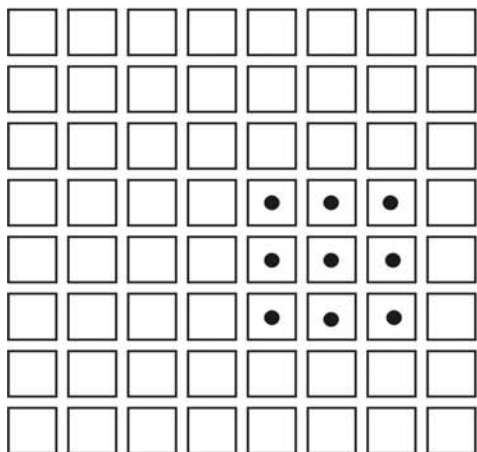
⁴ D'après le Vietnam Field Guide on Disease Management and Varietal Evaluation for Rice (1996)

Figure: Propagation de la maladie (Source: Vietnam rice field guide, 1996)

Marquer cette première graine comme la source d'inoculum pour le second cycle d'infection

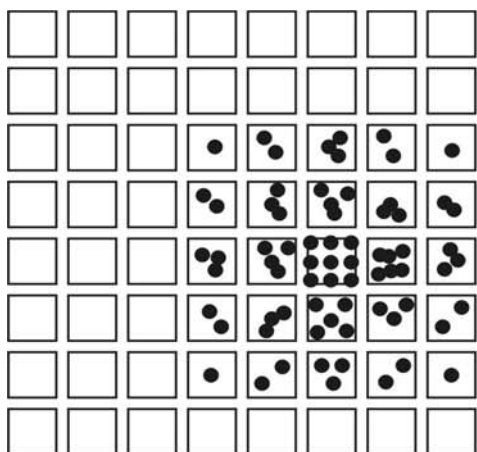


Placer une graine dans chacune des huit "plantes" (gobelets, cercles, ou carreaux) qui entourent la plante infectée



Aborder le prochain cycle d'infection en marquant les plantes infectées et en plaçant une graine dans toutes les huit plantes environnantes pour chaque plante infectée

Continuer cet exercice pour un total de 5 cycles



EXERCICE 19: Sketch sur la résistance aux pesticides⁵

Lorsqu'on utilise fréquemment les pesticides, on court le risque d'amener les insectes à développer une résistance aux pesticides. De graves attaques d'insectes tels que le papillon nocturne sur le chou et la sauterelle marron sur le riz ont été enregistrés dans plusieurs pays d'Asie du Sud-Est après qu'un usage intensif de produits chimiques ait certes abouti à la réduction d'ennemis naturels, tout en contribuant au développement de la résistance des insectes aux pesticides. Enfin et surtout, les planteurs ont tendance à augmenter la fréquence d'utilisation et les doses des pesticides lorsque la maladie persiste. Au fur et à mesure que les planteurs se font prendre dans ce cercle vicieux, les coûts de production grimpent. Dans ce sketch, on partage les expériences sur la réduction de l'efficacité des insecticides dus au développement de la résistance par les insectes.

OBJECTIF

Comprendre comment les insectes deviennent résistants aux insecticides

MATERIEL

- Mouchoirs pour couvrir les nez des "super insectes"
- 1 pulvérisateur de "poison" (pulvérisateur manuel rempli d'eau)
- 6 chaises représentant des cacaoyers (vous pouvez les décorer avec des feuilles et des cabosses)

PROCEDURE

Organiser le groupe pour la répétition du sketch. Vous aurez besoin de volontaires suivants:

- 1 participant jouant le rôle du conteur
- 1 participant jouant le rôle du planteur (Il aura le pulvérisateur avec lui)
- 7 participants jouant le rôle d'insectes ordinaires
- 14 participants comme "super insectes". Ils couvrent leurs nez avec des mouchoirs
- Un groupe "d'observateurs" formé de tous les autres participants. Ils devront prendre note de ce qui se passe

Demander aux insectes ordinaires de se tenir d'un côté de la salle et aux "super insectes" de se tenir du côté opposé. Le milieu de la salle représente le champ de cacaoyer, (vous pourriez, tracer la limite du champ sur le sol avec de la craie. Poser ensuite 6 chaises ou tabourets représentant les arbres dans le champ).

Le conteur commence à lire le scénario pendant que les acteurs miment le sketch (instruction en italique):

"Dans la première saison cacaoyère, un planteur est allé dans son champ et y a trouvé 5 insectes. Il s'est plaint amèrement à cause de la présence de ces insectes, car il pulvérisait régulièrement son champ à l'intersaison. Il ne savait pas que l'un de ces insectes, un super insecte, était résistant au pesticide qu'il utilisait d'habitude, tous les autres étaient des insectes ordinaires".

(1 Super insecte et 4 insectes ordinaires vont au champ et s'installent sur les cacaoyers pour se nourrir. Après cela, le planteur entre et fait comme s'il observait ses plantes et se met à se plaindre de la colonie d'insectes).

"Le planteur devient très inquiet du fait que ses cabosses seront mangées par les insectes. Il décide donc de pulvériser le poison immédiatement. Il rentre à la maison et revient muni de pulvérisateur de poison. Il pulvérise la plantation. Un "insecte ordinaire" chanceux a réussi à échapper au poison en se cachant derrière une cabosse de cacao"

(Le planteur pulvérise le poison dans le champ et tue tous les insectes excepté un insecte ordinaire)

"Tous les vers ordinaires sont morts de poison, mais un "super ver" qui a survécu par bonheur grâce à sa résistance au poison".

(Tous les insectes ordinaires meurent excepté un. Pendant ce temps, le super insecte montre au public la couverture de son nez comme son moyen de protection tout en souriant)

⁵ Adapté d'un conte populaire des planteurs Philippines créé dans une école paysanne au milieu des années 1990.

“Le planteur est content, et s’est absenté pendant 1 semaine. Pendant cette semaine, les insectes survivant ont donné naissance à des bébés. Chaque insecte adulte pouvait ainsi faire 3 insectes ordinaires et 3 super insectes dans la génération suivante. Après l’accouplement et la naissance des bébés, les insectes adultes sont morts».

(Les insectes survivants font les bébés en invitant 3 insectes ordinaires de plus et 3 super insectes de plus dans le champ, puis s’envolent et meurent)

“La semaine suivante, le planteur revient au champ et trouve 6 insectes. Bien entendu, il ne savait pas que parmi les 6, il y avait 3 super insectes qui étaient résistants au poison. Il était une fois de plus inquiet et a décidé de les pulvériser. Cette fois, il augmente la dose du poison et prend soin de pulvériser toutes les parties des plantes où les insectes pouvaient se cacher”.

(Le planteur observe soigneusement et pulvérise les insectes, sans exception)

“Tous les insectes ordinaires sont morts mais, les super insectes avaient survécu”

(Les insectes ordinaires meurent mais les super insectes, montrent une fois de plus leurs nez couverts au public en souriant)

“Une fois de plus, les insectes ayant survécu (3 super insectes) font des bébés. Comme avant, chaque adulte fait 3 bébés, puis s’envole et meurt. Parce que les parents étaient des super insectes, les neuf nouveau-nés sont des "super insectes"”.

(Les super insectes survivants donnent des bébés en invitant ainsi 9 super insectes supplémentaires dans le champ; ils s’envolent et meurent ensuite)

“La semaine suivante, le planteur visite une fois de plus son champ. Cette fois, il trouve 9 insectes. Il pulvérise un poison encore plus fort, mais cette fois aucun ver ne meurt!”

(Le planteur prend son pulvérisateur, regarde partout et pulvérise tous les insectes sans exception. Les "super vers" montrent une fois de plus leurs bonnets au public en souriant. Le planteur paraît perplexe)

“Que devrait faire le planteur maintenant?”

(Fin du sketch: tous les acteurs se lèvent et reçoivent des acclamations)

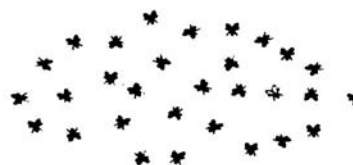
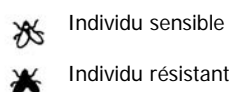
Dessin: Résistance à l'insecticide (Source: Université de Californie, 1990)



Certains individus dans une population d'insectes ont des traits génétiques qui leur permettent de survivre à une application de pesticide.



Une proportion de descendants d'insectes survivants héritent des traits de résistance. A la prochaine pulvérisation, ces individus survivront.



Si on applique fréquemment les pesticides, la population d'insectes sera essentiellement faite d'individus résistants.

OBSERVATIONS

Demander aux participants de faire leurs observations. Utiliser les questions guides suivantes pour orienter les débats.

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Qu'avez-vous observé dans le sketch?
2. Combien d'insectes sont morts par génération?
3. Comment et pourquoi ce changement existe-t-il entre les générations?
4. Qu'est-ce qui arriverait si le planteur continuait à pulvériser les pesticides?
5. Qu'est-ce que le planteur peut-il essayer de faire d'autre?



Un planteur se protégeant pendant la pulvérisation, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

EXERCICE 20: Systèmes de mesures sur le terrain⁶

De nombreux planteurs emploient souvent des unités de mesure locales pour le volume, la surface de leur et le poids de leur récolte. Ces unités pourraient cependant ne pas avoir de conversions fixes par rapport aux unités standards. Les unités standards internationales sont : pour la surface le mètre carré (m²) et l'hectare (10000 m²) ; pour le poids, le gramme (g), kilogramme (kg = 1000 g) et la tonne (t = 1000 kg) et pour le volume le millilitre (ml) et le litres (l = 1000 ml). Au Cameroun, certaines unités de mesure locales (ex. boîte de tomate vide) sont relativement standardisées en termes de volume et sont souvent utilisées comme unité de mesure des pesticides. Pour les unités de mesure de surface, certains considèrent la distance qui sépare deux poteaux électriques. En ce qui concerne le poids, on utilise des paniers aux dimensions spécifiques, pouvant contenir 10 kg de fèves. La plupart de ces mesures locales varient d'une personne à l'autre.

OBJECTIF

Comprendre les raisons pour lesquelles nous devons utiliser les unités de mesures standards

MATERIEL

- Papier d'affichage et marqueurs
- Mètre ruban (50 m)
- Petites unités de mesure locales (exemple : boîtes de tomate)

PROCEDURE

Expliquer l'objectif et le cadre de l'activité tel que formulé ci-dessus, puis demander aux participants de citer les unités de mesure locales pour la longueur, la surface, le poids et le volume. Les inscrire sur le papier d'affichage. Demander l'aide des participants pour essayer de convertir ces unités de mesure locales en unités standards (m², kg, ml, etc).

Ex. (Activité mise en application avec des planteurs de cacao au Cameroun):

Mesure:	Unités locales:	Converties en:
Volume	Boîte de tomate	?
	Cuillère	?
	Bouchon (de bouteille)	?
Longueur	Distance entre les cacaoyers	Environ 3 m
	Longueur de bambou	Environ 1 m
	Feuille de palme	Environ 1 m
Surface	Gabarit (nom local pour 2,5 m paquet)	Environ 6,25 m ²
Poids	25 cabosses de cacao	produisent 1 kg de fèves
	Un panier bien rempli	10 kg de fèves

Pour certaines unités locales telles que la boîte de tomate ou la cuillère, on peut valider le volume en utilisant des boîtes de mesure volumétrique

Ensuite, on demande à 4 participants de s'avancer. On demande à un autre participant de dessiner un terrain (une parcelle) de 1 m² par terre. On demande à un autre de faire la même en utilisant une feuille de palme. Au 3^e on demande de faire la même chose en utilisant un pas "de mesure" (souvent utilisé pour mesurer 1 mètre). Au dernier, on demande de faire la même chose mais en utilisant le mètre ruban.

Demander à tous les participants de comparer les 4 lots dessinés sur le sol et de voir s'ils ont la même dimension. Si tel n'est pas le cas, demander pourquoi?

Susciter un débat sur la signification de cette analyse, si par exemple les planteurs se faisaient des comptes rendus sur les traitements, les récoltes ou les projets obtenus.

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE:

⁶ Adapté de *Farmer Field School for Integrated Crop Management of Sweet Potato* par E. van der Fliert et A. R. Braun, CIP, Bogor, Indonésie

1. Sous quelles formes les cacaoyères se présentent-elles? Comment les mesureriez-vous ?
2. Pourquoi devons-nous connaître les surfaces des champs en hectares ou les quantités de pesticide en ml?
3. En faisant des études comparatives sur le terrain, pourquoi devons-nous utiliser des mesures standards pour par exemple les dimensions des parcelles, les intrants et les rendements?



Cacao récolté, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

EXERCICE 21: Analyse économique de cacaoculture⁷

OBJECTIF

Renforcer les compétences des participants dans l'analyse économique de la cacaoculture comme outil de prise de décision dans la gestion des plantes.

MATERIEL

- Registres de récolte de cacao (voir ci-joints pour exemple). Un registre par cacaoyère de chaque participant plus un registre supplémentaire pour relever les données de gestion dans les écoles paysannes
- Papier d'affichage et marqueurs

PROCEDURE

Les avantages et les inconvénients de la cacaoculture.

- Le facilitateur explique que l'objectif de cette activité est de comprendre les facteurs qui déterminent le bénéfice de la cacaoculture et de présenter une méthode de conservation du chiffre économique et d'analyse.
- Un exercice participatif de classification de richesses est effectué avec les participants, suivi d'une liste de facteurs qui contribuent aux différences de richesses entre les participants. (Ex. de grandes plantations de cacao, une meilleure gestion, plus de travail, etc.)
- Une cacaoyère imaginaire d'1 ha est analysée. On demande aux participants de citer toutes les activités menées tout au long d'une saison, y compris les pratiques post-récoltes et la commercialisation inscrite par le facilitateur sur une feuille de journal. Pour chaque activité, un coût est déterminé par le groupe, y compris les intrants et la main d'œuvre. La main d'œuvre domestique est convertie en valeur marchande de charges agricoles (ce que les planteurs pouvaient gagner en faisant un travail similaire pour d'autres personnes). Ex. Au Cameroun, dans les régions où l'horticulture est importante, les travailleurs gagnent 1000 F CFA pour 5 heures de travail. Ainsi, les cacaoculteurs de ces régions doivent évaluer le coût de leur travail par rapport à ce niveau.
- Les revenus bruts et nets sont calculés. Le produit net est le produit brut (quantité produite multipliée par le prix éventuel) moins les dépenses totales (coût des intrants achetés, coût de la main d'œuvre et valeur marchande de la main d'œuvre domestique).

Conservation des fiches de la cacaoculture:

- Le facilitateur distribue les fiches de culture de cacao ci-jointes aux participants. Un participant est chargé de conserver un registre saisonnier pour les parcelles des écoles paysannes (pratique conventionnelle contre IPM).
- Le facilitateur explique la signification des colonnes et des rangées sur la fiche ainsi que la manière de les remplir.
- Il est recommandé que pendant chaque descente sur le terrain, plusieurs minutes soient consacrées à déterminer ce qui doit être porté sur la fiche de l'école paysanne et à vérifier si les participants éprouvent des difficultés à remplir leurs fiches.
- Pendant l'évaluation des écoles paysannes en fin de saison, l'analyse économique doit être faite par le groupe.

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALYSE

1. Quel est le facteur le plus important qui détermine le revenu net de la cacaoculture?
2. Quelles dépenses peuvent être réduites et comment?
3. Pour obtenir un revenu raisonnable, quel doit être le prix du cacao?

⁷ Adapté de *Farmer Field School for Integrated Crop Management of Sweet Potato* par E. van der Fliert et A. R. Braun, CIP, Bogor, Indonésie

4. Quel est le salaire journalier des planteurs? Quel doit être le montant pour que la cacaoculture devienne une entreprise attirante ?
5. Quelles sont les différences en terme de prix et des rentrées entre une parcelle IPM et celle de pratique conventionnelle dans une école paysanne?
6. Déterminer quelles étaient les interventions les plus profitables de l'IPM et dites pourquoi.



Fèves sèches de cacao, Cameroun. Photo J. Vos © CABI Bioscience

FICHE DE CULTURE DU CACAO

Nom:										
Saison:						Age du champ				
Surface du champ:						Variété du cacao:				
		Quantité de main d'œuvre employée (6 heures/jour)								
		Non payé		Payé			intrants			
Semaine/ date	Activité	Adulte	Jeune	Adulte	Jeune	Dépense	Type	Qté	Coût	Observations
1-2										
3-4										
5-6										
7-8										
9-10										
11-12										
13-14										
15-16										
17-18										
19-20										
21-22										
23-24										
25-26										
25-26										
27-28										
29-30										
31-32										
		Non payé		Payé			Intrants			

Semaine/ Date	Activité	Adulte	Jeune	Adulte	Jeune	dépense	Type	Qté	Coût	Observations
33-34										
35-36										
37-38										
39-40										
41-42										
43-44										
45-46										
48-50										
51-52										
Total de la main d'œuvre payée et dépenses pour intrants										
Montant total de la main d'œuvre non payée										
Cacao commercialisé :										
vente 1: _____ kg vente 2: _____ kg vente 3: _____ kg vente 4: _____ kg vente 5: _____ kg vente 6: _____ kg										
Produit brute (des récoltes):										
Valeur V1: _____ + valeur V2 _____ + valeur V3 _____ + valeur V4 _____ + valeur V5 _____ = _____ produit total brut										
Revenu net pour main d'œuvre non payée, gestion et terrain:										
(Produit total brut- main d'œuvre totale payée + dépenses (pour intrants))										
Revenu net pour gestion et terrain:										
(Produit total brut- main d'œuvre totale payée et dépenses (pour intrants) – valeur marchande du main d'œuvre non payée)										

EXERCICE 22: Brigade d'eau

OBJECTIF

Démontrer l'importance de la coopération dans un groupe dynamique

MATERIEL

- 2 bassines
- 2 grands seaux
- Eau

PROCEDURE

Diviser les participants en deux groupes égaux. Aligner les membres de chaque groupe à une certaine distance de la bassine, placée entre les deux groupes.

Jeu N° I

Mettre 6 litres d'eau dans la bassine située au centre des deux groupes d'eau. Donner l'instruction suivante aux deux groupes :

“Vous devez, à l'aide de vos mains, passer l'eau d'une personne à l'autre. La dernière personne la verse dans le seau de l'équipe. Chacun doit rester là où il/elle se trouve et ne doit passer l'eau qu'à celui ou à celle qui se trouve immédiatement à côté de lui ou d'elle. A la fin de ce jeu, l'équipe qui aura la plus grande quantité d'eau dans son seau aura gagné”.

Commencer le jeu tout en vous rassurant que personne ne triche. Il n'y a pas de temps imparti. Il faut laisser les équipes passer l'eau jusqu'à ce que la bassine centrale soit vide. Mesurer la quantité d'eau des trois seaux pour déterminer le vainqueur. L'équipe dont le seau a la plus grande quantité d'eau est déclarée vainqueur.

Remarque: Habituellement, les équipes versent beaucoup d'eau pendant qu'elles se disputent une source commune (L'eau de la bassine centrale). Démontrer ceci à tous les participants.

Garder les participants en deux équipes comme auparavant.

Jeu N° II

Cette fois, donner à chaque équipe sa propre bassine contenant 3 litres d'eau. Une fois encore, donner l'instruction suivante:

“Vous devez, à l'aide de vos mains, passer l'eau d'une personne à l'autre. La dernière personne à la recevoir la verse dans le seau de l'équipe. Chacun doit garder sa position et passer l'eau à celui ou celle qui se trouve immédiatement à côté de lui/d'elle. A la fin du jeu, l'équipe qui aura la plus grande quantité d'eau dans son seau aura gagné”.

Une fois encore, commencer le jeu tout en vous rassurant que personne ne triche. Après que la bassine centrale soit vidée, mesurer l'eau ramassée par chaque équipe puis annoncez le vainqueur.

Montrer la différence de quantité d'eau ramassée dans les seaux lors de ce jeu. Comparer au résultat du premier. Leur demander quelle différence établissent-ils entre la première compétition et la dernière.



Dynamique du groupe de brigade d'eau au Pakistan. Photo S. Williamson © CABI Bioscience

QUESTIONS GUIDES DE L'ANALISE

1. Pourquoi la quantité d'eau dans les seaux lors du second jeu est-elle supérieure à celle dans les seaux lors du premier?
2. Quelle était la différence de temps entre le premier et le second jeu?
3. Y avait-il des limitations de temps dans les deux jeux?
4. Pourquoi les participants se sont-ils précipités lors du premier jeu et se sont maîtrisés peut-être plus lors du second?
5. Pourquoi l'équipe vainqueur a-t-elle gagné? Se sont-ils organisés avant le second jeu? Ont-ils eu un meilleur esprit d'équipe ou ont-ils mieux coopéré? Y avait-il un équilibre de genre? Sinon quel est le genre des membres de l'équipe gagnante? Pourquoi?
6. Le jeu nous donne-t-il une leçon sur la manière dont les ressources naturelles telles que la forêt équatoriale proche des zones cacaoyères pourraient être conservées?
7. Ce jeu nous donne-t-il un enseignement sur la coopération et sur la manière dont les planteurs peuvent s'entraider?

À LA DÉCOUVERTE DU CACAO

Les parasites et les maladies continuent d'imposer d'énormes contraintes sur la production du cacao à travers le monde et risquent de devenir encore plus dangereux à cause de la propagation d'agents pathogènes plus virulents. Les stratégies de lutte intégrée contre les parasites sont largement reconnues de nos jours comme les pierres angulaires de véritables approches de production durable et qui respectent l'environnement. Les approches participatives sont entrain d'être rapidement adoptées par les planteurs. Elles visent à doter ces derniers des capacités de prise des décisions judicieuses sur la gestion des plantes basée sur une meilleure compréhension de l'agroécologie de leurs propres plantations. Dans les approches participatives, le rôle de vulgarisation devient celui de facilitateur d'un processus d'apprentissage par les planteurs. A cet effet, le présent manuel constitue une ressource à la disposition des facilitateurs des programmes IPM. Il contient des fiches de données illustrées sur les parasites tirées des bases de données scientifiques et des exercices pratiques qui contribuent à l'apprentissage par la découverte. Ce manuel doit constituer une source d'inspiration pour l'élaboration d'autres programmes de formation dans la lutte intégrée contre les parasites de cacao.



CABI *Bioscience*

UK Centre

Bakeham Lane, Egham, Surrey TW20 9TY, UK

Tel: +44 (0)1491 829080 Fax: +44 (0)1491 829100

<http://www.CABI-Bioscience.org>

<http://www.CABI-Commodities.org>
