

COMITÉ PERMANENT INTER-ÉTATS DE LUTTE
CONTRE LA SÉCHERESSE DANS LE SAHEL



PERMANENT INTERSTATE COMMITTEE
FOR DROUGHT CONTROL IN THE SAHEL

CENTRE REGIONAL AGRHYMET

PROGRAMME MAJEUR FORMATION

FILIERE PROTECTION DES VEGETAUX

FASCICULE DE COURS

**GESTION INTEGREE DE L'ARBORICULTURE
FRUITIERE**

**NDIAYE Mbaye
DIARRA Boua
DEME Moussa
SARR Etienne**

Février 2004

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION GENERALE	1
2	LE MANGUIER.....	4
2.1	Ecologie, Importance Et Techniques De Culture.....	4
2.1.1	Origine et distribution géographique	4
2.1.2	Technique du greffage par approche	12
2.1.3	Production de jeunes plants de manguiers.....	17
2.1.4	Travaux pour la plantation des arbres	18
2.1.5	Travaux de plantation des arbres et d'entretien du verger	20
2.1.6	Production de fruits et travaux de récolte	27
2.2	Les Maladies Du Manguiier	28
2.2.1	Algues parasites : <i>Cephaleuros virescens</i> Kze.....	28
2.2.2	Maladie des taches noires du manguiier <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>mangiferaeindicae</i>	30
2.2.3	Dépérissement, Gommose : <i>Botryosphaeria</i> spp.et <i>Ceratocystis</i> spp	31
2.2.4	Anthraxose <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. & Sacc.	35
2.3	Insectes Et Acariens Nuisibles Au Manguiier	37
2.3.1	Introduction.....	37
2.3.2	Principales espèces nuisibles : Inventaire et dégâts	38
2.3.3	Les mouches des fruits	40
2.3.4	Les cochenilles.....	42
2.3.5	Autres arthropodes nuisibles.....	46
3	L'ANACARDIER	47
3.1	Ecologie, Importance et Techniques de Culture.....	47
3.1.1	Origine et distribution géographique	47
3.1.2	Importance économique, nutritionnelle et environnementale	48
3.1.3	Biologie et écologie	50
3.1.4	Mode de propagation et de multiplication	51
3.1.5	Itinéraire technique.....	51
3.2	Insectes Et Acariens Nuisibles A L'anacardier.....	53
3.2.1	Introduction.....	53
3.2.2	Principales espèces nuisibles	53
3.2.3	<i>Helopeltis</i> spp.....	54
3.2.4	<i>Sylepta derogata</i> (F.)	56
4	LES AGRUMES	59
4.1	Ecologie, Importance et Techniques de Culture.....	59
4.1.1	Origine et distribution géographique	59
4.1.2	Importance économique, nutritionnelle et environnementale	60
4.1.3	Biologie et écologie	61
4.1.4	Ressources génétiques.....	65
4.1.5	Mode de propagation et de multiplication	66
4.1.6	Itinéraire technique.....	67
4.2	Les Maladies Des Agrumes.....	74
4.2.1	Le chancre bactérien <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>citri</i>	74
4.2.2	Maladies à <i>Phytophthora</i> <i>P. citrophthora</i> (E. Sm. & E. H. Sm.) Leonian et <i>P. parasitica</i> ...	75
4.2.3	Gommose à <i>Dothiorella Botryosphaeria ribis</i> (Tode) Gross. Dugg.	78
4.2.4	Gommose à <i>Diplodia Botryosphaeria rhodina</i>	78

4.2.5	Mélanose <i>Diaporthe citri</i> Wolf stade anamorphe <i>Phomopsis citri</i> Fawc.....	79
4.2.6	La Gale des Citrus <i>Elsinoe fawcettii</i> Bitancourt & Jenkins	80
4.2.7	La cercosporiose des agrumes <i>Phaeoramularia angolensis</i> (syn. <i>Cercospora angolensis</i>)	82
4.2.8	Pourriture des fruits en conservation complexe de pathogènes	83
4.2.9	Anthraxose <i>Glomerella cingulata</i> (Stonem.) Spaulding & Schrenk	85
4.2.10	La pourriture à <i>Alternaria</i> <i>Alternaria citri</i>	87
4.2.11	Les principales carences minérales	88
4.3	Les Viroses Des Agrumes	90
4.3.1	Tristeza Virus (Closterovirus)	90
4.3.2	Citrus Greening	91
4.3.3	Citrus Vein Enation / Woody Gall Virus	92
4.3.4	Citrus Tatter Leaf / Citrange Stunt	93
4.4	Insectes Et Acariens Nuisibles Aux Agrumes	93
4.4.1	Introduction.....	93
4.4.2	Principales Espèces Nuisibles	94
4.4.3	<i>Cryptophlebia leucotreta</i> (Meyr.).....	95
4.4.4	<i>Lepidosaphes Beckii</i> (Newm.).....	96
4.4.5	<i>Toxoptera aurantii</i> : (bd. F).....	98
4.4.6	<i>Papilio demodocus</i> Esp.....	99
4.4.7	AUTRES INSECTES.....	101
5	LE BANANIER	103
5.1	Origine et distribution géographique	103
5.1.1	Origine et Distribution géographique	103
5.1.2	Taxonomie.....	103
5.1.3	Importance nutritionnelle.....	104
5.1.4	Importance environnementale.....	105
5.1.5	Biologie et écologie	105
5.1.6	Ecologie.....	106
5.1.7	Ressources génétiques.....	106
5.1.8	Mode de propagation et de multiplication	108
5.1.9	Itinéraire technique.....	109
5.2	Les Maladies Des Musa	114
5.2.1	Les cercosporioses <i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet ; <i>M. musicola</i> Leach ex Mulder.....	114
5.2.2	Le flétrissement fusarien ou maladie de Panama F. o. f. sp. cubense	118
5.2.3	Maladies des fruits complexe de pathogènes	121
5.2.4	La pourriture de la couronne Complexe de pathogènes.....	121
5.3	Les Viroses Du Bananier	123
5.3.1	Banana Bunchy Top (<i>Luteovirus?</i>)	123
5.3.2	Banana Streak (Badnavirus)	125
5.3.3	Cucumber Mosaic Virus (Cucumovirus)	126
5.4	Insectes Et Acariens Nuisibles Au Bananier	128
5.4.1	Principales Espèces Nuisibles	128
5.4.2	<i>Pentalonia nigronervosa</i> Coq.....	129
5.4.3	<i>Cosmopolites sordidus</i> germ. Charançon du bananier.....	131
6	LE PAPAYER	135
6.1	Ecologie, Importance Et Techniques De Culture	135

6.1.1	Origine et distribution géographique	135
6.1.2	Importance économique, nutritionnelle et environnementale	135
6.1.3	Biologie et écologie	136
6.1.4	Ecologie.....	137
6.1.5	Mode de propagation et de multiplication	137
6.1.6	Itinéraire technique.....	138
6.2	Les Maladies Du Papayer	140
6.2.1	Les pourritures des graines et les fontes de semis.....	140
6.2.2	Le blanc ou Oïdium <i>Ovulariopsis papayae</i> vander Bilz et <i>Oidium caricacae</i> F. Noack.....	141
6.2.3	Pourriture à <i>Phytophthora</i> des racines et fruits <i>Phytophthora palmivora</i> E.J. Butler.....	142
6.2.4	Fruits bosselés (Bumpy fruit)	144
6.3	Les Viroses Du Papayer	144
6.3.1	Papaya Bunchy Top	144
6.3.2	Papaya Ringspot: Potyvirus	145
6.4	Insectes Et Acariens Nuisibles Au Papayer	147
6.4.1	Principales espèces nuisibles	147
6.4.2	<i>Tetranychus urticae</i>	149
6.4.3	<i>Spodoptera littoralis</i> (Boisd.)	150
7	LE GOYAVIER	152
7.1	Ecologie, Importance Et Techniques De Culture.....	152
7.1.1	Origine et distribution géographique	152
7.1.2	Importance économique, nutritionnelle et environnementale	153
7.1.3	Biologie et écologie	153
7.1.4	Ressources génétiques.....	154
7.1.5	Mode de propagation et de multiplication	154
7.1.6	Itinéraire technique.....	155
7.2	Insectes Et Acariens Nuisibles Au Goyavier.....	156
7.2.1	Principales espèces nuisibles	156
8	LE CAFEIER	159
8.1	Origine et distribution géographique et techniques de culture	159
8.1.1	Origine.....	159
8.1.2	Distribution géographique	159
8.1.3	Taxonomie.....	159
8.1.4	Importance économique, nutritionnelle et environnementale	160
8.1.5	Biologie et écologie	160
8.1.6	Ressources génétiques.....	162
8.1.7	Mode de propagation et de multiplication	163
8.1.8	Itinéraire technique.....	164
8.2	Les maladies du Caféier	167
8.2.1	La Rouille Du Caféier <i>Hemileia vastatrix</i> Berk & Br	167
8.2.2	Rouille farineuse du caféier <i>Hemileia coffeicola</i>	170
8.2.3	Les Pourridiés	171
8.2.4	D'autres maladies du caféier.....	171
8.3	Insectes Et Acariens Nuisibles Au Caféier	172
8.3.1	Principales espèces nuisibles	172
8.3.2	<i>Coccus viridis</i> (Green) Syn. <i>Lecanium virida</i>	175

8.3.3	<i>Saissetia coffeae</i> (Wlk)	176
8.3.4	<i>Antestiopsis</i> spp	178
8.3.5	<i>Hypothenemus hampei</i> (Ferr)	180
8.3.6	<i>Anthores leuconotus</i> Pasc	182
9	Le Théier	185
9.1	Ecologie, Importance et techniques de culture	185
9.1.1	Origine et distribution géographique	185
9.1.2	Importance économique, nutritionnelle et environnementale	185
9.1.3	Biologie et écologie	186
9.1.4	Mode de propagation et de multiplication	187
9.1.5	Itinéraire technique.....	188
9.2	Les maladies du Théier	191
9.2.1	Le balai de sorcière <i>Crinipellis perniciosa</i>	191
9.2.2	Les pourridies du theier.....	191
9.3	Insectes Et Acariens Nuisibles Au Theier	193
9.3.1	Principales espèces nuisibles	193
9.3.2	<i>Xyleborus fornicatus</i> Eichh.....	195
10	LE CACAOYER.....	197
10.1	Ecologie, Importance Et Techniques De Culture.....	197
10.1.1	Origine et distribution géographique	197
10.1.2	Taxonomie.....	197
10.1.3	Importance économique, nutritionnelle et environnementale	197
10.1.4	Biologie et écologie	198
10.1.5	Ressources génétiques.....	200
10.1.6	Mode de propagation et de multiplication	201
10.1.7	Itinéraire technique.....	202
10.2	Les maladies du Cacaoyer	204
10.2.1	Pourriture brune des cabosses <i>Phytophthora</i> spp.....	205
10.2.2	Balai de sorcière <i>Crinipellis perniciosa</i> (Stahel) Singer	207
	Monilliose <i>Moniliophthora roreri</i>	209
10.3	Insectes Et Acariens Nuisibles Au Cacaoyer <i>Theobroma cacao</i> L. Sterculiaceae ..	210
10.3.1	Principales espèces nuisibles	210
10.3.2	<i>Sahlbergella singularis</i> (Hagl.)	214
10.3.3	<i>Planococcoides njalensis</i> (Laing).....	216
10.3.4	Earias biplaga Wlk	219
11	LE DATTIER.....	222
11.1	Ecologie, Importance et techniques de culture	222
11.1.1	Origine et distribution géographique	222
11.1.2	Taxonomie.....	222
11.1.3	Importance économique, nutritionnelle et environnementale	222
11.1.4	Biologie et écologie	223
11.1.5	Ressources génétiques.....	224
11.1.6	Mode de propagation et de multiplication	225
11.1.7	Itinéraire technique.....	225
11.2	Les Maladies Du Dattier.....	227
11.2.1	Le bayoud <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Albedinis</i> (Killian & Maire) Gordon	227

11.2.2	La pourriture à <i>Thielaviopsis Ceratocystis paradoxa</i>	228
11.2.3	La maladie du cœur qui penche <i>Botryosphaeria rhodina (Botryodiplodia theobromae)</i> ...	229
11.2.4	Autres maladies des Palmacées.....	230
11.3	Insectes Et Acariens Nuisibles Au Dattier.....	231
11.3.1	Principaux insectes et acariens.....	231
11.3.2	<i>Parlatoria blanchardii</i> (Targ).....	232
11.3.3	<i>Ommatissus binotatus</i> (Feib)	234
12	LE PALMIER A HUILE	235
12.1	Ecologie, Importance et Techniques De Culture	235
12.1.1	Origine et distribution géographique	235
12.1.2	Taxonomie.....	235
12.1.3	Biologie et écologie	237
12.1.4	Ressources génétiques.....	238
12.1.5	Itinéraire technique.....	239
12.2	Les Maladies Du Palmier A Huile.....	241
12.2.1	Fusariose du palmier à huile <i>Fusarium oxysporum f.sp. elaeidis</i>	241
12.2.2	D'autres Maladies Du Palmier.....	242
12.3	Insectes Et Acariens Nuisibles Au Palmier A Huile	242
12.3.1	Introduction.....	242
12.3.2	Principales espèces	243
12.3.3	<i>Rhynchophorus phoenicis</i> f.....	244
12.3.4	<i>Temnoschoita</i> spp.....	247
12.3.5	<i>Pimelephila ghesquierei</i> tams	248
13	LE COCOTIER	251
13.1	Ecologie, Importance Et Techniques de culture.....	251
13.1.1	Origine et distribution géographique	251
13.1.2	Taxonomie.....	251
13.1.3	Importance économique, nutritionnelle et environnementale	251
13.1.4	Biologie et écologie	252
13.1.5	Ressources génétiques.....	253
13.1.6	Itinéraire technique.....	255
13.2	Les Maladies Du Cocotier	256
13.2.1	Maladie du saignement du tronc : <i>Ceratocystis paradoxa</i> (Dade) C. Moreau.....	256
13.2.2	Taches grises <i>Pestalopsis palmarum</i> (Cook) Steyart (<i>syn.Pestalotia palmarum</i> Cook)..	258
13.2.3	Pourriture de la couronne et du bourgeon central <i>P. palmivora</i> E. J. Butler et P. sp.	258
13.2.4	Pourriture de la base du tronc <i>Ganoderma</i> spp.....	259
13.3	Les Viroses et organismes apparentés du Cocotier	261
13.3.1	Cadang Cadang Ou 'Dying' Cocotiers	261
13.3.2	Importance, Répartition et plantes hôtes	261
13.4	Acariens Et Insectes Nuisibles Au Cocotier	262
13.4.1	Principaux Acariens Et Insectes.....	262
13.4.2	<i>Aspidiotus destructor</i> (Sign)	263
13.4.3	<i>Oryctes</i> spp.	264
14	DOCUMENTS CONSULTES	267
15	ANNEXES	273

16 PLANCHES 274

1 INTRODUCTION GENERALE

L'arboriculture fruitière comme le maraîchage constitue une activité complémentaire de la production vivrière qui est le fondement de toute politique d'autosuffisance alimentaire. En effet, la consommation de légumes et de fruits surtout frais contribue beaucoup à la fourniture du complément d'oligo-éléments et de vitamines indispensables pour le développement et l'équilibre de l'organisme vivant.

Ceci fait que l'arboriculture fruitière, autrefois négligée, se développe de plus en plus et devient un domaine important de la production agricole même dans les pays du tiers monde. De nos jours, beaucoup de fruits ou autres produits dérivés des arbres sont plus disponibles non seulement pour la consommation locale, mais également pour l'exportation.

Pour les mêmes raisons, l'arboriculture se diversifie de plus en plus sur le plan des espèces ou des variétés concernées. Cette diversification se rapporte aussi bien qu'aux espèces cultivées à grande échelle qu'à celles qualifiées d'exotiques. Une autre caractéristique nouvelle de l'arboriculture fruitière est son extension dans des régions géographiques où elle était méconnue ou difficile à mettre en œuvre. Cette extension a été possible surtout grâce à la maîtrise des facteurs de production dont principalement l'eau.

En Afrique en général et au Sahel en particulier, les espèces fruitières cultivées à grande échelle ont été introduites depuis de longues dates (plus d'un siècle) dans la majorité des cas et récemment pour les autres. En général, plusieurs espèces exotiques sont d'introduction récente. La culture de certaines espèces pour la consommation locale ou pour l'exportation occupe de plus en plus une place non négligeable dans l'économie de certains pays.

Pour ce qui concerne ce cours d'arboriculture fruitière, le choix a porté en priorité sur certaines espèces cultivées à grande échelle comme le manguier, les agrumes, le bananier, le papayer, le goyavier, l'anacardier, le palmier dattier dont les fruits sont directement consommés et le caféier, le cacaoyer, le palmier à huile et le théier dont les fruits ou autres parties transformées occupent de nos jours des intérêts économiques stratégiques.

De par la nature annuelle, pluriannuelle ou pérenne de leur cycle et leur constitution ligneuse, les arbres fruitiers sont en permanence exposés aux attaques de nombreux ennemis. Ces nuisibles accomplissent leur cycle biologique sur ces arbres aux dépens desquels ils vivent et sur lesquels ils causent diverses affections préjudiciables à la production de fruits. L'importance des attaques est variable selon le nuisible lui-même, selon l'arbre ou l'organe attaqué.

Les effets des maladies sont beaucoup plus pernicieux. Il n'est pas disponible des statistiques par rapport à l'importance des problèmes phytosanitaires pour la majorité des cultures tropicales pérennes en Afrique. Il existe, cependant quelques chiffres qui montrent l'ampleur des dommages engendrés par certains dépérissements. La maladie du jaunissement mortel du cocotier a détruit plus de 5 millions d'arbres à la Jamaïque et celle du cadang cadang, 12 millions aux Philippines. C'est aussi 150 millions de cacaoyers atteints du swollen shoot qui ont dû être arrachés au Ghana.

La compréhension des composants de la gestion de l'arboriculture fruitière est essentielle pour accroître la durabilité de la production des arbres fruitiers. En effet, compte tenu du caractère pérenne de ces cultures et des moyens de lutte disponible, l'impact des maladies continuera à être dévastateur jusqu'à ce qu'un progrès soit accompli dans leur contrôle. Les solutions à courts termes, tels que les fongicides ont souvent des coûts prohibitifs, peuvent être préjudiciables à l'environnement et laissent des résidus indésirables dans le produit de récolte. Les solutions à long terme telles que les approches biotechnologiques ou la sélection pour la résistance aux maladies se développent à long terme et ne sont pas tout à fait disponibles pour une application immédiate. La réponse la plus immédiate aux problèmes des maladies doit utiliser certains des outils qui sont actuellement disponibles dans une approche intégrée. Ceux-ci incluent les méthodes de contrôle biologiques, le matériel résistant aux maladies, l'hygiène de récolte pour enlever le matériel malade source d'inoculum et les pratiques culturales telles que l'optimisation d'ombre, la taille, et la gestion de la fertilité des sols.

CHAPITRE
LES ANACARDIACEES

2 LE MANGUIER

2.1 ECOLOGIE, IMPORTANCE ET TECHNIQUES DE CULTURE

2.1.1 Origine et distribution géographique

Origine

Le manguiier est originaire de l'Inde et des régions voisines d'Asie du Sud-est où il cohabite avec de nombreuses espèces parentes. Il est cultivé aux Indes depuis au moins 4.000 ans.

Distribution géographique

Le manguiier a été introduit depuis des temps reculés dans d'autres régions tropicales par les marins. Par exemple, on le retrouve en Afrique orientale dès le 14^{ème} siècle. Au début du 16^{ème} siècle, les portugais l'introduisirent en Afrique occidentale. De nos jours, son aire de distribution s'est agrandie et on le rencontre dans presque toutes les régions tropicales, de préférence dans les zones à humidité variable convenables pour sa fructification. C'est ainsi que l'on trouve le manguiier dans les zones tropicales d'Asie et d'Indochine, d'Afrique et d'Amérique.

Taxonomie

Dans la classification des végétaux, le manguiier appartient:

- Embranchement: Phanérogame Angiosperme;
- Classe: Dicotylédone;
- Famille: Anacardiaceae (*Anacardiaceae*)
- Genre: *Mangifera*
- Espèce: *Mangifera indica* L.

Importance économique, nutritionnelle et environnementale

Le manguiier est l'arbre à fruits cultivé le plus connu du Sahel et l'un des plus importants des tropiques. Cette importance est liée aux rôles que ce fruitier joue non seulement sur les plans nutritionnel et économique, mais aussi environnemental.

Importance économique

Aux Indes, on estime à plus d'un million d'ha la superficie consacrée à la culture du manguiier. La production correspondante est évaluée à 5 millions de tonnes par an. La vente des fruits sur les marchés locaux ou internationaux peut procurer des revenus plus ou moins substantiels aux producteurs. Par exemple, la production annuelle du Burkina Faso a été estimée à 25.820 t en 1994.

Importance nutritionnelle

Les mangues, de par leur période de maturité et les quantités disponibles (6 à 25 tonnes de fruits/ha/an selon les variétés), constituent par excellence une source de nourriture pendant la période de soudure dans de nombreux pays producteurs. Ceci est dû au fait que la mangue est l'un des fruits possédant une chair appréciable quantitativement. Elle n'est pas non plus en reste en ce qui concerne la qualité nutritionnelle. En effet, la mangue se compose des éléments nutritifs suivants:

- Hydrates de carbone (Glucides): 6,0 g/100 g de fruit;
- Matières grasses (Lipides): 0,3 g/100 g de fruit;
- Protéines: 0,7 g/100 g de fruit;
- Calcium: 10,5 mg/100 g de fruit;
- Fer: 0,3 mg/100 g de fruit;
- Vitamine A: 1906 UI/100 g de fruit;
- Vitamine C: 56 mg/100 g de fruit;
- Thiamine: 0,03 mg/100 g de fruit;
- Riboflavine: 0,07 mg/100 g de fruit;
- Acide ascorbique: 0,7 mg/100 g de fruit.

En raison de leurs propriétés nutritionnelles sur les plans quantitatif et qualitatif, les mangues sont consommées sous diverses formes (exemple: fruits crus, fruits séchés, fruits transformés en jus, sirops, confitures ou incorporés dans les pâtisseries). Les fruits, notamment dépréciés, peuvent servir à l'alimentation des animaux (exemple: poules, porcs). La consommation des fruits combat le scorbut chez l'homme. Cependant, l'ingestion de quantités importantes avec de l'alcool, du lait ou d'autres boissons provoque de violentes diarrhées.

En plus de ce rôle nutritionnel des fruits, d'autres parties végétales du manguier ont des vertus médicinales ou peuvent être destinées à d'autres usages. Par exemple, la poudre des noyaux est recommandée pour le traitement des diarrhées et des hémorroïdes. Les fleurs sont utilisées pour soigner le cœur, pour lutter contre les vers et la dysenterie tandis que les feuilles sont diurétiques et sont administrées contre la fièvre.

La haute teneur des feuilles en tanin permet leur usage dans le traitement des maux de la gorge, de la bouche et des dents, de l'asthme, de la blennorragie, de la dysenterie et de la bronchite. L'écorce qui possède également de nombreuses vertus médicinales est utilisée contre plusieurs maladies (dysenterie, blennorragie, rhumatismes, hémorroïdes, etc..).

En cas de pénurie, les jeunes feuilles peuvent servir à l'alimentation du bétail (éviter les feuilles âgées dont la trop forte consommation conduit à l'intoxication). Les fleurs constituent une source importante de pollen et/ou de nectar pour les abeilles.

Importance environnementale

L'importance environnementale du manguier vient du fait qu'il est beaucoup utilisé comme arbre d'ombrage et d'ornement dans les maisons, les rues et les espaces verts des villages et villes. Les feuilles fournissent une teinture jaune. Le bois rentre dans la construction des maisons, des caisses et sert au chauffage et à la cuisson (bois de chauffe et charbon).

Biologie et écologie

Biologie

Le manguier est un arbre à port dressé, de taille moyenne pouvant atteindre 30 à 40 m et un diamètre de 1,50 m en Inde et dans les régions tropicales humides. Au Sahel, il dépasse rarement 10 m. Son feuillage est vert sombre et procure beaucoup d'ombre. Cependant, les jeunes feuilles sont souvent rouges. Les arbres issus de pieds

francs ont une frondaison plus volumineuse et plus élancée que ceux des pieds greffés. Le manguier peut vivre plus de 100 ans. Son système racinaire est de type pivotant. Les racines peuvent s'enfoncer jusqu'à environ 8 m dans le sol, mais forment aussi un système superficiel très étendu qui assure l'absorption de l'humidité et des éléments nutritifs dans les couches supérieures du sol.

Les éléments floraux sont présents sur la même fleur, mais la fécondation est croisée. Le cycle floral est de 105 à 130 jours. Le système floral est constitué d'une multitude d'inflorescences terminales et la plante peut comporter 8.000 à 10.000 fleurs blanchâtres ou jaune rougeâtre mâles et hermaphrodites. La plupart des fleurs tombent prématurément sous l'effet de divers facteurs et sur les fleurs fécondées, on estime que seul 1 % d'elles engendrent des fruits qui arrivent à maturité. La fructification commence 4 ans après la plantation pour les arbres greffés contre 6 à 7 ans pour ceux issus de semis. Le manguier peut produire des fruits pendant plus de 40 ans. Un gros arbre peut porter plus de 1.000 fruits.

Les fruits (mangues) sont suspendus à de longs pédoncules d'environ 20 cm et peuvent avoir un poids variant généralement entre 50 g et 2 kg. Ce sont des <<drupes>> dont la forme varie beaucoup selon les variétés (**figure 1**). Leur peau, peu épaisse, mais coriace, peut être verte à maturité, jaune ou lavée de rouge plus ou moins intense. Les variétés de bonne valeur commerciale produisent des fruits d'au moins 300 g avec un petit noyau (60 à 80 % de pulpe).

La chair ou pulpe est jaune-orangée, juteuse, onctueuse avec une saveur très agréable. Elle enveloppe un noyau plus ou moins gros, aplati avec ou sans fibres selon les variétés. Les fibres sont nombreuses et résistantes dans les fruits du mango et des variétés peu améliorées caractérisées aussi par un goût prononcé de térébenthine qui rebute certains consommateurs. Le noyau ou graine est le plus souvent monoembryonné, mais peut être parfois polyembryonné.

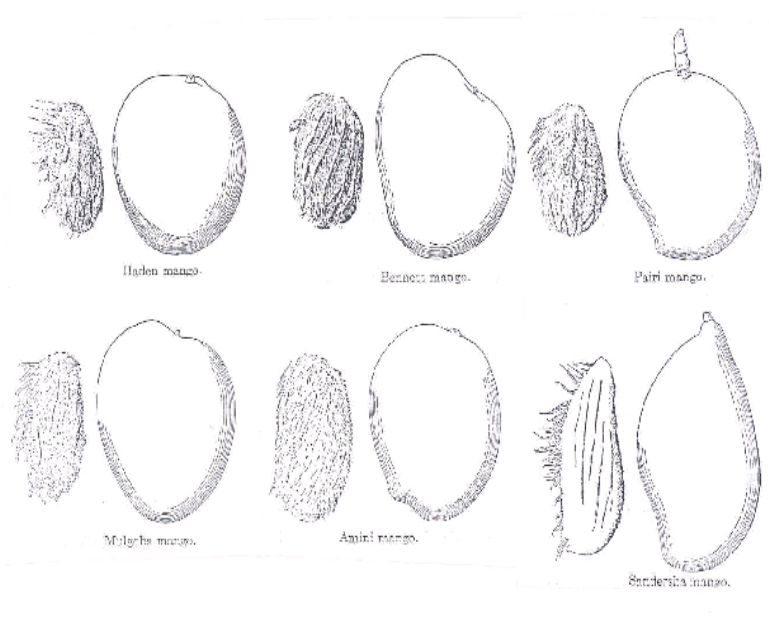


Figure 1: Quelques exemples de formes du fruit de manguier (mangue) en fonction des variétés

Ecologie

La présence du manguiier dans une région et surtout la possibilité qu'il fructifie sont étroitement liés à un type de climat et de sol.

*** Climat:**

Les principales exigences climatiques pour un bon développement et une fructification du manguiier sont:

- **Pluviométrie:** le manguiier a besoin d'une quantité d'eau relativement importante, mais n'aime pas les bas-fonds avec trop d'eau (zones à sol gorgé d'eau, zones inondées). S'il y a un risque d'engorgement du sol pendant une période de l'année, il est recommandé de planter le manguiier sur de petites buttes. La pluviométrie optimale est comprise entre 700 mm et 1.200 mm par an, mais on peut rencontrer le manguiier dans des conditions plus extrêmes (400 mm à 2.000 mm). Une saison sèche de 4 à 6 mois favorise la production du manguiier. Les pluies pendant la floraison provoquent une mauvaise fécondation des fleurs et favorisent le développement de l'antracnose.

- **Température:** la température moyenne du mois le plus froid doit être de 15 °c. La température optimale de croissance est de 24 à 27 °c. Le manguiier ne supporte pas des températures inférieures à 0 °c et supérieures à 42 °c. A maturité, l'insolation améliore la couleur et le parfum des fruits. Elle est absolument nécessaire pour la nouaison.

- **Lumière:** le manque de cet facteur provoque une mauvaise activité photosynthétique, donc le jaunissement précoce des feuilles; une mauvaise floraison, donc un mauvais rendement.

- **Vent:** le manguiier supporte relativement le vent modéré. Les vents trop forts empêchent la fécondation et abîment l'arbre, notamment par la cassure des branches chargées de fruits.

*** Sol:**

Le manguiier est assez modeste du point de vue exigences édaphiques et s'adapte à des sols variés. Cependant, il préfère les sols profonds, sains, sablo-limoneux, bien drainés et bien aérés ou les terres sablonneuses riches en matière organique. Il ne supporte pas les eaux stagnantes, les inondations prolongées et trop fréquentes. Il n'aime pas les sols comportant une dalle (roche dure) à moins de 2 mètres de profondeur (blocage des mouvements des racines, risques d'accumulation de l'eau au dessus de cette roche en saison des pluies et/ou réchauffement du sol en saison sèche). Le manguiier redoute les sols excessivement acides. Le pH optimal varie entre 5,5 et 6,5.

Ressources génétiques

Le manguiier compte une centaine de variétés caractérisées par la taille de l'arbre, la forme, la grosseur (calibre) et la saveur des fruits, la taille, la forme et d'autres aspects des feuilles. Les variétés sont classées en 4 groupes selon le port de l'arbre:

- Variétés indiennes: forme tortueuses;
- Variétés hybrides américaines: forme élancée (exemple: Smith);
- Variétés antillaises: forme arrondie (exemple: Amélie);
- Variétés indo-chinoises: forme élancée et légèrement tortueuse intermédiaire entre les variétés indiennes et hybrides américaines (exemple: Xoaïcatmitho). La liste de quelques variétés se trouvent au **tableau 1**.

Tableau 1 : Exemple de variétés de manguiers et leurs périodes de récolte selon les zones de production

VARIETES	PERIODES DE RECOLTE			
	Burkina	Mali	Niger	Sénégal
Zill		mars-avril	mai-juillet	juin
Irwin			avril-mai	juin
Smith	juin-juillet	mai-juin	mai-juillet	juin
Amélie		mai-juin	avril-mai	juin
Palmer		juin		juillet-août
Dixon		mai-juin		
Eldon		mai-juin	mai-juillet	juin
Kent	juin-juillet	juin	juillet-août	juillet-août
Keitt	juin-juillet	juillet-août	juillet-août	août
Sabot		mai-juin		juillet-août
Bewerly		mai-juin		
Alphonse			mai-juin	juin
Julie			juin-juillet	
Haden			mai-juin	juin
Somno			août-sept	
Ruby			juillet-août	juin
Brooks	juin-août		août-sept	
Davis (Haden?)			juillet-août	
Mango Vert	fév.-mai			
Aurélie	fév.-juin			
Lippens	avril-mai			
Springfelds	avril-juin			juin-juillet
Glazier	juin-juillet			

Sources: INSAH, 1987; WALLON, 1981 et CNRST BURKINA FASO, 1994; GOMIS Adolphe, 1992; * = en Casamance

Mode de propagation et de multiplication

La multiplication du manguiers peut se faire selon deux méthodes:

- reproduction sexuée: par semis de graines;
- reproduction asexuée: par voie végétative.

Multiplication par semis de graines

Cette méthode est réservée à la multiplication des mangos, généralement polyembryonnés, donc susceptibles de produire fidèlement la variété initiale, et à la

production de plants destinés à être utilisés comme porte-greffes. En effet, le semis de graines ne garantit pas la reproduction exacte des qualités d'une variété à partir de graines monoembryonnées.

Les variétés polyembryonnées sont caractérisées par des graines qui donnent naissance à plusieurs plantules dont une seule provient du seul embryon issu de la fécondation. Les autres plantules engendrées par le nucelle (tissu de l'ovule) sont les seules capables de reproduire parfaitement les caractères de la variété. La plantule issue de l'embryon est reconnaissable par son aspect chétif par rapport aux autres.

Multiplication par voie végétative

La méthode de multiplication par voie végétative la plus utilisée pour les manguiers est le greffage. Elle est la règle pour la multiplication des variétés améliorées.

Itinéraire technique

Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

*** Critères de choix de la parcelle:**

Le choix du site d'implantation d'une parcelle d'arbres fruitiers (verger) est capital pour son l'avenir. Il doit, en effet, prendre en compte un certain nombre de facteurs parmi lesquels les plus déterminants sont:

- la ou les spéculations à exploiter (facilité d'exploitation, productivité, appréciation par les consommateurs, valeur commerciale, etc.);
- la nature et la composition du sol qui doit nécessairement être profond (pas latéritique, pas de dalle à moins de 2 m de profondeur), bien drainé (niveau de la nappe phréatique à plus d'un mètre de profondeur), mais avec un bon pouvoir de rétention en eau, fertile (riche en matière organique) et pas trop acide;
- la proximité d'une source d'eau pour l'irrigation (exemple: marigot, rivière, fleuve, marre, lac, nappe phréatique facilement accessible soit par creusement de puits, soit de forage);
- la situation du site qui doit être facilement accessible en toute saison;
- les conditions climatiques: niveaux de température et d'humidité, vent, la pluviométrie.

*** Travaux préliminaires d'aménagement:**

Les opérations préliminaires pour tout projet d'installation de parcelle d'arbres fruitiers de grande dimension consistent à défricher d'abord la parcelle si ce n'est pas encore le cas (coupe des arbres et arbustes, coupe ou sarclage de la végétation herbacée et enlèvement hors de la parcelle). Ensuite, vient la phase de préparation qui comprend entre autres le déssouchage, le ramassage des blocs de pierres, les cailloux et de tous les autres éléments gênants, le remplissage des trous.

Ces travaux sont complétés éventuellement par un labour profond (30 à 40 cm) pour enfouir le reste de la végétation spontanée. Si la parcelle ne possède pas une pente naturelle dans une direction précise, des travaux doivent être entrepris si possible pour y remédier suite au labour profond.

Choix des variétés et travaux de greffage

* Aspects généraux de la multiplication des variétés

Le choix d'une espèce fruitière, notamment pour la production à grande échelle, implique plusieurs facteurs agronomiques et économiques propres non seulement à elle-même, mais aussi au milieu de culture. La prise en compte des qualités (biologiques, sanitaires, commerciales, etc..) des variétés et de leurs interactions avec les facteurs du milieu est très cruciale dans le domaine de l'arboriculture dans la mesure où il s'agit d'espèces pérennes.

Comme il a été dit, la multiplication d'une variété se fait par voie sexuée à partir de graines ou par voie asexuée (voie végétative) au moyen d'une partie végétale autre que l'embryon fécondé. Hormis les variétés à graines polyembryonnées, la multiplication fidèle (transmission intégrale des caractères génétiques) de nombreuses variétés fruitières se fait plus facilement par la voie asexuée. La multiplication asexuée des espèces fruitières peut se faire par plusieurs techniques dont celles ci-dessous citées (voir outils courants de travail en **figure 2**):

- le greffage;
- le bouturage;
- le marcottage et le drageonnage;
- la division de souche (exemple: production de rejets);
- la culture in vitro.

Bien entendu, chacune de ces techniques de multiplication asexuée présente des avantages et des inconvénients.

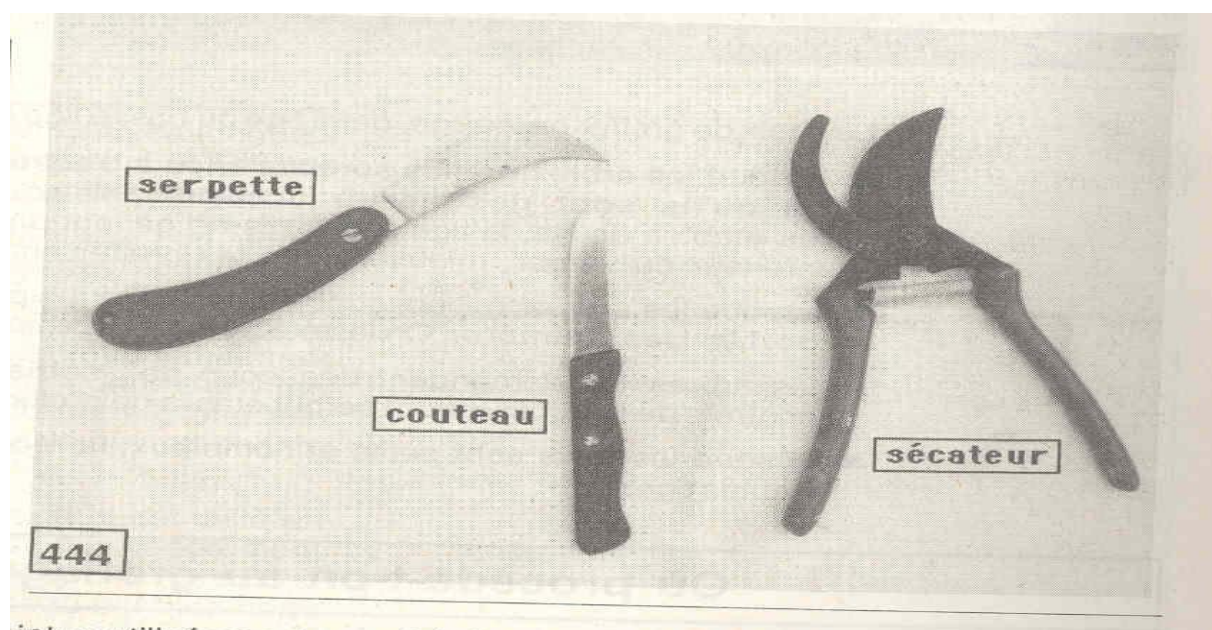


Figure 2 : Outils courants de travail pour la récolte et la préparation du matériel végétal destiné à la multiplication par voie végétative

- Le greffage:

Le greffage est l'opération qui consiste en l'obtention d'un <<individu composite>> (plante fille) à partir de deux plantes mères de la même espèce ou famille dont l'une est le support en relation avec le sol (sujet, porte-greffe ou porte-greffe) et l'autre la variété destinée à la production végétale (greffon ou scion).

Par cette opération, on cherche à unir les qualités du porte-greffe (vigueur et rusticité du fait de l'adaptation aux conditions du milieu) et celles de la variété (vitesse de croissance, délai de production, productivité; calibre, coloration, goût et éléments nutritifs du fruit; aptitude des fruits au transport, à la conservation ou à la transformation, etc..).

Principaux avantages du greffage:

- permet d'exploiter toute une gamme de sol par l'intermédiaire des différents porte-greffes possibles;
- permet de moduler la vigueur du greffon par l'intermédiaire du sujet;
- permet de multiplier un clone d'une variété fortement hétérozygote ou mutant;
- permet de raccourcir le délai de floraison, donc de production.

Principaux inconvénients du greffage:

- moindre longévité que les plantes issues de semis;
 - technique délicate car impliquant le respect du positionnement des cambiums;
 - problème de compatibilité (affinité) entre sujet et variété.

Les modes de greffage utilisés se distinguent par la nature du greffon et sa position sur le sujet. Il s'agit du:

Greffage par approche:

Il se fait en unissant deux plantes mères enracinées, entaillées sur une certaine longueur pour provoquer le contact de leurs cambiums et qui sont ensuite séparées progressivement jusqu'à la prise de la greffe (voir **figure 3**);

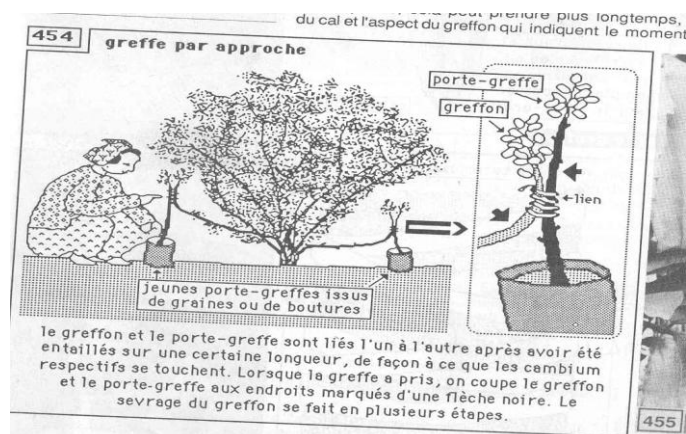


Figure 3 : Technique du greffage par approche

2.1.2 Technique du greffage par approche

. Greffage de rameaux détachés:

Il comprend les greffages terminaux (greffages en fente terminale, en couronne et à l'anglaise) et les greffages latéraux (greffage par placage sous écorce et par placage en fente latérale, en fente latérale simple, en fente latérale double). Les **figures 4 et 5** représentent ces différents modes de greffage.

. Greffage d'yeux ou greffage en écusson:

Il s'effectue en plaçant le greffon en forme d'écusson (petit morceau de rameau comportant une languette de l'aubier avec son écorce et son cambium et un bourgeon) sous l'écorce du porte-greffe (voir **figure 6**).

Remarque:

Lorsqu'un arbre fruitier ou un verger a vieilli et produit peu ou ne convient plus, la technique du surgreffage est un recours rapide et économique pour changer de variété(s). Le surgreffage consiste à faire une taille de régénération, à éliminer tous les nouveaux rameaux, sauf ceux sélectionnés pour recevoir les greffons de la variété de remplacement. Ceci permet d'obtenir une production de la nouvelle variété au bout de 3 à 4 ans contre 7 si l'option était de reprendre la plantation. Le surgreffage se fait en fente, en placage ou en écusson selon l'espèce fruitière et la convenance du greffeur.

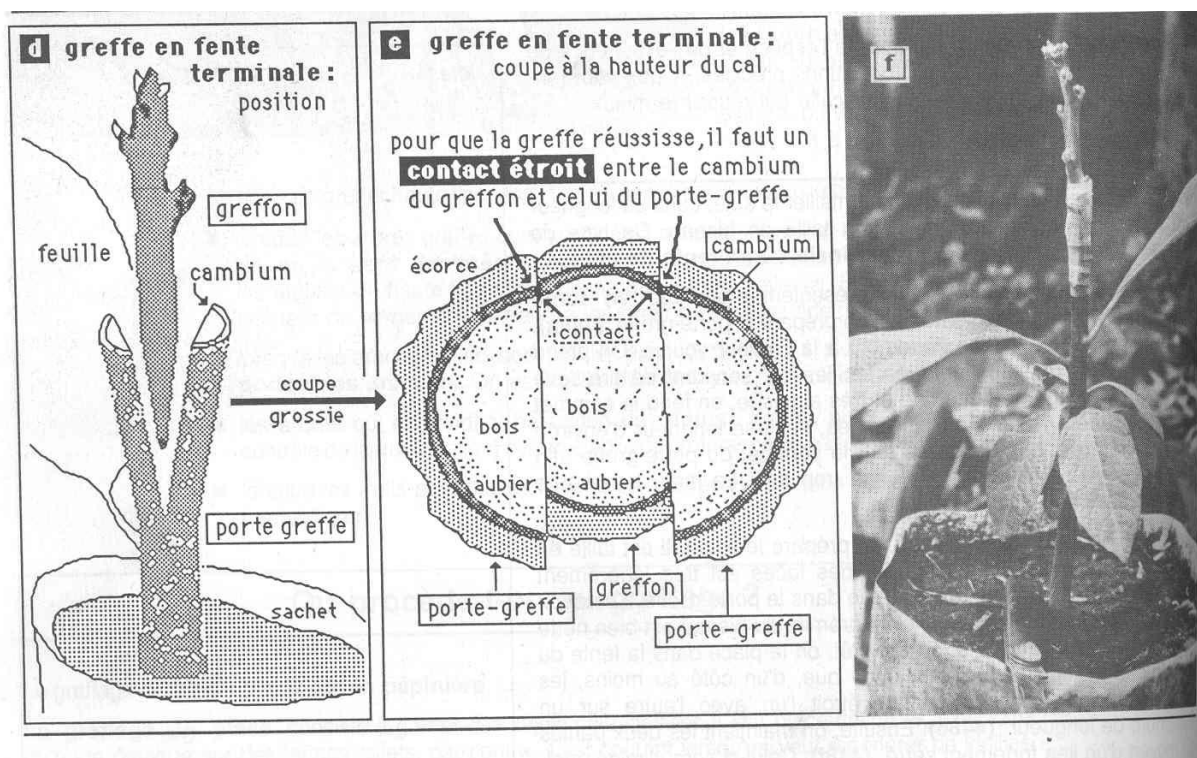
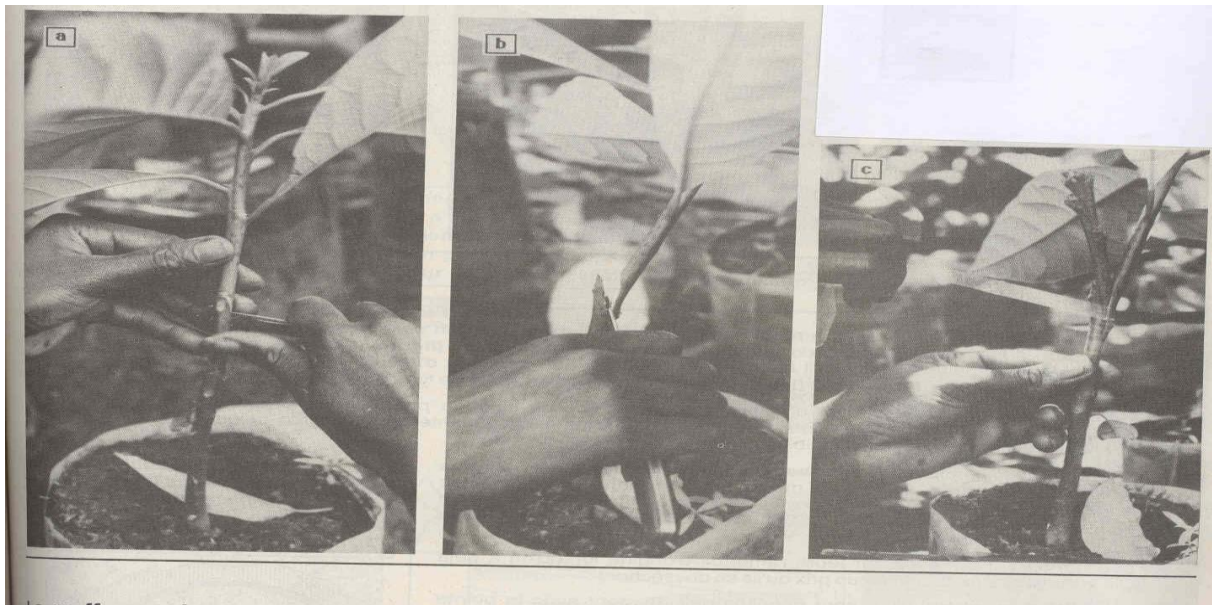
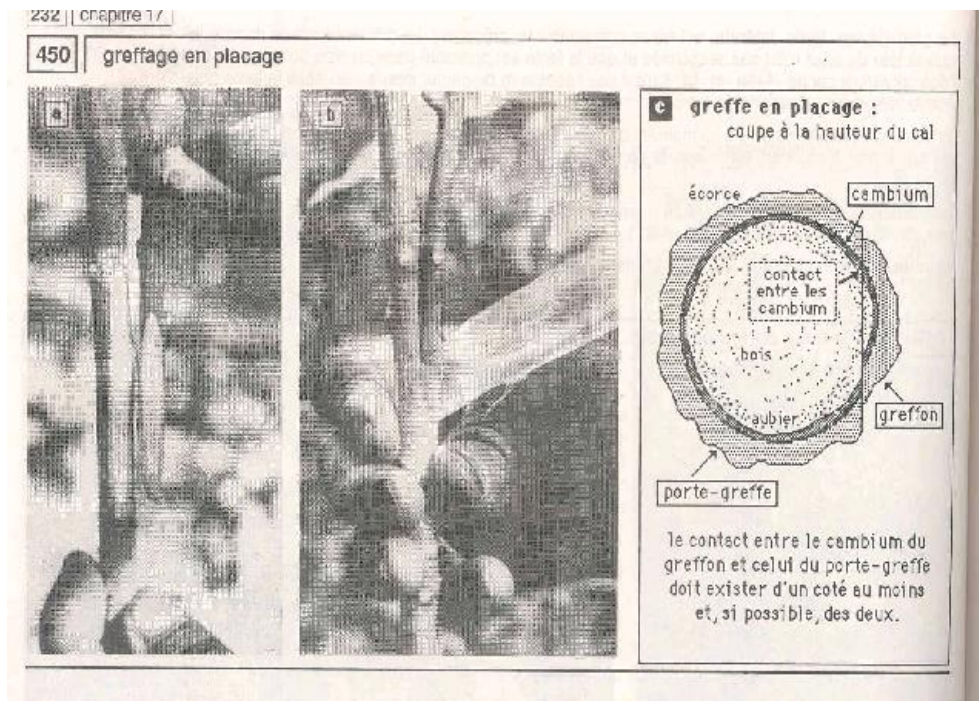


Figure 4 : Exemple de techniques de greffage terminal de rameaux détachés



A = Greffage en fente latérale



B = Greffage par placage

Figure 5 : Exemple de techniques de greffage latéral de rameaux détachés (A = Greffage en fente latérale, B = Greffage par placage)

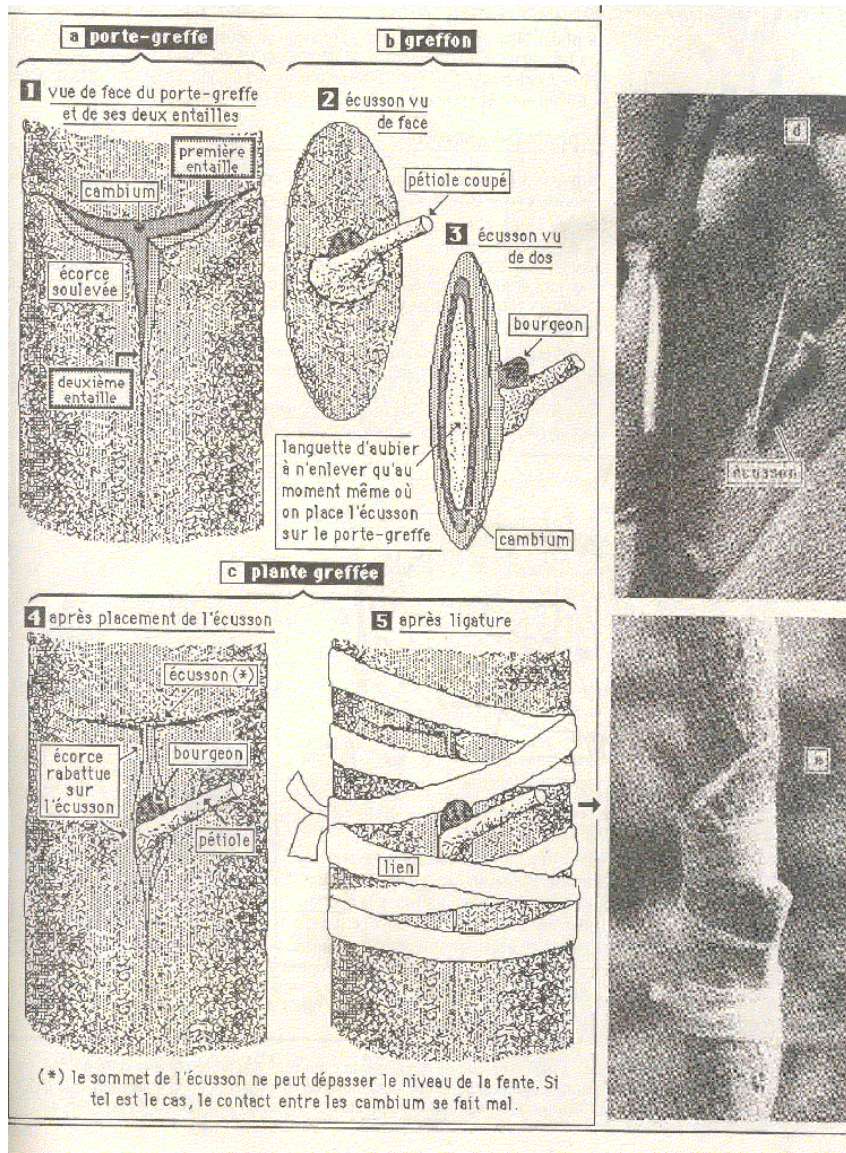


Figure 6 : Technique de greffage en écusson (greffage d'yeux ou écussonnage)

- Le bouturage:

Le bouturage est l'opération qui consiste à produire une nouvelle plante complète à partir de l'implantation dans le sol humide d'une partie végétale isolée (rameau, racine, feuille) de la plante mère avec ou sans bourgeons actifs ou dormants.

Il n'est possible qu'avec les espèces dont les parties végétales sont capables de générer des racines au niveau des noeuds et des entre-noeuds ou des entre-noeuds seulement (voir **figure 7**).

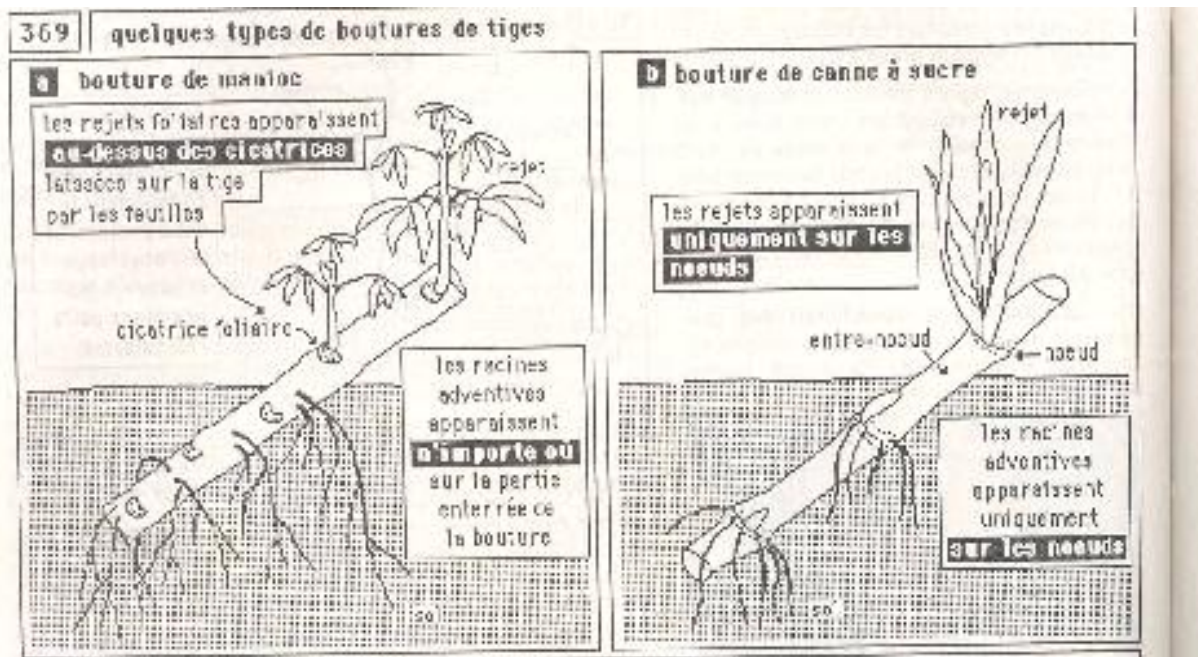


Figure 7 : Exemple de types de boutures selon les caractéristiques des zones de régénération

Principal avantage du bouturage:

- permet de reproduire de façon quasi-certaine une plante identique à elle même (même génotype et même phénotype).

Principal inconvénient du bouturage:

- technique plus ou moins lourde et onéreuse (mobilise beaucoup de moyens) et surtout à délai appréciable pour satisfaire des besoins importants.

- Le marcottage et le drageonnage:

Le marcottage est l'opération qui consiste à produire une nouvelle plante complète à partir de la mise en contact d'un rameau solidaire à la plante mère et comportant des bourgeons actifs avec du sol humide.

La plante fille est isolée de la plante mère après la formation de racines. On distingue ainsi le marcottage au sol et le marcottage aérien (voir **figure 8**).

Le drageonnage est une forme de marcottage d'une plante à partir de racines (voir **figure 9**).

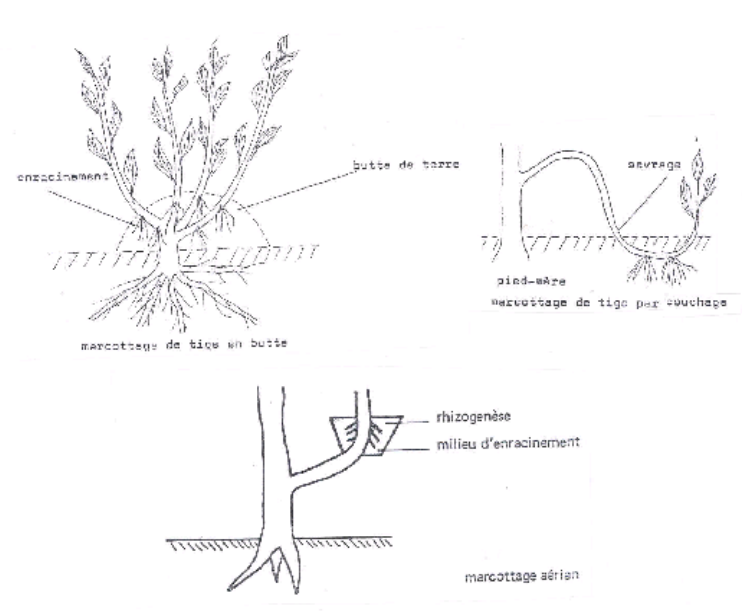


Figure 8 : Exemples de technique de marcottage de tige en butte (cas du grenadier), de tige par couchage (cas du goyavier) et de marcottage aérien

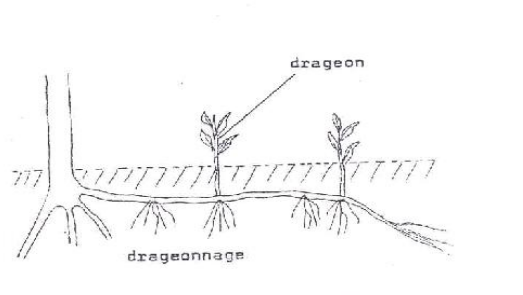


Figure 9 : Technique du marcottage de racine ou drageonnage (cas du goyavier et du figuier)

- La division de souche:

La division de souche est l'opération qui consiste en l'obtention de plusieurs plantes filles complètes (rejets, éclats de souche) à partir du bourgeonnement naturel ou de la division (éclatement) artificielle de la plante mère (souche). Ce mode de propagation est la règle pour les plantes à rhizomes ou dont la partie souterraine de la tige émet des bourgeons, les plantes à tubercules et à bulbes (voir **figure 10**).

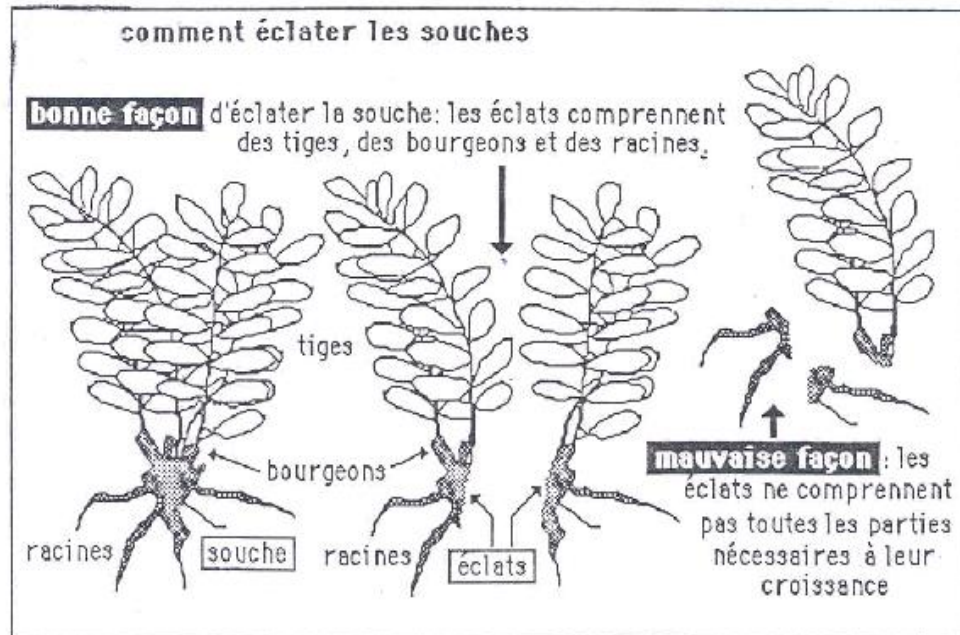


Figure 10 : Exemple de technique de division de souche

- La culture *in vitro*:

La culture *in vitro* est une opération biotechnologique consistant à obtenir des plantes filles complètes à partir de fragments spécialisés de la plante mère suite à leur séjour dans un milieu artificiel de culture bien approprié. De par sa complexité et son coût, elle n'est utilisée que si les autres modes ne conviennent pas pour une espèce donnée, surtout dans les cas de multiplication de plantes filles saines de certaines maladies (exemple: maladies virales).

* Technique de multiplication végétative du manguiier

Le greffage est le principal mode de multiplication végétative des manguiiers.

2.1.3 Production de jeunes plants de manguiiers

L'obtention de plantules de manguiiers, hormis le ramassage sous les arbres après la saison pluvieuse, est possibles selon les techniques suivantes:

- Semis dans des pots généralement en matière plastique;
- Semis en germe (en pleine terre).

Quelle que soit la technique adoptée, la levée est rapide quand les noyaux sont séchés à l'ombre pendant 24 heures et décortiqués (1 à 3 semaines après le semis contre 1 mois dans le cas contraire). Il est parfois utile de traiter les noyaux décortiqués avec un fongicide (25 g de formulation poudreuse pour 12 kg de Semences). Par ailleurs, le sol doit être riche en matière organique bien décomposée et indemne d'organismes nuisibles. L'emploi de terreau de bonne qualité est la solution idéale.

*** Semis dans des pots plastiques**

Cette technique est très pratique pour la production d'un nombre limité de plantules dans la mesure où le transport à courte distance et la plantation des plants greffés sont facilités. Elle a surtout l'avantage de garantir une reprise de végétation plus sûre et rapide. Elle consiste à semer les graines sans la coque dans des pots de 10 à 28 cm de diamètre sur 15 à 30 cm de profondeur remplis de terreau.

On sème 1 à 2 noyaux par pot de sorte que le creux est orienté vers le bas. Les pots ainsi constitués sont placés les uns à côté des autres en principe à l'ombre et arrosés chaque jour jusqu'à la levée des plantules. Ensuite, ils peuvent être transférés dans un endroit plus ou moins ensoleillé pour accélérer leur croissance. Après le greffage qui intervient lorsque la tige a deux cm de diamètre, les plants de 1 m de taille sont plantés en verger ou vendus.

*** Semis en germoir**

Le germoir est une parcelle de terre de dimensions variables selon le nombre de plantules à produire. Dans tous les cas, il est aménagé sous forme de planche dont le sol est remué et bien mélangé avec du terreau. Les noyaux décortiqués sont placés les uns à la suite des autres (les creux vers le bas et les pointes vers le haut) dans des sillons ou lignes de semis espacées de 10 cm et sont ensuite recouverts d'une couche de sable d'un cm d'épaisseur. Le respect des conditions ci-dessus indiquées se solde par l'obtention de plants droits et à racines pivotantes.

Après le semis, toute la surface du germoir est paillée. L'arrosage s'effectue 2 fois par jour (matin et soir) et doit être abondant (14 arrosoirs par germoir de 10 m²/jour). Dans ces conditions, la levée débute 10 jours après le semis pour les noyaux décortiqués contre 1 mois dans le cas des non décortiqués. Le transfert des plantules en pépinière de repiquage est possible 15 jours après le semis dans le premier cas. Pour ce faire, on opère de la manière suivante:

- Arroser abondamment les plantules pour faciliter leur arrachage;
- Trier les plantules en supprimant les pieds défectueux;
- Procéder à l'habillage (taille légère) des plantules et à leur pralinage (trempage des racines dans une solution d'eau et de fumier);
- Repiquer les plantules en pépinière selon un écartement de 30 cm sur les lignes et d'environ 1 m entre les lignes;
- Démarier à un plant/poquet pour les cas de polyembryonie en éliminant les plants les plus chétifs.

Après l'installation en pépinière, il faut entretenir les plantules en assurant l'irrigation complémentaire, le désherbage et la fumure minérale (surtout avec de l'urée). Le greffage et le transfert en verger se font dans les mêmes conditions que le semis dans les pots plastiques.

2.1.4 Travaux pour la plantation des arbres

Les deux opérations classiques à exécuter sont le piquetage au niveau de la parcelle et la trouaison.

* Le piquetage

Après les opérations de nettoyage et de préparation de la parcelle, vient le piquetage qui concrétise le début de l'implantation du verger. Il consiste d'abord à faire le tracé des lignes de plantation à partir des lignes de base (limites extrêmes de la parcelle) et ensuite à déterminer les lieux de plantation à l'aide de piquets. Les lignes de plantation peuvent être disposées selon les 3 modes (dispositifs) de plantation suivants (**figure 11**):

- en carré: 4 pieds d'arbres placés aux angles et formant un carré;
- en rectangle: 4 pieds d'arbres placés aux angles et formant un rectangle;
- en quinconce: 5 pieds d'arbres dont 4 aux angles et un au centre.

Les écartements de plantation c'est-à-dire entre deux lignes de plantation et sur une ligne de plantation dépendent de l'envergure non seulement de chaque spéculation, mais aussi des variétés au sein d'une espèce fruitière. Les plus couramment conseillés pour le manguiier sont les suivants:

- 8 m x 8 m pour les variétés à frondaison étroite (exemple: Amélie);
- 10 m x 10 m pour les variétés à frondaison moyenne ou normale (exemple: Brooks);
- 12 m x 12 m ou 12 m x 10 m pour les variétés à large frondaison (exemple: Keitt);
- exceptionnellement, 14 m x 12 m, voire 14 m x 14 m pour les variétés à très large frondaison (exemple: Keitt sur sol très profond et fertile).

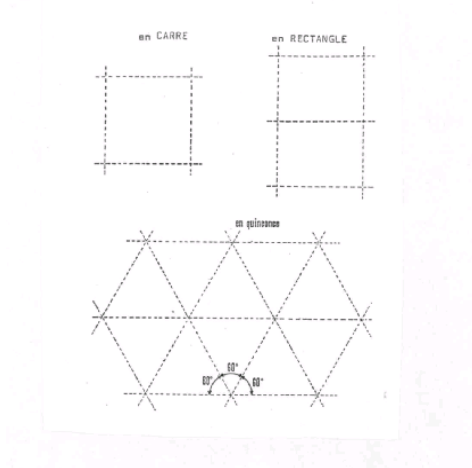


Figure 11 : Exemple de modes (dispositifs) de plantation des arbres (carré, rectangle, quinconce)

* La trouaison

Le piquetage s'achève par le marquage, aussi au moyen de piquets, des limites des trous de plantation à creuser. L'opération de creusement des trous de plantation des futurs arbres fruitiers est la trouaison. Elle est effectuée de préférence en début de saison des pluies, un certain temps avant la plantation des arbres (exemple: au moins un mois).

Le but de la trouaison est d'obtenir un milieu favorable au développement des jeunes plants à mettre en place après leur séjour en pépinière ou en germeoir. Elle consiste pour le manguier à creuser des trous d'au moins 80 cm x 80 cm x 80 cm de dimensions. La procédure à suivre est la suivante:

- faire un premier tas (voir **figure 12**) avec le sol prélevé au niveau des couches superficielles (les 20 à 30 premiers cm) de coloration généralement grisâtre ou foncée;
- faire un deuxième tas avec le sol des couches profondes de coloration souvent claire;
- laisser les trous ouverts pendant au moins une semaine pour assurer une bonne aération;
- boucher chaque trou de la manière ci-après:
 - mélanger de l'engrais de fond (exemple: 500 g de phosphate de Tilemsi) avec le tas de sol prélevé des couches profondes et introduire ce mélange en premier lieu dans le trou;
 - mélanger de l'engrais de fond (exemple: 500 g de phosphate de Tilemsi), 20 kg de fumier et un insecticide contre les termites (exemple: Fipronil) avec le tas de sol prélevé des couches superficielles et combler le reste du trou;

Remarque: un monticule de sol se forme le plus souvent suite au bouchage du trou de plantation, mais se tasse avec le temps.

- replacer le piquet de plantation au centre du trou.

2.1.5 Travaux de plantation des arbres et d'entretien du verger

Les différentes opérations sont la plantation des jeunes plants de manguiers, l'installation du réseau d'irrigation et la confection des cuvettes d'irrigation, le paillage des cuvettes d'irrigation, la fertilisation, le nettoyage de la parcelle, la taille des arbres et la protection phytosanitaire.

*** Plantation des arbres**

La taille recommandée d'un manguier greffé à la plantation est d'au moins un (1) mètre dont 50 à 60 cm pour le greffon (variété). Avant la plantation, on enlève les 2/3 des feuilles de la longueur de la partie du plant garnie en feuilles. Cette opération appelée taille des feuilles ou émondage permet une reprise rapide de végétation du jeune plant de manguier.

Si le verger est proche de la pépinière et que les plants ne sont pas dans des pots, ils doivent être enlevés et transportés avec de la motte de terre. Dans le cas où le lieu de transport des plants est loin, ceux-ci sont enlevés sans motte et subissent le pralinage qui consiste à enduire le système racinaire avec un mélange d'eau et de terre argileuse ou de bouse de vache plus ou moins fluide. Cette précaution est complétée en enveloppant les plants dans la paille afin de les conserver dans la fraîcheur.

La plantation est recommandée dans la première moitié de la saison des pluies et un mois après le bouchage des trous de plantation. Si du compost a été utilisé en remplacement de fumier non décomposé, la plantation peut intervenir aussitôt après le

bouchage des trous. En dehors de la saison des pluies, toute opération de plantation doit intervenir pendant une période fraîche dans le but de limiter la transpiration.

Pour planter un plant de manguiier, enlever le piquet de plantation placé après le bouchage du trou, faire un trou de 20 cm de profondeur sur 20 cm de diamètre au centre du trou bouché (voir **figure 12**), placer convenablement le plant dans le trou (ni trop bas, ni trop haut) et combler le trou en confectionnant une petite butte autour du plant. Après la plantation, confectionner une cuvette circulaire de 50 cm de rayon autour du plant en vue de l'irrigation (voir **figure 12**). Enfin, arroser immédiatement chaque plant avec 15 à 20 litres d'eau.

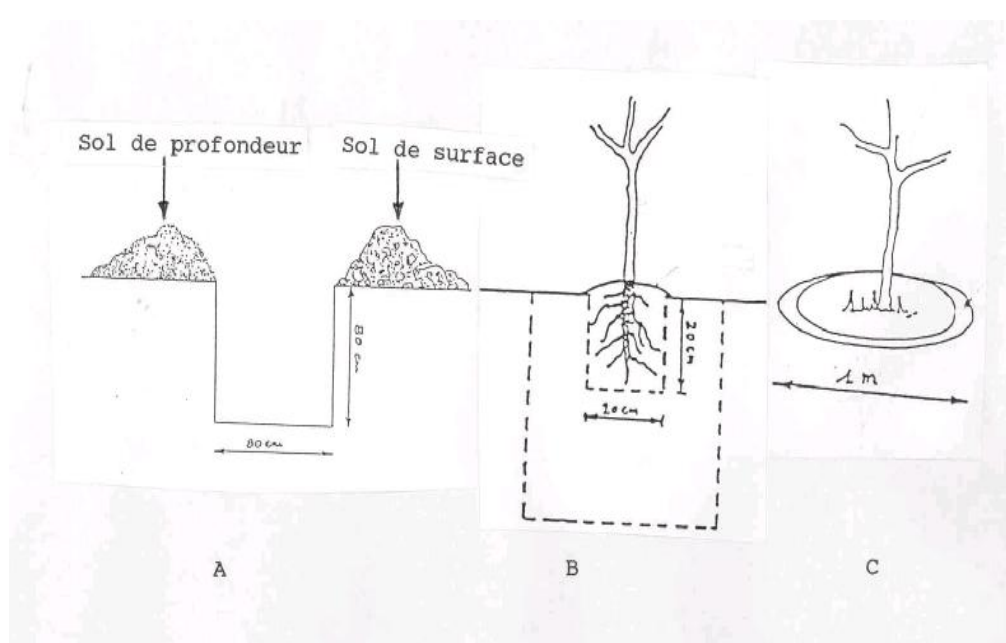


Figure 12: Représentation d'un trou de plantation après la trouaison (A), de la manière de planter un arbre (B) et de la manière de confectionner la cuvette d'irrigation (C)

* Irrigation

L'élément terminal du réseau d'irrigation est la cuvette, sauf dans le cas de l'irrigation par aspersion (pas recommandée quand les arbres commencent à fleurir). Le transport de l'eau de la source à la cuvette peut se faire avec un arrosoir, des tuyaux ou des canaux (voir cas de l'irrigation par gravité avec canaux en **figure 13**). Le diamètre de la cuvette est fonction de la frondaison du plant de manguiier, qui elle même augmente avec l'âge de l'arbre (voir **figure 14**). Sous climat à bonne pluviométrie, l'irrigation obligatoire des plants de manguiier s'étale sur les 3 premières années après leur plantation.

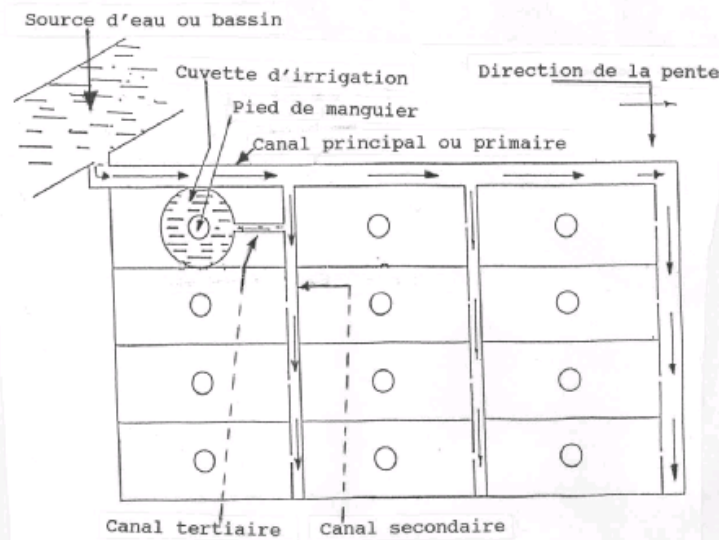


Figure 13 : Système d'irrigation par gravité

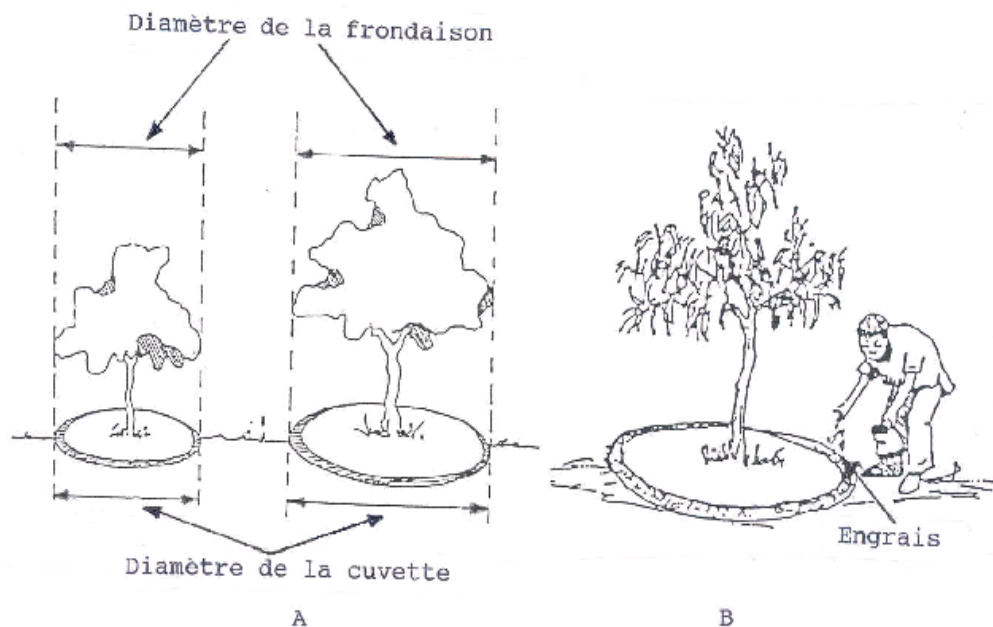


Figure 14: Procédure d'augmentation de la taille de la cuvette d'irrigation en fonction de la frondaison (l'âge) de l'arbre et procédure d'épandage de l'engrais dans la cuvette

En ce qui concerne les doses à apporter, le manguier a besoin de 1.000 m^3 (100 mm) d'eau/ha/mois si la nappe phréatique est à plus de 5 m de profondeur. On peut aussi apporter 50 mm d'eau/ha (500 m^3 d'eau/ha) tous les 15 jours durant les 3 premières années après la plantation. Le manguier supporte la sécheresse à partir de

l'âge de 4 ans, mais l'irrigation après cet âge contribue à l'augmentation du rendement. Sur le plan de la fréquence des irrigations, un autre scénario consiste à apporter une nappe d'eau de 5 à 9 cm de hauteur (épaisseur) 3 fois par semaine en première année de plantation, une fois par semaine un an après.

Le paillage des cuvettes pendant la saison sèche est conseillé pour réduire l'évaporation et pour étouffer les adventices. Pour ce faire, couvrir chaque cuvette avec une couche d'herbes grossières (couche de mulch) de 20 à 25 cm d'épaisseur. Le paillage ne concerne pas les quinze premiers centimètres autour du tronc (exemple: risque de d'attaques de termites et/ou de maladies fongiques).

* Fertilisation

Une fertilisation continue est conseillée durant toute la vie du manguier en système intensif d'exploitation. Le premier apport, en dehors de celui au moment de la plantation, intervient un an après et au démarrage de la saison des pluies. C'est ainsi que la première dose d'engrais est uniformément épanchée dans la cuvette d'irrigation de chaque arbre sans toucher le tronc (voir **figure 14**). Cette dose étant variable selon la nature des éléments fertilisants disponibles et le climat, il est évident que les quantités ci-dessous sont données à titre de propositions (**tableau 2**).

Tableau 2: Calendrier d'apport d'engrais minéraux au manguier en fonction de l'âge

Période d'épandage	Début saison pluvieuse			Fin saison pluvieuse
	Phosphate d'Ammoniaque(g)	Sulfate de Potassium(g)	Urée(g)	Urée(g)
Age des arbres				
1	217	300	33	100
2	434	600	66	200
3	651	900	99	300
4	862	1.200	132	400
5	1.085	1.500	165	500
6	1.302	1.800	198	600
7	1.519	2.100	231	700
8	1.736	2.400	234	800
9	1.953	2.700	297	900
10	2.170	3.000	330	1.000
Plus de 10	2.170	3.000	330	1.000

Source: INSAH, 1987

Exemple 2: Fertilisation en fonction des phases d'exploitation

- **Phase non productive (phase de croissance):** fumure azoto-potassique
- **Phase de production:** apport des éléments NPK selon le rapport 1-1-2

Soit 500 g d'engrais NPK 10-10-20/arbre/année d'âge jusqu'à 10 ans.

Exemple 3 : Fertilisation en fonction des phases d'exploitation

- Phase de croissance:

Les doses à apporter en début de saison des pluies par arbre et par année d'âge sont:

Fumier décomposé:	10 kg;
Sulfate d'ammoniaque:	200 g
Urée:	100 g;
Engrais NPK 15-15-15:	200 g.

Pour un arbre de 3 ans, on apporte par exemple:

Fumier décomposé:	30 kg;
Sulfate d'ammoniaque:	600 g;
Urée:	300 g;
Engrais NPK 15-15-15:	600 g.

- Phase de production:

Les doses à apporter annuellement par arbre et à partir de la première bonne production en plusieurs fois entre juin et octobre sont:

Fumier:	300 kg;
Sulfate d'ammoniaque:	2 kg;
Engrais NPK 6-24-18:	4 kg.

*** Désherbage de la parcelle**

Le désherbage est indispensable pendant les 4 premières années après la plantation. Il s'effectue chaque mois et concerne soit toute la parcelle, soit les alentours des arbres (cercle correspondant à la frondaison ou couronne de chaque arbre).

Le paillage de l'intérieur des cuvettes d'irrigation en saison sèche dans les régions sèches diminue la fréquence des travaux de désherbage. Un labour des espaces entre les arbres d'une ligne et entre les lignes de plantation est recommandé en fin de saison des pluies.

Durant les 2 à 4 premières années de plantation, la pratique de la culture associée est un moyen efficace non seulement pour assurer l'entretien régulier du verger, mais également de réduire les charges financières durant la phase non productrice (phase de croissance). Cependant, la culture associée aux manguiers (exemple: arachides en saison pluvieuse, cultures maraîchères en saison sèche, bananiers ou papayers en toute saison) ne doit pas constituer une source de concurrence sur le plan surtout de l'eau, des éléments nutritifs et de la lumière. A titre préventif, il est conseillé de laisser suffisamment d'espace entre les manguiers et la culture associée.

*** Taille des arbres**

Durant la vie du mangouier, les différents types de tailles ci-dessous doivent être pratiqués en système d'exploitation intensive:

- Taille de formation;
- Taille d'entretien;
- Taille de régénération.

- Taille de formation:

Elle permet l'obtention d'arbres vigoureux avec des branches fortes pouvant supporter plusieurs fruits. Elle commence à partir de la saison des pluies qui suit la plantation des arbres et s'exécute de la manière suivante:

- Première année: les branches à tailler sont coupées à un tiers (1/3) de leur longueur à partir du tronc ou de la branche principale (voir **figure 15**);
- Deuxième année: les ramifications des branches épargnées en première année sont coupées, sauf les deux meilleures;
- Troisième année: en début de saison pluvieuse, les ramifications des principales branches sont coupées comme en deuxième année en épargnant les 2 meilleures ramifications.

- Taille d'entretien:

Elle concerne les branches productrices seulement. Elle permet aux branches bénéficiaires d'avoir moins de feuillage et d'être par conséquent plus productrices suite à l'aération et l'éclairage produits. Elle consiste à couper les petites branches afin d'éviter la formation de chicots (rameaux morts) susceptibles de provoquer le déclin de l'arbre.

Pour ce faire, toutes les branches non productives sont coupées au-dessus de leurs points de ramification (voir **figure 16**). Une taille des branches supérieures (de la cime) est nécessaire lorsque la hauteur des arbres devient une contrainte à la récolte des fruits.

- Taille de régénération:

Elle est réalisée quand la récolte de mangues chute sérieusement (exemple: en raison de l'âge des arbres). Son but est donc de rajeunir les arbres. Elle consiste à couper toutes les grosses branches à 20 ou 30 cm, voire 1 à 2 m, de leurs points de ramification, sauf une seule branche qui assure le transport de la sève (voir **figure 16**). La taille de régénération s'effectue durant la courte période de repos qui suit la fin de la saison de récolte des mangues. Après une taille de régénération, la fructification redémarre progressivement en principe au bout de deux ans.

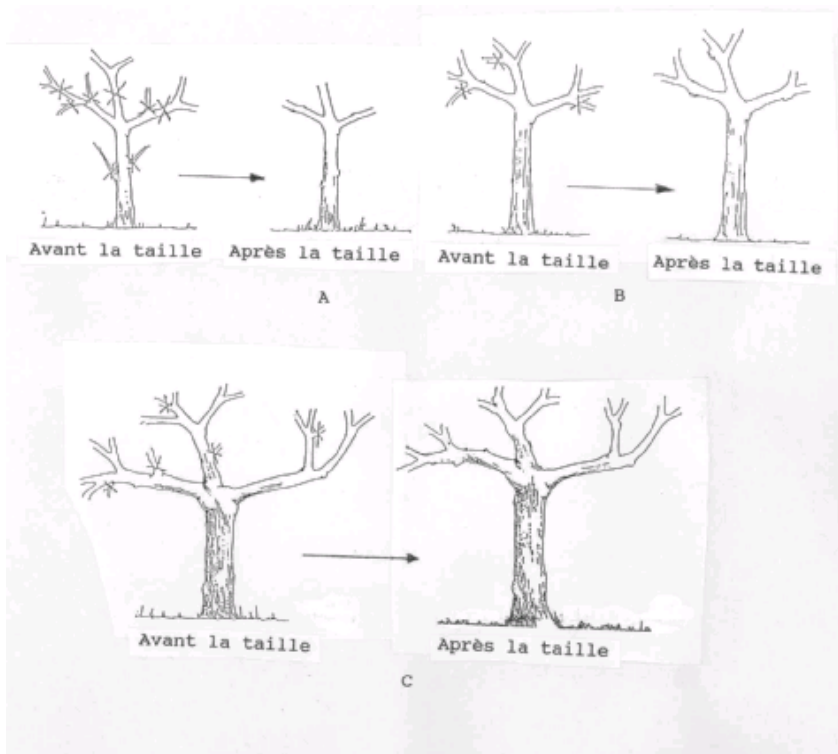


Figure 15: Procédure d'exécution de la taille de formation pendant les trois premières années (A, B, C) après la plantation

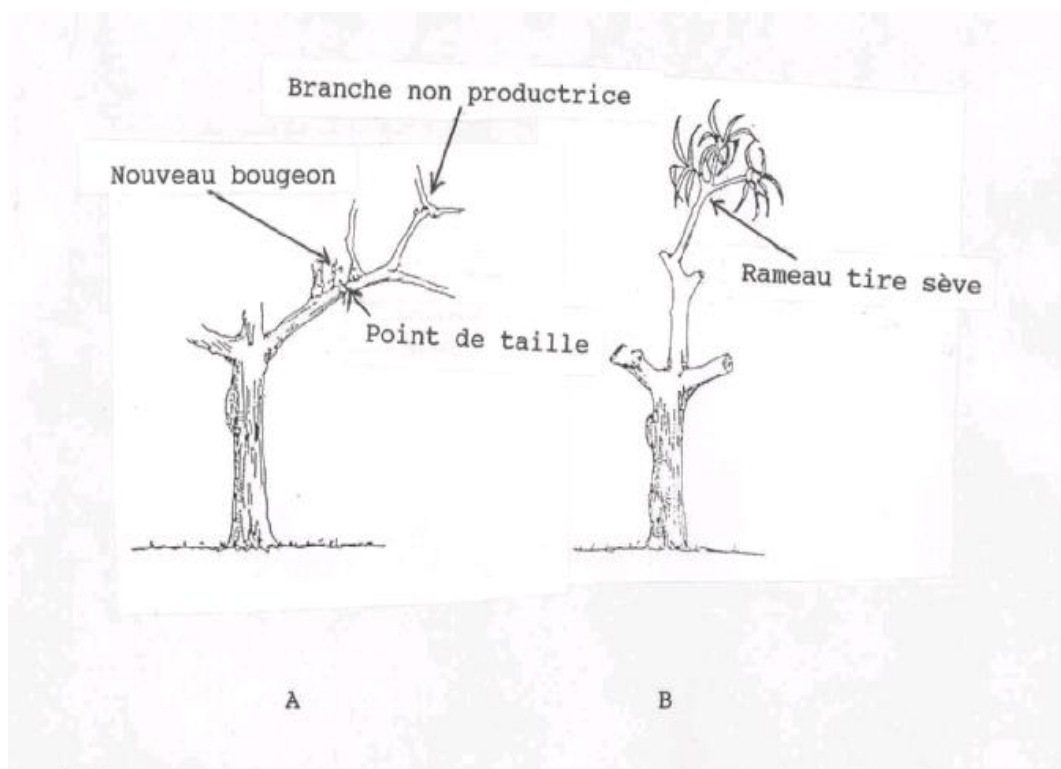


Figure 16 : Procédure d'exécution de la taille d'entretien (A) et de la taille de régénération (B)

Remarque:

La taille est une opération qui laisse, au niveau de l'arbre, des plaies constituant des voies potentielles de pénétration des organismes nuisibles. A titre préventif, il est conseillé de badigeonner ou d'enduire les plaies des branches dont le diamètre est supérieure à 3 cm avec un agent de dessiccation ou de désinfection (exemple: Flinkot, KB, Mastic ou Goudron pour plante, Pommade de cuivre). Ce travail est complété par l'enlèvement des branches coupées de la parcelle.

*** Protection phytosanitaire:**

Voir la partie consacrée à cet aspect.

2.1.6 Production de fruits et travaux de récolte

Selon les variétés et les régions de production, la floraison intervient dans le Sahel entre novembre et Février. Dans ces conditions, la période de récolte des mangues s'étale sur 2 à 5 mois à partir de Février ou mars pour les variétés précoces, normales (de saison) et semi-tardives. La pratique de la culture des variétés tardives en complément de ces 3 groupes, permet la prolongation de la production des mangues jusqu'à Août-Septembre dans certaines régions.

La première récolte importante intervient dans les meilleures conditions d'exploitation au bout de 4 à 6 ans pour les sujets greffés contre 6 à 7 ans pour les sujets francs (sujets de semis). En exploitation intensive, le rendement varie de 15 à 25 tonnes de mangues/ha (6 à 16 tonnes/ha en exploitation extensive) et la production s'étale sur plus de 40 ans. En effet, une variété améliorée peut produire entre 50 et 200 kg ou plus de mangues par arbre si elle est bien entretenue.

Le rapport pulpe-fruit doit être voisin de 70 à 80 % pour les variétés améliorées contre 60 à 75 % pour les variétés de semis. Un tuteurage est nécessaire pour les branches trop chargées afin d'éviter les cassures surtout par temps de vent fort. Il peut arriver que la production de mangues soit irrégulière selon une séquence d'un an sur deux. C'est le phénomène de l'alternance.

Les mangues sont cueillies et consommées localement lorsqu'elles passent du vert au jaune-rouge. Cependant, la récolte se fait aussitôt que la maturité physiologique est atteinte pour les mangues devant être vendues après une période de transport relativement longue (mangues d'exportation). Les mangues sont fragiles et doivent être récoltées avec précaution en évitant les chutes et l'exposition au soleil. La récolte se fait selon les deux manières suivantes:

*** Récolte avec les mains:**

Le récolteur grimpe à l'arbre muni d'un couteau et d'un sac. Il coupe les fruits au niveau des pédoncules et les introduit délicatement dans le sac. La récolte est possible avec les mains nues, mais il faut éviter la rupture des pédoncules au point d'insertion du fruit.

*** Récolte avec une gaule:**

La cueillette avec une gaule s'impose chaque fois que l'accès aux fruits est difficile par un facteur quelconque (hauteur importante des arbres, présence de fourmis

rouges ou *Oecophylla sp.*, etc..). La gaule idéale de cueillette pour les mangues à vendre est constituée d'une longue perche au bout de laquelle se trouve un filet accroché autour d'un cerceau muni d'une lame bien coupante (voir **figure 17**). Un tel dispositif permet, en effet, la récolte en douceur des mangues.

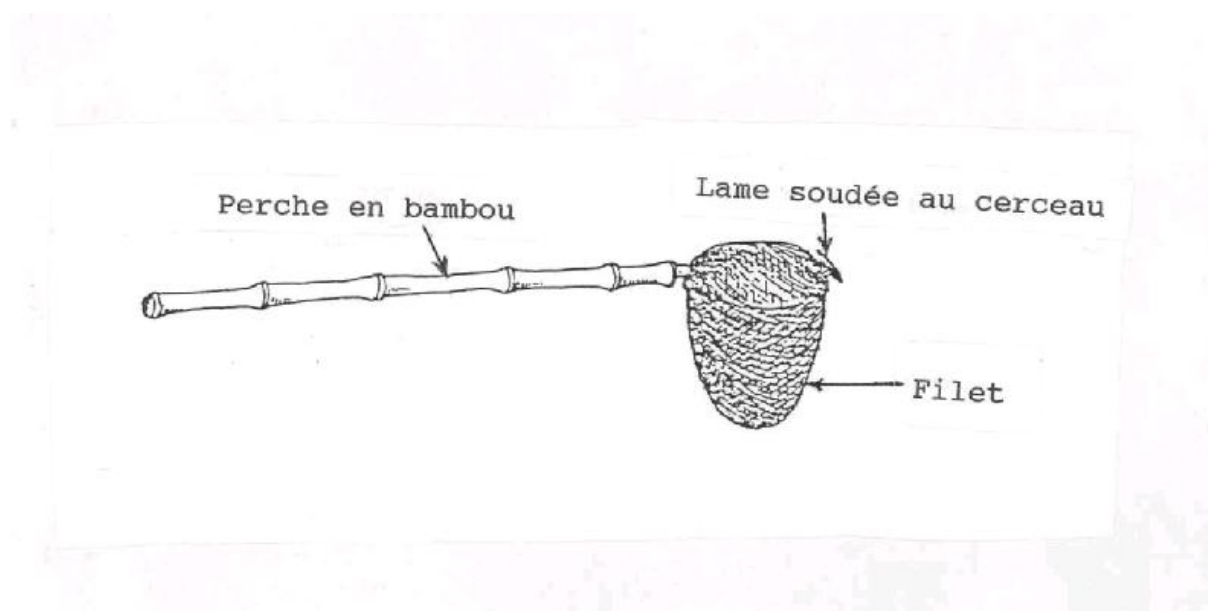


Figure 17 : Exemple de dispositif de récolte (gaule de cueillette) des fruits avec soins

Remarque: Après la récolte, les précautions suivantes sont recommandées pour les mangues d'exportation:

- éviter d'empiler les mangues;
- éviter la manipulation en vrac des fruits en assurant leur transport par petites quantités dans des cageots ou cartons à charger dans les véhicules;
- si nécessaire, faire un traitement à la chaleur pour prévenir l'anthraxose en plongeant les mangues pendant 5 minutes dans de l'eau à la température de 52 °c.

2.2 LES MALADIES DU MANGUIER

2.2.1 Algues parasites : *Cephaleuros virescens* Kze

Cette algue est fréquente dans les tropiques sur les feuilles et parfois les rameaux de plusieurs arbres : Caféier, Manguiers, Avocatier, Agrume, Goyavier, Corossolier, *Ficus*, etc. Parce qu'elle réduit la photosynthèse normale, elle réduit la vitalité des arbres. La maladie peut être dommageable dans de mauvaises conditions culturales et environnementales.

Symptômes

Elle se manifeste par l'apparition sur les limbes, généralement à la face supérieure de plaques arrondies, de 5 à 15 mm de diamètre, lisses ou pileuses minces, adhérentes, isolées ou quelquefois confluentes, à bords finement lobés ou radiés, de teinte jaune, orange, rouge orange, brun rouge. En vieillissant leur teinte vire au verdâtre, vert de gris ou gris fer.

Anatomie et cycle de développement

Les plaques sont formées du thalle de l'algue qui est sous-cuticulaire, agrégé en un stroma à structure radiaire, régulière, pseudoparenchymateuse. A maturité, le thalle émet deux sortes d'organes qui percent la cuticule (fig. 18) :

1) des poils dressés, stériles, simples, rigides, composés de 3 à 4 cellules, à extrémité obtuse, ils mesurent 150-200 μ de long x 12-14 μ de diamètre.

2) des poils fertiles, plus courts et plus larges, sporifères, terminés par une ampoule sphéroïde, séparée par une cloison, pourvue latéralement à sa périphérie de sporanges arrondis ou ovoïdes de 35 μ de diamètre, reliés à l'ampoule par un pédicelle trapu et fortement courbé. Les sporanges libèrent des zoospores pourvues de 2 cils latéraux divergents, qui tombent juste avant que la spore se fixe.

Epidémiologie et cycle de la maladie

Les stress de l'environnement tels que les mauvaises conditions pédologiques, les nombreuses et denses pousses augmentent la susceptibilité de l'hôte à la maladie. La sévérité de la maladie augmente sur les feuilles infestées par des acariens, insectes ou d'autres pathogènes foliaires. Un environnement humide dans le couvert végétal des arbres est favorable pour l'établissement et la propagation de l'algue. Les sporanges et les zoospores biflagellées sont dispersés par les éclaboussures d'eau et le vent. Les zoospores biflagellées sont les principaux propagules infectieux du pathogène. Le rôle des zoospores quadriflagellées n'a pas encore été élucidé.

Principes de lutte

La présence de l'algue en quantité réduite n'a aucun effet dépressif sur la feuille, tout au plus peut-on observer une faible réaction des tissus foliaires sous les plaques.

Par contre, si les plaques sont abondantes, elles couvrent une partie appréciable du limbe et peuvent réduire sensiblement l'activité chlorophyllienne, mais leur présence ne justifie pas très souvent de traitement. Le maintien de la vigueur des arbres par la fertilisation équilibrée et l'irrigation, élagage du couvert végétal et désherbage des plantations pour accroître la circulation de l'air et la pénétration des radiations solaires et en plantant large est la meilleure lutte possible.

Un bon contrôle des acariens, insectes et pathogènes foliaires peut également accroître la vitalité des arbres. Les infestations coriaces peuvent être éradiquées par pulvérisation avec du fentine acétate ou des produits à base de cuivre.

2.2.2 Maladie des taches noires du manguier *Xanthomonas axonopodis* pv. *mangiferaeindicae*

Distribution

La bactériose du manguier est présente partout où le manguier est cultivé. Elle est très dommageable pour les mangues destinées à l'exportation.

Symptômes

Les fruits, feuilles, rameaux et jeunes troncs sont susceptibles d'attaque. Les dégâts sur fruits sont les plus importants économiquement. Les lésions sur les feuilles, d'abord se présentent comme des spots anguleux, humides de 1 - 3 mm de diamètre et délimités par les nervures. Ces spots sont noirs et légèrement surélevés. Ils peuvent se réunir, par la suite et sécréter de la gomme en conditions d'humidité élevée. Les vieilles lésions deviennent gris clair, sèchent et craquellent.

Les lésions sur les tiges apparaissent comme des chancres noirs qui forment des craquelures longitudinales et aussi sécrètent de la gomme. Les lésions sur tiges sont rares chez les variétés tolérantes.

Les lésions sur fruits se présentent comme des halos humides autour des lenticelles ou des blessures et très rapidement deviennent proéminentes, noircissent et craquellent. Les lésions (1 - 15 mm de diamètre) sont de forme irrégulière, et peuvent atteindre 8 mm de profondeur dans la pulpe. Elles produisent souvent un exsudat gommeux et infectieux, qui souvent se réunissent pour former de plus grandes taches de forme irrégulière. Les fruits tombent particulièrement si les infections commencent par les jeunes fruits ou si les pédoncules des inflorescences sont infectés.

Epidémiologie

La bactérie vit environ un an comme épiphyte sur le phylloplan du manguier, puis les fortes concentrations en bactéries provoquent des lésions sur feuilles et rameaux. Les jeunes arbres semblent plus sensibles que les plus âgés, mais les jeunes feuilles sont résistantes à l'infection. Bien que les infections puissent se produire à travers les stomates, *X. c. pv mangiferaeindicae* est un parasite de blessures des feuilles matures. La susceptibilité des fruits s'accroît avec l'âge et les lenticelles et les blessures deviennent des sites d'infection propices.

Il existe une corrélation positive entre le nombre de lésions sur les feuilles et celles sur les fruits et entre la population de bactéries résidentes sur les jeunes fruits et la maladie qui se développe plus tard. La pluie est essentielle dans la redistribution de l'inoculum et si elle est accompagnée avec du vent, le développement de la maladie s'accroît suite aux nombreuses minuscules blessures causées.

La dissémination à longue distance du pathogène se produit à travers le matériel de propagation contaminé. La bactérie ne se transmet pas par la semence, toutefois des contaminations superficielles de la semence ont été observées. Bien que les insectes soient susceptibles de véhiculer la bactérie, cette interaction n'a pas été étudiée ou est mal connue.

L'agent causal survit quelques jours dans le sol et seulement quelques mois sur des débris végétaux dans le sol.

La bactérie attaque également certaines espèces cultivées et sauvages des anacardiées.

Principes de lutte

Il existe des cultivars avec des niveaux différents de résistance, mais la majorité de ceux qui sont cultivés au Sahel sont sensibles (tableau 3).

L'élagage des branches infectées réduit l'inoculum disponible pour l'infection des fruits. Il doit se faire tout juste avant le début de l'hivernage.

Le traitement des arbres avec des composés cuivriques au début de la floraison réduit les attaques sur fruits.

Les pulvérisations durant la saison des pluies peuvent combattre également la maladie. Le nombre de traitements requis dépendra des conditions environnementales, du niveau de sensibilité du cultivar et du début de la fructification. Aussi, les variétés précoces nécessiteront deux à trois traitements, tandis que chez les cultivars tardifs, sensibles des traitements toutes les deux semaines seront nécessaires pendant la saison pluvieuse. Des traitements supplémentaires durant la saison sèche contribueront à rendre plus efficace la lutte.

2.2.3 Dépérissement, Gommose : *Botryosphaeria* spp. et *Ceratocystis* spp

Stades anamorphes : *Fusicoccum*, *Botryodiplodia* et *Chalara*, *Chalaropsis*, *Thielaviopsis* respectivement

Importance et distribution

Le dépérissement est la maladie la plus importante du manguier au Sahel. Les dégâts sont très importants en Gambie, au Sénégal, au Burkina et au Niger. Pour ce dernier Pays la maladie a été décrite en 1980. Depuis, elle s'est largement répandue et constitue un danger capital pour la plantation des manguiers. Dans la région de Gaya près de 30 % des arbres sont morts ou en train de mourir. Plus de 50 % de plants affectés sont observés dans des pépinières au Sénégal.

Au Niger et en Gambie une prospection menée en 1999 et 2000 indique la prévalence de *Ceratocystis* spp. dans les échantillons en provenance du Niger (94 %) et celle de *Botryosphaeria* dans les échantillons collectés en Gambie (présent dans tous les échantillons).

Symptômes

Différents stades de cette maladie peuvent être observés sur manguier qui vont de la première apparition des symptômes jusqu'à la mort du sujet.

Ce sont les jeunes plants de pépinière, qui se montrent les plus sensibles; En effet, des nécroses des extrémités des feuilles sont très courantes, l'écorce devient marron violacé, plissée et les bouquets foliaires flétrissent et se dessèchent en devenant marron ou roux et en s'enroulant vers le haut. Les racines et collets sont aussi envahis par le parasite; Le cortex marron à brun s'en va très facilement sous la pression du doigt et se craquelle; à l'intérieur, les tissus périphériques montrent des

zones marron puis noires, tandis que le bois est injecté de traînées marron puis brun et noir. Les plants meurent rapidement.

C'est au début de la saison sèche, pendant ou peu après les récoltes, que les premiers symptômes au niveau des branches se manifestent ou que l'attaque sur des arbres déjà infectés progresse. La maladie se développe ensuite pendant 3 à 4 mois, atteint des parties de plus en plus importantes de l'arbre pour s'arrêter au mois d'août ou septembre. La croissance de nombreuses pousses après l'arrêt du développement de la maladie donne l'impression d'un rétablissement.

Le premier stade visible de la maladie est un flétrissement des feuilles à l'extrémité d'un rameau qui est souvent si rapide que les feuilles, en se desséchant, gardent leur couleur verte. Ce flétrissement progresse de façon continue pour atteindre le rameau entier. Les feuilles mortes demeurent fixées à la branche.

Le prochain stade observé n'apparaît souvent que dans la deuxième année après les premiers symptômes, lorsque plusieurs branches présentent le flétrissement progressif qui aboutit au dessèchement partiel voire total de l'arbre. Le tronc n'étant pas encore totalement détruit, il peut être observé dans certains cas, la formation de pousse à sa base. Le stade final est la mort de l'arbre.

En dehors du flétrissement, d'autres symptômes sont caractéristiques de la maladie : sur des rameaux, l'écorce des parties atteintes est rétrécie et est d'une couleur noir violacé. Cette zone rétrécie correspond à l'intérieur à des nécroses brun foncé. Sur les branches et les troncs, l'écorce au-dessus de telles nécroses - est craquelée, présentant parfois des fissures bien profondes. C'est à ce niveau qu'on peut observer l'exsudation d'un liquide gluant et clair de couleur brunâtre, la gomme.

Agent causal

Botryosphaeria se caractérise par un très grand polymorphisme, une grande variabilité morphologique et culturale. En raison de son polymorphisme, elle a été décrite sous des noms différents :

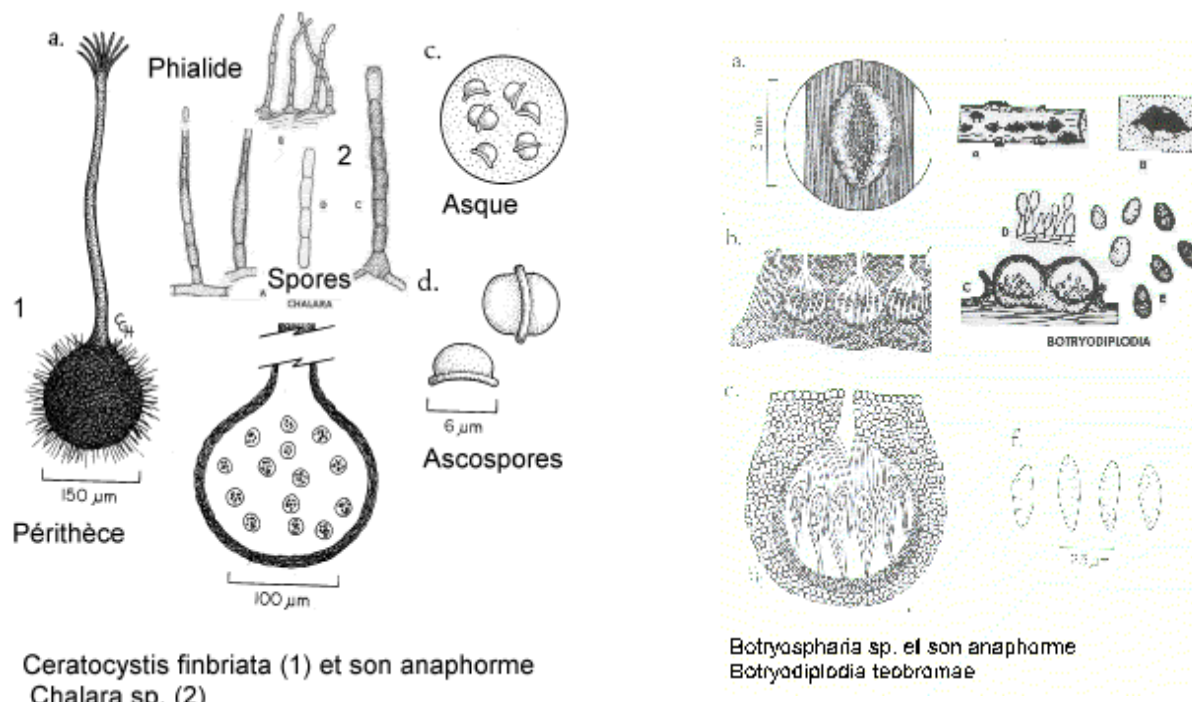
Botryosphaeria forme dans un milieu de culture des périthèces immergés. Ceux-ci sont de couleur noir, généralement multiloculés, ostiolés avec un col court, agrégés et saillants à travers les tissus de l'hôte. Ils contiennent de nombreuses pseudoparaphyses filamenteuses. *B. rhodine* (anamorphe *Botryodiplodia theobromae*) est une espèce associée au dépérissement de plusieurs plantes. D'autres stades anamorphes de *Botryosphaeria* sont *Lasiodiplodia*, *Dothiorella* (*Dothiorella mangiferae*), *Fusicoccum*, *Hendersonula* et de *Macrophoma*.

La taxonomie de *Dothiorella* est très embrouillée, cependant la majorité des taxinomistes considère qu'il est synonyme de *Fusicoccum* Corda.

Les principaux hôtes sont les suivants : Cacaoyer, Hévéa, Caféier, Kolatier, Canne à sucre, Maïs, Tabac, Citrus, Manguier etc.

Ceratocystis forme des périthèces libres ou agrégés, superficiels ou immergés dans le substrat, ostiolés ou non. Le col est souvent très long quand il est présent. Les ascospores sont hyalines, unicellulaires, de forme variable selon l'espèce (incurvées, lunaires, réniforme ou en forme de chapeau). *Ceratocystis*

fimbriata (anam. *Chalara* sp. est responsable de la pourriture noire de la patate



douce et d'autres cultures.

Fig. 18. Morphologie de la forme parfaite et imparfaite de *Ceratocystis* et *Botryosphaeria*

Epidémiologie

En règle générale, *Botryosphaeria ribis* est considéré comme un parasite de faiblesse, il envahit des arbres chétifs ou affaiblis par un déséquilibre hydrique, minéral, organique ou le parasitisme d'insectes. Toutefois, du fait que les symptômes de dépérissement n'apparaissent qu'après une longue période d'incubation (5 - 10 mois), l'infection et le développement de la maladie sont souvent liés aux conditions environnementales vécues durant cette période.

Cependant, dans certains cas, il se révèle comme un parasite très dangereux notamment sur les jeunes arbres en pépinière. Il est capable de parasiter aussi bien les jeunes rameaux que les collets et même les racines.

B. ribis envahit le système vasculaire des manguiers. Des études histopathologiques des tissus symptomatiques montrent la production de tyloses dans les vaisseaux du xylème, la formation d'inclusions noires et la présence d'hyphes du champignon. Cette découverte suggère que l'infection de *B. ribis* conduit à la disjonction des éléments xylémiens avec comme conséquence la réduction du transport de l'eau et des minéraux.

Sa sporulation abondante lui permet une dissémination rapide et la paroi épaisse des spores lui confère une bonne longévité.

Sa pénétration dans les tissus est facilitée par les blessures naturelles ou artificielles.

Principes de lutte

Pépinière

- * Variétés résistantes : Certains cultivars semblent être plus résistants que d'autres en conditions naturelles
- * Ne pas installer une pépinière dans un sol lourd, asphyxiant, gorgé d'eau, hydromorphe, salé, impossible à irriguer; les meilleures terres sont sableuses, situées près d'un point d'eau, abritées du vent, ombragées et cultivées en manguier, situées sur une butte ou légèrement en pente, mais jamais dans un bas - fond;
- * Choisir les semences sur des arbres et dans des fruits sains et les désinfecter au besoin au thirame, captane, etc.; Préparer le sol en l'ameublissant, le fumant au besoin, et en le désinfectant absolument; la pratique généralement admise car la plus rationnelle consiste à semer le plus de graines possibles sur une étendue restreinte, mais très bien préparée et désinfectée soit au formol soit au méthylthiocarbamate; les graines sont placées côte à côte en lignes, à peine enfoncées dans le sol, de cette façon, on peut suivre la germination, éliminer les graines défectueuses et ne garder que les plantules fortes et bien développées, la lutte chimique est facilitée par la faible superficie à traiter.
- * Arroser par irrigation entre les rangs dans des rigoles de façon que l'eau ne stagne pas autour des collets très sensibles, il faut éviter l'aspersion qui mouille les feuilles et les écorces facilitant la pénétration des parasites dans les tissus jeunes.
- * Les eaux d'irrigation doivent être exemptes de sels et les arrosages se font tôt le matin ou le soir afin que le soleil ne brûle pas les feuilles et les jeunes écorces à travers les gouttes d'eau.
- * Biner dès la sortie des germes afin de supprimer les herbes qui créent un microclimat humide favorable au *Botryosphaeria*;
- * Traiter régulièrement contre les insectes et entre autres contre les cochenilles;
- * Lorsque des flétrissements à *Botryosphaeria* se manifestent, il faut arracher les plants malades et pulvériser une solution d'oxychlorure de cuivre sur toute la pépinière
- * Faire la première greffe le plus haut possible de façon que les suivantes, si elles ne prennent pas, se situent en dessous de la première plaie qui sera supprimée lors du rabattage du porte-greffe. Les blessures sur la partie basse du tronc sont très favorables au *Botryosphaeria* et autres parasites de blessure.

Plantation

- Planter dans des sols où les manguiers pourront se développer facilement; éliminer les sols de bas fonds, inondables, salés;
- Apporter régulièrement une fumure minérale équilibrée, en veillant à éviter les carences et une fumure organique qui contribue à augmenter les réserves en eau du sol

- Irriguer régulièrement pendant la saison sèche et limiter les pertes en eau en couvrant le sol sous les arbres avec un paillis;
- Une taille doit être effectuée dès l'apparition des premiers symptômes de façon que toute partie malade (coloration à l'intérieur du bois) soit débarrassée des parties saines de l'arbre. Un abattage s'impose pour les manguiers ayant perdus une partie de leur feuillage (50 % et plus). Si le tronc ne présente pas de symptômes internes, il doit être abattu à environ 1 m du sol. Les nouvelles pousses qui peuvent apparaître sur le tronc, permettront un surgreffage.
- Tout bois coupé doit être brûlé dans les meilleurs délais;
- Ne pas réutiliser les emplacements des arbres morts pour de nouvelles plantations

2.2.4 Anthracnose *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.

Stade télémorphes *Glomerella cingulata*

Distribution et importance

L'antracnose est rencontrée dans toutes les zones de production de mangue du monde et est prévalante dans les régions à forte pluviométrie et humidité. Des dégâts considérables sont causés sur panicule, fruits et feuilles. Les fruits peuvent être infectés à n'importe quel moment de leur développement. Les sévères infections provoquent des avortements et des abscissions, mais les pertes de post-récoltes les plus importantes surviennent au moment de la maturation des fruits.

Symptômes

L'antracnose attaque surtout les jeunes feuilles, les panicules florales et les fruits. Toutefois dans les cas extrêmes, elle cause la mort des sommités (stem dieback).

Sur feuilles, d'abord apparaissent de petites taches arrondies, brun foncé, puis irrégulières et de dimension supérieure à 1 cm après coalescence. Le centre des taches peut dessécher et se déchirer laissant la feuille criblée. Les jeunes feuilles criblées voient leur croissance arrêter et tombent. Les taches d'antracnose ne sont pas non plus surélevées ou noires que celles dues à *X. c. pv. mangiferaeindicae*.

Sur rameaux le champignon cause des nécroses des extrémités, provoquant le dessèchement des bourgeons et des feuilles.

Sur fleurs, les dégâts sont en général graves puisqu'ils consistent en un noircissement et dessèchement des pédoncules et la chute des fleurs (coulture) ou des inflorescences. Les premiers symptômes sont de minuscules taches noires.

Les fruits attaqués présentent des taches noires sur la peau sous lesquelles la pulpe brunit et pourrit à l'approche de la maturité. Sur les fruits verts peuvent se développer de minuscules taches brunes, qui généralement ne s'agrandissent qu'après la récolte. Les lésions peuvent se former partout sur les fruits, mais une

figure en forme de larme qui s'étend du pédoncule vers l'extrémité du fruit s'observe couramment. Ces lésions peuvent être couvertes par les propagules du champignon.

Les lésions sur les fruits sont initialement superficielles, ne dépassant pas en profondeur plus de 5 mm dans la pulpe que si une grande partie de la surface fructicole est couverte par les taches.

Epidémiologie

Le rôle du stade télémorphe dans le cycle de vie du champignon est inconnu. Le pathogène produit des conidies sur les rameaux et feuilles morts et sur d'autres tissus hôtes. Elles sont dispersées par le vent via les éclaboussures d'eau et peuvent infecter toutes les parties végétatives des arbres, bien que les inflorescences et les fruits soient plus vulnérables. Les infections nécessitent la présence d'eau libre. Bien que des symptômes puissent apparaître très tôt après infection, des infections latentes sont courantes et des manifestations extérieures ne sont visibles qu'après des mois. Ainsi, des fruits qui apparaissent saines au moment de la récolte peuvent développer de sévères symptômes en mûrissant. Les attaques d'antracnose sont favorisées par les blessures de l'épiderme des différents organes des arbres, ainsi que les fortes humidités.

Principes de contrôle

Quoi que certains cultivars possèdent un niveau de résistance à l'antracnose satisfaisant, la majorité des variétés bien appréciées sont sensible (tableau 3).

Des mesures de contrôle sont indispensables pour la production de mangues destinées à la commercialisation.

Plusieurs fongicides systémiques et non systémiques sont efficaces pour le contrôle de la maladie, mais le moment et la fréquence des traitements sont critiques. Les besoins de contrôle sont plus pressants au cours de la floraison et du développement des fruits. Des applications de fongicide tout juste avant et après le début de la floraison augmentent le nombre de fruits formés. Des applications supplémentaires réduisent le nombre de fruits infectés à la pré- et post-récolte.

Un système de prévision et d'avertissement basé sur la température et l'humidité des feuilles a été développé en Australie pour identifier les périodes critiques pour l'application des fongicides.

Bien qu'un bon programme de contrôle de la maladie au champ, puisse aider à contrôler l'antracnose de post - récolte, des mesures additionnelles de contrôle sont généralement nécessaires après la récolte, particulièrement si les fruits sont maintenus en stockage ou transportés sur de longue distance. La mesure de protection la plus courante appliquée après récolte est l'immersion des fruits dans de l'eau chaude et/ou dans fongicides. La température de l'eau et la durée de l'immersion sont critiques par rapport au traitement à l'eau chaude. Les cultivars varient quant à leur tolérance à l'eau chaude, mais généralement les traitements ne doivent pas dépasser 55° C pendant 5 min. Quand l'eau chaude est combinée avec des traitements fongicides (bénomyl, imazalil), la température de l'eau doit être réduite jusqu'à 52-53 °C. Le trempage des fruits dans des fongicides froids est

également utilisé, mais ce traitement est moins efficace. Toutefois, des fongicides efficaces contre l'antracnose peuvent ne pas l'être contre d'autres agents de pourriture des fruits.

Tableau 3 : Réaction des fruits de différents cultivars de manguiers à l'antracnose et à la bactériose

Cultivar	Antracnose	Bactériose
Mangue ordinaire	-	-
Amélie/Gouverneur		
Lippens		
Spingfels		
Glazier		
Brooks		
Kent	HS	HS
Keit	MR	S
Smith		
Zill	S	S
Ruby		
Irwin	HS	S
Valencia		
Palmer	S	S
Miami late		
Divine		
Sensation		
EarlyGold	MR	R
Hadens	S	HS
Améliorée du Cameroun		

2.3 INSECTES ET ACARIENS NUISIBLES AU MANGUIER

2.3.1 Introduction

Le manguiier *Mangifera indica L.* est une anacardiacee d'origine indo-brimane cultivée pour ses fruits qui sont des drupes.

Il est facilement adapté au climat des régions tropicales d'Afrique (température du mois le plus froid 15°C) et s'est surtout bien développé en Afrique occidentale dans la région semi-aride où la courte saison des pluies (3-5 mois) alterne avec la longue saison sèche (7-9 mois).

Une pluviométrie supérieure à 1500 mm/an est préjudiciable à la production de mangues à cause des nombreux problèmes phytosanitaires qu'elle crée. Le manguiier est un arbre de 15 à 25 mètres de hauteur, peu exigeant en sol à condition que celui-ci ne soit pas trop humide. L'espèce connaît de nombreuses variétés parmi lesquelles on peut mentionner : Ceylan, Irwin, Kent, Lippens, Palmer Rubq, Zill, Julie, Amelie, Peter, Divine, Brooks, Spingfels, Keitt, etc...

Les périodes de production varient en fonction des zones mais la pointe se situe généralement en Mars-Avril. Ces périodes se situent dans l'intervalle compris entre les mois de février et août.

Les manguiers sont attaqués par nombreux ravageurs parmi lesquels on peut citer les singes, les chauves-souris, les oiseaux, les insectes, les acariens, etc.

2.3.2 Principales espèces nuisibles : Inventaire et dégâts

La faune entomologique du manguiier renferme des espèces polyphages susceptibles d'attaquer d'autres cultures et des espèces ayant une préférence pour cet arbre (tableau 4).

Sur les jeunes plantes dans les pépinières il faut craindre les attaques de vers blancs, de criquets et de termites.

Tableau 4: Inventaire et dégâts des principales espèces d'acariens et insectes

ESPECES NUISIBLES		DEGATS
<u>ACARIENS</u>	ACARI	<u>Feuilles, fruits, rameaux</u> Décolorations (jaune, brun, gris), galles, déformations, chute des feuilles.
COLEOPTERES Vers blancs <i>Heteroligus spp.</i>	COLEOPTERA Scarabaeidae	Collet et jeunes racines Tiges des jeunes plants rongés en dessous du niveau des sols. Racines secondaires superficielles détruites.
<u>Cétoines</u> <i>Pachnoda consentanea</i> <i>Pachnoda cordata tigris</i> <i>Rhabdotis sobrina</i>	Cetoninae	<u>Fleurs</u> : inflorescences Perianthe (enveloppe florale), étamines et pistils rongés Fleurs détruites, sépales et pétales dévorés.
<u>Foreurs</u> <i>Xylosandrus compactus</i>	Scolytidae	Tronc Présence de petits trous cylindriques d'où suinte la sciure et la sève L'arbre peut mourir.
HOMOPTERES <u>Cochenilles</u> <i>Coccus viridis</i> <i>Lepidosaphes beckii</i> <i>Aonidiella orientalis</i> <i>Diaspis anomonii</i> Var <i>mangifera</i> <i>Planococcus citri</i> <i>Rastrococcus invadens</i>	HOMOPTERA Coccidae Coccidae Diaspididae Diaspididae Pseudococcidae Pseudococcidae	<u>Rameaux, feuilles, fruits, bourgeons</u> : Organes recouverts d'un revêtement cireux de boucliers. Plante affaiblie. Les organes atteints dépérissent. Présence souvent de miellat envahi par la fumagine qui réduit l'assimilation chlorophyllienne. Ralentissement de la croissance de la plante.

<u>Mouches blanches</u> Aleurocanthus mangiferae	Aleyrodidae	<u>Feuilles, fruits</u> : piqûres – sucions Affaiblissement de la plante Feuilles et fruits recouverts de miellat envahi de fumagine.
<u>Pucerons</u> <i>Toxoptera aurantii</i>	Aphididae	Feuilles, pousses Organes recouverts de pucerons, feuilles crispées, enroulées en spirale ouverte.
PUNAISES Helopeltis schoutedeni Anoplocnemis curvipes	HETEROPTERA Miridae Coreidae	Rameaux, feuilles, fruits Décoloration (brun cerclé de noir), lignification, lésions des fruits, branches à extrémités tordues et défoliées.
THRIPS Scirtothrips aurantii	THYSANOPTERA Thripidae	Jeunes pousses, fruits, fleurs Face inférieure des feuilles et des organes décolorés, flétris Croissance.
DIPTERES <u>Mouches des fruits</u> <i>Ceratitis capitata</i> <i>Ceratitis cosyra</i> <i>Ceratitis rosa</i> <i>Pardalaspis spp.</i> <i>Dacus spp.</i>	DIPTERA Tephritidae Tephritidae Tephritidae Tephritidae Tephritidae Tephritidae	<u>Fruits</u> : portent des points bruns décolorés, sites de pontes décolorés, fruits ramollis. Le fruit pourrit et tombe. Fruits contenant des larves. La chair du fruit brunit de plus en plus. Présence de lésions nécrotiques sur la peau des fruits.
<u>Cécidomyies</u> <i>Procontarinia matteiana</i> <i>Erosomyia mangifera</i>	Cecidomyiidae	Feuilles et jeunes pousses Feuilles portant des galles, se dessèchent.
		<u>Feuilles et bourgeons floraux</u> : présence de petits boutons proéminents, stérilisation et destruction.
FOURMIS Oecophylla longinoda Oecophylla smaragdina	HYMENOPTERA Formicidae Formicidae	<u>Feuilles</u> : feuilles enroulées desséchées, protection de cochenilles et de pucerons. <u>Feuilles flétries</u> , desséchées, élevage de cochenilles.

ORTHOPTERES	ORTHOPTERA	Jeunes plants, feuilles, pousses
<u>Criquets</u>		Organes rongés ou souvent dévorés surtout sur jeunes plants.
<i>Schistocerca gregaria</i>	Acrididae	<u>Défoliation</u> feuilles à limbe principalement dévoré.
<i>Zonocerus variegatus</i>	Pyrgomorphidae	
<i>Divers sauteriaux</i>		
<u>Courtilières</u>		<u>Système racinaire et tigelles</u>
<i>Gryllotalpa africana</i>	Gryllotalpida	Jeunes racines sectionnées Tigelles déchiquetées.
<u>Divers grillons</u>		Système racinaire et tigelles
<i>Gryllus bimaculatus</i>	Gryllidae	Collet et racines coupés surtout sur jeunes plants.
TERMITES	ISOPTERA	Système racinaire, jeunes tiges
<i>Microtermes spp.</i>		Tronc, galeries dans le jeune tronc et les racines coupées.

2.3.3 Les mouches des fruits

Les mouches des fruits comptent parmi les principaux nuisibles du manguier.

Les femelles de ces Diptères Tephritidae (Trypetidae) pondent leurs œufs dans les fruits en prématuration physiologique.

A l'éclosion les asticots se nourrissent de la pulpe du fruit qui se décolore, se tuméfie, se ramollit et peut tomber dans certains cas. La plante peut parfois réagir et continuer la maturation du fruit.

Dans tous les cas d'attaque, le fruit est déprécié.

Les pullulations sont préjudiciables à la production fruitière et sans traitement les pertes peuvent atteindre 80 à 90%.

Le seuil de tolérance (Telemans, 1996) est estimé à 25 mouches par piégeages hebdomadaires (les pièges sont préparées avec un hydrolysate de protéines additionné de pesticides (Fenthion, Malathion ou Diméthoate).

Les principales espèces rencontrées sur les manguiers en région sahélienne sont :

- Ceratitis capitata* WIED
- Ceratitis cosyra* WIL.
- Ceratitis rosa* (syn. *Pterandus rosa*)
- Pardalaspis* sp.
- Dacus* sp.

C. cosyra est une espèce assez bien répandue dans presque tout le sahel où elle infeste les plantations.

Elle semble être le principal ravageur des mangues au Burkina Faso (Lafleur in Sahel IPM n°4, 1995).

Selon le même auteur, 75% des mangues de la variété Amelie peuvent être endommagés.

La mouche méditerranéenne des fruits (*C. capitata*) est sans doute la plus distribuée dans les régions tropicales et subtropicales de culture du manguier.

Ceratitis capitata (Wied) « La mouche méditerranéenne des fruits »

1. Position systématique

Ordre : Diptera
Famille : Tephritidae
Sous-famille : Trypetinae

2. Description

2.1. L'adulte

Cette mouche mesure 4 à 5 mm de long. Sa tête est jaune, avec une bande brun clair et de longues soies noires entre les yeux verts. Les antennes sont brunes.

- Le thorax est gris argenté parsemé de plusieurs tâches noires. Les ailes sont larges, translucides avec quelques petites tâches noires sur le tiers basal, trois bandes orangées dont deux transversales et une longitudinale.

* L'abdomen est jaunâtre, transversé de deux bandes grises et recouvert de nombreuses soies.

2.2. La larve

L'asticot est crème et mesure 7 à 8 mm de long.

3. Bioécologie

Cette mouche est très sensible aux basses températures. Les températures inférieures à 10°C sont défavorables à cette espèce qu'on rencontre partout en Afrique tropicale.

Les imagos ne s'accouplent pas à des températures inférieures à 16°C. Les jeunes imagos après leur émergence doivent se nourrir pendant 2 à 4 jours de protéines pour la maturation de leurs organes sexuels internes.

La ponte suit l'accouplement et débute une semaine après l'émergence imaginaire. La femelle dépose ses œufs à l'intérieur du fruit (sous l'épiderme) au moment de sa maturation, à raison de 6 à 10 œufs par ponte. La ponte peut durer plusieurs semaines. Une femelle peut déposer 300 à 400 œufs dans sa vie.

Les œufs sont déposés sur les fruits bien exposés (phototropisme positif) et dont la couleur vire du vert au jaune (fruit en voie de mûrissement). L'incubation dure 2 à 5 jours et la vie larvaire 3 semaines à 27°C.

Les œufs portent des micro-organismes symbiotiques de la mouche qui font pourrir la chair du fruit dont les larves se nourrissent.

Le développement larvaire se fait dans le fruit tandis que la pupaison se déroule dans le sol à une profondeur de 5 à 10 cm.

Les fruits en putréfaction tombent et les larves vont se nymphoser en terre durant une période variant de 5 à 35 jours selon la température du milieu ambiant.

Le cycle biologique dure 20 jours à 27°C et 65 jours à 16°C.

C. capitata est une espèce polyvoltine (plusieurs générations annuelles).

L'espèce assure sa dissémination par des vols. En outre les échanges commerciaux non contrôlés facilitent les passages des frontières par les fruits contenant les œufs ou les asticots.

4. Plantes-hôtes

La mouche méditerranéenne des fruits est polyphage s'attaquant à nombreuses cultures maraîchères dont les arbres fruitiers (manguiers, papayer, agrumes...) et les cultures maraîchères.

5. Dégâts

Sur les fruits on observe des points de décoloration correspondant aux emplacements des pontes. Ces points s'étendent en tâches brunâtres sombres. Puis la chair du fruit pourrit. Les fruits tombent avant maturation et sont inconsommables.

6. Moyens de lutte

- Ramassage et destruction des fruits atteints contenant encore les asticots.
- Favoriser le développement de l'ennemi naturel *Opius sp.* hyménoptère Braconidae.
- Eviter la culture de variétés servant d'hôtes permanents.
- Pièges jaunes à eau savonneuse.
- Jus de fruits (hydrolysats de protéines) empoisonnés.
- Lâcher de mâles stérilisés.
- Dès les premiers symptômes d'attaque, utiliser le Diméthoate, le Malathion, le Trichlorphon ou le Tétrachlorvinphos dans une solution sucrée.

L'utilisation de ces produits n'est pas conseillée en période de récolte.

7. Ennemis naturels

Les Hyménoptères braconidae *Opius humilis* et *Opius tryoni* sont des parasitoïdes de la cératite.

2.3.4 Les cochenilles

Ordre : Homoptère
super-famille : Coccoidea

1. Introduction

Les cochenilles ou coccides sont de petits à très petits insectes (0,5 à 5 mm) dont les mâles seuls sont ailés et morphologiquement bien formés.

Nombreuses espèces de cochenilles sont phytophages et sont de ce fait d'importants ravageurs des cultures.

Les cochenilles femelles et larves piquent les organes de leurs hôtes dont elles sucent le suc cellulaire ou la sève.

Les cochenilles produisent un exudat cireux ou laqué dont la forme, la consistance et la couleur sont utilisées dans leur systématique. (cochenilles farineuses, cochenilles brunes, cochenilles virgules etc...). Les cochenilles de la famille des coccidae ont un véritable bouclier protecteur dure, les pseudococcidae ont une sécrétion farineuse, laineuse ou filamenteuse. Les Diaspididae ont un bouclier vitreux ou nacré mais rugueux.

Les cochenilles vivent en colonies souvent très denses sur les bourgeons, les jeunes feuilles, les rameaux et les jeunes fruits. Par la forte ponction de sève qu'elles effectuent aux dépens de leurs hôtes, elles provoquent des dommages qui se manifestent par un dépérissement des organes atteints, un ralentissement du développement et un affaiblissement de la plante. Les fortes pullulations entraînent les pertes de feuilles, fleurs et jeunes fruits.

Certaines cochenilles, à la manière des Aphides (Pucerons) et des Aleurodes sécrètent un miellat sucré qui peut être exploité par les fourmis ou envahi par la fumagine dont le développement est préjudiciable à la photosynthèse.

2. Principales espèces nuisibles au manguiier

Nombreuses espèces de cochenilles vivent aux dépens du manguiier. Ce sont généralement des espèces polyphages s'attaquant à d'autres cultures. Parmi celles qui attaquent le manguiier les plus importantes sont :

<i>Aonidiella spp.</i>		Homoptera - Diaspididae
<i>Aspidiotus destructor</i>	- Pou du cocotier	Homoptera - Diaspididae
<i>Aspidiotus nerii</i>	- Cochenille du laurier-rose	Homoptera - Diaspididae
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	- Pou rouge des oranges	Homoptera -
Diaspididae		
<i>Diaspis anomonii var mangifera</i>	- Cochenille manguiier	Homoptera - Diaspididae
<i>Parlatoria crypta</i>	- Cochenille blanche	Homoptera - Diaspididae
<i>Pinnaspis strachani</i>		Homoptera - Diaspididae
<i>Coccus viridis</i>	- Cochenille verte	Homoptera - Coccidae
<i>Lepidosaphes beckii</i>	- Coch.virgule des oranges	Homoptera - Coccidae
<i>Planococcus citri</i>	- Coch.farineuse de l'oranger	Homoptera-Pseudococcidae
<i>Rastrococcus invadens</i>		Homoptera-Pseudococcidae

3. Méthodes de lutte

- Les mesures préventives consistent au bon entretien du verger et en l'utilisation de matériel végétal sain.
- Il faut offrir aux nombreux ennemis naturels des cochenilles (Coléoptères Coccinellidae, les Hyménoptères Aphelinidae et Encyrtidae, les Neuroptères du genre chrysopa...) en évitant l'utilisation de pesticides de synthèse. On pourrait alors préconiser l'utilisation des

huiles de pétrole d'été qui asphyxie les cochenilles tout en préservant leurs ennemis naturels.

Exemples d'ennemis naturels

Coléoptères coccinellidae

Cheilomenes vicina Mulsant

Hyperapsis senegalensis Mulsant

Exochomus flavipes Thunberg

Chilocerus spp.

Hyménoptères

Encyrtidae *Leptomastix longipennis* Mercet

Aphelinidae *Coccophagus africanus* Risbec

- On peut également procéder à l'émondage au niveau des rameaux les plus envahis et incinérer les déchets.
- L'utilisation des pesticides chimiques de synthèse doit être le dernier recours.

Les produits suivants peuvent être utilisés : Carbaryl, Azinphos, Diméthoate + huile de pétrole, de Métidathion en lutte chimique.

Planococcus citri (RISSO)

Synonyme : *Pseudococcus citri*

Cochenille farineuse de l'oranger

1. Position systématique

Ordre : Homoptera

Famille : Pseudococcidae

2. Description

2.1. Les mâles

Les mâles mesurent à peine un (1) mm de long. Ils sont de couleur jaune à violet pâle. La tête bien différenciée porte une paire d'antennes relativement longues et munies de soies.

Le thorax porte une paire d'ailes membraneuses, transparentes et une paire de balanciers vestiges de la paire d'ailes métathoraciques. Il porte également 3 paires de pattes très poilues.

L'abdomen bien segmenté est terminé par une paire de longs appendices cireux et blancs.

2.2. Les femelles

Les femelles de couleur jaune à orange, mesurent environ 4 mm de long. Elles sont de forme ovale et sont protégées par une sécrétion glandulaire, poudreuse, blanche. La tête est fusionnée au thorax.

Les antennes et les pattes sont bien développées mais les ailes sont absentes.

3. Bioécologie

P. citri est une cochenille des régions subtropicales et tropicales. Elle se développe facilement dans les régions méditerranéennes.

La reproduction est essentiellement sexuée, les femelles sont ovipares. Une femelle peut pondre 50 à 600 œufs.

La femelle sécrète un sac cireux ou ovisac, formé de filaments et dans lequel elle dépose ses œufs jaunâtres.

Avant l'accouplement et la ponte la femelle se déplace sur de courtes distances. Avant de pondre elle se fixe sur la plante-hôte en s'abritant.

La ponte peut s'étaler sur plusieurs semaines.

L'incubation dure 3 à 10 jours voire plus selon que la température est élevée ou faible.

Sur les rameaux, bourgeons, feuilles, fleurs et fruits de la plante-hôte, on peut trouver dans la colonie des individus femelles entrain de pondre, quelques rares mâles adultes, des larves à des stades variés de développement comprenant nombreux mâles.

L'espèce est polyvoltine et homodyname (nombre de générations augmente avec la saison sèche favorable au développement, 3 à 10 générations successives par an). Le cycle de développement dure 4 à 5 semaines.

4. Plantes-hôtes

En plus du manguier *P. citri* s'attaque aux agrumes, au bananier, au papayer, cacaoyer, caféier, etc... c'est une cochenille très polyphage.

5. Dégâts

Lors des infestations sévères, les piqûres et sucions de cette cochenille ralentissent la croissance des jeunes plantes, affaiblissent les arbres âgés, provoquant dans certains la chute des fleurs, des fruits qui sont souvent souillés s'ils ne tombent.

Très nuisible, cette cochenille sécrète souvent un miellat sur les feuilles de l'hôte et qui peut être envahi par la fumagine.

6. Moyens de lutte

Les ennemis naturels de cette cochenille que sont les Coléoptères Coccinellidae, les Hyménoptères Encyrtidae, les Neuroptères Chrysopidae jouent un important rôle de régulation des populations de ce nuisible.

Il y a donc avantage à favoriser le développement de ces auxiliaires en évitant l'utilisation des pesticides de synthèse.

Par ailleurs dans nombreux pays développés organismes auxiliaires sont commercialisés sous forme d'entomophages et utilisés comme moyens biologiques de lutte contre cette cochenille.

Exemple

- *Leptomastix dactylopii* : les femelles de cet hyménoptère parasite pondent leurs œufs dans les cochenilles.
- *Cryptolaemus montrouzieri* : c'est un coléoptère coccinellidae qui peut consommer en moyenne 62 larves de cochenilles par semaine pendant les 28 jours que dure le cycle de développement à 28°C.

L'élimination des mauvaises herbes, des rameaux et organes infestés et leur incinération d'une part, l'arrosage et la fumure équilibrée d'autre part offrent à l'arbre une vigueur lui permettant de mieux résister aux attaques de la cochenille.

La lutte chimique si elle s'avère indispensable doit être sélective, ciblée de manière à épargner si possible les ennemis naturels de la cochenille qui d'ailleurs sont très sensibles aux insecticides tels que : Carbaryl, Diméthoate...

2.3.5 Autres arthropodes nuisibles

- *Pachnoda consentanea* : Coléoptère - Scarabaeidae

Ce gros coléoptère de couleur jaune-brun uniforme, à élytres et pronotum à bordure jaune-brillant est très vorace.

Il s'attaque aux jeunes feuilles, aux bourgeons, aux fleurs et fruits qu'il dévore. Il se nourrit souvent de pulpe en pratiquant un trou dans le fruit.

Les pullulations sont rares et le ramassage manuel suffit à lutter contre cet insecte.

- *Pachnoda cordata tigris* : c'est un coléoptère scarabaeidae ressemblant à *P. consentanea* mais il est un peu plus petit, de teint mate, le pronotum et les élytres tachetés de noir et de rouge.

Il occasionne les mêmes dégâts que *P. consentanea*.

Le niveau de ses populations ne nécessite presque jamais une intervention chimique.

- *Rhabdotis sobrina* : Cette cétoine provoque les mêmes types de dégâts que *P. consentanea* et *P. cordata tigris* mais semble préférer attaquer les inflorescences.

L'effectif de ses populations n'atteint jamais le seuil d'intervention.

- *Scirtothrips aurantii* : Thysanoptère Thripidae

Ce minuscule insecte de 0,7 à 1 mm de long, translucide, à ailes frangées vit en colonie sur le manguier. Il pique et suce les feuilles, les fleurs, les boutons floraux et les fruits. Les organes piqués portent des petites taches de décoloration. Les piqûres provoquent des déformations foliaires, des chutes de fleurs et le ralentissement de la croissance des jeunes plants.

Les fortes pullulations sont combattues par l'utilisation de pyréthrinoides.

- *Procontarinia matteiana* Diptère cécidomyiidae

Les cécidomyies sont de très petites mouches dont les femelles de certaines espèces phytophages pondent leurs œufs sur les différents organes de leurs hôtes.

Le dépôt des œufs ou la pénétration des larves dans les tissus végétaux provoque des réactions se manifestant par la formation de galles protectrices des larves.

Ces galles ou cécidies le plus souvent proéminentes constituent des loges dans lesquelles les larves s'abritent tout en continuant à se développer.

Les parties attaquées ne peuvent plus effectuer normalement la photosynthèse. Les feuilles qui portent de nombreuses galles se dessèchent et tombent.

Il faut éliminer très tôt les feuilles attaquées et les brûler avant que les larves ne sortent pour la pupaison dans le sol.

- *Toxoptera aurantii* : Homoptère - Aphididae

Le puceron noir de l'oranger, de couleur brun-noir mesure environ 2 mm vit surtout sur les feuilles et les jeunes pousses.

Les feuilles attaquées portent à leur face inférieure de nombreux pucerons. Ces feuilles se crispent et finissent par s'enrouler. Des fois, ces feuilles se gaufrent le long de leur nervure principale.

Les conditions climatiques défavorables (températures égales ou supérieures à 30°C ou égales ou inférieures à 15°C) sont préjudiciables au développement de ce puceron.

Par ailleurs, *P. aurantii* connaît de très nombreux ennemis naturels qui sont capables de contrôler les populations.

3 L'ANACARDIER

3.1 ECOLOGIE, IMPORTANCE ET TECHNIQUES DE CULTURE

3.1.1 Origine et distribution géographique

Origine

L'anacardier ou pommier cajou (parfois pomme d'acajou) provient du Brésil et des Caraïbes.

Distribution géographique

L'anacardier est largement cultivé de nos jours dans toutes les tropiques, surtout en Afrique Orientale et Occidentale, à Madagascar et aux Indes. Il a été décrit en Afrique pour la première fois par André THEVET en 1558.

Taxonomie

L'anacardier est classé comme suit dans le règne végétal:

- Embranchement: Phanérogame Angiosperme;
- Classe: Dicotylédone;
- Famille: Anacardiaceae (*Anacardiaceae*);
- Genre: *Anacardium*;
- Espèce: *Anacardium occidentale* L.

3.1.2 Importance économique, nutritionnelle et environnementale

L'anacardier de par les produits qu'il génère (bois et fruits) et son rôle dans la conservation des sols est une plante intéressante.

Importance économique

L'anacardier est planté pour plusieurs raisons. Il est, en effet, utilisé non seulement pour produire du bois (menuiserie, chauffage), mais aussi pour ses fruits qui servent à plusieurs usages. Trois types de produits sont tirés des fruits parmi lesquels 2 ont une importance économique non négligeable. Il s'agit de:

- l'amande de la noix de cajou (vrai fruit) vendue pour la consommation;
- le baume de cajou extrait de la coque de la noix de cajou qui est une résine phénolique utilisée dans la fabrication des éléments de friction (pour freins et embrayages), des caoutchoucs et revêtements spéciaux, des isolants, des matières plastiques, etc.. Cette substance possède aussi des propriétés médicales, insecticides et imperméabilisantes.

Les **tableaux 4 et 5** donnent respectivement à titre indicatif la production d'anacarde en 1985 et les principaux pays producteurs.

Tableau 4: Production d'anacarde en 1985

CONTINENTS	PRODUCTION (en tonnes)
Amérique du Nord et Centrale	3.144
Amérique du Sud	115.000
Asie	180.000
Afrique	138.000
Total mondial	437.000

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'agronome)

Tableau 5: Classement des principaux pays producteurs en 1985

RANGS	PAYS	PRODUCTION (en tonnes)
1	Inde	160.000
2	Brésil	115.000
3	Tanzanie	45.000
4	Nigéria	37.000
5	Mozambique	25.000

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'agronome) ; Légende: * = données non officielles

Importance nutritionnelle

L'anacardier produit un fruit composé en deux parties, la pomme cajou ou faux fruit et la noix de cajou ou vrai fruit (**figure 19**). En effet, la pomme cajou n'est en réalité que le pédoncule devenu charnu comme un fruit. Elle est juteuse, sucrée et légèrement parfumée, acide et très riche en vitamine C. Elle est consommée directement ou après séchage, transformation en jus, confiture, compote, vinaigre ou en alcool (boissons fermentées).

La noix de cajou renferme une amande comestible aussi directement ou suite à l'incorporation à diverses préparations industrielles comme les friandises de cocktail, le chocolat, le nougat, les pâtisseries, les biscuits, les crèmes glacées. Elle sert également à la fabrication de beurre.

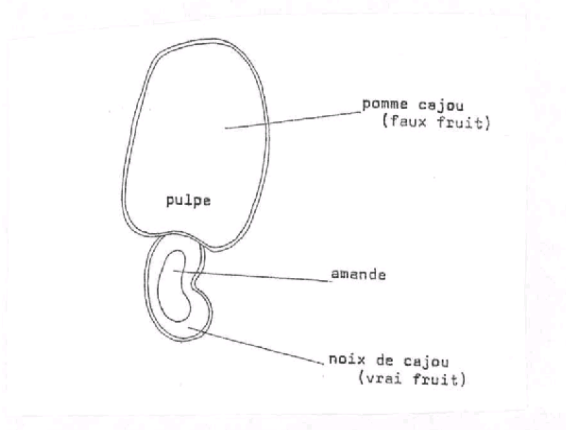


Figure 19: Schéma représentatif du fruit composé de l'anacardier (faux fruit = pomme cajou et vrai fruit = noix de cajou)

Les jeunes feuilles et rameaux cuits sont consommés après incorporation dans divers mets. Contrairement à ce que l'on peut penser, l'anacardier, en raison surtout de son amande, a une grande valeur alimentaire comme le montrent les données ci-dessous.

* Pomme cajou:

- Eau: 85 - 90 %;
- Glucides: 7 - 13 %;
- Lipides: 0,7 - 0,9 %;
- Sels minéraux: 0,2 %;
- Vitamines: C surtout et d'autres.

*** Amande:**

- Eau: 5,5 %;
- Glucides: 26,0 %;
- Lipides: 45,0 %;
- Sels minéraux 2,5 %;
- Vitamines: A, B1, B6, PP, E.

Importance environnementale

L'anacardier, de par sa rusticité, son port souvent dense et étalé, est un arbuste utilisé pour le reboisement, notamment pour arrêter les mouvements du sable. Son bois est aussi utilisé dans la menuiserie et comme bois de chauffe. Le baume de cajou et la gomme du tronc ont respectivement des propriétés insecticides et insectifuges. Enfin, les feuilles, les racines, l'écorce et le jus de la pomme de l'anacardier ont des usages en pharmacopée.

3.1.3 Biologie et écologie

Biologie

L'anacardier est un arbre pouvant atteindre 15 m. Il possède une racine pivotante qui pénètre à de grandes profondeurs. Les racines latérales sont très développées et s'étendent loin. Le feuillage, généralement bas et en couronne hémisphérique, est dense, persistant et vert foncé. Les jeunes feuilles sont rougeâtres ou vert clair. Elles sont ovales, entières épaisses, glabres, brillantes et mesurent 10 à 20 cm de long sur 10 cm de large. La plante fleurit 2 à 3 ans après la plantation, mais la pleine floraison intervient vers 7 ans. Les fleurs, de petite taille, sont verdâtres ou rouge violacé et en touffes denses. Le cycle de végétation est de 20 à 30 ans. L'arbre devenu vieux exsude de la gomme et ne produit plus de fruits.

Le fruit comprend deux parties qui sont le vrai fruit ou noix de cajou et le faux fruit ou pomme cajou (pédoncule devenu charnu). Le faux fruit se forme 30 à 35 jours après le début de la formation de la noix. La pomme cajou pèse entre 50 et 55 g contre 5 à 6 g pour la noix de cajou.

Ecologie

Les principaux facteurs dont dépend l'établissement de l'anacardier dans un milieu sont la température, l'eau et le sol.

*** Climat:**

- **Température:** l'anacardier résiste aux fortes chaleurs (exemple: cas de la zone soudano-guinéenne), mais est sensible aux baisses de températures. Pour cette raison, on le rencontre souvent à une altitude inférieure à 500 m, parfois jusqu'à 1.000 m en situations privilégiées et chaudes.

- **Eau:** l'anacardier a besoin entre 500 et 4.000 mm de pluies par an. En exploitation fruitière, il exige au minimum 800 mm/an avec une saison sèche de 4 mois.

*** Sol:**

L'anacardier accepte des sols variés, mais toujours bien drainés. Il préfère les sols sableux.

Ressources génétiques

La littérature consultée ne parle pas de variétés ou de cultivars comme dans le cas des fruitiers précédents.

3.1.4 Mode de propagation et de multiplication

Le semis de graines (noix de cajou) directement en verger ou dans des paniers et pots en polyéthylène est la règle. Cependant, le greffage (exemple: par écussonnage), le marcottage et le bouturage de branches aoûtées (non vertes de 1 an) peuvent être pratiqués. Avec le greffage la fructification démarre à 2 ans.

3.1.5 Itinéraire technique

Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

*** Critères de choix de la parcelle:**

Le choix de la parcelle peut se faire comme dans le cas des agrumes en intégrant les aspects spécifiques à l'anacardier (exemple: pousse sur éboulis et gravier si les racines peuvent s'y faufiler, pousse sur dunes côtières).

*** Travaux préliminaires d'aménagement:**

Les travaux préliminaires sont le défrichage en cas de besoin, le déssouchage, le ramassage des végétaux et cailloux et le nivellement.

Choix des variétés

Voir la partie 2.6.5.

Production de jeunes plants

*** Travaux pour le semis direct en verger:**

Comme dans le cas du bananier, un défoncement à 80 cm peut être effectué après la préparation de la parcelle pour faciliter les mouvement des racines.

Pour semer, la procédure est la suivante:

- Trier les noix à semer après la récolte en les trempant dans de l'eau (les mauvaise graines flottent);
- Tremper si possible les bonnes graines dans l'eau pendant 2 jours pour activer la germination;
- Semer les graines à raison de 2 à 3/poquet à 10 cm de profondeur avec la partie apicale vers le haut.

La germination survient 2 à 3 semaines après le semis.

*** Travaux pour le semis en pots**

Dans ce cas, la récolte, le tri et le semis se font comme précédemment. La plantation survient lorsque les plants ont 8 à 10 mois. Le semis en germe est possible, mais il faut enlever les plants plus jeunes pour faciliter cette opération. Dans les deux cas, les plants peuvent être plantés avec les mêmes normes (exemple: taille du trou principal et du secondaire) que ceux du manguier.

Travaux pour la plantation des arbres

*** Piquetage**

Plusieurs écartements peuvent être adoptés que ce soit le semis direct en verger ou la plantation de jeunes plants. A titre d'exemple, on peut donner ceux ci-dessous.

- 8 m x 8 m en culture associée avec des cultures vivrières ou même parfois 6 m x 6 m et 13 m x 13 m:

- de 8 m x 8 m à 15 m x 15 m en culture fruitière. Il est possible de semer au départ à 5 m x 5 m et d'éclaircir en deux étapes pour utiliser le bois éliminé. On éclaircit en quinconce la première fois (un arbre sur 2 sur chaque ligne, en alternance) pour avoir un écartement de 10 m x 5 m, puis on éclaircit une ligne sur 2 pour obtenir 10 m x 10 m.

*** Trouaison:**

Des trous de 60 cm x 60 cm x 60 cm comme dans le cas du bananier sont suffisants.

Travaux de plantation des arbres et d'entretien du verger

*** Plantation des arbres**

La procédure de plantation peut être celle réservée aux plants de manguier.

*** Irrigation:**

Elle dépend du mode d'exploitation de l'anacardier. Elle est recommandée dans les zones sèches en exploitation intensive au moins pendant les premières années.

*** Fertilisation:**

L'anacardier est rustique, mais répond bien à la fertilisation. En plantation industrielle, on recommande la pratique suivante:

- Fumure organique: 20 kg par trou de plantation;

- Fumure minérale: 300 g d'engrais NPK 11-22-16 par an et par arbre pendant au moins les 2 premières années.

*** Désherbage de la parcelle:**

Les travaux de désherbage sont indispensables au moins la première année.

*** Protection phytosanitaire:**

Voir la partie consacrée à cet aspect.

Production de fruits et travaux de récolte

La fructification commence 2 à 4 ans après le semis ou la plantation. La récolte des fruits se fait soit au niveau des arbres, soit après leur chute à la maturité. Dans ce cas, des filets peuvent être placés sous les arbres pour éviter leur nettoyage après le ramassage. La pomme fraîche qui est difficile à conserver est directement consommée ou séchée. La noix peut être consommée localement ou exportée. Les rendements suivants peuvent être obtenus:

*** Noix de cajou:**

Production après	5 ans d'âge:	150 kg/ha;
" "	10 " "	500 kg/ha;
" "	15 " " :	800 à 1.000 kg/ha;
" " 20 " " :		1.500 à 2.000 kg/ha (10 kg/arbre)

*** Pomme cajou:**

A 20 ans, la production est de 15 à 20 tonnes/ha (2.000 fruits/arbre).

3.2 INSECTES ET ACARIENS NUISIBLES A L'ANACARDIER

3.2.1 Introduction

L'anacardier *Anacardium occidentale* ou pommier-cajou est un arbre d'origine sud américaine, planté pour ses fruits (à usage alimentaire et industriel) et son bois.

La pomme cajou est un faux fruit car il ne provient pas de la transformation de l'ovaire mais du pédoncule devenu charnu et ayant accumulé sucre, vitamines, lipides, sels minéraux etc. L'amande contient également des glucides, des sels minéraux, vitamines etc.

En outre l'anacardier est une essence utilisée en agroforesterie dans la conservation des sols et le reboisement. Son bois est travaillé en menuiserie, et certains de ses organes (racines, feuilles, écorces...) sont exploités en médecine et pharmacopée traditionnelle.

3.2.2 Principales espèces nuisibles

L'anacardier est peu attaqué par les insectes et acariens. Les espèces nuisibles ne lui sont pas inféodées.

Sauf des attaques sur les jeunes plantes et les fortes pullulations sont généralement dommageables.

Au fur et à mesure que l'arbre grandit, il devient de plus en plus résistant aux attaques de certains insectes polyphages qui en fait se développent aux dépens d'autres plantes-hôtes diverses.

Inventaire et dégâts

ESPECES		DEGATS
MOUCHES BLANCHES	HOMOPTERA	<u>Feuilles et jeunes pousses</u> : piqûre succion de la face inférieure des organes. Plantes affaiblies. Feuilles et fruits couverts de miellat envahi par la fumagine.
<i>Aleurocanthus woglumi</i>	Aleyrodidae	
PUCERONS	HOMOPTERA	<u>Feuilles et bourgeons</u> : sécrétion et colonies à la face inférieure des feuilles, tiges et bourgeons qui sont crispés, recroquevillés. Croissance ralentie.
<i>Toxoptera aurantii</i>	Aphididae	
PUNAISES	HETEROPTERA	<u>Ponctions et injections de salive toxique</u> : Affaiblissement de la plante, décoloration des organes attaqués (brun) sur les feuilles, noire sur les fruits, feuilles et rameaux nécrosés.
<i>Helopeltis anacardii</i>	Miridae	
<i>Helopeltis oppuisi</i>	Miridae	
<i>Leptocorisa apicalis</i>	Coreidae	<u>Ponctions</u> : plante affaiblie, jeunes rameaux flétris. Extrémité du feuillage grisâtre. Attaques sur jeunes organes.
<i>Leptocorisa sp.</i>	Coreidae	
CHENILLES	LEPIDOPTERA	<u>Défoliation</u> : Le limbe foliaire est brouté jusqu'au niveau des nervures. Feuilles enroulées, broutées à l'intérieur.
<i>Eutelia sp.</i>	Noctuidae	
<i>Nudaurelia dione</i>	Saturniidae	
<i>Sylepta sp ;</i>	Pyralidae	
CRIQUETS	ORTHOPTERA	<u>Feuilles, bourgeons et rameaux</u> dévorés. Défoliation, feuilles broutées.
<i>Zonocerus variegatus</i>	Pyrgomorphidae	
<i>Schistocerca gregaria</i>	Acrididae	
TERMITES	ISOPTERA	Base du <u>tronc</u> , <u>collet</u> et <u>racines</u> rongés, plantes flétries.
<i>Pseudacanthotermes militaris</i>		

Etude de quelques espèces d'importance économique

3.2.3 *Helopeltis* spp.

Nom usuel : Punaise

1. Position systématique

Ordre : Heteroptera

Famille : Miridae ou Capsidae

Principales espèces : *Helopeltis anacardii* ; *H. schoutedeni* ; *H. poppinsi* ; *H. antonii*

2. Description

Les Helopeltis sont des punaises fusiformes de taille moyenne mesurant de 7 à 9 mm de long et 2 mm de large chez l'adulte.

La face dorsale est marquée par l'écusson portant une épine d'environ 2 mm de long, dressée et légèrement incurvée.

Les antennes et les pattes sont longues, grêles.

La coloration générale est variable du brun au rouge, voire à l'orange même au jaune.

Les ailes sont foncées et portent des motifs caractéristiques.

Les larves ressemblent aux adultes mais sont aptères.

3. Bioécologie

Ces punaises sont des insectes à large distribution géographique, mais elles sont surtout nombreuses dans les régions chaudes et humides. Elles n'aiment pas la lumière solaire directe.

Elles sont phytophages, piquent et sucent la sève des plantes.

Les Helopeltis sont des insectes hygrophiles, vivant généralement isolés, mais pouvant souvent constituer des petits groupes dans les gîtes humides.

La reproduction est sexuée, les femelles sont ovipares, la ponte est endophyte et les œufs sont pondus dans les feuilles (pétioles et nervures).

Les Helopeltis sont des insectes exoptérygotes, hétérométaboles.

Le cycle de développement est influencé par les conditions de température et d'humidité du milieu ambiant.

La fécondité est variable de 30 à 500 œufs selon les espèces.

Les Helopeltis ne connaissent pas d'arrêt de développement le cycle complet pouvant se dérouler entre 60 et 75 jours.

Les jeunes imagos après leur émergence vivent deux à trois mois pendant lesquels ils assurent la reproduction et la pérennité de l'espèce.

4 Plantes-hôtes

Les Helopeltis sont des punaises polyphages s'attaquant à nombreuses espèces végétales tant cultivées que sauvages.

Citons entre autres hôtes : l'anacardier, le cacaoyer, le cotonnier, le goyavier, le théier, le manguier, etc...

5 Dégâts

Les adultes et larves de ces punaises pour se nourrir, prélèvent à l'aide de leur rostre le suc cellulaire des organes.

La surface des fruits, des feuilles et des rameaux est parsemée de nombreux points de décoloration consécutifs aux piqûres. Ces tâches jaunissent, brunissent, noircissent, les organes se dessèchent.

Les jeunes organes attaqués subissent des malformations et peuvent chuter. Leur croissance ralentit ou s'arrête.

Lors de leur alimentation, les punaises injectent dans les organes de la plante nourricière une salive lysante qui détruit les tissus. Les rameaux périphériques perdent souvent leurs feuilles et leurs bourgeons.

Les fruits attaqués en phase de prématuration peuvent se fendiller. Les lésions ainsi provoquées constituent des voies d'entrée à d'autres nuisibles (champignons, bactéries).

Les attaques sur les jeunes plantes, si elles sont fortes et répétées sont dommageables car perturbent la croissance des arbres et modifient les périodes d'exploitation par le retard provoqué dans la fructification.

6 Moyens de lutte

Les Araignées, les Mantres, certaines punaises Reduviidae ; les oiseaux insectivores, les crapauds, les lézards, constituent les principaux ennemis naturels de ces punaises.

Le ramassage manuel ou le fauchage au filet des larves et imagos permet de détruire les populations localisées.

L'élimination des rameaux attaqués et l'incinération des résidus végétaux permettent d'aérer les arbres.

Il faut éviter l'ombrage et l'établissement de microclimat humide favorables au développement des punaises.

La lutte chimique doit être justifiée, sélective et bien ciblée.

En cas d'application de pesticide choisir la période des fortes pullulations des punaises et ne pas traiter pendant les heures chaudes de la journée.

3.2.4 Sylepta derogata (F.)

Nom usuel : Chenille enrouleuse des feuilles

1. Position systématique

Ordre : Lepidoptera

Famille : Pyralidae

2. Description

2.1. L'adulte

C'est un petit papillon de couleur crème mesurant environ 13 mm de long pour 28 mm d'envergure.

Les ailes antérieures portent des lignes transversales brun-noir. Leur bord vannal a une lisière noire frangée de gris.

Les ailes postérieures plus larges que les antérieures ont même coloration et même ornementation.

L'abdomen porte deux tâches noires sur le 2^{ème} segment abdominal.

2.2. La larve

Elle mesure 24 à 30 mm et de couleur variable du vert au rose, translucide, la tête noire.

2.3. La chrysalide

De couleur variable brun à brun-clair.

3. Bioécologie

Espèce tropicale d'Afrique et d'Asie.

Les adultes sont de mœurs crépusculaires à nocturnes. Ils mènent une vie assez courte pendant laquelle ont lieu accouplement et ponte des œufs en rangées imbriquées déposées sur les feuilles des plantes-hôtes. Ils ne se nourrissent pas.

L'incubation dure 3 à 4 jours : les larves néonates vivent d'abord groupées sur la même plante avant de se disperser.

La larve passe par 5 stades avant de chrysalider au bout d'environ 3 semaines.

4. **Plantes-hôtes** : Anacardier, Malvacées, etc....

5. Dégâts :

Ils sont provoqués par les chenilles qui rongent le limbe foliaire quand elles sont jeunes et enroulent les feuilles en cornets quand elles sont plus âgées.

La chenille s'attaque d'abord aux tissus tendres dont elle se nourrit. Ensuite elle enroule la feuille en cornet, maintenu de l'intérieur par des fils soyeux formant une nappe dans laquelle on retrouve également les excréments mêlés de débris de feuille. La feuille enroulée finit par se dessécher avant de tomber.

Les dégâts peuvent être très importants quand il y a pullulation car les chenilles très actives peuvent provoquer la défoliation complète de la plante.

6. Lutte

Ennemis naturels : auxiliaires de lutte biologique

Hyménoptères Braconidae : parasitoïde

Apanteles syleptae

Apanteles sagax

Nombreux Hyménoptères Trichogrammatidae sont des ennemis naturels de *S. derogata* dont ils parasitent des œufs.

- Ramassage manuel des chenilles et destruction
- Utilisation d'extrait aqueux de graines de neem
- En cas de pullulations procéder à une pulvérisation foliaire de pyréthriinoïdes.

CHAPITRE
LES AGRUMES

4 LES AGRUMES

4.1 ECOLOGIE, IMPORTANCE ET TECHNIQUES DE CULTURE

4.1.1 Origine et distribution géographique

Origine

Le terme <<agrumes>> s'adresse aux espèces utilitaires appartenant au genre *Citrus* et aux deux genres voisins *Fortunella* et *Poncirus*. C'est un mot d'origine italienne qui désigne en fait les fruits d'espèces botaniques du genre *Citrus* et par extension les arbres du même genre. Les agrumes sont originaires du Sud-est asiatique (Chine du Sud, Vietnam, Assam et Nord de la Birmanie), bien que les formes anciennes des *Citrus* soient absentes dans ces régions.

Distribution géographique

En Chine, les agrumes ont été cultivés d'abord pour produire des parfums et ensuite pour les fruits. On estime que la dispersion s'est faite dans tous les continents entre l'équateur et les latitudes 40°-54° Nord et Sud à partir des ces régions. Aussi en dehors de l'aire originelle citée, on pratique, de nos jours, la culture des agrumes au Japon, en région Méditerranéenne, au Moyen-Orient, en Afrique, en Amérique (Nord, Centre et Sud) et en Australie. Pour ce qui concerne l'Afrique, l'introduction sur la côte est jusqu'au Mozambique date du X^{ème} siècle.

Taxonomie

Les agrumes sont classés comme suit:

- Embranchement: Phanérogame Angiosperme;
- Classe: Dicotylédone;
- Ordre: Géraniales;
- Familles: Rutacées (*Rutaceae*);
- Sous-famille: *Aurantioideae*;
- Tribu: *Citreae*;
- Sous-tribu: *Citrinae*;
- Genres: *Fortunella*, *Poncirus* et *Citrus*;
- Espèces:
 - . *Fortunella japonica* (Kumquat);
 - . *Fortunella margarita* (Kumquat);
 - . *Poncirus trifoliata*;
 - . *Citrus sinensis* (L.) Obs. (Orangers doux);
 - . *Citrus aurantium* L. (Orangers amers ou Bigaradiers);
 - . *Citrus reticula* BL. (Mandariniers);
 - . *Citrus clementina* (Clémentiniers);
 - . *Citrus grandis* (L.) Obs. (Pamplemoussiers);
 - . *Citrus paradisi* Macf. (Pomelo);
 - . *Citrus limon* (L.) Burm. (Citronniers);
 - . *Citrus auriantifolia* (Chr.) Sw. (Limettiers);
 - . *Citrus medica* L. (Cédratiers)

4.1.2 Importance économique, nutritionnelle et environnementale

Les agrumes sont les fruits les plus produits dans le monde. Cet intérêt pour leur culture est dû aux rôles économique, nutritionnel et environnemental qu'ils jouent dans le monde.

Importance économique

Leur production a dépassé les 55 millions de tonnes en 1981 contre 39 millions pour les bananes, 36 millions pour les pommes. De par le dynamisme de ce secteur fruitier, la production est passée de 22,7 millions en 1963 à 55,7 millions en 1981. Dans certains pays, les agrumes constituent l'essentiel des exportations des produits agricoles. Le **tableau 6** représente la liste des principaux pays producteurs en 1981.

Tableau 6: Liste des principaux pays producteurs d'agrumes en 1981.

PAYS	PRODUCTION 1981	PAYS	PRODUCTION 1981
Etats-Unis	14.920.000	Egypte	1.270.000
Brésil	9.610.000	Turquie	1.060.000
Japon	3.400.000	Maroc	1.000.000
Espagne	2.980.000	Grèce	820.000
Italie	2.960.000	Pakistan	770.000
Mexique	2.410.000	Afrique Sud	680.000
Inde	1.600.000	Equateur	610.000
Israël	1.530.000	Australie	520.000
Argentine	1.510.000	Algérie	460.000
Chine	1.410.000	Venezuela	370.000

Source: LOUSSERT, 1985

Importance nutritionnelle et industrielle

Les agrumes sont produits en grandes quantités en raison non seulement de leur valeur nutritionnelle, mais aussi industrielle.

Sur le plan nutritionnel, les agrumes présentent une grande valeur alimentaire qualitative de par leur richesse en vitamines (**tableau 7**). Leurs fruits sont consommés soit à l'état frais, soit après transformation en jus (frais, appertisés, reconstitués à partir de concentrés, etc...), en concentrés, en produits déshydratés, en conserves, en marmelades et confitures. Le jus de citron ou de lime est utilisé dans la cuisson de certains plats afin de relever leur goûts ou pour les parfumer.

Par ailleurs, les agrumes génèrent des sous-produits présentant autant d'intérêt commercial que les jus et confitures. On peut citer entre autres:

- Aliments pour bétail: peau séchée des fruits, mélasses, aliments composés;
- Huiles de pépin: intérêt diététique à cause de leur richesse en graisses non saturées;
- Acide citrique: utilisation en conserverie;
- Produits divers: vitamines par exemple.

Tableau 7: Eléments constitutifs du fruit d'agrumes et leur importance pour 100 g de matière comestible.

Eléments Constitutifs	Types D'agrumes		
	Citron	Mandarine	Orange
Eau (%)	87,4	87	86,0
Calories (Cal)	20	46	49
Protéines (g)	1,2	0,8	49
Lipides (g)	0,3	0,2	0,2
Glucides (g)	10,7	11,6	12,2
Cendres (g)	0,4	0,4	0,6
C (g)	61	40	41
P (g)	15	18	20
Fe (g)	0,7	0,4	0,4
Na (g)	3	2	1
K (g)	145	126	200
Vita.A (µl)	30	420	200
Vita. B1 (g)	0,05	0,06	0,10
Vita. B2 (g)	0,04	0,02	0,04
Vita. C (g)	77,0	31,0	50,0
Niacine (g)	0,20	0,10	0,40

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'Agronome)

En ce qui concerne l'aspect industriel, les agrumes servent à la production d'huiles essentielles qui sont utilisées en parfumerie, dans les industries alimentaires et pharmaceutiques. Ces huiles sont extraites à partir des feuilles (exemple: bigaradier), des fleurs (exemple: bigaradier) ou des fruits (cas le plus courant et avec plusieurs espèces. Une tonne de fruits peut produire 3 à 6 kg d'essence.

Certains agrumes possèdent aussi des vertus médicinales. Par exemple, le citron est un antiscorbutique, antivomitique. Il est astringent, diurétique. En gargarisme, il soigne les maux de gorge. Le pomelo stimule le flot gastrique. Il possède aussi des propriétés apéritives.

Importance environnementale

Les agrumes peuvent participer à la lutte contre l'érosion éolienne et la désertification dans certaines régions lorsque leur culture est bien conduite. Ils constituent aussi une importante source de pollen et de nectar pour les abeilles dans les grandes zones de production. Enfin, ils sont employés comme plantes d'ornement à cause de leurs caractères décoratifs.

4.1.3 Biologie et écologie

Biologie

Les agrumes se distinguent les uns des autres par des caractères spécifiques, mais un certains nombres caractères leur sont communs.

*** Caractères généraux des agrumes**

Les agrumes sont en général de petits arbres ou des arbustes de 5 à 10 m de

haut avec ou sans épines sur les branches. Leur feuillage est persistant, brillant et de couleur souvent vert foncé. Les fleurs, de petite taille et blanches à pétales lavés de rose chez certaines espèces, ont une odeur suave et sont nombreuses. La fleur est composée de 3 à 5 sépales verts soudés en coupe, de 4 à 8 pétales (5 en général) blancs ou légèrement colorés en pourpre chez certaines espèces (citronniers, pomelos, limettiers) et du pistil formé de l'union de plusieurs carpelles. La fécondation est croisée.

La fructification commence au bout de 3 ou 4 ans chez les variétés greffées contre 6 à 8 pour celles issues de semis de graines. Le fruit est une baie vivement colorée en orange, rouge ou jaune selon les espèces.

*** Caractères spécifiques à certains groupes d'agrumes**

- Les orangers doux (*C. sinensis*):

Leurs feuilles sont lancéolées et à pétiole étroitement ailé (voir **figure 20**). Les fruits sont subglobuleux (voir **figure 21**), à épiderme orange ou rougeâtre. La pulpe est juteuse, sucrée et acidulée. Les pépins ont des cotylédons et un embryon blancs.

- Les mandariniers (*C. reticula*):

Les arbres sont de petite taille, plus ou moins épineux, à feuilles étroitement à largement lancéolées (voir **figure 20**). Les fruits, globuleux (voir **figure 21**), et souvent aplatis aux deux pôles, ont une peau fine, non adhérente de couleur orange ou rouge. La chair est sucrée, bien parfumée en général. Les embryons des pépins sont de couleur verte.

- Les clémentiniers (*C. clementina*):

Leurs feuilles ressemblent beaucoup à celles des mandariniers (voir **figure 20**). Les fruits possèdent généralement une peau non adhérente.

- 1 = Bigaradier; 2 = Oranger; 3 = Citronnier;
4 = Pomelo; 5 = Poncirus trifoliata;
6 = Mandarinier; 7 = Clémentinier

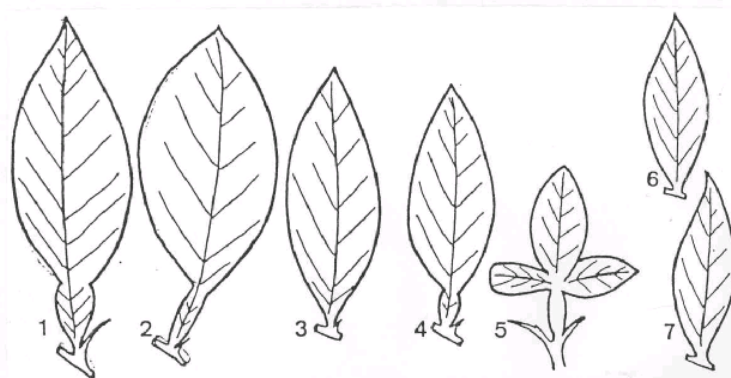


Figure 20: Exemple de formes et d'autres caractères des feuilles de quelques espèces d'agrumes

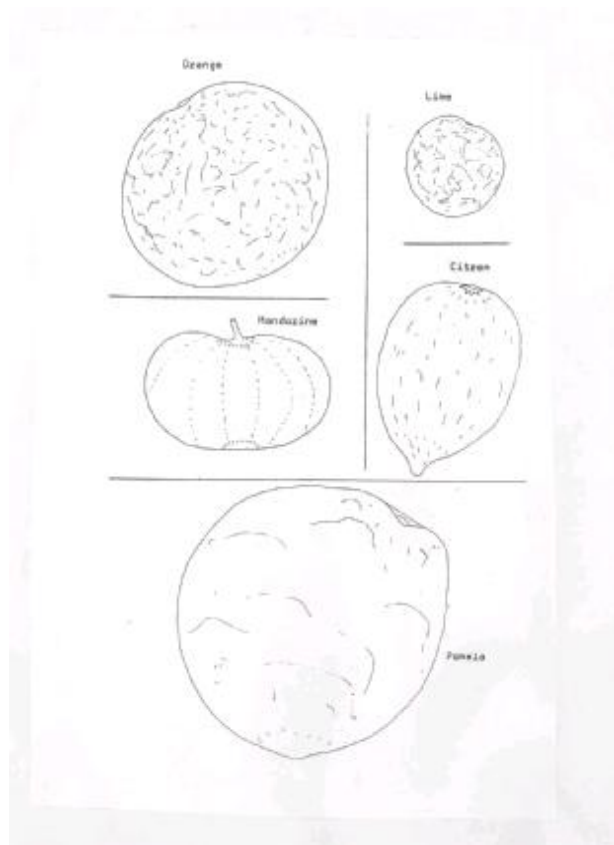


Figure 21 : Exemple de formes des fruits de quelques espèces d'agrumes

- Les citronniers (*C. limon*):

Ce sont des arbustes épineux à grandes feuilles ovales, vert pâle avec un pétiole simplement marginé (voir **figure 20**). Les jeunes pousses et les boutons floraux sont lavés de pourpre. Les fruits ou citrons, de forme ovoïde (voir **figure 21**), sont jaunes. Leur pulpe est fine, juteuse et acide.

- Les limettiers (*C. auriantifolia*):

Les limettiers sont des arbustes épineux à petite feuilles elliptiques vert pâle. Parfois, leurs boutons floraux sont légèrement lavés de pourpre. Les fruits (limes) sont subglobuleux ou ovales (voir **figure 21**), de taille plus petite que les citrons. Leur peau est très fine, adhérente et jaune. La pulpe, juteuse et très acide, se singularise par sa couleur verdâtre.

- Les pomelos (*C. paradisi*):

Appelés grapefruits en anglais, les pomelos se distinguent des vrais pamplemoussiers non seulement par leur région géographique d'origine, mais aussi par des caractères botaniques spécifiques. Ils proviennent, en effet, des Caraïbes où ils ont été reconnus depuis le XVIII^{ème} siècle. Le pomelo serait issu du pamplemoussier (*C. grandis*) soit suite à une mutation gemmaire (de la gemmule de l'embryon), soit par hybridation.

Les feuilles de pomelos présentent un pétiole plus étroitement ailé (voir **figure 20**) et glabre. Les fruits, groupés en grappe, ont un calibre nettement plus petit et une peau plus fine comparativement aux pamplemousses. La pulpe est tendre, juteuse et plus sucrée que celle de la pamplemousse dont le goût est amer. Au contraire, les feuilles de pamplemoussier sont grandes, ovales et à pétiole amplement ailé et pubescent. Les fruits, de couleur jaune, ont une peau épaisse et un gros calibre. La pulpe est grossière et les pépins sont monoembryonnés.

- Les bigaradiers (*C. aurantium*):

Ils se distinguent des orangers doux par leurs feuilles plus étroitement lancéolées et pointues à pétiole nettement ailé (voir **figure 20**). Leurs fruits ont une peau rugueuse, une pulpe acide et amère. Ils sont le plus souvent utilisés comme porte-greffe.

Ecologie

Les agrumes sont cultivés entre l'équateur et les latitudes 40 à 45° nord et sud dans une gamme très variée de climats (exemple: intertropicaux très humides, intertropicaux secs, tempérés, méditerranéen). Les facteurs de milieu les plus déterminants pour la culture des agrumes sont la température, l'eau et le sol.

* Climat:

- **Température:** la production d'agrumes est possible partout où la température moyenne annuelle est supérieure à 13 °C et inférieure à 39 °C. La température optimale de croissance varie entre 25 et 30 °C. La température maximale supportable est de 50 à 52 °C. La température minimale de survie varie selon les espèces.

Par exemple, les espèces ci-dessous sont détruites aux limites suivantes:

- Citronniers: - 8 °C;
- Orangers: - 9 à - 10 °C;
- Mandariniers: - 12 °C.

La température optimale de maturation des fruits varie entre 13 et 17 °C. Les agrumes produisent des fruits dont la peau et le jus sont moins colorés dans les régions où la température ne descend pas en dessous de 12 °C pendant une période de l'année. C'est pour cette raison que les fruits restent verts dans les zones chaudes. Aussi, les fruits destinés à l'exportation doivent subir un déverdissement artificiel sous atmosphère d'éthylène pour leur conférer une coloration vive homogène attrayante. Enfin, la somme des températures pour une bonne végétation et une meilleure maturation des fruits est au minimum de 1.500 °C.

- **La lumière:** elle favorise la floraison et garantit une activité photosynthétique intense.

- **La pluviométrie:** les besoins en eau sont de 1.000 mm par an. Cependant en dessous de 120 mm par mois, on recommande une irrigation complémentaire. Une période sèche de 2 mois ou fraîche est nécessaire pour le déclenchement de la floraison. Certains cultivars ne produisent pas sous les tropiques humides sans saison sèche contrairement aux pamplemoussiers et aux citronniers.

- **Le vent:** les agrumes ne supportent pas les vents forts (chute des fleurs et des fruits, altération de la peau des fruits suite au frottement). Le vent chaud provoque aussi la chute des fleurs. Ceci implique la plantation de brise-vent pour réduire la vitesse du vent.

*** Le sol**

Les agrumes se cultivent sur de nombreux types de sol allant du sable à l'argile lourde, mais certains sont plus favorables à une exploitation intensive (voir exemple dans le **tableau 8**). En réalité, les agrumes préfèrent les sols profonds (plus de 1 m) et légers comme les sols sablo-argileux, argilo-sableux ou argileux assez fertiles.

Dans tous les cas, le sol doit être bien drainé. Les cas de dépérissement sont fréquents au niveau des sols à nappe phréatique superficielle avec remontée en saison des pluies. Le sol ne doit pas être trop en pente. Les agrumes ne supportent pas les eaux salines (teneur au-dessus de 0,5 ‰). Le pH optimum se situe entre 6 et 7,5.

Tableau 8 : Exemple de textures équilibrées de sols agrumicoles

Eléments de la texture	D'après H. Rebour (Algérie)	D'après Herrero de Egana (Espagne)
Argile	5 à 10 %	15 à 20 %
Limon	20 %	15 à 20 %
Sable fin	20 %	20 à 30 %
Sable grossier	50 %	30 à 50 %

Source : REBOUR H., 1966 (Les agrumes)

4.1.4 Ressources génétiques

Exemple de variétés pour les espèces cultivées pour la consommation des fruits

*** Les oranges doux (*C. sinensis*)**

- **les oranges blondes Navel:** elles sont caractérisées par la présence au niveau de l'extrémité pistillaire d'un petit fruit rudimentaire appelé <<navel>> et par la quasi absence de pépins. Elles sont surtout cultivées en Californie, au Brésil, en Australie, en Afrique du Sud, en Espagne et au Maroc. Comme variétés bien connues, on peut citer Washington, Thomson, Navelina et Navelate.

- **les oranges blondes:** elles comprennent les oranges blondes communes issues de pieds de semis avec beaucoup de pépins et les oranges blondes fines regroupant les variétés sélectionnées et multipliées par greffage. En ce qui concerne ce dernier groupe, on peut citer les variétés Hamlin, Valencia Late, Pineapple, Cadenera, Salustiana et Shamouti.

- **les oranges sanguines:** elles sont caractérisées par la présence de pigments qui colorent légèrement l'épiderme et la pulpe (oranges demi-sanguines) ou franchement ces deux parties (oranges sanguines). Les demi-sanguines sont faiblement colorées en rouge alors que les sanguines sont rouge-violacées. Ces dernières sont moins appréciées. Les variétés les plus cultivées sont:

. **pour les oranges demi-sanguines:** Double fine améliorée (Grosse sanguine ou Washington sanguine), Maltaise demi-sanguine (Portugaise ou Portugaise demi-sanguine);

. **pour les sanguines:** Sanguinelli d'Espagne (Sanguinelli nigra), Moro et Tarocco.

* **Les mandariniers**

Les mandariniers comprennent en fait plusieurs espèces qui sont les suivantes avec quelques noms de variétés:

- **Mandariniers satsuma (*C. unshiu*);**

- **Mandariniers communs (*C. deliciosa*):** Mandarine commune, Osceola, Lee, Dancy, Onêko, Robinson, Temple;

- **Clémentiniers (*C. clementina*):**

Le clémentinier serait issu du croisement de hasard entre le mandarinier commun et le bigaradier Granito ou serait une variété de mandarinier. Parmi les clones présentant un intérêt commercial, on peut citer le Clone 27.49, les Clones <<SRA 63>>, <<SRA 64>> et <<SRA 92>>, le clone Précoce d'Azemnour, les clones Clemnules.

- Autres mandariniers (*C. reticulata*) et mandariniers hybrides: Tangor ortanique (tangérine x orange), Tangelo Orlando (tangérine x pomelo), Mandarine Murcott, Mandarine Wilking (mandarinier Wilowleaf x mandarinier King of Siam).

* **Les citronniers (*C. limon*)**

On peut citer les variétés, Eureka, Lisbonne, Femminello ovale et Verna.

* **Les limettiers (*C. auriantifolia*)**

On peut citer comme variétés, la Lime Tahiti et la Lime Mexicaine.

* **Les pomelos (*C. paradisi*)**

Les variétés les plus courantes sont Marsh Seedless, Duncan, Redblush (Ruby) et Shambar.

Exemple d'espèces et de variétés cultivées comme porte- greffe

Le porte-greffe joue un rôle très important dans la culture des agrumes car il intervient dans la productivité et la qualité de la variété et détermine l'adaptation de l'association aux conditions de milieu (climat, sol, maladies). Le **tableau 9** constitue la liste de quelques porte-greffe couramment utilisés avec certaines de leurs aptitudes vis-à-vis des maladies les plus graves des agrumes.

4.1.5 Mode de propagation et de multiplication

La propagation et la multiplication des agrumes sont possibles par les deux méthodes suivantes:

- reproduction sexuée: par semis de graines;
- reproduction asexuée: par voie végétative.

Multiplication par semis de graines

Elle est la règle pour les porte-greffe. Elle pourrait s'appliquer pour les variétés

commerciales produisant des pépins polyembryonnés.

Multiplication par voie végétative

Elle se fait par le greffage des variétés à fruits comestibles sur les meilleurs porte-greffe du point de vue compatibilité ou affinité, adaptation au milieu, productivité et qualité et résistance aux ennemis, les maladies notamment. L'incompatibilité entre une variété et un porte-greffe peut se manifester de plusieurs manières, mais les signes les plus connus sont localisés au niveau de la ligne de greffage ou aux environs immédiats (exemple: différence de diamètre de croissance entre le tronc du porte-greffe et celui de la variété greffée, prolifération de gourmands en dessous de la ligne de greffage et même parfois dans la cuvette d'irrigation).

Les techniques de greffage les plus utilisées sont le greffage en fente latérale et l'écussonnage (greffage en écusson ou greffage d'yeux).

4.1.6 Itinéraire technique

Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

*** Critères de choix de la parcelle:**

Le choix de la parcelle se fait en tenant compte de façon générale des exigences déjà citées des agrumes, mais en particulier des aspects suivants:

- le sol: type et caractéristiques physiques et chimiques, profondeur, capacité de rétention de l'eau, fertilité;

- l'eau: disponibilité d'une source d'approvisionnement en toute saison, caractéristiques chimiques, évolution du niveau de la nappe phréatique au cours de l'année (pas à moins de 2,5 m de la surface du sol);

- le site: pas trop en pente, facilement accessible en toute saison;

- les conditions climatiques: pas d'humidité trop élevée, pas de chute de grêle.

*** Travaux préliminaires d'aménagement:**

A l'issue du choix de la parcelle, les travaux préliminaires interviennent par le défrichage, le dessouchage, le nettoyage, le défoncement éventuel à 70-80 cm de profondeur au cas où les trous de plantation seront de dimensions réduites.

Tableau 9 : Liste de porte-greffe et leurs aptitudes par rapport à certaines maladies.

Porte-greffe	Gommose à phytophthora	Tristeza	Cachexie xyloporose	Exocortis
Bigaradier	R	TR (1)	T	T
*Mandarine Cléopâtre	R ou S (6)	T	T (4)	T
t*Poncirus rfoliata	R	T	T	TS
*Citrange Troyer	R	T	T	S
Citrange Carrizo	R	T	T	S
*Oranger de semis	S	T	T	T
*Limette douce de Palestine	S	S (2)	S	S
*Lime Rangpur	S	T	S	S
*Rough lemon	TS	T (3)	T	T
*Citrus taiwanica	R	T	T	T
*Citrus macrophylla	R	S (5)	S	T
*Citrus volkameriana	R	T	?	T
*Citrus junos (Yuzu)	R	T	?	T

Source: INRA-IRFA Corse

Légende: R = Porte-greffe résistant à la maladie concernée; - S = Porte-greffe sensible à la maladie concernée; - TS= Porte-greffe très sensible à la maladie concernée; - T = Porte-greffe tolérant à la maladie concernée;

- 1 = Le bigaradier seul est tolérant à la tristeza, mais les associations qu'il constitue lorsqu'il est greffé sont sensibles à la tristeza (exception: la combinaison Citronnier/Bigaradier résiste à la tristeza); - 2 = Jusqu'en 1963 ce porte-greffe était considéré comme résistant à la tristeza, mais des observations récentes ont mis en évidence sa sensibilité, au moins lorsque les arbres atteignent un certain âge; - 3 = En présence de la tristeza, le Rough lemon manifeste parfois du stem pitting (présence de cavités remplies de gomme au niveau du tronc ou des branches), mais la combinaison reste viable; - 4 = Des cas de xyloporose auraient été rencontrés (pour certains auteurs, le mandarinier cléopâtre est sensible à la cachexie-xyloporose, pour d'autres il est tolérant); - 5 = Greffé en citronnier, il ne contracte pas la tristeza, s'il n'y a pas eu de contamination avant greffage et s'il n'y a pas eu de contamination des gourmands émis sur le tronc du porte-greffe; - 6 = Sensible à *Phytophthora parasitica*, mais résistant à *Phytophthora citrophthora*.

Choix des variétés et travaux de greffage

Le choix des variétés met en jeu les considérations non seulement agronomiques (facteurs biologiques, écologiques, sanitaires, etc.), mais aussi commerciales et sociologiques.

Le greffage, notamment par écussonnage peut s'effectuer 12 à 14 mois après le repiquage des plants en pépinière. Les greffons doivent être prélevés en période de repos végétatif sur des arbres sains de maladies cryptogamiques, virales et mycoplasmatiques. Il est possible de les conserver au froid (10 à 11 °C) dans des sachets plastiques avant le greffage. Le greffage en écusson se fait de la manière suivante:

- préparer l'emplacement de la greffe sur le porte-greffe (25 à 30 cm au-dessus du collet) en éliminant les épines;
- pratiquer une entaille en forme de T au niveau de l'emplacement préparé;
- prélever, avec précaution du rameau greffon, un écusson pourvu d'œil bien formé et d'une petite languette de bois (cas de greffage à partir de greffons prélevés et conservés au froid) ou sans languette de bois (cas de greffage aussitôt après le prélèvement des greffons), mais en prenant le soin de ne pas éviter l'œil;
- soulever avec la spatule du greffoir les bords de l'écorce entaillée en T et glisser l'écusson sous l'écorce;
- vérifier que tout est bien en place et ligaturer la greffe avec une bande de plastique cellophane sans trop serrer et en prenant le soin de ne pas recouvrir l'écusson;
- écimé le porte-greffe afin de favoriser le refoulement de la sève vers le greffon.

Après ces opérations, tout consistera à repérer le démarrage de l'oeil du greffon par son gonflement, de rabattre le porte-greffe à 15 ou 20 cm au-dessus de la greffe, d'enlever la ligature. Lorsque le greffon est bien développé, on élimine l'onglet de 15 ou 20 cm du porte-greffe laissé suite au premier rabattage par une coupe en biais à 15 mm du greffon et du côté opposé de l'œil.

Production de jeunes plants d'agrumes

Elle concerne le plus souvent les porte-greffe, le matériel végétatif pour les variétés productrices de fruits étant prélevé au niveau d'un parc à bois sous forme de rameaux ou d'écusson à greffer. La technique de production à grande échelle de jeunes plants de porte-greffe la plus utilisée est le semis des graines en germe. Le semis dans des pots plastiques ou dans des conteneurs sous abris est possible.

*** Récolte des graines**

Avant le semis en germe, les graines doivent être récoltées et entretenues de la manière suivante:

- récolter les fruits mûrs sur des arbres semenciers;
- extraire les pépins (10 à 30 par fruit selon les sujets);
- laver les graines pour enlever la pulpe et éliminer celles qui nagent (mauvaise qualité);
- désinfecter éventuellement les graines avec un fongicide après ressuyage à l'ombre;
- sécher les graines à l'ombre en les étalant au maximum;

- garder les graines au froid (2 à 4 °c) dans des sachets plastiques si le semis n'intervient pas dans le mois qui suit la récolte.

*** Préparation du germoir et semis des graines**

La taille du germoir (planche) varie selon les besoins en plantules. A titre d'indication, on estime que 100 m² de planches suffisent pour produire 10.000 à 15.000 plants de porte-greffe (1 kg de graines permet l'obtention de 2.000 à 3.000 plants). Le semis se fait dans une couche de sol bien meuble par mélange avec du terreau. La largeur des planches peut être de 1,20 m.

Les graines sont placées à raison de 70 à 100 par mètre linéaire dans des sillons de 1 à 2 cm de profondeur et espacés de 20 cm. Elles sont ensuite recouvertes par une couche 1 à 1,5 cm de terre fine. La levée se situe 15 jours et un mois et demi après le semis dans les conditions normales d'entretien, surtout d'arrosage (éviter les arrosages trop copieux qui provoquent la pourriture des graines et la fonte des semis).

Le transfert des plantules en pépinière de repiquage ou carré d'élevage intervient quand leur taille le permet (30 à 40 cm en principe au bout de 6 à 9 mois d'âge). Après la préparation de la pépinière (labour à 40-50 cm de profondeur, 30 à 40 t de fumier/ha et éventuellement fumure phosphopotassique compensatrice, planage, etc.), les plantules sont conditionnées en les rabattant à 25 à 30 cm, en les effeuillant au besoin et en sectionnant si nécessaire la racine pivotante.

Le repiquage s'effectue selon un écartement de 0,80 à 1,20 m entre les lignes et 25 à 30 cm sur les lignes. On peut aussi adopter un écartement de 0,80 m x 0,40 m. L'entretien de la pépinière consiste ensuite à faire le désherbage, les irrigations (de préférence par aspersion), la fertilisation (50 unités d'azote/ha en 4 à 6 épandages) et la protection phytosanitaire.

Travaux pour la plantation des arbres

Les opérations à exécuter sont le piquetage et la trouaison.

*** Le piquetage**

La procédure est la même que celle pour le manguier, mais avec les écartements suivants:

- Orangers et mandariniers: 7 m x 5 m à 8 m x 6 m (densité de 280 à 200 pieds par ha) et éventuellement 9 m x 7 m pour les grands cultivars;
- Pomelos et citronniers: 8 m x 6 m à 9 m x 7 m (densité de 200 à 160 pieds par ha);
- Limettiers: 5 m x 3 m à 5 m x 4 m.

* La trouaison

Les dimensions de chaque trou de plantation lorsqu'il n'y a pas eu de travaux préalables de défoncement du sol à 70-80 cm de profondeur sont de 1 m x 1 m x 1 m, soit 1 m³ de sol à enlever. Les opérations à exécuter lors de la trouaison sont les mêmes que pour le manguier.

Travaux de plantation des arbres et d'entretien du verger

Les opérations à réaliser sont, comme dans le cas du manguier, la plantation des jeunes plants, l'installation du réseau d'irrigation, la fertilisation, le nettoyage de la parcelle, la taille des arbres et la protection phytosanitaire.

* Plantation des arbres

Les plants sont arrachés de la pépinière environ 8 mois après le greffage et si possible avec de la motte de terre. Leur transport peut être facilité en ensachant la motte dans des sacs en polyéthylène. Si l'option est d'arracher les plants sans motte, la procédure à suivre est la même que pour le manguier. Dans tous les cas, chaque plant doit être légèrement taillé par élimination du quart de la frondaison et réduction de la longueur du pivot central du système racinaire. La plantation se fait comme dans le cas du manguier.

* Irrigation

Les systèmes d'irrigation possibles peuvent être les suivants:

- Apport d'eau par arrosoir: pour les petits vergers et pendant la période de croissance;
- Apport d'eau par aspersion: uniquement pendant la période de croissance;
- Apport d'eau par irrigation goutte à goutte;

- Apport d'eau par tuyaux ou canaux d'irrigation avec confection de double cuvette autour de chaque plant (voir **figure 22**) pour prévenir les attaques de gommose à *Phytophthora* au niveau du tronc.

Les besoins en eau varient en fonction de l'âge des plants, mais les directives suivantes peuvent être prises en compte:

- Irriguer en saison sèche surtout pendant la floraison et la fructification;
- Apporter au maximum 100 mm d'eau (1.000 m³ d'eau/ha) toutes les 3 semaines;
- Suspendre l'irrigation 6 semaines (1 mois et demi) au moins avant le début de chaque période de floraison (deux en principe en exploitation intensive).

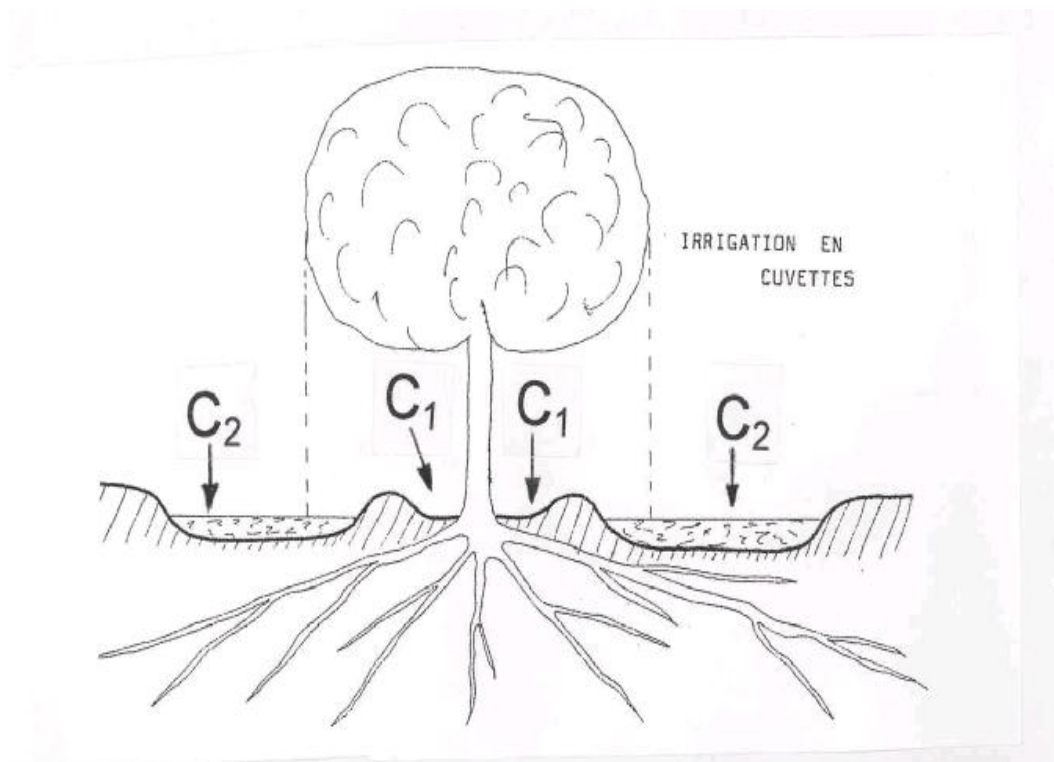


Figure 22 : Principe de l'irrigation en système de double cuvette (première cuvette pour la protection contre l'accumulation de l'eau = C₁; deuxième cuvette pour l'irrigation = C₂)

* Fertilisation

Les éléments fertilisants les plus indispensables pour les agrumes sont l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K) et le calcium (Ca). Ceux-ci peuvent être apportés à partir de plusieurs types d'engrais (exemple: fumier, sulfate d'ammoniaque, urée, superphosphate, sulfate de potassium, ammonitrate, scories, engrais NPK). Comme exemple de doses on peut conseiller la formule suivante:

- Phase de croissance:

Les doses à apporter par arbre et par année d'âge en début de saison des pluies sont:

- Fumier: 10 kg;
- Sulfate d'ammoniaque: 200 g;
- Urée: 100 g;
- Engrais NPK 15-15-15: 200 g.

- Phase de production:

Les doses à apporter par arbre et par an en plusieurs fois de juin à octobre sont:

- Fumier: 150 kg;
- Sulfate d'ammoniaque: 1 kg;
- Engrais NPK 6-24-18 2 kg.

* Désherbage de la parcelle

Les recommandations faites pour le manguier sont aussi valables pour les agrumes. Cependant, la fréquence du désherbage doit être plus élevée. En cas de paillage pour limiter l'évaporation et la prolifération des adventices au niveau de la double cuvette, la première cuvette autour du tronc n'est pas concernée. La pratique de la culture associée doit obéir aux mêmes exigences que pour les manguiers.

* Taille des arbres

La taille de formation consiste pour la première fois à décapiter la tige principale à 0,60-0,80 m du sol. Ensuite à la deuxième taille, 3 à 5 branches charpentières sont taillées lorsqu'elles ont atteint 0,80 m. Les autres rameaux sont pincés.

La taille de formation se termine par la taille de la deuxième série de branches charpentières (voir **figure 23**).

Pour la taille d'entretien, on supprime les gourmands (systématiquement ceux du porte-greffe) et ceux mal placés dans la frondaison, les rameaux épuisés (surtout ceux de l'intérieur de la frondaison), desséchés, malades et ceux qui touchent au sol de sorte que les arbres restent aussi bas que possible. Les plaies de taille de plus de 2 cm de diamètre doivent être recouvertes avec une couche de peinture ou de mastic à greffe.

Remarque: Avant et pendant (changement d'arbre) toute opération de taille, il est recommandé de désinfecter les instruments avec une solution constituée de 1/10 d'eau de javel et de 9/10 d'eau afin d'éviter la dissémination des maladies à virus.

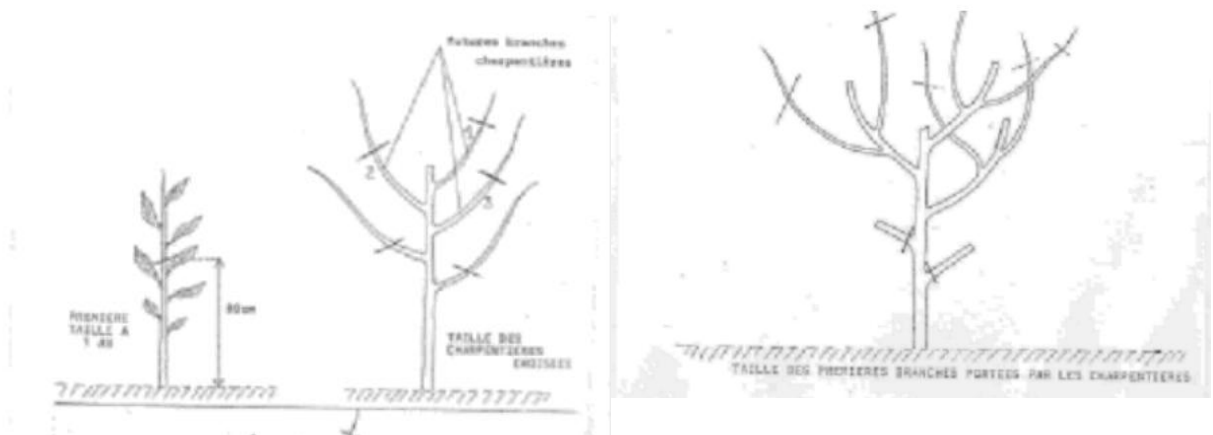


Figure 23: Procédure d'exécution de la taille de formation pour les agrumes

- **Protection phytosanitaire:** Voir la partie consacrée à cet aspect.

Production de fruits et travaux de récolte

La première production se situe entre 3 et 4 ans après la plantation. Quatre critères permettent d'apprécier la maturité des fruits:

- la couleur de la peau;
- la teneur du fruit en jus;
- l'extrait soluble (ES) et l'acidité (A);
- le rapport ES/A.

La production d'un verger bien entretenu est en moyenne de 20 à 30 tonnes de fruits/ha, voire 40 à 60 t/ha. La récolte peut baisser une année sur deux du fait du phénomène de l'alternance. Les précautions minimales à prendre lors de la récolte de fruits à commercialiser sont:

- cueillir les fruits avec soin en évitant les chutes, les heurts et les écorchures;
- éviter de cueillir les fruits humides, trop mûrs, avec des affections fongiques ou des dégâts d'insectes;
- éviter l'exposition des fruits au soleil;
- transporter les fruits dans des corbeilles, caisses ou cageots.

4.2 LES MALADIES DES AGRUMES

4.2.1 Le chancre bactérien *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*

Distribution et importance

Cette maladie est très répandue et provoque des dégâts très importants sur la plupart des cultivars d'agrumes. Elle n'induit pas la mort des arbres, mais peut occasionner d'assez sévères défoliations sur les hôtes sensibles. *X. a.* pv. *citri* est inféodée aux rutacées. Il existe cependant quelques différences marquées de sensibilité au sein des cultivars d'oranges et de pamplemoussiers vrais.

Symptômes

Les symptômes de chancre bactérien dû à *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* sont observés sur feuilles, tiges et fruits. Elles se présentent sous forme de petites taches aqueuses qui évoluent en petits points blancs légèrement érigés. Les lésions se développent ensuite circulairement, prennent une teinte beige d'aspect liégeux et sont légèrement en relief (hypertrophie, hyperplasie). Les jeunes lésions sont le plus souvent bordés d'une marge d'aspect huileux. Un halo chlorotique est généralement visible autour de ces lésions. Les taches observées sur les fruits sont d'aspect semblable à celles provoquées sur feuilles. Sur les fruits, seuls les tissus superficiels sont atteints. Cette maladie déprécie fortement la qualité externe du fruit et peut entraîner des baisses importantes de rendement par la chute des jeunes fruits avant maturité chez les cultivars sensibles.

Epidémiologie

Plusieurs *Xanthomonas* provoquent des maladies sur les agrumes. Les bactéries étaient considérées jusqu'à récemment comme des variantes (pathotypes) de *X. campestris* pv. *citri*. Sur milieu gélosé, les colonies ont une morphologie tout à fait caractéristique du genre *Xanthomonas* ; elles sont de couleur jaune, circulaires, bombées et d'aspect brillant. Les souches de *Xanthomonas axonopodis* pv. *aurantifolii* ont une croissance plus lente que les autres souches. Le chancre bactérien est très dommageable dans les zones humides et chaudes. *X. a.* pv. *citri* pénètre dans les tissus des agrumes à travers les ouvertures naturelles et les blessures sous l'influence de l'environnement cultural. Une présence d'eau est indispensable au succès de l'infection et, en pratique, des infections par les stomates peuvent se produire lorsque les suspensions contiennent au moins 10^4 à 10^5 cellules de particules bactériennes par millilitre. Les pousses ont une sensibilité maximale lorsque les feuilles ont une dimension représentant 50 à 80 % de la taille adulte. Les blessures permettent les infections quel que soit le stade phénologique des organes. Les blessures peuvent être provoquées lors des opérations d'entretien des vergers et pépinières, par l'attaque d'insectes comme la mineuse des agrumes (*Phyllocnistis citrella*), et par le vent. L'irrigation par aspersion favorise fortement le développement du chancre bactérien. Par ailleurs, la dissémination de la bactérie est le plus souvent liée aux pluies associées à des vents de plus de 7 à 8 m par seconde ou aux opérations d'élagage et de taille.

Méthodes de lutte

- Irrigation localisée au pied des arbres
- Installation d'un réseau efficace de haies brise vent autour du verger
- Proscription d'opérations d'entretien du verger dès lors que la frondaison des arbres est humide
- Surveillance régulière de l'état sanitaire du verger
- Elimination par la taille des pousses malades (les pousses taillées sont brûlées)
- Désinfection des outils de taille
- Traitements chimiques avec l'association de composés cupriques ayant une action préventive contre les bactéries et d'insecticides contre la mineuse là où elle est présente

4.2.2 Maladies à *Phytophthora* *P. citrophthora* (R. E. Sm. & E. H. Sm.) Leonian et *P. parasitica* Dast.

Importance et distribution

Phytophthora spp. est la plus importante cause de maladie tellurique des agrumes. Ces champignons ont une distribution cosmopolite. Ils provoquent des pertes de production considérables dans les zones arides irriguées et dans les régions à forte pluviométrie. Les dégâts de *Phytophthora* se produisent sous forme :

- dans les germoirs, de fontes de semis;
- en pépinière, de pourriture des racines et du pied et de gommose;
- dans les plantations, de pourriture du pied, de gommose, de pourriture

- des radicelles des arbres et de pourriture brune de la pulpe des fruits; et
- en conservation, d'expansion et de propagation de la pourriture brune de la pulpe dans les fruits.

Symptômes

La plus importante maladie causée par le champignon est la pourriture du pied et la gommose.

La pourriture du pied consiste en des dommages au niveau de l'écorce du tronc et des grosses racines proches du sol.

La gommose est un terme général couvrant diverses maladies du tronc et des branches d'arbres, accompagnées d'une sécrétion de gomme. Les symptômes de gommose peuvent être induits par plusieurs types de pathogènes. Des dégâts mécaniques ou chimiques ainsi que des troubles physiologiques peuvent conduire à des altérations de l'écorce et la production de gomme.

Le diagnostic précis demande un isolement au laboratoire à la périphérie de la zone atteinte.

L'écorce forme souvent des bourrelets de cicatrisation arrêtant l'extension. Sinon, suite à une annélation progressive, les feuilles jaunissent et les fruits sont petits et les rameaux dépérissent progressivement. L'arbre peut dépérir d'un côté ou entièrement. Le bois en dessous de la tache sur l'écorce pourrit et dégage une odeur nauséabonde.

Phytophthora infecte également les fruits, induisant une légère décomposition brune de ceux-ci. Dans la plantation, les fruits près du sol sont contaminés, quand ils sont éclaboussés par un sol contenant les propagules du champignon. Plus tard si les conditions restent favorables à l'infection, la maladie se propage aux autres fruits dans le couvert végétal. La plupart des fruits infectés tombent très vite, mais certains sont récoltés et mis ensemble avec d'autres fruits sains et créent un problème de décomposition post - récolte.

Epidémiologie

Ces *Phytophthora* sont des champignons du sol pouvant y vivre pendant de longues périodes et jusqu'à 1 m de profondeur. Ils survivent sous forme de chlamidospores et d'oospores ou de mycélium et de sporanges dans les tissus en décomposition. *P. parasitica* forme abondamment des chlamidospores et des oospores, par contre quelques isolats uniquement de *P. citrophthora* en produisent rarement.

Si les conditions sont favorables : température peu élevée de l'air et du sol, humidité du sol très élevée (pluie prolongée, inondation, nappe phréatique trop haute), humectation au moins pendant 1 heure, le champignon peut infecter les arbres susceptibles via des blessures par les zoospores ou le mycélium. Il se développe de façon intercellulaire dans l'écorce, détruit le phloème et ensuite le xylème, conduisant à une diminution de la circulation de sève.

La transmission se fait par le sol et les canaux d'irrigation. Par les éclaboussures de pluie, le pathogène peut également infecter les feuilles et fruits

pendant assez bas et contaminer les testas de semences provenant de fruits infectés, la pépinière et ainsi de nouvelles plantations.

Principes de lutte

Choix de matériel résistant

Se classent par ordre de susceptibilité décroissante: *Citrus medica*, *C. paradisi*, *C. limonia*, *C. sinensis*, *C. nobilalis* et *C. aurantium*. Les agrumes greffés sont plus sensibles que les francs de pied. Si possible à l'absence du virus de la tristeza on recommande d'utiliser des *C. aurantium* (bigaradier) comme porte greffe.

L'intérêt d'utiliser le groupe des citranges réside dans le fait qu'ils sont excellents au point de vue agronomique et organoleptique, résistants aux gommoses, tolérants au virus de l'exocortis et moins sensibles à la tristeza que le bigaradier, mais ne tolèrent pas le sol salé.

Pépinière

La majorité des problèmes de *Phytophthora* dans les plantations peuvent être évités par utilisation de matériel de plantation provenant de pépinière indemne d'attaque de *Phytophthora*. Pour cela les semences de *Citrus* doivent être traitées avec de l'eau à 52° pendant 10 min. pour éliminer *Phytophthora* spp. Les germoirs et les pépinières doivent être enfumés ou soumis à une fumigation avec du bromure de méthyle, métam-sodium ou d'autres matériels appropriés, ou localisés dans des sols vierges.

Bien que la fumigation du sol soit bénéfique par rapport à plusieurs aspects, il élimine les champignons mycorhizes et provoque le nanisme des plantules. L'apport localisé de métalaxyl ou des traitements foliaires avec du fosétyl-AI sont utiles pour prévenir contre la pourriture des racines et du pied dans les pépinières.

Des mesures sanitaires et des précautions particulières doivent être prises pour éviter l'introduction des champignons dans la pépinière. En effet le sol peut être contaminé par transplantation de plantules provenant de sites infestés, de sol et de l'eau des anciennes plantations, des machines utilisées dans le travail d'un sol infesté et le mouvement des hommes et des animaux.

Au moment de la plantation

Choisir un terrain à nappe phréatique plus profonde que 1,5 m. Une désinfection du sol est quelques fois indispensable lors d'une replantation.

Planter (pas trop profondément) des plants sains greffés haut (50 cm). La terre doit juste couvrir les racines latérales. Les blessures doivent être évitées et les plants arrosés avec des fongicides cuivriques.

Au niveau du verger

Les blessures à la base du tronc et aux racines doivent être évitées; une inspection régulière 1 - 2 fois l'an doit être effectuée en dégagant la base du tronc et excision des premières lésions pour enlever les tissus envahis par le champignon, suivi d'une désinfection au permanganate de potassium et d'une application de fongicide pâteux (bouillie bordelaise en pâte) ou de goudron végétal.

Les arbres dans la plantation mature doivent, d'autre part, être protégés régulièrement par pulvérisation, badigeonnage ou poudrage de la base du tronc avec des fongicides (cupriques, dithiocarbamates, acylalanines, phosétyl aluminium). Les arbres trop atteints doivent être arrachés et le sol stérilisé avec du formol 2 %, bromure de méthyle, vapame, ...

Des plantes de couverture sont cultivées pour empêcher le développement de grandes mauvaises herbes entretenant une humidité trop élevée à la base du tronc. Sur sol lourd, les gazons installés pour éviter une température trop élevée du sol et l'irrigation par aspersion augmentent la vitesse de décomposition des racines par le pathogène.

Une plantation en double cuvette évite que l'eau d'irrigation n'arrive au contact des troncs.

Si l'infection est détectée dans une plantation, mettre un sac avec des cristaux de CuSO_4 dans le canal principal d'irrigation.

Contre la pourriture brune

La pourriture brune des fruits est peu répandue, toutefois elle peut entraîner de considérables pertes de production dans les régions où les fruits sont soumis à une longue période d'humectation. Des traitements préventifs ne constituent pas des garanties, sauf dans le cas des plantations avec une histoire de la maladie. Des applications de fongicides cuivriques ou de captane sur les feuilles sont efficaces pour contrôler la maladie.

4.2.3 Gommose à *Dothiorella Botryosphaeria ribis* (Tode) Gross. Dugg.

Stade asexué *Dothiorella ribis* (Fck) Sacc.

Pour l'**épidémiologie** et la **lutte** se référer au manguier

Symptomatologie

Sur fruits le champignon provoque des aires gris à brunâtre, accompagnées d'un affaissement et d'un noircissement des fruits.

Sur le tronc et les branches principales se forment des lésions en forme de fuseau exsudant de la gomme. Le phloème détruit fendille. Le bois montre un brunissement. L'attaque se fait le plus souvent sur *C. limon* et *C. medica*. Normalement le champignon est un parasite de faiblesse n'attaquant que les arbres affaiblis ou mourants.

4.2.4 Gommose à *Diplodia Botryosphaeria rhodina*

Stade télémorphe de *Diplodia natalensis* (*Botryodiplodia theobromae*)

Le champignon a été associé à la pourriture des racines, mort des sommités, et gommose. *D. natalensis* est couramment présent dans le bois et l'écorce morts, toutefois il est habituellement considéré comme parasite secondaire, qui envahit les rameaux et feuilles affaiblis par des conditions environnementales défavorables,

telles les températures très fraîches, l'inondation, la sécheresse ou des dommages mécaniques.

4.2.5 Mélanose *Diaporthe citri* Wolf stade anamorphe *Phomopsis citri* Fawc.

Importance et Distribution

La Mélanose est présente dans toutes les zones de culture des *Citrus*, mais elle constitue un problème sérieux uniquement dans les régions où l'inoculum est important et les pluies abondantes durant la période coïncidant avec les premiers stades de développement des fruits. Toutes les espèces de *Citrus* sont sensibles à la maladie, toutefois le pamplemoussier et le citronnier semblent être plus sensibles. L'infection des jeunes rameaux est sévère uniquement s'il y a beaucoup de bois morts dans le couvert végétal.

Les dégâts de la Mélanose sur le zeste des fruits sont superficiels et ne sont importants que si la récolte est destinée à la transformation.

Symptômes

Les symptômes de Mélanose apparaissent environ une semaine après infection, comme de petits spots bruns, distincts ou se réunissant et creux. Les cellules épidermiques et subépidermiques jusqu'à plus de 6 cellules en profondeur sont tuées, et imprégnées de gomme brun rougeâtre. Un périderme se développe en dessous et laisse les cellules mortes à la surface de l'hôte.

Les pustules sur les feuilles au début sont entourées d'un halo jaune. Plus tard, les zones chlorotiques disparaissent et les pustules liégeuses restent les seuls symptômes visibles. Une sévère infection apicale des rameaux cause la mort des sommités et une infection des feuilles non encore complètement déroulées, leur déformation. Par contre si l'infection des rameaux intervient tardivement, les pustules sont petites, le plus souvent isolées et se produisent ou pas une légère distorsion ou réduction de la dimension des feuilles. Les feuilles deviennent résistantes à l'infection une fois complètement développées.

La dimension des pustules sur les fruits varie énormément selon l'âge du fruit au moment de l'infection. Quand l'infection survient tôt après la chute des pétales, les pustules sont relativement grandes et si elles sont suffisamment nombreuses, se réunissent pour former des zones nécrotiques plus grandes. Le plus souvent de telles zones craquellent, décrivant une figure appelée "mudcake" (gâteau de boue). Par contre si l'infection intervient à un moment avancé du développement du fruit, se forment de petites pustules, le plus souvent isolées. Le mode de distribution des pustules sur le fruit dépend de la manière dont l'eau s'établit ou coule à la surface fructicole.

Les pustules sur fruits sont bombées ce qui permet de les distinguer des dégâts de la rouille à acarien.

Epidémiologie

D. citri est essentiellement un saprophyte qui accomplit son cycle de développement sur les branches mortes. Les pycnidiospores sont produits en

nombre plus élevé que les ascospores, toutefois elles sont dispersées par éclaboussure d'eau et par conséquent disséminées à courte distance. Les sévères infections sur fruits ou rameaux sont souvent liées à la colonisation des branches mortes situées au sommet de l'arbre. Les ascospores sont aériens et sont importantes uniquement dans la dissémination sur de longues distances.

Les fruits sont sensibles à l'attaque après la chute des pétales pendant une courte durée (3 mois en Floride, 5 mois au Japon). La sévérité de la maladie est déterminée principalement par la quantité d'inoculum sur le bois mort du couvert végétal, et par la durée des périodes humide après les pluies ou l'irrigation par aspersion. Les jeunes arbres sont moins attaqués par la mélanose, parce qu'ils portent moins de bois mort.

Une caractéristique clé dans l'épidémiologie de la mélanose est les périodes avec une humidité continue nécessaire pour la germination des spores et la pénétration dans l'hôte.

Principes de lutte

La taille sanitaire des vieux arbres est difficilement faisable

Les traitements fongicides ont un faible effet dans la prévention des infections des rameaux à moins qu'ils se fassent très souvent. La majorité des fongicides, y compris les cuivriques, appliqués avant l'émergence des pousses ou la chute des pétales n'ont pas une action antisporentes suffisante pour permettre un contrôle acceptable de la mélanose. Les fongicides cuivriques sont encore largement utilisés pour le contrôle de la maladie, mais ils ne sont efficaces que s'ils sont déposés sur la surface du fruit. D'autres substances utilisées pour le contrôle de la mélanose incluent le dithianon, qui a une efficacité similaire à celle des fongicides cuivriques, et les dithiocarbamates qui doivent être appliqués plus souvent pour avoir la même efficacité.

Le moment et la fréquence des traitements fongicides contre la mélanose sont déterminés par le climat local.

4.2.6 La Gale des Citrus *Elsinoe fawcettii* Bitancourt & Jenkins

Stade anamorphe : *Sphaceloma fawcettii* Jenkins

Importance et distribution

En dehors de la tristeza c'est la gale des agrumes qui est la maladie la plus grave des agrumes. On distingue plusieurs espèces de *Elsinoe* provoquant des variantes de gale chez les diverses espèces d'agrumes, mais la gale des *Citrus* est la plus répandue des trois types de gale et se rencontre dans toutes les zones de culture des agrumes.

L'infection des jeunes plants dans les germoirs et pépinière peut être assez sévère pour causer des nanismes. Mais le plus souvent la gale affecte uniquement la production de fruits frais. Chez les variétés sensibles, elle peut également réduire la valeur des fruits destinés à la transformation.

Symptômes

Les premiers symptômes sont la tavelure et le jaunissement des feuilles parfois avec tordage, puis l'apparition sur la face inférieure de la feuille de petites pustules liégeuses de couleur claire. Les pustules de la gale sont formées d'un stroma qui contiennent le mycélium du pathogène et des cellules mortes et des cellules hyper plastiques de l'hôte, contenant peu de chloroplastes. L'infection de très jeunes fruits conduit à la formation sur le zeste d'une excroissance conique ou verruqueuse, constituée de tissus hyper plastiques de volume relativement grand. Ces excroissances sont particulièrement grandes chez le fruit du citronnier, temple orange, bigaradier et tangelo, quand ils sont infectés juste après la chute des pétales. En cas d'infection tardive, le zeste de tous les cultivars réagit en formant à la surface du fruit des pustules légèrement surélevées. Si ces dernières sont nombreuses, elles peuvent se réunir pour former de larges zones galeuses ou pelliculaires, qui peuvent se fendre pour former de petites plaques avec la croissance du fruit.

Le symptôme pelliculaire de la gale peut être confondu à des éraflures causées par le vent. Cependant chez la gale, des pustules isolées rondes sont toujours présentes à la périphérie au point de confluence des zones affectées. Les semblants de pustules dans le cas des éraflures de vent sont allongés ou linéaires, s'ils sont présents.

Le fruit se couvre également de ces gales qui se réunissent à mesure que la maladie se développe jusqu'à le recouvrir tout entièrement. Les éraflures causées par le vent et la gale très souvent se produisent en même temps là où des feuilles sont en contact avec le fruit. Les dégâts et l'humidité sur la feuille favorisent l'infection par la gale.

Epidémiologie

L'agent causal de la gale survit dans le couvert végétal. *E. fawcettii* a besoin uniquement d'une période d'humidité continue de 2,5 heures pour la germination des conidies hyalines et pour l'infection. L'eau est indispensable pour la production de ces conidies, qui sont viables uniquement quelques heures dans les pustules. Aussi, une courte période de précipitation ne favorise l'infection que si les conidies dans les pustules ont survécu depuis les dernières pluies, rosée ou irrigation par aspersion.

Les conditions favorables pour la production des conidies colorées fusiformes ne sont pas bien connues. Au contraire des conidies hyalines qui sont dispersées par éclaboussure d'eau, et périssent dès qu'elles s'assèchent, les conidies fusiformes peuvent être disséminées sèches par le vent et rester viables pour quelques temps. Bien qu'une faible infection semble être causée par ces conidies dispersées par le vent, elles peuvent être importantes dans la dissémination de la maladie sur de longue distance.

La température n'a pas un grand impact sur la sévérité de la maladie. La production et la germination des conidies de *E. fawcettii* se produit à un même rythme à toutes les températures comprises entre 20 et 28 °C, et est deux fois plus lente à 16°C.

Les feuilles sont plus sensibles juste au moment où elles émergent des

bourgeons et deviennent immunes avant d'atteindre leur dimension normale. Les fruits sont sensibles environ 3 mois après la chute des pétales.

Principes de contrôle

Plusieurs traitements fongicides par an peuvent être nécessaires pour la protection de la gale foliaire dans les pépinières. Dans les plantations, les traitements fongicides sont généralement préventifs contre les attaques sur fruits et n'interviennent qu'au moment de la floraison ou plus tard. Des traitements précoces peuvent être appliqués dans les plantations à problème au moment du débouillage des bourgeons des rejets pour prévenir de l'accumulation de l'inoculum sur ces rejets et ainsi une réduction consécutive de la pression de la maladie sur les fruits.

Les fongicides les plus efficaces sont ceux qui empêchent la production de conidies dans les pustules formées et qui ont une longue rémanence. De tels produits sont le captafol, bénomyl, thiophanate-méthyle, et le dithianon. Par contre, les fongicides cuivriques agissent comme des protecteurs et par conséquent sont efficaces quand ils sont appliqués après la floraison.

Des résistances aux benzimidazoles sont apparues. Le captafol est très efficace, mais il est banni dans certains pays.

L'irrigation par aspersion augmente énormément le risque d'attaque par la gale et doit donc être minimisée aux stades sensibles des jeunes rameaux et fruits.

4.2.7 La cercosporiose des agrumes *Phaeoramularia angolensis* (syn. *Cercospora angolensis*)

Importance et Distribution

La cercosporiose se manifeste surtout en région d'altitude après la petite saison des pluies. Les citronniers sont d'une manière générale moins sensibles à la cercosporiose que les orangers, mandariniers et pamplemoussiers. Parmi ces espèces il existe aussi des degrés différents de sensibilité variétale. En pépinière la surface totale assimilatrice peut être réduite de moitié et le poids global du plant de 25 à 30 %. Au champ, les dégâts de la maladie se traduisent par une réduction du nombre de feuilles émises et des dimensions foliaires.

Symptômes

Cette cercosporiose se caractérise sur les feuilles par des taches plus ou moins arrondies 2 à 4 mm de diamètre, de couleur grisâtre à contours irréguliers brunâtres entourés d'un halo jaune. Fréquemment, la partie centrale de ces lésions se désagrège en nécrosant, laissant ainsi le limbe perforé. Les feuilles fortement attaquées tombent et les rameaux défeuillés peuvent se dessécher.

Sur fruits, les lésions atteignent jusqu'à 20 mm de diamètre. Elles sont de couleur brun noirâtre et persiste lorsque les fruits jaunissent en mûrissant, parfois entourées d'un halo verdâtre. Les jeunes fruits fortement atteints tombent, tandis que ceux qui arrivent à maturité sont déformés et impropres à la vente ou même à la consommation.

Epidémiologie

Les conidies constituent l'élément de propagation de la maladie. La dissémination se fait par le vent et par la pluie. In conditions favorables (notamment lorsqu'il y a de la rosée), les conidies germent et les tubes germinatifs pénètrent dans le limbe par les stomates.

Principes de lutte

Là où elle est applicable, la lutte chimique comporte des traitements à 3 semaines d'intervalles durant toute la saison des pluies ou au moins à partir de la nouaison. Les produits les plus efficaces sont le bénomyl ou le méthyle - thiophanate à 0,1 % de matière active

4.2.8 Pourriture des fruits en conservation complexe de pathogènes

Distribution et importance

Elle se rencontre dans toutes les zones de culture des agrumes et constitue la principale cause des pertes de récolte sur les *Citrus*.

Plusieurs champignons et bactéries sont associés à cette maladie. Cependant leur importance en terme de dégât et abondance dépend des zones.

Les pénicilliums sont fréquents dans les sols des régions de production d'agrumes et la concentration en spores dans l'air est particulièrement abondante dans les unités de conditionnement et d'emballage des agrumes.

P. digitatum est en général l'agent de pourriture le plus important dans des régions à faible pluviosité durant la période de développement des fruits. Les pourritures à *Penicillium* sont également importantes dans des régions de production humides, mais les agents plus importants dans ces régions sont *Diplodia natalensis* et *Phomopsis citri*.

P. digitatum se développe uniquement sur fruits d'agrumes, alors que *P. italicum* infecte également une série de fruits et légumes.

Les pénicilliums sont des parasites de blessures, incapables d'infecter un fruit non endommagé, excepté si celui-ci est en contact avec un fruit colonisé.

Symptômes

Pourriture verte *Penicillium digitatum*

La croissance après l'infection est rapide, la surface du fruit se couvrant d'une moisissure blanche qui devient rapidement couleur vert olive avec la production de conidies. Le fruit devient mou, commence à se ratatiner et s'il est exposé à l'air, il forme une coque vide momifiée.

Pourriture bleue *Penicillium italicum*

Il induit une pourriture molle du fruit qui à un stade avancé se couvre d'un feutrage vert bleuâtre au gris vert de conidies entouré d'une marge blanche. Le fruit devient mou et forme une masse visqueuse difforme.

Epidémiologie

Des conidies sont produites à la surface des fruits infectés tombés par terre dans les plantations d'agrumes ou dans les unités de conditionnements et d'emballage. Elles peuvent survivre des mois à l'état sec. Elles sont transportées par les courants d'air vers les fruits sains, ce qui fait que pratiquement la surface de chaque fruit en est contaminée à la récolte. La germination et l'infection ne se réalisent, cependant qu'aux points de blessure.

Potentiellement une seule conidie inoculée à un fruit susceptible peut donner en 10 jours dans des conditions favorables 10^8 conidies. Ces conidies servent d'inoculum pour l'infection d'autres fruits et peuvent contaminer de manière visible la surface des fruits adjacents dans la même caisse, ce qui réduit la valeur marchande des fruits.

Les pourritures bleue et verte se développent plus rapidement à 24 °C, et très lentement en dessous de 10 °C et au-dessus de 30 °C. Cependant la pourriture bleue se développe plus rapidement que la pourriture verte à des températures inférieures à 10 °C.

Principes de lutte

Une récolte et manipulation soigneuse des fruits minimisent les blessures sur le zeste et le risque de pourritures. Des mesures sanitaires doivent être appliquées pour empêcher la sporulation sur les fruits malades, la concentration des spores à la surface des équipements et dans les unités de conditionnement et d'emballage. De telles mesures sont:

Désinfection régulière générale des unités de conditionnement avec du formol, ammonium quaternaire, formaldéhyde, alcool, etc.

Maintenir bas la concentration des spores dans les zones d'emballage, en évitant l'introduction de fruits contaminés dans l'unité de conditionnement, éliminant immédiatement les fruits infectés, nettoyage journalier de l'équipement et le local avec des ventilateurs d'exhaure et en éloignant les lieux trempés des unités d'emballage et de conditionnement.

Désinfection partielle des fruits, avant leur introduction dans l'unité de conditionnement, avec un traitement non sélectif par ex. au carbonate de sodium (30 g/l à 43°C), tétraborate de sodium ou sodium o-phénylate.

Le bénomyl peut être appliqué pour le traitement des arbres jusqu'à trois semaines avant la récolte. D'autres produits de traitement après récolte incluent thiabendazole, carbendazime, thiophanate - méthyle, imazalil, sodium, o-phénylphénate, biphenyl, sec-butylamine, acide sorbique et guazatine.

L'apparition de souches résistantes aux fongicides posent de sérieux problèmes ces dernières années. Aussi, les stratégies actuellement recommandées sont :

- alternance de fongicides dans la séquence de traitement par ex. traitement des citrons avec du sodium o-phényl, un benzimidazole ou de l'imazalil et du diphényle.

- mélange de fongicides à mode d'action différent, par ex. BCM + imazalil. Ce traitement est très cher.

Plusieurs organismes peuvent protéger les blessures sur les fruits contre l'invasion par *Penicillium* spp. Parmi eux on peut citer : *Pseudomonas* spp., *Myrothecium roridum*, *M. verrucaria*, *Trichoderma viride*, *Rhodotorula* sp. *Aureobasidium pullulans*, *Bacillus* spp. et *Debariomyces hansenii* identifié comme *Pichia guillermondii*. La plupart de ces organismes réduisent la pourriture initiée sur les blessures s'ils sont appliqués avant ou en même temps que les spores de *Penicillium*. Les espèces de *Myrothecium* en font exception; elles protègent toutes les blessures et sont à même de contrôler la pourriture jusqu'à 18 heures après l'inoculation avec le pathogène.

Les traitements des fruits avec *Pseudomonas cepacia* réduisent les pertes après récolte dues à la pourriture verte (*P. digitatum*) de 80 % sur les fruits de citronnier. Le contrôle n'est obtenu que si *P. cepacia* est appliqué au moins 12 heures après l'infection par le champignon

Exemple de schéma de traitements post récolte des agrumes (Californie)

Les oranges hâtives ou tardives doivent être traitées à l'éthylène pour obtenir la couleur orange uniforme appréciée par le consommateur, d'où l'incubation durant plusieurs jours, après la récolte et avant le nettoyage dans une atmosphère contenant 5 à 10 µl/l d'éthylène à 20 - 25 °C et 90 % d'humidité relative. Comme ces conditions sont optimales pour l'infection par *Penicillium*, les fruits sont trempés avant le traitement à l'éthylène dans une solution de sec-butylamine, de thiabendazole ou de bénomyl.

Les fruits sont ensuite nettoyés et désinfectés avec un fongicide à large spectre : carbonate de sodium, tetraborate de sodium ou sodium o-phénylphénate.

Ils sont ensuite rincés à l'eau fraîche et couverts d'une couche de cire hydrophobe contenant un fongicide (thiabendazole 2-4 g/l, bénomyl 1-2 g/l ou sec-butylamine 10 - 20 g/l). Ce traitement retarde la perte d'eau et prévient les infections de *Penicillium* durant la conservation, le transport et la commercialisation.

Les fruits sont finalement placés dans des caisses ou des cartons tapissés de papiers imprégnés d'un produit fongistatique, le diphényle.

Des citrons ainsi traités ont été stockés pendant 1 à 4 mois pour régulariser l'offre et la demande.

4.2.9 Anthracnose *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spaulding & Schrenk

Stade anamorphe, *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.

Distribution et importance

L'Anthracnose est communément appelée toute lésion portant des acervules. *C. gloeosporioides* est un fréquent envahisseur sans symptôme de la peau des *Citrus*. Généralement, ce pathogène n'initie pas des nécroses. La maladie apparaît généralement sur les fruits blessés par d'autres agents, tels que les coups de soleil,

les traitements chimiques ou les insectes et sur les fruits qui ont trop mûris ou maintenus trop longtemps en conservation. Toutefois, la maladie peut se déclarer sur les fruits de mandariniers et mandariniers hybrides sans l'affaiblissement au préalable des zestes.

Symptômes

Les symptômes associés aux meurtrissures et blessures sur le zeste des fruits sont de petites taches brun à noir de diamètre 1,5 cm ou plus. La pourriture peut être ferme et sèche ou molle si les taches sont suffisamment profondes. Dans des conditions humides la masse de spores sur les lésions est rose ou saumon et brune à noire dans des conditions sèches.

Les symptômes sur les fruits de mandarine souvent concernent la totalité de la surface des fruits. Les lésions sont initialement gris argenté et coriaces et le zeste des fruits malades reste aussi ferme et élevé que celui des fruits sains. Au fur et à mesure que la pourriture se développe, la peau des fruits devient brun à noir grisâtre et éventuellement se produit une pourriture molle.

Epidémiologie

Les conidies des *C. gloeosporioides* sont produites abondamment sur les rameaux morts et sont disséminées relativement sur de courte distance par la pluie ou l'irrigation par aspersion. Les ascospores sont moins nombreuses que les conidies, mais sont aériennes et plus importante dans la dissémination sur de longue distance. Après la germination de la spore, le champignon reste latent sous forme d'appressoria, qui produit des hyphes à une profondeur de moins de trois couches cellulaires dans le zeste. Une invasion ultérieure des tissus et une pourriture en résultant se produisent uniquement si d'autres facteurs viennent les affaiblir.

L'antracnose est sévère sur les fruits de tangerine variété Robinson cueillis très tôt et traités avec de l'éthylène pendant plus de 24 - 36 h pour leur permettre d'acquérir la couleur orange acceptable. L'éthylène initie la croissance du champignon en quiescence, et accroît également la sensibilité du zeste à d'autre invasion. Un excès de concentration en éthylène plus que celle optimale pour le "déverdissement" des fruits verts récoltés accroît significativement la maladie.

Principes de lutte

Une bonne pratique culturale aide à contrôler l'antracnose en réduisant la quantité de bois mort disponible pour la production d'inoculum.

Les fruits doivent être manipulés avec précaution pour éviter les blessures et ne doivent pas être conservés trop longtemps.

Le lavage des fruits après récolte élimine certains des appressoria en quiescence, présents sur la surface du zeste, ce qui réduit le risque de pénétration dans le zeste. Toutefois, le lavage avant jaunissement n'est pas recommandé, parce qu'il interfère avec le processus de déverdissement et augmente la période d'exposition des fruits à l'éthylène pour l'acquisition de la couleur désirée.

La récolte étalée des fruits avec une couleur normale ou le retardement de la

récolte afin que les fruits acquissent naturellement la couleur requise, diminue le temps d'exposition à l'éthylène et par conséquent prévient contre l'antracnose.

Des applications post-récoltes de thiabendazole ou de bénomyl et la conservation des fruits à des températures inférieures à 10°C aident également à contrôler la maladie.

4.2.10 La pourriture à *Alternaria* *Alternaria citri*

Importance et Distribution

Alternaria causent des taches sur feuilles et fruits de certains cultivars de Citrus. Les symptômes sont de petites taches brunes chez le mandarinier et des taches foliaires chez le bigaradier. *Alternaria citri* provoque également la pourriture noire ou pourriture centrale des fruits mûrs, mais ces deux variantes de *Alternaria* semblent être différentes. L'alternariose est l'un des majeurs problèmes des tangelo et Tangerine en Floride.

Sur fruit l'alternariose constitue uniquement un problème pour les fruits conservés très longtemps. Cependant, la maladie est un réel danger pour l'industrie de transformation, parce que un petit nombre de fruits pourris est suffisant pour donner au jus un goût amer et que quelques fragments noirs des tissus pourris suffisent pour altérer l'apparence du jus.

Symptômes

Sur Mandarinier, les symptômes foliaires varient de petits points circulaires à de larges taches, nécrotiques et échaudées. Sur bigaradier une espèce spécifique provoque des taches avec les anneaux concentriques caractéristiques. L'extension des nécroses sur les nervures est caractéristique des infections foliaires. Les tiges sont également infectées.

Les symptômes se développent sur les fruits très tôt après infections et apparaissent initialement comme de petites taches noires légèrement déprimées. Les fruits infectés tôt après la chute des pétales tombent généralement. Les fruits âgés peuvent ne pas tomber; ils développent un périoderme créant des éruptions liégeuses à la surface du zeste. Ces éruptions ressemblant à celles provoquées par la Mélanose, mais elles peuvent être beaucoup plus grandes que les pustules de Mélanose et elles sont facilement vidées laissant une empreinte de la poche.

En conservation, la pourriture typique est le brunissement de la queue des fruits, ainsi que la pourriture noire du cœur.

Epidémiologie

Dans les plantations, *Alternaria citri* se multiplie initialement comme saprophyte sur les tissus morts des *Citrus* et produit des conidies aériennes. L'infection de nouvelles pousses est souvent assez sévère pour affecter la croissance des arbres. Le problème principal avec l'infection des pousses est que cela peut conduire à une rapide augmentation de l'inoculum susceptible d'infecter les fruits.

Les feuilles deviennent résistantes à l'infection quand elles sont complètement développées.

La sévérité de la maladie est fortement influencée par la vigueur des arbres et les pratiques de gestion de la plantation. Elle est plus sévère sur les arbres avec des pousses luxuriantes provoquées par une forte fertilisation, une irrigation excessive et un élagage inadéquat. Les arbres tardivement élagués, produisent un plus grand nombre de rejets, augmentant ainsi le risque de formation d'inoculum susceptible d'infecter les fruits. L'irrigation par aspersion aggrave également la maladie en augmentant la réussite des infections.

Initialement le champignon provoque une infection latente au bout du style du fruit. L'entrée dans les fruits est facilitée par les craquelures sur le bout du fruit. Le champignon ne se développe dans le fruit qu'après la sénescence du bouton du fruit.

La pourriture à *Alternaria* ne semble se produire qu'avec l'affaiblissement des fruits par des conditions adverses au champ ou au cours de la conservation, des désordres physiologiques ou une surmaturation des fruits.

Principes de contrôle

Eviter les pratiques qui provoquent une croissance excessive des arbres.

Des traitements cuivriques au moment de la période de sensibilité des fruits (les 3 - 4 premiers mois de leur développement) sont souvent nécessaires pour assurer une protection acceptable des fruits. Les fongicides cuivriques ne sont pas efficaces contre les infections des rameaux, d'où la nécessité d'appliquer des pratiques culturales adéquates.

L'infection du bout du style est souvent importante uniquement chez les fruits avec un navel (ombilic) mal formé. Des traitements fongicides sont efficaces pour prévenir contre cette infection. Egalement le retardement de la récolte jusqu'à la chute des fruits infectés est nécessaire dans certaines situations pour éviter la récolte des fruits contaminés, particulièrement s'ils sont destinés à la fabrication de jus de fruits. La pourriture du bouton des fruits est souvent minimale sur les fruits récoltés à la maturité optimale. Durant la conservation les fruits récoltés en vrac développent plus la maladie que ceux cueillis par pincée.

L'alternariose est insensible à la plupart des fongicides utilisés dans le contrôle de la pourriture des fruits. Les applications de fongicides à base de benzimidazole peuvent même accroître l'incidence de la maladie. L'utilisation seule ou combinée de l'imazalil ou de 2,4-D sur les fruits récoltés permet de contrôler la maladie. Le 2,4-D, un régulateur de croissance retarde le début de la sénescence du bouton du fruit, et par conséquent retarde ou restreint l'avancée du pathogène dans le fruit.

4.2.11 Les principales carences minérales

La détermination des carences s'est faite sur la base d'un diagnostic symptomatique au niveau des feuilles.

Carence en magnésium (Mg)

Symptômes

La carence en magnésium se manifeste en général sur les vieilles feuilles. On remarque un jaunissement partant de la base entre les nervures et les bords latéraux et prenant ensuite la forme d'un V renversé. La pointe et la base de la feuille restent vertes.

Il y a jaunissement de toute la surface de la feuille dans les cas graves. On constate aussi la chute prématurée des feuilles (PRALORAN, 1971).

Lutte

Elle se fait par pulvérisation foliaire avec du sulfate de magnésium à 2% + chaux, ou bien avec de la chaux magnésienne (CIRAD, 1993).

Carence en manganèse (Mn)

Symptômes

Cette carence se manifeste par la présence de tâches vert clair entre les nervures. La feuille passe progressivement du vert normal au vert clair; il n'y a pas de séparation nette des zones plus claires. Les feuilles ont généralement tendance à s'enrouler (PRALORAN, 1971).

Lutte

La méthode de lutte préconisée est la pulvérisation foliaire avec 300 à 500 g de sulfate de manganèse + 200 g de chaux / 100 litres d'eau. (CIRAD, 1993).

Carence en zinc (Zn)

Symptômes

La carence en zinc se caractérise par la présence des feuilles de petite taille, étroites et pointues. Les jeunes rameaux ont un aspect buissonnant. Dans la majeure partie des cas, la carence en zinc est associée à celle de l'azote ou du manganèse (CIRAD, 1993).

Lutte

Pulvérisation de 300 à 500 g de sulfate de zinc + 150 à 200 g de chaux / 100 litres d'eau. La deuxième pulvérisation se fait un mois plus tard. (CIRAD, 1993).

Carence en azote (N)

Symptômes

Sur les jeunes plants, les feuilles sont vert clair à jaunâtre. La lutte consiste à appliquer de l'azote soluble

Autres troubles

Eclatement des fruits

L'éclatement des fruits est aussi un phénomène observé dans la région du fleuve. Mais ses causes restent encore indéterminées. Certains chercheurs l'attribuent à une irrégularité d'arrosage, d'autres pensent que c'est dû à l'état avancé d'une déficience en phosphore.

4.3 LES VIROSES DES AGRUMES

4.3.1 Tristeza Virus (Closterovirus)

Symptômes / Diagnostic

Le citrus tristeza virus (syn. citrus quick decline virus) induit une grande variabilité de symptômes selon les souches et le type d'agrumes. En général, ces symptômes sont le déclin rapide ou 'tristeza' et un 'stem pitting' (tronc alvéolé) chez *Citrus* spp. sur porte greffe *Citrus aurantium* (bigaradiers). Un jaunissement des plantules est aussi un symptôme typique chez *C. aurantium*. Sur *Citrus aurantifolia* (limettiers), le virus cause un 'die-back' mais aussi une décoloration discontinue de la nervure centrale et des nervures secondaires des feuilles ou 'vein clearing' et des dépressions longitudinales ou creux appelées 'stem pitting' dans le bois. Ces creux sont visibles après écorçage en cas d'infection précoce ou extérieurement en cas d'infection précoce. Le tristeza induit un déclin sur *Citrus reticula* (mandariniers), et un rabougrissement buissonneux ou 'bushy stunt' et un 'stem pitting' chez *Citrus paradisi* (pomelos). Après greffage, le virus entraîne une nécrose du phloème sous le point de greffe avec mortalité du greffon. Au dessus du point de greffe, il peut se former des calcs.

Le diagnostic se fait par indexage. L'indexage le plus courant est de procéder au greffage d'écusson de l'arbre suspect sur des plantules indicatrices de *C. aurantifolia* (limettiers: cvs Mexicaine, West indian, Key lime, Galego lime & Kagzi lime) et d'observer les symptômes de 'vein clearing', 'leaf cupping', 'leaf canoe-shape', et 'stem pitting'. Le greffage de *C. sinensis* (orangers) sur *C. aurantium* (bigaradiers) provoque un flétrissement rapide, déclin et mortalité, des 'overgrowth' (hypertrophie) au point d'union et des 'honeycombing' (nids d'abeilles) sous le point de greffe. Les autres espèces, à l'exception de *C. limon* (citronnier) sont également sensibles. Le diagnostic peut aussi se faire par microscopie électronique (particules filamenteuses souvent flexibles de 2000x12 nm). La sérologie par ELISA peut aussi être appliquée, mais la différenciation sérologique entre les souches n'est pas souvent bien établie.

Agent causal, Transmission et Dispersion

Le virus est sous forme de filaments flexibles de 2 µm x 11 nm et dont le génome est un ss RNA. Le tristeza est transmis dans la nature par des pucerons dont *Aphis gossypii*, *A. spiraecola*, *Toxoptera aurantii* et *Toxoptera citricidus* (syn. *Toxoptera citrida* & *T. cidricola*) de manière non persistante. Le dernier vecteur serait le plus important dans la transmission de par l'efficacité et l'abondance, alors que *A. gossypii* est très efficace mais souvent peu abondant. Le tristeza est aussi transmissible par greffe et serait transmissible par voie mécanique.

Le virus semble être originaire de l'Asie à partir d'où il a été propagé à travers les greffons vers les autres parties du monde. La dispersion du virus se fait par les vecteurs et les greffons infectés. Dans ce dernier cas, le virus peut être facilement propagé sur de grandes distances.

Importance, Répartition et Plantes hôtes

Le tristeza est l'une des maladies les plus importantes en agrumiculture de

part le monde et constitue la principale affection virale sur les citrus. Il semble être présent un peu partout dans les zones de culture des agrumes. Cependant, l'incidence en Afrique n'est pas réellement connue.

Moyens de lutte

- **Prévention:** la certification des 'budwood' (écusson) permet d'éviter l'introduction dans des zones indemnes. Ces écussons pourraient constituer une alternative aux porte-greffe. Il est conseillé de surveiller régulièrement les zones pour une détection des arbres malades en vue de supprimer les foyers dans les zones à faible infection. Une détection précoce par sérologie peut augmenter l'efficacité du diagnostic.
- **Thermothérapie:** Elle peut être appliquée sur des jeunes plants pour les assainir.
- **Prémunition:** Elle peut éviter les grosses pertes au champ.

4.3.2 Citrus Greening

Symptômes et diagnostic

Les symptômes du greening sont des chloroses ou marbrures des feuilles ou des parties des feuilles et un jaunissement des nervures. Les symptômes peuvent commencer par une partie de la frondaison. Les autres symptômes liés à la maladie sont divers: nanisme des plants, réduction de la densité du feuillage pouvant causer la mortalité de certaines branches (twig & limb die-back). Au niveau des fruits, les symptômes du greening se traduisent par une diminution de la production et de la taille des fruits. Ces derniers sont souvent déformés, asymétriques et faiblement colorés, d'où le nom de 'greening'. Le 'greening' est plus net au niveau de la partie ombragée alors que celle exposée au soleil développe une coloration normale.

Le diagnostic peut se faire par symptomatologie, en gardant à l'esprit la similitude avec les symptômes d'autres causes. L'indexage sur des plantes sensibles, notamment *C. nobilis*, *C. deliciosa* et *C. reticulata* (mandariniers) peut aussi servir de diagnostic. La microscopie électronique ou la détection par fluorescence du 'gentisoyle glucoside' sont les moyens de diagnostic les plus rapides et les plus fiables.

Agent causal, Transmission et dispersion

Le greening est causé par une dysphagobactérie type 'phloem-limited-bacteria'. Il existe sous deux formes. La souche africaine (induit les symptômes optimaux à 20-24°C) et la souche asiatique (induit les symptômes optimaux au-delà de 32°C). La transmission se fait par des Psyllidae adultes de manière 'propagatrice'. La souche africaine est transmise par *Trioza erytrae* qui se développe de préférence en zone fraîche. La souche asiatique est transmise par *Diaphorina citri* qui se développe mieux en zone chaude.

La transmission se fait aussi par greffe. La transmission par semence a été rapportée en Chine et en Indonésie.

La dispersion du greening se fait principalement par le matériel végétal infecté. Les vecteurs ne sont pas déterminants dans la propagation à cause de leur faible efficacité. Cependant, en cas de fortes pullulations et d'abondance d'inoculum, ils peuvent provoquer des épidémies.

Importance, Répartition et plantes hôtes

Le 'greening' est une maladie très destructive. Les arbres infectés très jeunes ne sont pas productifs. La qualité des fruits est affectée: nanisme, déformation, coloration à aspect immature (greening), et jus acide à amer. Il serait la principale cause de baisse de la production d'agrumes dans la région des grands lacs d'Afrique centrale.

Le 'greening' existe sous deux formes dont une répandue en Afrique, notamment l'Afrique centrale et australe, et l'autre en Asie et au Brésil.

Le 'greening' attaque principalement les Rutacées. Les hôtes relais sont *Clausena anisala* et *Vepris lanceolata* pour la souche africaine et *Murraya paniculata* pour la souche asiatique.

Moyens de lutte

- **Prévention:** Le matériel végétal doit être certifié indemne, surtout dans des zones où les vecteurs sont présents. Dans les zones où la maladie est endémique, il est conseillé d'établir les vergers dans des zones défavorables au vecteur, et de réduire les sources d'inoculum.
- **Contrôle des vecteurs:** Ce contrôle peut se faire par des Hyménoptères parasites des vecteurs: *Tetrastichus dryi* et *T. radiatus*. Ce contrôle des vecteurs peut être renforcé par d'autres moyens de réduction des populations qui n'affectent pas les Hyménoptères.
- **Thermothérapie:** Les budwood peuvent être assainis par traitement à la chaleur.
- **Chimiothérapie:** L'injection de tétracycline peut relever la production des arbres infectés

Importance, Répartition et plantes hôte

Moyens de lutte

4.3.3 Citrus Vein Enation / Woody Gall Virus

Symptômes et diagnostic

Les symptômes varient de 'enation of vein' sur cultivar sensible tel Mexican lime, sour orange et rough orange, et des swelling ou galls sur le tronc (stem) chez Mexican lime et Rough lemon. Ces galls sont formés à côtés des thorns ou en association avec des ouvertures.

le diagnostic peut se faire par les symptômes, notamment les galls

4.3.4 Citrus Tatter Leaf / Citrange Stunt

Symptômes et diagnostic

Les symptômes sur *Citrus excelsa* (Mexican lime?), citranges et les autres oranges hybrides trifoliés. Les feuilles de *C. excelsa* peuvent être déformées

4.4 INSECTES ET ACARIENS NUISIBLES AUX AGRUMES

4.4.1 Introduction

Les agrumes sont des plantes fruitières appartenant à la famille des Rutaceae et aux genres *Citrus* ; *Fortunella* et *Poncirus*.

Les principales espèces sont :

<i>Citrus aurantium</i> L.	=	Bigaradier	=	oranger amer
<i>Citrus aurantium bergamia</i>	=	Bergamatier	(oranger amer)	
<i>Citrus aurantifolia</i> (Chr.) Sw.	=	Limettier	(Lime)	
<i>Citrus limetta</i>	=	Limettier	(Limette) = citron doux	
<i>Citrus limon</i>	=	Citronnier		
<i>Citrus maxima</i> et <i>Citrus grandis</i>	=	Pamplemoussiers		
<i>Citrus nobilis</i> (= <i>C. reticulata</i>)	=	Mandarinier		
<i>Citrus paradisi</i>	=	Pomelo		
<i>Citrus sinensis</i> (L.)	=	Oranger commun	= Oranger doux	
<i>Citrus medica</i> L.	=	Cédratier		
<i>Citrus clementina</i>	=	Clémentinier		
<i>Tangelo</i>	=	Hybride de Pamplemousse et de Clémentine		
<i>Fortunella japonica</i> (K.)				
<i>Fortunella margarita</i> (K.)				

Poncira trifoliata (uniquement utilisé comme porte-greffe).

Les agrumes sont d'origine asiatique mais largement cultivés un peu partout en Afrique.

Ils sont cultivés pour leurs fruits très riches en vitamine C et contenant en plus faibles proportions les vitamines A et B. Ils contiennent aussi des huiles essentielles.

Ils font l'objet d'attaques de nombreux insectes et acariens qui en cas de fortes pullulations peuvent compromettre la production.

Parmi les insectes ce sont surtout les chenilles défoliatrices, les cochenilles, les pucerons et les mouches des fruits qui revêtent une importance économique.

4.4.2 Principales Espèces Nuisibles

Inventaire et dégâts

Espèces		
ACARIENS	ACARI	Dégâts
<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	Tetranychidae	Feuilles et fruits piqués, décolorés portant des taches jaunes, bronzées, blanches, déformation des organes, chute des feuilles
<i>Tetranychus urticae</i>	Tetranychidae	
<i>Polyphagotarsonemus atus</i>	Tarsonemidae	
COCHENILLES		
<i>Lepidosaphes beckii</i>	Homoptère Coccidae	
<i>Phanacoccus citri</i>	Homoptère Pseudococcidae	Bourgeons, feuilles, rameaux piqués, jaunes. Ralentissement de la croissance. Chute des feuilles. Epuisement et dépérissement de la plante. Mort des jeunes plantes en cas de sécheresse
<i>Unaspis citri</i>	Homoptère Diaspididae	
<i>Coccus viridis</i>	Homoptère Coccidae	
<i>Aspidiotus destructor</i>	Homoptère Diaspididae	
<i>Aonidiella aurantii</i>	Homoptère Diaspididae	
<i>Parlatoria zizyphi</i>	Homoptère Diaspididae	
MOUCHES BLANCHES		
<i>Aleurocanthus woglumi</i>	Homoptère Aleurodidae	Feuilles piquées, décolorées, recouvertes de fumagine à la face supérieure. Fruits souillés
<i>Dialeurodes citri</i>	Homoptère Aleurodidae	
<i>Aleurodicus dispersus</i>	Homoptère Aleurodidae	
CRIQUETS		
<i>Zonocerus variegatus</i>	Orthoptère Pyrgomorphidae	Destruction des feuilles, rameaux et bourgeons
<i>Schistocerca gregaria</i>	Orthoptère Acrididae	
MOUCHES DES FRUITS		
<i>Ceratitis capitata</i>	Diptère Trypetidae (Tephritidae)	
<i>Dacus sp</i>	Diptère Tephritidae (Trypetidae)	Fruits perforés, décolorés, ramollis, pourris, contenant des asticots
PUNAISES		
<i>Nezara viridula</i>	Hétéroptère Pentatomidae	Bourgeons, jeunes rameaux, feuilles piquée, décolorées, jeunes feuilles et tiges fanées noircies
<i>Anoplocnemis curvipes</i>	Hétéroptère Coreidae	
<i>Leptoglossus membranaceus</i>	Hétéroptère Coreidae	
PUCERONS		
<i>Toxoptera aurantii</i>	Homoptère Aphididae	Feuilles piquées, décolorées, crispées, souvent enroulées, recouvertes de fumagine
<i>Toxoptera citricida</i>	Homoptère Aphididae	
<i>Aphis spiraecola</i>	Homoptère Aphididae	
<i>Aphis sp.</i>	Homoptère Aphididae	
THRIPS		
<i>Scirtothrips aurantii</i>	Thysanoptère Thripidae	Pique fleurs et fruits
CHENILLES : Lépidoptères		

<i>Cryptophlebia leucotreta</i>	Lépidoptère Noctuidae	Les œufs sont déposés sous la pelure mineuse des fruits. Défoliatrice dévore les feuilles Mineuse des feuilles : les larves creusent des galeries dans les jeunes feuilles
<i>Papilio demodocus</i>	Lépidoptère Papilionidae	
<i>Phyllocnistis citrella</i>	Lépidoptère Sesiidae	
FOURMIS : Hyménoptères – Formicidae		
<i>Oecophylla longinoda</i>		Destruction de feuilles, élevage de cochenilles et pucerons
<i>Oecophylla smaragdina</i>		
TERMITES : Isoptères – Termitidae		Destruction de racines des jeunes plantes
PAPILLON		
<i>Ophideres princeps</i>	Lépidop. Noctuidae	Suce le jus des fruits

Nota Bene : *O. princeps* constitue l'un des rares cas de Lépidoptère adulte nuisible direct sur les cultures (figure 24)

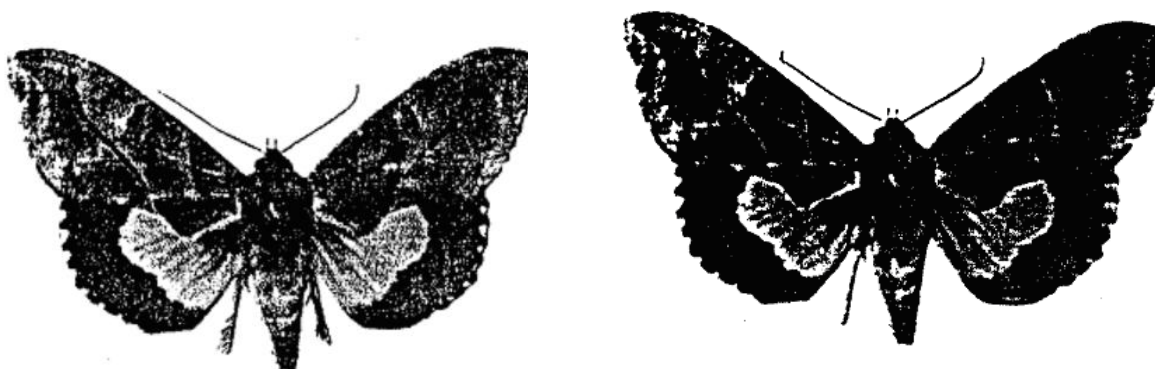


Fig. 24 : Adultes de *Ophideres princeps*... (d'après BUYCKX, 1962)

4.4.3 *Cryptophlebia leucotreta* (Meyr.)

« Le faux ver rose » ou ver des fruits de citrus

Syn. : *Argyroploce leucotreta*

Position systématique

Ordre : Lepidoptera

Famille : Tortricidae

Description

Le papillon

Il mesure 7 à 8 mm pour une envergure de 17 mm.

Les ailes antérieures sont brunes, mêlées de gris foncé, avec une tache en forme de M dans l'angle antérieur et un point clair au tiers externe.

Les ailes postérieures sont brunes.

La chenille

Elle mesure 15 mm.

De coloration blanchâtre à crème à la naissance, avec la tête noire elle devient rougeâtre, tachetée de brun et teintée de rose sur le dos.

Chaque segment porte des soies bien visibles plantées sur un cercle brun-clair.

La chrysalide

Incurvée et brune, elle mesure 5 à 7 mm. Elle porte dorsalement sur chaque segment abdominal une double rangée d'épines.

Bioécologie

C. leucotreta est un insecte très répandu en Afrique tropicale. La reproduction est sexuée.

L'insecte est un endopterygote à développement holométabole.

La femelle pond ses œufs isolément à la surface des fruits. Dès l'éclosion la larve s'enfonce dans le fruit sans laisser de trace visible.

C'est dans le fruit que s'effectue pendant 2 semaines la vie larvaire.

Au terme de son développement, la chenille sort du fruit, tisse un cocon dans lequel elle s'enferme pour se chrysalider. La nymphose dure 10 à 15 jours voire plus.

Plantes-hôtes

C. leucotreta est assez polyphage s'attaquant aux Solanacées (Poivron, Piment) au haricot, au gombo, aux agrumes, au maïs, goyavier, cotonnier...

Dégâts

Dès leur naissance, les chenilles pénètrent directement dans le fruit, creusent des galeries dans sa chair où elles logent se nourrissant de la pulpe.

Les fruits pourrissent et sont envahis par des microorganismes pathogènes introduits par les trous d'entrée des chenilles.

Les dégâts ne sont presque jamais précocement visibles de l'extérieur.

Moyens de lutte

Si les dégâts sont constatés à la première récolte, il faut traiter tous les 7 à 10 jours en alternant un pyréthri-noïde et l'endosulfan.

Ramassage et destruction des fruits tombés

Extraits aqueux de neem : 25 à 50 g/l d'eau

4.4.4 Lepidosaphes Beckii (Newm.)

Synonyme : *Lepidosaphes citricola*

Cochenille virgule des orangers

Position Systématique

Ordre : Homoptera

Famille : Diaspididae

Description

Le mâle est un petit insecte ailé mesurant 2 à 2,5 mm de long. Il est de couleur brune à brun-foncé. Il porte un bouclier d'environ 2 mm, filiforme recourbé postérieurement sur le côté gauche.

La femelle de forme plus allongée mesure 3 à 4 mm. De couleur violacée à brun-foncé, son bouclier d'environ 3 mm s'allonge vers l'arrière en s'incurvant en forme d'une virgule d'où le nom de cochenille virgule.

Les femelles adultes sont de couleur jaunâtre. Elles vivent enfermées dans un fin voile blanchâtre.

Bioécologie

On trouve la cochenille virgule de l'oranger partout où se développent les citrus.

Très plastique sur le plan écologique elle supporte les fortes variations d'humidité atmosphérique s'attaquant aux régions humides et aux conditions semi-arides. Toutefois, les températures inférieures à 8°C ne permettent pas son développement.

La reproduction est essentiellement sexuée, les femelles sont ovipares.

Une femelle pond 40 à 80 œufs, sous son bouclier, ce nombre variant selon l'alimentation. En effet, la fécondité des femelles nourries de jus de fruits est supérieure à celle des femelles nourries de suc foliaire.

Le cycle de développement dure plus longtemps en saison froide. Sa durée varie de 50 à 60 jours en saison sèche chaude.

L'espèce est polyvoltine avec 3 à 4 générations annuelles.

Plantes-hôtes

La cochenille virgule s'attaque essentiellement aux agrumes du genre citrus.

Dégâts

L. beckii est l'un des insectes les plus nuisibles aux citrus. Elle est capable sans aucune forme d'intervention de tuer une plante lors d'attaque sévère.

La cochenille virgule est un insecte piqueur-suceur de feuilles, jeunes rameaux, branches et fruits.

Les organes infestés se décolorent, jaunissent et parfois chutent prématurément.

Les rameaux se défolient et se dessèchent.

Moyens de lutte

La lutte non chimique avec une association de moyens disponibles et adéquats.

Désherbage correct de toute la plantation
Elimination et incinération des rameaux attaqués
Promotion du développement des ennemis naturels
Hyménoptère Aphelinidae *Aphitis lepidosaphes*

Coléoptère Coccinellidae *Chilocorus sp.*

Utilisation alternée d'huile de pétrole annuellement

Adopter une approche de lutte intégrée

Pulvérisation de Folimate (Onréthoate) à raison de 25 à 28 cc/10 l tous les 15 jours

4.4.5 *Toxoptera aurantii* : (bd. F)

Synonyme : *Aphis citrifoliae*

Puceron noir de l'oranger

Position systématique

Ordre : Homoptera

Famille : Aphididae

Description

La forme aptère de ce puceron est de couleur brun-foncé à brun-noir et mesure 1,5 à 2 mm.

L'extrémité abdominale porte en plus de la queue 2 appendices noirs (siphonculi). L'abdomen porte également sur les bords en position ventrale, un organe de stridulation qui joue sur les pattes en mouvement stridulatoire.

La tête est munie d'une paire d'antennes relativement courtes.

La forme ailée mesure 1,2 à 1,8 mm, la tête et le thorax sont noirs, l'abdomen est brun-noir avec une queue et 2 siphonculi. Les antennes sont presque de même longueur que le reste du corps.

L'abdomen de l'espèce porte des soies et les pattes sont poilues.

Bioécologie

T. aurantii préfère les régions assez chaudes, son préférendum thermique se situe à 25°C. L'espèce est extrêmement sensible aux températures inférieures à 15°C et supérieures à 30°C, qui sont défavorables à son développement.

L'espèce préfère les jeunes organes, feuilles, pousses, fruits et se développe sur les gourmands sur les plantes âgées.

La reproduction parthénogénétique est prédominante. Les femelles ovipares sont de fécondité variable, une femelle peut pondre environ 50 œufs.

Plantes-hôtes

Ce puceron est relativement polyphage mais préfère les citrus. Il compte plus de 100 hôtes dont le théier, le cacaoyer, le caféier, le manguier etc...

Dégâts

Larves et adultes sont des piqueurs-suceurs s'attaquant de préférence aux jeunes plantations.

aurantii forme des colonies souvent très denses sur les jeunes feuilles et

pousses plus rarement sur boutons floraux et fleurs.

Les organes attaqués sont décolorés, les feuilles sont crispées, elles s'enroulent à leur extrémité distale, des fois se gaufrant. Les feuilles sont déformées.

La plupart du temps les attaques sur organes-floro-fructifères entraînent l'avortement des fleurs et la chute de ces organes.

Les infestations sévères provoquent un dépérissement de la plante dont l'extrémité se fane.

En outre, ce puceron assure la propagation du virus de la maladie de la Tristeza des citrus. (feuilles décolorées tachetées).

La dissémination se fait par vol pour les ailés.

Moyens de lutte

Il y a avantage à favoriser le développement des nombreux ennemis naturels de ce puceron. On en connaît environ 70 espèces différentes dont les prédateurs Coléoptères Coccinellidae, les Hyménoptères Encyrtidae et Aphelinidae, les Neuroptères etc...

La pulvérisation avec un mélange eau savonneuse et pétrole donne de bons résultats.

4.4.6 *Papilio demodocus* Esp

1. Position systématique

Ordre : Lepidoptera

Famille : Papilionidae

Description

L'adulte est un assez grand et beau papillon de 110 mm d'envergure pour 25 à 30 mm de long (fig 25).

Les ailes antérieures et postérieures sont de teinte vert-noir, sombre au-dessus et tachetée jaune soufre.

Le bord postérieur ou bord externe des ailes porte une tache ocellée ornée d'orange jaune, noir et bleu foncé.

Sur le bord interne de l'aile postérieure une tache plus terne moins nette est à mi-parcours.

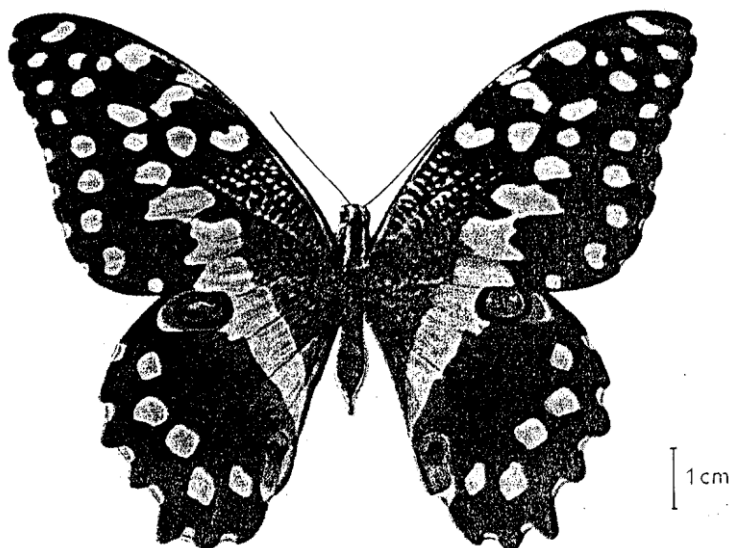


Figure 25 : *Papilio demodacus* d'après Buyckx, 1962

La chrysalide est jaune brunâtre vit fixée sur le tronc ou les branches de la plante hôte.

La chenille est le stade nuisible de cette espèce. Son aspect est variable selon l'âge. Les jeunes chenilles mesurent environ 15 mm de long.

Leur couleur varie du brun au noir bordé de jaune, la face dorsale marquée d'un dessin en V. Elles sont pourvues de nombreuses épines. Dérangées, elles font apparaître à la partie postérieure de la tête un appendice bifide, de couleur marron-foncé.

Les jeunes âgées mesurent 44 mm à leur complet développement. Elles sont de couleur verte, sans épine mais pourvues de 2 petites protubérances sur l'extrémité postérieure du corps et 2 autres derrière la tête.

Bioécologie

L'espèce est bien adaptée aux conditions tropicales et se rencontre partout où se trouvent les citrus. Elle a une large distribution géographique.

La reproduction est sexuée, les femelles sont ovipares, la ponte épiphyte.

L'incubation dure 5 à 7 jours en saison sèche. A l'éclosion les chenilles commencent immédiatement à s'alimenter.

La chrysalidation s'effectue sur la plante hôte sur les branches ou le tronc mais toujours dans un site bien abrité.

L'espèce assure sa dissémination par vol.

Plantes hôtes

Ce sont les citrus qui sont surtout attaqués.

Dégâts

Les chenilles sont de véritables défoliatrices des agrumes. Elles s'attaquent

surtout aux jeunes plantes qu'elles peuvent défolier entièrement en cas de pullulations.

Moyens de lutte

Dès l'apparition des 1ères chenilles, il faut procéder à leur ramassage manuel en pépinière et leur destruction.

Le badigeonnage des troncs à la chaux diminue également le nombre de chrysalides.

4.4.7 AUTRES INSECTES

Phyllocnistis citrella : Lépidoptère Sesiidae : la femelle de ce papillon pond ses œufs sous l'épiderme supérieure de la feuille. C'est une chenille mineuse des feuilles.

A l'éclosion l'asticot se nourrit aux dépens du mésophylle dans lequel il creuse des galeries entre les 2 épidermes diminuant ainsi la surface photosynthétique. Les dégâts sont très importants pendant la saison des pluies.

Aonidiella aurantii Homoptère Diapidae : Ces cochenilles vivent en colonies souvent très denses sur feuilles, rameaux mais de préférence sur les fruits.

Les organes attaqués se dessèchent après l'apparition de taches résultant des salives toxiques et lisantes de cette cochenille.

En outre, les fruits jeunes peuvent tomber prématurément tandis que les âgés sont dépréciés sur le plan commercial.

Ceratitis capitata Diptère Tephritidae : La femelle dépose ses œufs dans le fruit. Le trou fait une décoloration sur le fruit. A l'éclosion l'asticot mine le fruit qui finit par pourrir.

Les punaises Hétéroptères : *Nezara viridula* (Pentatomidae), *Anoplocnemis curvipes* (Coreidae) et *Leptoglossus membranaceus* (Coreidae) piquent et sucent les jeunes feuilles, tiges, pétiole et occasionnellement les fruits qui se fanent, noircissent et chutent.

Toxoptera citricidus (Syn : *T. citricida*, *T. citricola*) Homoptère Aphididae.

Le puceron tropical de l'oranger par ses attaques provoque : l'arrêt du développement des bourgeons floraux, dont certains chutent, la déformation (enroulement et boursoufflure) des feuilles dont certaines deviennent cassantes, la perturbation de la croissance de la plante. Ses sécrétions des miellats favorisent le développement de la fumagine, facteur de réduction de l'assimilation chlorophyllienne par les feuilles.

Par ailleurs, ce puceron est un important vecteur de virus phytopathogènes dont celui de la Tristeza des oranges, celui du stem-pitting du citronnier et le bud onion décline du citron et de l'orange.

CHAPITRE
LES MUSACEES

5 LE BANANIER

5.1 ORIGINE ET DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

5.1.1 Origine et Distribution géographique

Les bananiers actuellement cultivés proviennent de bananiers sauvages à graines originaires de l'Extrême-Orient (zone située de l'Inde, des Philippines et de la Malaisie au nord à l'Australie au sud).

De leur aire d'origine, les cultivars de bananiers se sont répandus avec le temps dans les régions intertropicales humides et chaudes de sorte que l'on rencontre de nos jours les bananiers en Asie, en Afrique, en Océanie, en Amérique du Nord, Centrale et du Sud.

En fait, les bananiers cultivés pour l'alimentation sont répartis en deux grands groupes selon leur mode de consommation:

- les bananiers produisant des fruits consommés crus ou bananes douces (exemple: bananier nain);
- les bananiers produisant des fruits consommés cuits ou bananes à cuire (exemple: bananier plantain).

5.1.2 Taxonomie

Le bananier est classé dans le règne végétal de la manière suivante:

- **Famille:** Musacées (*Musaceae*);
- **Genres:** *Musa*, *Ensete*;
- **Espèces:**
 - *Musa acuminata* (espèce à graines de la section des Eumusa);
 - *Musa balbisiana* (espèce à graines de la section des Eumusa);
 - *Musa sinensis* (bananier nain).

Remarque:

Le genre *Musa* se divise en espèces séminifères (production de semences) à fruits non comestibles et en cultivars à fruits parthénocarpiques (développés sans fécondation réel, donc à semences non viables). Les cultivars sont issus du croisement de *Musa acuminata* (symbole de génome A) et de *Musa balbisiana* (symbole de génome B).

Ils sont ainsi classés selon leur origine génétique et leur ploïdie:

- **Diploïdes AA:** exemple Figue sucrée;
- **Triploïdes AAA:** exemple Gros Michel, Figue-Rose, Lacatan, Poyo (Valery), Grande Naine ou Grande Nanine, Nain (*Musa sinensis*);

- **Triploïdes AAB:** sous groupe des plantains (bananes corne, french plantain), autres formes de bananes à cuire et Figue-pomme;

- **Triploïdes ABB:** variétés à fruits à cuire ou à fruits doux de la péninsule indienne et des Philippines;

- **Tétraploïdes naturels (très rares):** hybrides tétraploïdes créés à partir de Gros Michel ou de ses formes naines.

Importance économique, nutritionnelle et environnementale

Importance économique

La production mondiale de bananes, toutes catégories confondues, est considérable. Elle est estimée entre 40 et 60 millions de tonnes par an. L'exportation des bananes constitue aussi un important réseau dans les échanges commerciaux. Sur 50 millions de tonnes produites, 7 à 8 millions sont exportés vers les pays non producteurs. En ce qui concerne la proportion entre bananes douces et bananes à cuire, on pense que 20 millions de tonnes sont des bananes à cuire sur 42 millions de bananes produites et consommées sur place. Cependant, cette répartition peut beaucoup varier d'un pays à l'autre.

En terme de production par zones géographiques en 1985, la première place revenait l'Asie (16.000.000 t), puis l'Amérique du sud (12.000. 000 t), l'Amérique du nord et du centre (7.000.000 t), l'Afrique (5.000.000 t), l'Océanie (1.127.000 t) et l'Europe (456.000 t). Les plus gros producteurs étaient le Brésil (7.505.000 t), l'Inde (4.686.000 t), les Philippines (4.368.000 t), l'Indonésie (2.085.000 t) et l'Equateur (1.705.000 t). Cependant, l'Equateur a été le premier exportateur en 1985 avec 1.074.000 t.

5.1.3 Importance nutritionnelle

La banane, de par sa pulpe très charnue, est par excellence un fruit vivrier sur le plan de la quantité de matière nutritive apportée. Sur le plan qualitatif, c'est un fruit hautement énergétique surtout par sa teneur en glucides (voir **tableau 10**). Sa teneur en protéines (1,3 à 1,4 %) est l'une des plus élevée pour les fruits couramment consommés (exemple: avocats: 1,7 %; oranges et goyaves: 1,0 %; mangues et papayes: 0,7 %).

Tableau 10: Eléments nutritifs majeurs de la banane

ELEMENTS CONSTITUTIFS	IMPORTANCE (%)
Eau	75,3
Glucides	22,0
Protides	1,3
Lipides	0,6
Cendre	0,8

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'agronome)

La banane est souvent consommée sans grande transformation soit crue (exemple: bananes douces consommées directement, sous forme de crème ou "jus" après broyage), soit après cuisson (exemple bananes plantains sous forme de frites ou braisées, etc...). Elle est souvent associée aux cocktails de fruits. La consommation

sous forme séchée (bananes-figues) se développe également. Elle peut être transformée en farine ou en purée. Enfin, elle sert à la fabrication de boissons alcoolisées dans certaines régions.

5.1.4 Importance environnementale

Les bananiers de manière générale, notamment ceux dont les fruits ne sont pas destinés à la consommation, servent comme plantes d'ornement dans les habitations ou dans les espaces verts des villes.

5.1.5 Biologie et écologie

Biologie

Le bananier (**figure 26**) est une plante herbacée dont la taille du pseudo-tronc (faux tronc) peut atteindre 1,50 à 8 m selon les espèces et les cultivars. Le système végétatif aérien, constitué au départ par le pseudo-tronc et les feuilles, dérive d'une souche souterraine vivace (vraie tige ou rhizome ou encore bulbe) de forme globuleuse et possédant un diamètre de 0,30 à 0,60 m. La souche émet d'autres plantules appelés rejets. En réalité, ce sont les gaines des feuilles qui s'imbriquent entre elles pour constituer le pseudo-tronc. Chaque gaine s'épaissit ensuite en pétiole qui se prolonge en nervure centrale séparant un vaste limbe en deux parties presque égales.

Le méristème terminal situé peu au-dessus du sol émet 15 à 35 feuilles de dimensions croissantes avant de se différencier en tige interne terminée par l'inflorescence. Celle-ci est composée d'abord par la hampe, puis les glomérules de fleurs à longs ovaires (fleurs femelles) qui vont engendrer les << mains >> du régime (jusqu'à 14) et les glomérules de fleurs staminées à ovaires très réduits (fleurs mâles).

Les mains comportent deux rangées de fruits (doigts) compressés sous une spathe violacée ou bractée. Les bananes des cultivars se développent par parthénocarpie et ne contiennent donc pas de graines fécondées (viabiles).

Les bractées tombent par la suite pour libérer les fruits dont le développement s'étale sur environ 3 mois. Pour bien mûrir tout en ayant un goût sucré (moins d'amidon dans la pulpe), les bananes douces doivent être récoltées vertes.

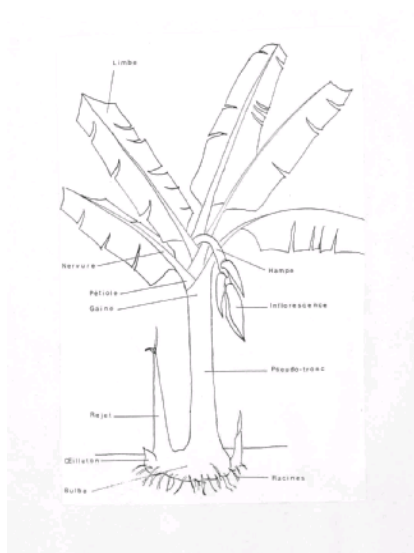


Figure 26: Schéma d'un plant adulte de bananier plantain

5.1.6 Ecologie

La culture du bananier implique la satisfaction d'un certain nombre de facteurs climatique et pédologique. Il s'agit de l'eau, de la température, de la lumière, du vent et du sol.

*Climat

La production intensive du bananier exige des conditions optimales de température, de lumière, d'apport en eau et de vent.

- **Température:** le développement du bananier est normal entre 24 et 28 °c. Des anomalies de croissance se manifestent en dessous de 24 °c et au-dessus de 35 °c. Les températures extrêmes sont 11 °c (16 °c pour les plantains) et de 40 °c. Les feuilles jaunissent à partir de 4 à 6 °c, mais la souche ne meurt que par le gel. A 12 °c et en dessous, les fruits subissent une altération (pigmentation) du péricarpe, se déforment et se nécrosent.

- **Lumière:** le bananier supporte les fortes insolation si l'eau est suffisamment disponible. Dans le cas contraire, il y a risque de pâlissement des limbes, puis nécrose (brûlure). Les jeunes fruits peuvent aussi présenter des symptômes de brûlures. La nébulosité ralentit la végétation et augmente la taille des rejets. Le niveau d'insolation favorable à la croissance est de 2.000 à 2.400 heures/an.

- **Eau:** le bananier est très exigeant en eau, mais il n'aime pas l'eau stagnante et les zones inondables. En climat chaud et humide, ses besoins sont couverts avec 125 à 150 mm d'eau par mois (1.250 à 1.500 m³/ha/mois). Les besoins sont encore plus élevés en régions sèches et chaudes ou par vents très forts ou fréquents. Le bananier ne supporte pas une sécheresse de plus d'un mois. Le bananier plantain a besoin entre 120 et 160 mm de pluies/mois et tous les mois de l'année. Aussi, sa plantation, tout au moins pour une exploitation intensive, n'est pas recommandée dans les régions à saison sèche de durée supérieure à 3 ou 4 mois.

- **Vent:** les vents forts et fréquents provoquent la lacération des limbes, ce qui aggrave les effets de la sécheresse. Ils sont aussi responsables de beaucoup de cas de cassure et de chute des pseudo-troncs.

* Sol

Du fait que les racines du bananier sont peu pénétrantes, le sol doit être profond et meuble, bien aéré (bonne structure et bon drainage), riche en azote et en potasse, sain d'organismes nuisibles. Il ne doit pas se compacter, ni avoir un horizon durci ou gravillonnaire. La nappe d'eau souterraine doit se situer au moins à 80 cm de profondeur. Le pH tolérable varie de 4,0 à 8,0, mais l'optimum est de 6,0 à 7,5 (5,0 à 6,5 pour le bananier plantain).

5.1.7 Ressources génétiques

Cultivars courants

Comme déjà indiqué, les bananiers cultivés sont issus du croisement de *Musa acuminata* et de *Musa balbisiana*. Il existe plusieurs cultivars (variétés), mais les plus couramment rencontrés dans le système d'exploitation intensive sont en nombre restreint (voir **tableau 11**).

Tableau 11 : Cultivars les plus utilisés en exploitation intensive des bananiers à fruits doux et à fruits à cuire

Bananiers à fruits doux	Bananiers à fruits à cuire
Gros Michel	French plantain giant
Lacatan	French plantain moyen et petit
Poyo (Valery ou Robusta)	French plantain nain
Grande Naine	Bâtard
Nain (bananier de Chine)	Faux corne
	Vrai corne

Sources: ANONYME, 1991 et TEZENAS DE MONTCEL, 1985

Caractéristiques de quelques cultivars

* Cultivars à bananes douces

- **Gros Michel:** il possède un faux tronc de 4 à 7 m de haut, produit des régimes pouvant atteindre 40 kg sur les sols de bonne qualité. Il est surtout cultivé du Guatemala, au Panama, en Equateur, en Colombie et au Cameroun. Il est très sensible à la maladie de Panama (fusariose).

- **Lacatan:** cultivé presque exclusivement au Jamaïque. Son faux tronc a une taille de 4 à 5 m.

- **Poyo:** son faux tronc a 3 à 4 m de haut. Il est très productif (jusqu'à 40 t/ha/an). Il est cultivé en Guadeloupe, au Nord-Martinique, au Surinam, en Côte d'Ivoire, à Madagascar, en Australie et en Somalie.

- **Grande Naine:** cultivar très productif et de taille moyenne beaucoup cultivé en Martinique et au Honduras.

- **Nain:** faux tronc de moins de 2 m de haut, à haut rendement en exploitation intensive. Il est souvent cultivé dans les régions à conditions limitantes (Canaries, Israël, Somalie, Brésil, Australie, Guinée).

* Cultivars à bananes à cuire

- **Frenchs géants:** cultivars à plusieurs feuilles (plus de 40), à inflorescence complète (présence de fleurs femelles, hermaphrodites et mâles), à nombre élevé de mains (6 à plus de 10), à doigts courts et nombreux. Le cycle dure 15 à 18 mois. Le régime pèse 30 à 45 kg (parfois plus).

- **Frenchs moyens:** cultivars émettant 32 à 38 feuilles avant de fleurir. Le cycle est de 12 à 15 mois. Le régime pèse de 15 à 30 kg. Le Bâtard qui est intermédiaire entre les Frenchs et les Faux cornes appartient au groupe des Frenchs moyens.

- **Faux cornes:** cultivars à nombre limité de mains (3 à 6 par régime), à inflorescence incomplète (fleurs femelles et hermaphrodites). Le cycle est court (égal ou inférieur à 12 mois). Le régime pèse 5 à 15 kg.

- **Vrais cornes:** cultivars à mains très limitées (1 à 3 en général, 5 à 10 au maximum). Les doigts sont longs et gros, mais peu nombreux. L'inflorescence est incomplète.

5.1.8 Mode de propagation et de multiplication

La multiplication par voie végétative est la règle pour tous les bananiers cultivés. Les modes les plus courants et simples de production de plants de bananiers sont la multiplication par rejets émis par les souches et la multiplication par division de souches. La production de plantules par culture in vitro est également possible.

Multiplication par rejets

Selon le stade de développement, on distingue les types de rejets ci-dessous (voir **figure 27**).

- Rejet sevré: grande pousse avec de larges feuilles, mais pas encore en fleur.
- Rejet baïonnette: jeune pousse avec de petites feuilles en forme d'épée.
- "Pepper": jeune pousse avec des feuilles en forme d'écailles.
- Rejet-chou: petit rejet à feuilles ouvertes.

Seuls les trois premiers types sont utilisés pour les nouvelles plantations de parcelles. En effet, la croissance des rejets-choux est très lente pour convenir à une utilisation intensive.

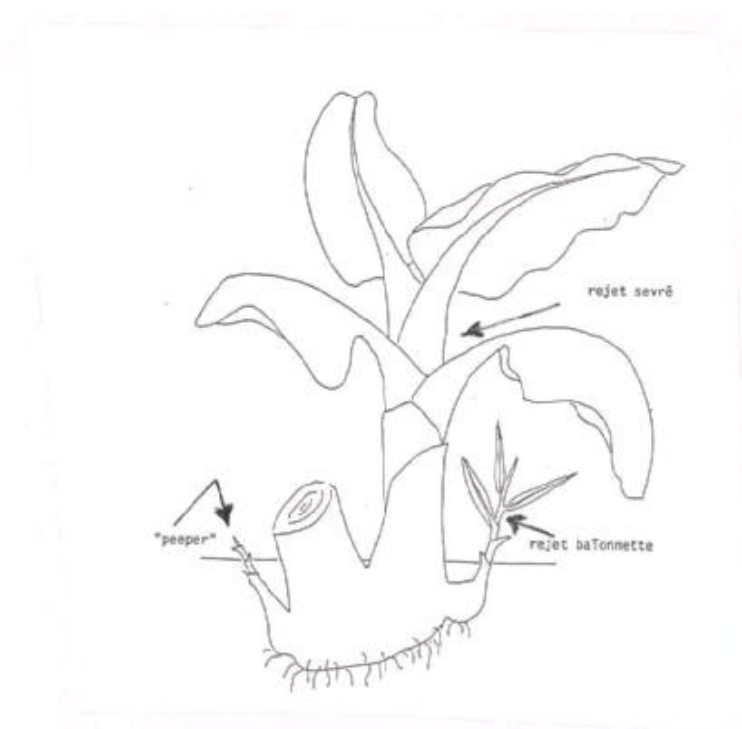


Figure 27: Exemple de types de rejets de bananier

Multiplication par division de souches

La souche, débarrassée des racines et des parties mortes, est divisée en morceaux selon la répartition des œilletons 4 morceaux pour une souche de 25 cm de large contre 2 morceaux si elle a 15 cm).

5.1.9 Itinéraire technique

Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

*** Critères de choix de la parcelle:**

Les principaux aspects à considérer pour le choix du site de plantation sont la profondeur et la texture du sol (exemple: meuble, léger, riche en matière organique), la disponibilité en eau, l'accessibilité.

*** Travaux préliminaires d'aménagement:**

Les travaux de déssouchage et de nettoyage après le défrichement ne sont nécessaires que si la mécanisation est prévue. Les travaux de préparation du sol consiste à l'ameublir en profondeur au maximum (exemple: défoncement jusqu'à 80 cm) sans modifier les horizons.

Un drainage (avec drains enterrés ou drains ouverts) est indispensable pour les sols inondés et inondables (plan d'eau à moins de 80 cm de profondeur. Un nivellement avec pente est réalisé en cas d'irrigation par canaux (rigoles).

Choix des variétés

Voir la partie 2.3.5.

Production de jeunes plants de bananiers

L'obtention de plantules à planter peut se faire soit à partir de la parcelle en cours d'exploitation, soit par la mise en place d'une pépinière.

Le premier procédé consiste à collecter les rejets baïonnettes de 40 à 50 cm dans la parcelle en exploitation. Le deuxième est basé sur la gestion judicieuse d'une parcelle plantée sous forme de souches productrices de rejets. Pour ce faire, il faut planter des œilletons, de petits rejets ou des morceaux de souches et de les entretenir pendant 5 à 6 mois jusqu'à l'émergence du deuxième rejet.

On recèpe alors le rejet principal à 50-60 cm, puis on enfonce le bout de la machette (coupe-coupe) dans le cœur du faux tronc à partir de 20 cm du sol afin d'empêcher la reprise de végétation (voir **figure 28**). Ainsi, 3 à 4 rejets de taille convenable sont disponibles par pied initial. Le buttage léger peut faciliter la production de rejets. Il est aussi possible de démarrer une nouvelle plantation avec de vieilles souches entières ou par division de souches en morceaux, notamment à la fin d'un cycle d'exploitation (exemple: tous les 4 ans).

Travaux pour la plantation des bananiers

Le piquetage et la trouaison sont les principales opérations à faire.

*** Piquetage**

La plantation peut se faire en triangle équilatéral, en carré, en rectangle ou en lignes jumelées séparées par de grands intervalles pour les interventions mécanisées. Les écartements sont utilisés en fonction de la frondaison de chaque cultivar. Les densités recommandées pour les bananiers doux sont de 1.000 à 1.300 pieds/ha pour

Gros Michel, 2.000 à 2.500 pieds/ha pour Poyo et 2.500 à plus de 3.000 pieds/ha pour les cultivars nains (voir **tableau 12**). Les indications optimales pour les plantains et autres bananiers à fruits à cuire se trouvent dans le **tableau 13**

*** Trouaison**

Le bananier est planté soit dans des trous, soit dans des sillons. Dans le premier cas, on recommande de creuser des trous de 60 cm x 60 cm x 60 cm, surtout quand le sol n'a pas été préalablement travaillé (défoncement à 80 cm de profondeur).

Lors de la trouaison, le sol de surface (horizon humifère) et celui de profondeur sont mis séparément jusqu'à la plantation. La plantation en sillons se fait dans des tranchées de 60 cm de profondeur faites avec une machine bien appropriée.

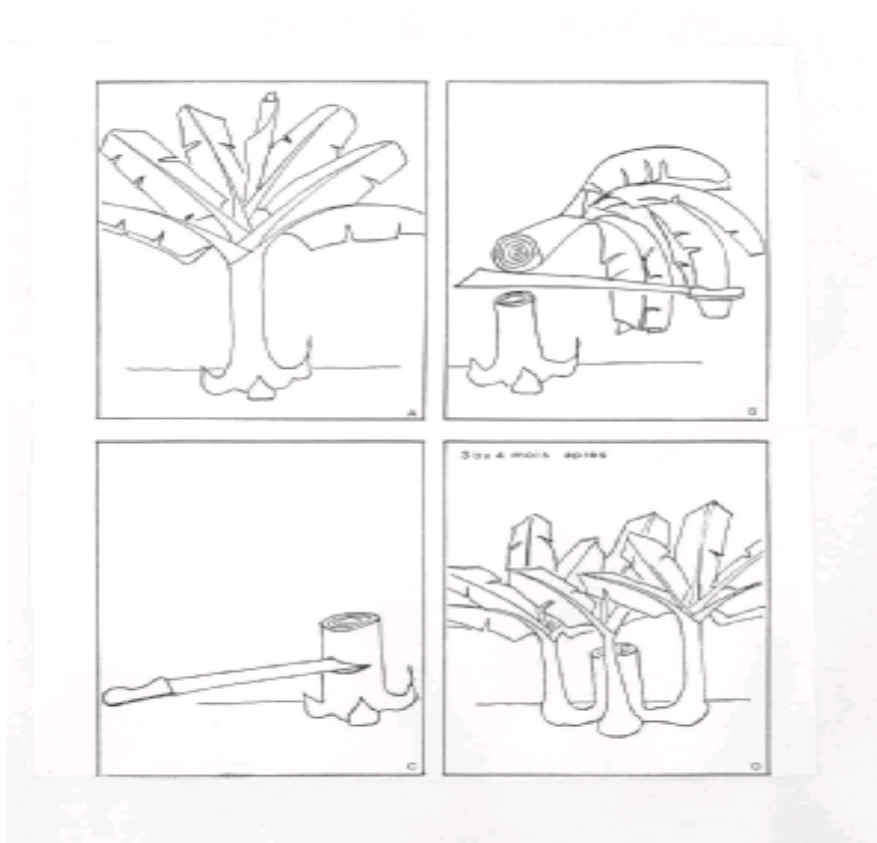


Figure 28 : Procédure pour produire des rejets de bananier de taille relativement homogène

Tableau 12: Densité de plantation par ha et écartements correspondants pour les cultivars de bananiers doux

Écartements Densités/ha	Régulier rectangle	Irrégulier avec grand intervalle	
		Lignes simples	Lignes jumelées
1.600	2,5m x 2,5m	1,5m x 4,2m	
1.666			2m x 2m x 4m
2.000	2,0m x 2,5m	1,25m x 4,0m	2m x 1m x 4m*
2.500	2,0m x 2,0m		2m x 1m x 3m*

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'agronome)

Légende: * = En quinconce entre les 2 lignes jumelées

Tableau 13: Densités optimales de plantation des bananiers plantains et analogues

CULTIVARS	Densités recommandées/ha	Dispositions possibles (lignes simples)
French géant	1.500 - 1.700	2,5m x 2,5m (1.600 pieds /ha) 3,0m x 2,0m (1.666 pieds /ha)
French moyen	2.000 - 2.200	2,5m x 2,0m (2.000 pieds/ha) 2,5m x 1,8m (2.222 pieds/ha)
Faux-corne	2.500 - 3.000	2,0m x 2,0m (2.500 pieds/ha) 2,0m x 1,8m (2.777 pieds/ha)

Source; TEZENAS DU MONTCEL, 1985

Travaux de plantation des bananiers

Plantation des bananiers

- Cas des trous:

Au moment de la plantation (voir les étapes en **figure 29**), le sol de surface est mélangé avec une partie de celui de profondeur. Ce mélange est introduit en premier lieu sous forme de monticule sur lequel le rejet ou la souche posée doit être à 10-15 cm de la surface du sol. Le trou est ensuite bouché avec le reste du sol de profondeur. Enfin, on tasse le sol de manière que le collet du rejet soit au niveau du sol ou légèrement en dessous.

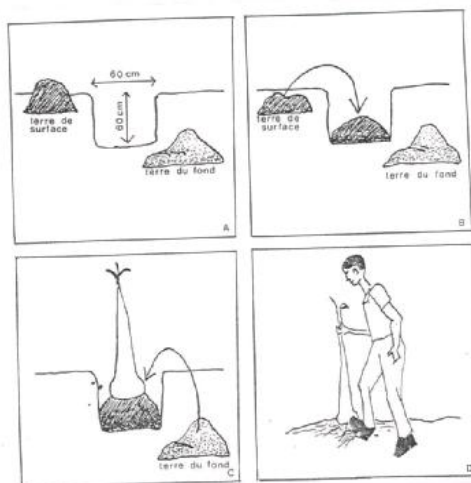


Figure 29 : Etapes à suivre lors de la plantation manuelle d'un plant de bananier

- Cas des sillons:

Les rejets, répartis le long de chaque sillon selon l'écartement voulu, sont placés droits sur un dôme de sol dans les sillons avant de procéder au rebouchage.

* Irrigation

L'irrigation se fait en général par rigoles ou canaux terminés par des cuvettes (voir cas du manguiier), par calants ou planches contenant plusieurs pieds de bananiers et de plus en plus par aspersion et par débit réduit (goutte à goutte).

IL est recommandé d'apporter 5 mm d'eau/ha/jour (50 m³/ha/jour) par temps ensoleillé, 36 m³/ha/jour par temps mi-couvert et 19 m³/ha/jour par temps couvert. Dans les régions sèches, la quantité nécessaire peut atteindre 50 mm/ha/semaine (500 m³/ha/semaine).

* **Fertilisation**

La culture intensive du bananier implique des apports importants non seulement en éléments nutritifs majeurs, mais aussi en oligo-éléments. En effet, le bananier réagit facilement aux carences nutritionnelles. A titre indicatif, les engrais ci-dessous sont apportés aux bananiers plantains.

- **Fumier:** 80 tonnes/ha au moment de la plantation ou à chaque replantation par un labour d'enfouissement de 30-40 cm sur toute la surface, par dépôt dans les trous de plantation élargis ou par épandage au niveau des sillons de plantation soit sur les lignes, soit dans les interlignes.

- **Compost:** 60 à 80 tonne par hectare.

- **Azote:** 75 à 300 kg de N/ha sous forme de sulfate d'ammoniaque (20-21 % de N) ou d'urée (46 % de N) en 4 ou 6 applications/an. Le dépôt se fait en couronne autour de chaque pied à environ 50 cm de distance en période pas trop humide et pas trop sèche.

- **Potasse:** 250 à 600 kg de potasse/ha en 2 à 3 apports avant la floraison.

- **Phosphore:** son apport est fonction de la présence des symptômes de carence (feuilles vert foncé à tendance bleutée, nécroses marginales anguleuses vers la nervure principale).

- **Autres éléments nutritifs:** ils sont apportés suite aux carences. Il s'agit du magnésium (50-100 kg de sulfate de magnésium/ha), du calcium (500 g de chaux magnésienne/pied), du soufre (par les apports de N en sulfate d'ammoniaque ou par 100 g de sulfate d'ammoniaque/pied en début de chaque cycle si l'urée est la fumure d'entretien), du bore (20 g de Borax/pied), du zinc (13 à 30 g de sulfate de zinc/pied), du manganèse (épandage de 40 kg de sulfate de manganèse/ha ou pulvérisation foliaire de 25kg/ha).

* **Désherbage de la parcelle**

Le désherbage est indispensable en début de plantation (4 à 5 premiers mois) et avant la récolte. Il se fait toutes les 6 à 8 semaines jusqu'à ce que l'ombrage couvre le sol. Il peut être mécanique ou chimique. Le paillage des cuvettes d'irrigation réduit les travaux de désherbage et l'évaporation de l'eau. La pratique de la culture associée peut contribuer à l'entretien régulier des bananiers.

* **Taille du bananier**

Elle consiste essentiellement à pratiquer régulièrement l'œilletonnage, c'est-à-dire la coupe des rejets excédentaires sous le sol dès la floraison du pied principal, sauf le plus grand. Les opérations de coupe des vieilles feuilles et de la partie mâle des inflorescences complètent l'œilletonnage.

* Travaux spécifiques à la culture du bananier:

Il s'agit de l'étayage ou du tuteurage avec une ou deux perches prenant appui au niveau de la hampe florale, du buttage si nécessaire des souches dénudées, du gainage des régimes pour les protéger contre le frottement des feuilles, la maladie du bout du cigare, les insectes (exemple: imprégnation de la gaine plastique avec un insecticide contre les thrips).

* Protection phytosanitaire:

Voir la partie consacrée à cet aspect.

Production de fruits et travaux de récolte

La floraison intervient entre 8 et 10 mois après la plantation. Les bananes peuvent être récoltées 80 à 150 jours (2,66 à 5 mois) après la floraison ou 9 à 18 mois après la plantation selon les cultivars et les conditions d'exploitation (climat, fertilisation, irrigation, désherbage, etc.).

La banane sucrée perd sa forme anguleuse en devenant plus ou moins circulaire en fonction du degré de développement. Les bananes à commercialiser surtout sur de longues distances sont récoltées avant le stade circulaire selon le diamètre à mi-longueur (grossissement ou grade) qui varie de 32 à 36 mm. Par référence à la culture intensive, on considère que le rendement est médiocre entre 15 et 25 t/ha, moyen entre 25 et 35 t/ha, bon entre 35 et 45 t/ha et excellent entre 45 et 60 t/ha.

Les bananes récoltées sont soit rapidement consommées localement, soit exportées sur des distances plus ou moins longues. Dans ce cas, il est recommandé de les manipuler avec précaution pour éviter les blessures par chutes et frottements, de les conditionner dans des cartons, des caisses en bois ou autres supports selon les cultivars. Les bananes d'exportation subissent des opérations de nettoyage et de traitement de protection avant le conditionnement. Le stockage est possible à 8 °c soit à forte humidité (95 à 100 %) en 21 jours, soit en atmosphère contrôlée (vide partiel sous sac en polyéthylène de 30 microns d'épaisseur) en 60 jours.

5.2 LES MALADIES DES MUSA

5.2.1 Les cercosporioses *Mycosphaerella fijiensis* Morelet ; *M. musicola* Leach ex Mulder

Stades anamorphe *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton et *Pseudocercospora musae* (Zimm.) Deighton respectivement

Importance et distribution

La maladie des raies noires ou cercosporiose noire ou Sigatoka noire est l'une des affections parasitaires les plus graves des bananiers et des plantains. Elle est causée par le champignon *Mycosphaerella fijiensis*. Celui-ci est apparenté à *M. musicola* à l'origine de la maladie de Sigatoka jaune ou cercosporiose jaune. Ces deux cercosporioses ont une distribution cosmopolite, cependant dans certaines régions la cercosporiose noire a supplanté la cercosporiose jaune. Toutefois, cette dernière, mieux adaptée aux températures plus basses, est prédominante aux

altitudes supérieures à 1200 1400 m, où la cercosporiose noire ne se voit que rarement.

La maladie des raies noires revêt un caractère de gravité plus important que la maladie de Sigatoka jaune, car ses symptômes se manifestent sur les feuilles à un plus jeune âge (l'inoculum étant généralement plus abondant) et causent donc davantage de dégâts au système foliaire du bananier. En outre, elle affecte beaucoup de cultivars résistants à la maladie de la cercosporiose jaune, tels ceux du sous-groupe des bananiers plantains. Les pertes de production peuvent atteindre, dans certains cas, plus de 50%.

Symptômes

La Cercosporiose noire et la cercosporiose jaune peuvent être difficile à différencier à partir des symptômes. Toutes deux induisent initialement des taches marron qui s'élargissent pour former des lésions nécrotiques à halo jaune et centre gris clair. Les lésions peuvent devenir coalescentes et détruire une partie importante des tissus foliaires, entraînant une réduction des rendements et maturation prématurée des fruits. Quelques caractères distinctifs des cercosporioses sont consignés au tableau 14 ci-dessous.

Tableau 14. Comparaison des stades conidiens des cercosporioses jaune et noire

CONIDIOPHORES	<i>Pseudocercospora musae</i>	<i>Paracercospora fijiensis</i>
Première apparition	tache noire stade 4	Point initial ou tiret premier stade
Organisation	en faisceaux denses (sporodochies) issus d'un stroma foncé sous-stomatique	sortent isolément ou par groupe de 2 à 8 des stomates, pas de stroma ni de sporodochies
Face de la feuille	abondants sur les deux faces, souvent plus nombreux à la face inférieure	principalement à la face inférieure
Morphologie	presque droits hyalins, le plus souvent sans cloison, ni géculation, pas de cicatrice d'insertion	droits ou diversement courbés, brun plus ou moins foncé, 0-5 cloisons, souvent géculés. Parfois ramifiés à la base, cicatrices d'insertion des spores bien visibles légèrement épaissies
Dimensions (μ)	5 - 20 x 2 - 5	16,5 - 62,5 x 4 - 7
CONIDIES		
Stroma	25 - 63 x 20 - 63	pas de stroma
Morphologie	cylindriques à obclavato - cylindrique; droite ou courbées, olive pâle à très pâle, 0-8 cloisons, pas de cicatrice visible	obclavates à cylindro-obclavates droites ou courbées, hyaline à olivacé très pâle, 1-10 cloisons, hile distinct légèrement épaissi, base tronquée
Dimension (μ)	10 - 109 x 2 - 6	30 - 132 x 2,5 - 5
Moyenne	59 x 3	72,5 x 4,1

NB. *obclavate* : les spores sont nettement plus larges vers la base qu'à l'apex; *hile* : point d'insertion de la conidie

Les symptômes initiaux de la cercosporiose jaune se présentent comme de fines rayures jaune pâle à jaune verdâtre, longues de 1 à 10 mm, larges de 0,5 à 1 mm, parallèles aux nervures, visibles à la face supérieure des 3^e et 4^e feuilles. Le halo jaune autour des jeunes taches et le jaunissement résiduel des tissus foliaires entourant les taches matures sont des critères distinctifs de la cercosporiose jaune.

La maladie des raies noires ou cercosporiose noire engendre des rayures brun rougeâtre atteignant 20 mm de long sur 2 mm de large, visibles surtout à la face inférieure des feuilles. Ces rayures prendront ensuite une coloration brun foncé à noir, deviendront visibles à la face supérieure du limbe, avant d'évoluer en lésions semblables à la cercosporiose jaune. Quand la sévérité de la maladie est très forte, de larges zones de la feuille peuvent noircir et devenir aqueuses. Cet effet est plus visible tôt le matin après une pluie et lorsque la turgescence des feuilles est forte. Les zones affectées s'affaissent et sèchent en 8 - 10 h, entraînant une rapide destruction d'une large partie du limbe.

Epidémiologie

Le cycle de développement est similaire pour les deux cercosporioses. Les conidies ainsi que les ascospores jouent un rôle important dans la dissémination de la maladie.

La diffusion sur de longues distances est réalisée par les mouvements de matériel végétal (rejets infectés, feuilles malades) et les ascospores transportées par le vent.

La maturation des pseudopérithèces nécessite une saturation en eau des tissus des feuilles mortes pendant 48 h approximativement. Les ascospores sont le principal moyen de dissémination de la maladie entre les plantations et des régions vierges et pendant de longues périodes humides.

Les conidies se forment facilement dans les conditions d'humidité élevée, surtout s'il y a un film sur les feuilles. Les principaux moyens de dispersion des conidies sont le drainage et les éclaboussures d'eau, car elles sont difficilement détachées par le vent. Les conidies sont associées à la dispersion locale de la maladie et sont importantes dans des conditions d'humidité élevée, des rosées fréquentes et des pluies intermittentes.

Les infections se produisent sur les jeunes feuilles au cours et immédiatement après le déroulement de la feuille. Les feuilles âgées sont difficilement infectées. Les spores germent sur la surface foliaire et le champignon mène une phase de développement épiphyllé de plus de 6 jours, avant de produire un "stomatopodium" et de pénétrer les feuilles probablement par les stomates. La réussite d'une infection est déterminée par la durée des périodes à forte humidité et par la présence d'eau libre sur les feuilles. Le plus souvent la face inférieure des feuilles est infectée. Après infection, l'évolution des symptômes dépend des cultivars et des conditions climatiques. Les épidémies sont favorisées par des températures 23 - 25°C et un temps pluvieux ou humide.

Principes de contrôle

Le contrôle chimique est la seule option de lutte disponible pour les bananes destinées à l'exportation. Il consiste à appliquer des fongicides et des combinaisons d'huiles minérales.

Les premiers essais de lutte contre les cercosporioses, compte tenu du rythme des émissions foliaires nécessitaient une quarantaine de traitements par an et environ 2000 litres de formulations aqueuses par hectare. Ce qui était intolérable.

Une première évolution s'est faite sur le mode d'application avec l'avènement de l'utilisation des L. V. (bas volume) et U. L. V. (ultra bas volume) et les volumes épandus par hectare sont passés en quelques années de 2000 l à 40 l voire 15 l par traitement et par hectare.

La deuxième évolution a concerné les produits fongicides eux-mêmes. Des fongicides de synthèse et plus particulièrement du groupe des dithiocarbamates dont le zinébe, le mancozébe, et le manèbe ont vu leur apparition. Ils ne sont pas phytotoxiques et possèdent une polyvalence assez grande. Au groupe des dithiocarbamates se sont ajoutés plusieurs fongicides que l'on range également dans le groupe des fongicides dits de contact : le chlorothalonil, le tridemorphe et le bitertanol.

Les inconvénients principaux de ces fongicides de contact résident dans le fait qu'ils sont facilement lessivés par les pluies, que leur répartition sur les faces inférieures des feuilles est médiocre et qu'ils ne protègent que les feuilles présentes au moment du traitement.

La première série des fongicides systémiques utilisés dans les traitements contre la cercosporiose comprend plusieurs molécules du groupe des benzimidazoles, dont le bénomyl, le carbendazime, le méthyle - thiophanate et le thiabendazole. Ils sont efficaces entre 125 et 350 g m.a./ha, pénètrent rapidement dans les feuilles de bananier et migrent partiellement dans les jeunes feuilles apparues après traitement. Ils sont donc peu sensibles aux pluies et permettent de diminuer le nombre de traitements par an. Malheureusement des résistances à ses fongicides sont vite apparues.

Une deuxième série, dont la fonction commune est d'être inhibiteur des synthèses des stérols, regroupe l'imazalil, le triadimefon, le propiconazole et le nuarimol. Leur efficacité se situe entre 100 et 300g.

Outre leurs qualités voisines de celles de la première série, leur intérêt principal réside dans le fait qu'ils demeurent actifs sur les races de cercosporioses devenues résistantes aux fongicides du groupe des benzimidazoles.

Le développement de très efficaces fongicides inhibiteurs de l'ergostérol a conduit à une révolution dans le contrôle des cercosporioses. Quand leur utilisation est associée à un système approprié de surveillance et de prévision, le nombre annuel de traitements peut être ramené de 40 - 25 à 12 - 10. Les fongicides les plus couramment utilisés dans ces programmes sont les triazoles - propiconazole et flusilazole.

Dans les petites exploitations et pour la production de subsistance, l'extension des cercosporioses peut être limitée par une bonne conduite des plantations :

- amélioration du drainage, désherbage soigné, limitation du nombre de rejets et densité modérée pour réduire l'humidité ambiante;
- fertilisation adéquate pour aider les plantes à récupérer des attaques;
- enlèvement et destruction des feuilles et plantes fortement attaquées pour diminuer la dispersion de la maladie
- Utilisation de variétés résistantes du groupe des : Pisang Berlin, Pisang Mas (résistance partielle modérée), Pisang Ceylan, Fougamou (résistance partielle très prononcée) et Yangambi km5 (résistance très prononcée), des variétés hybrides de plantains (TPMx) développées à l'IITA.

5.2.2 Le flétrissement fusarien ou maladie de Panama F. o. f. sp. cubense (E. F. Sm.) W. C. Syder & H. N. Hans

Importance et Distribution

Le flétrissement fusarien ou maladie de Panama est une maladie très répandue et très destructive. Il a décimé plus de 40.000 hectares du Gros Michel et a été la plus importante maladie des bananeraies industrielles avant 1960. Il continue à affecter la production de divers cultivars non exportés et depuis quelques années dans les zones de production subtropicales affectent les cultivars Cavendish qui est la variété standard pour l'exportation. La fusariose est présentement rencontrée dans toutes les régions de production de la banane.

Symptômes

Des plants de tout âge peuvent être attaqués. Les symptômes externes varient, en plus, selon le type de sol et les conditions du milieu.

L'action de nématodes et de bactéries peut encore accentuer les symptômes qui consistent essentiellement en un jaunissement précédé souvent d'un nanisme et suivi, plus ou moins rapidement par un flétrissement complet. En ce sens, ce n'est pas très spécifique, la nutrition, l'excès d'eau, une sécheresse prolongée ainsi que l'attaque par *Cosmopolites sordidus* ou par *Pseudomonas solanacearum* (Moko disease) peuvent conduire au même symptôme.

Cependant l'évolution du flétrissement de la fusariose est plus caractéristique. Les premiers symptômes externes sont de petites taches ou stries jaunâtres à la base du pétiole de la ou des plus vieilles feuilles (2-5 mois après l'infection). Ensuite deux syndromes sont possibles:

- "**yellowing**". Le jaunissement débute un mois plus tard sur les feuilles les plus basses par de petites taches s'élargissant à partir du bord du limbe vers la nervure médiane et confluant ensuite. La décoloration survenant de manière subite, les feuilles conservent leur aspect brillant. En 1 - 3 semaines, le jaunissement gagne les parties centrales. Les feuilles jaunies peuvent rester encore érigées pendant 1-2 semaines, ensuite les pétioles se cassent à 6 - 10 cm du stipe. La dernière feuille encore enroulée reste érigée pendant un certain temps.

- "**non yellowing**". Les feuilles restent vertes, excepté les stries sur le pétiole, collapsent suite à la cassure de celui-ci et pendent en jupe autour du stipe. Ce symptôme est difficile à distinguer des dégâts de tempête.

Le rhizome n'est pas tué immédiatement, mais donne des rejets qui périssent également après un certain temps. Chez les jeunes plantes attaquées, le pseudotrunc peut éclater.

Les symptômes internes sont plus spécifiques. A la coupe, les pseudotrunc infectés sont plus résistants que les sains. On y observe une coloration jaune devenant rouge foncé ou noire des faisceaux situés dans les gaines foliaires et également, aux derniers stades de la maladie, dans ceux du vrai tronc.

Dans le rhizome, la coloration est la plus prononcée dans les zones de vascularisation dense. Le parasite peut être détecté dans les vaisseaux au microscope et en être isolé. Près des dépôts gommeux brunis par les phénols oxydés, on observe également une formation abondante de thylles. Au début, seulement quelques vaisseaux peuvent être atteints, alors qu'à un stade avancé de la maladie tout l'intérieur du pseudotrunc pourrit.

Epidémiologie

Quatre races de *F. o. f. sp. cubense* ont été reconnues, parmi lesquelles trois sont des pathogènes importants du bananier. La race 3 qui affecte les espèces de *Heliconia* n'est pas un pathogène important pour le bananier. La race 1 causait les épidémies dévastatrices des plantations de Gros Michel et également endommage des cultivars de dessert tels que Silk et Pome. La race 2 affecte Bluggoe et d'autres variétés apparentées de plantain. La race 4 affecte les cultivars Cavendish et a été uniquement rapportée des zones de production subtropicales de l'hémisphère Est.

A l'absence d'un hôte vivant, le pathogène est capable de survivre longtemps dans les tissus d'hôte préalablement colonisés, dans le sol sous forme de chlamydospores ou comme parasites des *Musa* sauvage (*Ravenala* et *Heliconia*) des mauvaises herbes (*Paspalum fasciculatum*, *Panicum purpurescens*, *Ixophorus unisetus* et *Commelina diffusa*).

La propagation se fait par :

- - Plantation de rhizomes infectés. C'est le mode le plus important
- - Terre contaminée pouvant notamment adhérer aux rhizomes et outils
- - Dispersion par le vent de macroconidies. La formation de fructification du parasite à l'extérieur du plant semble ne pas être un phénomène général.
- - A l'intérieur d'une plantation, la culture intercalaire favorise l'extension

Les infections ont lieu sur les racines de premier et de second ordre. Les rhizomes ne sont généralement envahis qu'à partir des racines qui, elles sont colonisées à partir des radicelles. L'infection directe du rhizome est rare et ne se réaliserait que par le charançon *Cosmopolites sordidus* et l'enlèvement des rejets.

Des conditions édaphiques (température, humidité teneur en CO₂) peuvent affecter la cicatrisation des plaies et ainsi influencer la pénétration par le parasite. Une fois dans le xylème ce dernier envahit systématiquement la plante à moins qu'il

ne soit arrêté par des mécanismes de défense de l'hôte pouvant consister notamment en un blocage mécanique des vaisseaux par la formation de gels et de thylles.

Les sols influencent le développement de diverses manières.

En sol acides ($\text{pH} \leq 6$) l'extension de la maladie est plus rapide qu'en sols neutre ou alcalin ($\text{pH} \geq 6 - 8$).

Toutes les autres conditions étant semblables, les sols sablonneux et sablo-limoneux sont plus favorables à la maladie que des limons argileux.

Des sols mal drainés favorisent le développement de la maladie.

La maladie est plus longtemps absente dans les sols riches en montmorillonite, comparativement au sol où la fraction argileuse est kaolinite.

Les sols résistants ou à longue vie sont généralement à fertilité élevée, riches en microorganismes et à une bonne perméabilité.

Principes de lutte

Dans les sols infestés la culture de variétés résistantes est la seule solution. De manière générale de bonnes sources de résistance existent presque dans tous les types de banane (tableau 15). Toutefois certains types peuvent être dépourvus de génotypes résistants au pathogène dans tous les environnements (ex. le type export AAA dans les tropiques), et d'autres peuvent être résistants, mais pas intéressants agronomiquement.

Des rhizomes ou rejets sains et des sols non infestés sont indispensables pour la culture de variétés sensibles. Du moment que les rejets et les rhizomes peuvent être contaminés sans manifester des symptômes, là où c'est possible, les plantations doivent se faire avec du matériel végétal issus de la culture des tissus.

La fusariose ne peut être contrôlée par des fongicides et le sol une fois infesté par le pathogène ne peut être désinfecté par des fumigants ou par des inondations que pendant plusieurs années.

Tableau 15. Réaction de quelques cultivars de banane à la fusariose et aux cercosporioses

Type	Cultivars	Fusariose	Sigatoka jaune	Sigatoka noire
Export dessert AAA	Sous groupe			
	Cavendish	R ^a	S	S
	Gros Michel	S	S	S
Non export dessert AAB	Silk	S	SS	MS
	Pome	MS	SS	S
	Mysore	R	R	SS
AAB plantain	Tous	R	R	MS
ABB cuisson	Bluggoe	S	R	MS
	Pisang awak	MS	R	SS
	Saba	R	R	SS
	Cardaba	R	R	SS
	Pelipita	R	R	MS

Source: Stover and Simmonds, 1987

S = sensible; MS = modérément sensible; SS = légèrement sensible et R = résistant

^aLes cultivars Cavendish sont fortement attaqués dans les zones tropicales par la race 4. Pendant que Dwarf Parfitt, un cultivar Cavendish est résistant à cette race en Queensland, Australie, Horn plantain succombe face à cette même race.

5.2.3 Maladies des fruits complexe de pathogènes

Les bananes sont attaquées avant et après les récoltes par divers champignons qui induisent des taches brunes sur l'épiderme et/ou des pourritures, diminuant fortement leur valeur marchande. Les principales maladies des fruits en plantation sont :

- "Crown mold, crown rot, and pedicel rot" ou pourriture de la couronne, complexe de pathogènes
- "Cigar - end", causée par *Trachysphaera fructigena* Tabor & Bunting ou *Verticillium theobromae* (Turcon.) E. Mason & S. J. Hughes
- "*Botryodiplodia* finger rot" ou pourriture à *Botryodiplodia* des mains, *Botryodiplodia theobromae* Pat.
- "pitting disease" ou maladie à alvéole, *Magnoportha grisea* (Hebert) Barr
- "Diamond and brown spot" causés par *Cercospora hayi* Calpouzos et *C. hayi*, *Fusarium* spp.

L'enlèvement des périanthes fanées, lors du placement du sac en plastique autour du régime en plantation, de même que toutes les mesures d'hygiène visant à diminuer les parties végétales sénescentes ou colonisées sur le plant, permettent de réduire en général suffisamment l'incidence de ces agents. Les traitements foliaires contre les cercosporioses ont d'autres part souvent un effet secondaire favorable sur ces maladies. En cas d'épidémie, une pulvérisation du jeune régime à l'ensachage avec un fongicide (p. ex. mancozèbe) ou l'utilisation de sac imprégnés de fongicides peuvent être recommandées.

Les pourritures qui se développent sur les bananes après la récolte, durant le transport, la maturation et la commercialisation sont d'une importance économique nettement plus importante, surtout depuis le remplacement de la Gros Michel (sensible à la Fusariose) par des Cavendish à pelure plus délicate et expédiées sous forme de mains dans des cartons. Parmi ces attaques, la pourriture de la couronne est la plus dommageable.

5.2.4 La pourriture de la couronne Complexe de pathogènes

Importance et distribution

La pourriture de la couronne (coussinet sur le rachis du régime auquel sont attachés les pédoncules des bananes, et qui est enlevé lors de la découpe des mains) est causée par le développement durant le transport et la maturation, de champignons sur ou près de la surface de coupe de la couronne, induisant un noircissement et ramollissement des tissus et l'apparition d'un duvet de mycélium gris - blanchâtre sur les tissus colonisés.

La présence du mycélium permet la distinction avec des brunissements et ramollissements induits par une maturation précoce ou des dégâts mécaniques.

L'étendue de la pourriture est très variable, la simple présence de mycélium est néanmoins déjà un facteur de déclassement lors du déchargement et la vente des bananes aux grossistes

Agent causal

Les espèces associées à la maladie sont : *Fusarium roseum* groupe *gibbosum* et *semitectum*, *F. moniliforme*, *Verticillium theobromae*, *Botryodiplodia theobromae*, *Colletotrichum musae*, *Ceratocystis paradoxa*, *Cephalosporium* sp. *Acremonium* sp. *Deightonella torulosa*, etc.

La caractéristique commune à tous ces champignons est leur faible pouvoir pathogène. Pour cette raison leur développement est stoppé ou freiné fortement dans les tissus verts non endommagés, mais favorisé par l'affaiblissement de la réaction des tissus blessés ou par leur sénescence durant la maturation.

Le mycélium se développe à partir d'infections latentes, initiées déjà dans la plantation et généralement plus fréquentes chez les Cavendish, à partir de conidies contaminant les surfaces de coupe lors de la découpe des mains et le délatexage dans les centres d'emballage. Les champignons responsables colonisent souvent les feuilles, fleurs et bractées. Ils sporulent sur les débris végétaux en décomposition et les spores sont disséminées par le vent et les éclaboussures d'eau sur toute la surface des régimes. Au moment de la découpe et du lavage, les spores à la surface des mains se concentrent dans l'eau et peuvent ainsi être entraînées à plusieurs millimètres de profondeur dans le système vasculaire aux points de blessures, où elles germent et provoquent des pourritures.

La susceptibilité à la pourriture est accrue par la dessiccation de la couronne et par de mauvaises techniques de découpe qui provoquent la meurtrissure des tissus de la couronne.

L'incidence et la sévérité de la pourriture de la couronne dépendent des organismes impliqués et des conditions climatiques en vigueur. Des conditions sèches et chaudes précédant la récolte tendent à favoriser le développement de la pourriture de la couronne. Certains champignons et bactéries réagissent en synergie pour provoquer la maladie dans les cartons de bananes.

Principes de lutte

- **Dans la plantation**

Garantir la bonne vigueur des régimes par la fertilisation, l'irrigation et la protection contre les autres maladies, principalement les cercosporioses.

Enlever les périanthes sénescents au moment de l'ensachage, hâter la décomposition des rachis retournés à la plantation comme mulch, des régimes déclassés ou des pseudotrons après la récolte, en les coupant en morceaux et en les recouvrant de feuilles pour limiter la dispersion des conidies.

Les régimes sont quelquefois pulvérisés au mancozèbe avant l'ensachage ou recouverts de sac contenant de la poudre de mancozèbe.

Récolter au bon moment

Débarrasser soigneusement les régimes de toutes sources d'inoculum potentielles (fleurs, doigts endommagés, extrémités du rachis pourries, etc.) avant acheminement vers le centre de conditionnement;

Assurer une bonne organisation du travail pour limiter au maximum le temps entre la récolte et le conditionnement

- **Dans les centres de conditionnement**

Eviter l'introduction d'inoculum dans et autour du centre

Eviter la souillure de l'eau du réservoir de découpe des mains et de délatexage et assurer un flux continu d'eau propre.

Découper nette la couronne pour éviter les arêtes trop facilement écrasées.

Traiter les mains avec un fongicide, soit par immersion dans un bain, par pulvérisation à haute pression ou par arrosage. Le type de fongicides à utiliser varie selon les pays de destination de la production. Les fruits exportés aux Etats Unis et en Europe par exemple doivent être traités avec le thiabendazole ou l'imazalil.

Le transport doit être aussi rapide que possible et des précautions doivent être prises pour limiter les chocs. La température de transport recommandée est de 13°C.

5.3 LES VIROSES DU BANANIER

5.3.1 Banana Bunchy Top (Luteovirus?)

Symptômes et Diagnostic

Les premiers symptômes sont souvent discrets mais très caractéristiques. Il s'agit de striure vert foncé sur le pétiole et la face inférieure de la nervure centrale des feuilles, mais aussi le long des nervures latérales, surtout à proximité de la nervure centrale. Ces striures sont plus nettes sur les nouvelles feuilles. La disposition de ces traits est à l'origine de l'appellation de symptômes de '**code morse**'.

Au stade avancé, les feuilles apicales montrent des bandes chlorotiques sur les rebords. Les pétioles ne se dégagent pas des gaines. Les nouvelles feuilles sont plus étroites, rabougries et érigées, donnant l'aspect d'un bouquet terminal, ou '**bunchy top**', serré au milieu des feuilles plus âgées qui sont étalées. Selon l'âge auquel l'infection est survenue, les plantes attaquées ne produisent pas de régime, ou ces régimes n'émergent pas du pseudo-tronc ou alors les fruits sont de petites tailles. On peut également observer un affaiblissement prononcé. Les rejets présentent un nanisme avec des feuilles chlorotiques dont les rebords sont souvent nécrosés. Généralement, ces rejets finissent par mourir.

Le diagnostic se fait par observation des symptômes, microscopie ou sérologie.

Agent causal, Transmission et Dispersion

Le 'banana bunchy top' est causé par un complexe d'un ss DNA et d'un ds RNA. Les particules sont isométriques. La transmission du bunchy top se fait dans la nature par le puceron du bananier *Pentalonia nigronervosa*, un petit puceron d'environ 2 cm de long, de couleur brunâtre et vivant généralement au niveau des aisselles des feuilles ou sous les gaines foliaires externes. Cette transmission se fait de façon persistante. Au niveau du vecteur, les particules virales seraient transmissibles de manière trans-stadiale (à travers les mues) mais non trans-ovarienne. La transmission mécanique n'est pas connue.

La dispersion se fait par les pucerons, notamment à l'intérieur d'une plantation ou dans le voisinage. Cependant, la transmission à grande distance se fait par le matériel végétatif, notamment les rhizomes et rejets.

Importance, Distribution et plantes hôtes

Le 'banana bunchy top' peut être la principale contrainte à la production en bananeraie localement. En règle générale, les dégâts sont rarement inférieurs à 5% dans les zones infestées. La perte qualitative sur la production se traduit par les fruits de petite taille, mais aussi par la mauvaise qualité du matériel de propagation qui constitue souvent l'unique source de semence.

La virose est très commune dans toutes les zones de production de bananier, notamment l'Asie, l'Australie, le Moyen-Orient et l'Afrique (Burundi, Égypte, Gabon, Rwanda et Zaïre).

Les plantes hôtes relais sont principalement du genre *Musa* (*Musa acuminata*, *M. balbisiana*, *M. textilis* et les hybrides). Ainsi, les bananiers sauvages à proximité des plantations constituent des réservoirs et sources d'inoculum. *Colacasia esculenta* et *Canna* spp. sont également des hôtes relais.

Moyens de lutte

- **Prévention** : La prévention des infections demeure un moyen efficace pour éviter la contamination des nouvelles zones. Il s'agit alors de procéder à l'inspection du matériel en introduction, mais également de veiller au bon état sanitaire du matériel végétal utilisé pour le renouvellement des bananeraies à travers une sélection sanitaire des rejets. Ainsi, le matériel (rejet, rhizome) en provenance de pieds malades doit être détruit. L'inspection phytosanitaire doit être effectuée sur les vitro plants car cette technique ne permet pas un assainissement des plants, même si les symptômes sont souvent masqués.

- **Arrachage des plants malades** : Les symptômes étant souvent nets, la surveillance permet une détection précoce des pieds malades en vue de les éliminer pour réduire les sources d'inoculum. La surveillance doit aussi intégrer les autres plantes hôtes (bananiers sauvages et adventices) et les vecteurs.

- **Sérologie** : Des tests ELISA à base d'antisera spécifique polyclonaux ou monoclonaux peuvent être utilisés pour le diagnostic, surtout dans le cas des vitro plants où les symptômes sont souvent masqués. Les sondes à DNA peuvent être utilisées dans des tests de dot blot.

- **Lutte contre les vecteurs** : Le contrôle des vecteurs inclue l'ensemble des facteurs de réduction des populations. En autres, les insecticides (diméthoate EC 40%, soit 15 ml/10l d'eau) peuvent être recommandés comme moyen d'accompagnement à l'arrachage des pieds malades.

5.3.2 Banana Streak (Badnavirus)

Symptômes et diagnostic

Les feuilles des pieds infestés montrent de nombreuses stries chlorotiques, parallèles aux nervures secondaires et souvent discontinues, d'où l'appellation de 'banana streak' ou **mosaïque à tirets**. Au fur et à mesure que les feuilles vieillissent, les tissus infectés deviennent brun foncé à noir. De petites lésions nécrotiques fusiformes peuvent être visibles ultérieurement sur le limbe, la nervure centrale, les pétioles et les gaines foliaires. Le déroulage des jeunes feuilles peut être entravé. L'infection sévère entraîne une réduction de croissance et de vigueur qui se traduisent par de la taille et productivité des régimes et quelque fois de distorsion des fruits. Un die-back des sommets et des nécroses internes du pseudo-tronc ont été associés au virus au Rwanda.

Agent causal, Transmission et Dispersion

L'agent causal du 'banana streak' est un virus bacilliforme de 30 nm de large contre 150 nm de long avec un ds DNA.

Le 'banana streak' est transmissible par la cochenille des citrus, *Planococcus citri* de manière semi persistante. *Aphis gossypii* a été signalé comme vecteur potentiel dans la région des grands lacs. La transmission mécanique est possible de bananier à canne à sucre sans que celle-ci ne manifeste de symptômes. Trois (3) isolats dont un du Maroc (BSV-Ma), un du Rwanda (BSV-Rw) et un de Trinidad (BSV-My) ont été identifiés. L'isolat du Maroc est sérologiquement inséparable de certains isolats du Sugar Cane Badnavirus.

Le SCBV est transmissible de la canne à sucre au bananier par la cochenille de la canne à sucre, *Saccharicoccus sacchari* avec induction de symptômes identiques à ceux du BSV.

La dispersion du banana streak se fait par les rejets provenant des pieds virosés. La contamination à partir des pieds mères serait de 100%. La contamination par les outils de travail n'a pas été signalée.

Importance, Distribution et plantes hôtes

Les pertes causées par le banana streak sont très variables. Il convient cependant de noter que les pertes qualitatives sont à prendre en compte, notamment la qualité des fruits et des semences à travers le matériel de propagation.

Le banana streak a été signalé pour la première fois en Côte d'Ivoire. Par la suite, il a été rapporté dans d'autres pays d'Afrique (Maroc, Rwanda, Tanzanie, Zanzibar), à l'île Maurice, au Moyen orient (Jordanie) et à Trinidad.

Hormis la canne à sucre, la gamme d'hôte est restreinte au genre *Musa*. A cet égard, la canne à sucre pourrait constituer une source potentielle d'inoculum.

Moyens de lutte

- **Prévention** : La prévention permet d'éviter la contamination des nouvelles zones. Il s'agit d'inspecter le matériel en introduction, y compris les vitro plants, et de veiller au bon état sanitaire du matériel végétal de renouvellement des bananeraies à travers une sélection sanitaire des rejets. Le matériel végétal provenant de pieds malades doit être détruit. La détection sérologique est limitée par la variabilité du virus.

- **Arrachage des plants malades** : il est conseillé d'éliminer les pieds malades dès l'apparition des premiers symptômes de la maladie.

- **Lutte contre le vecteur** : Toutes les mesures de contrôle du vecteur sont recommandées. Des pratiques simples telle que l'élimination des foyers du vecteur peuvent être conseillées.

5.3.3 Cucumber Mosaic Virus (Cucumovirus)

Symptômes et diagnostic

Les différents symptômes induits par le CMV - isolat du bananier sont souvent regroupés sous l'appellation de 'chlorosis-mosaic-heart rot' ou infections à chlorose-mosaïque & pourriture du cœur'. Cette appellation traduit la variabilité des symptômes qui est en relation avec les conditions du milieu, l'isolat incriminé et la plante.

Les symptômes foliaires sont souvent très nets. Ils débutent sous forme de pointillots vert clair à jaune qui se transforment en tirets chlorotiques par la suite. Ces symptômes peuvent aussi être des stries vert clair à vert foncé le long des nervures ou alors une mosaïque plus généralisée. Au fur et à mesure que les symptômes évoluent, les tissus affectés peuvent devenir nécrotiques et les nervures proéminentes et anormalement épaisses.

Les régimes peuvent être sévèrement tordus et dénués de fruits ou présenter des fruits de petites tailles. Lorsque les fruits sont formés, ils sont de petites tailles et présentent des stries chlorotiques, mosaïques ou distortion.

Lorsque la température ambiante est en dessous de 24°C le stress peut induire des nécroses des feuilles, du 'heart leaf' et du cylindre central.

Le diagnostic peut se faire par symptomatologie ou par ELISA.

Agent causal, Transmission et Dispersion

Le CMV est un virus ss RNA dont les particules arrondies mesurent en moyenne 29 nm de diamètre. Le virus est naturellement transmissible de manière non persistante par de nombreux pucerons parmi lesquels des ravageurs non habituels du bananier dont *Aphis gossypii* et *Rhopalosiphum maidis*. La transmission par le puceron du bananier, *Pentalonia nigronervosa*, est très faible. Le virus est également transmissible par voie mécanique.

La dispersion à l'échelle locale est probablement assurée par les vecteurs alors que le matériel de propagation végétative assure à la fois une dispersion à petite et grande échelle. Le matériel de travail est aussi un moyen de contamination entre plantes.

Importance, Distribution et plantes hôtes

Les dégâts causés par le CMV sur le bananier sont souvent d'importance localisée mais peuvent être plus importants dans les situations de culture intensive en serre. Le virus est très répandu à travers le monde.

Les plantes hôtes sont très nombreuses et très diversifiées (40 familles) avec de nombreux adventices des familles des Cucurbitacées et Solanacées. Ces plantes hôtes constituent des sources d'inoculum mais également des moyens de conservation du virus car certaines d'entre elles transmettent le virus par les graines. *Commelina diffusa*, adventice commune des bananeraies, présentent des symptômes très clairs de tâches annelées, chloroses et 'line pattern' (arabesques).

Les plantes diagnostiques sont nombreuses : lésions chlorotiques chez *Chenopodium amaranticolor* et *C. quinoa*, mosaïque systémique chez *Cucumis sativus*, lésions locales nécrotiques chez *Vigna unguiculata*. *Apium graveolens* est un hôte expérimental.

Moyens de lutte

- **Prévention:** Le matériel végétal utilisé pour la plantation doit être certifié indemne de virus. Le matériel introduit doit aussi être inspecté y compris les vitro plants car le virus se retrouve dans les méristèmes.

- **Élimination de foyers naturels:** Le virus attaque de nombreuses plantes cultivées et adventices qui constituent des moyens de conservation dans la nature et des sources d'inoculum pour les recontaminations du matériel sain. *Commelina*

diffusa, adventice commune des bananeraies, doit être systématiquement éliminée. L'association des cultures avec les Solanacées et Cucurbitacées hôtes doit être évitée de peur que ces plantes servent de source de contamination des bananiers.

- **Désinfection du matériel de travail:** Le matériel utilisé doit être désinfecté car le virus est facilement transmissible par voie mécanique. L'hypochlorite de sodium ou à la chaleur peuvent être utilisés dans ce cas.

- **Lutte contre les vecteurs:** La lutte chimique contre le vecteur ne semble pas être efficace comme mesure isolée. Par contre les méthodes naturelles de lutte contre ces vecteurs par élimination des foyers peuvent être bénéfiques.

5.4 INSECTES ET ACARIENS NUISIBLES AU BANANIER

5.4.1 Principales Espèces Nuisibles

Tableau 16 Inventaire et dégâts

ESPECES NUISIBLES	DEGATS
<p><u>CHARANCON</u></p> <p><i>Cosmopolites sordidus</i> Coleoptera-Curculionidae</p>	<p>Dépérissement de la plante : partie aérienne fanée, base du stipe pourrie, feuilles périphériques desséchées. Nombreuses galeries profondes dans le bulbe et renfermant de nombreuses larves. Racines détruites, régimes atrophiés, petits fruits.</p>
<p><u>COCHENILLES</u></p> <p><i>Aspidiotus destructor</i> Homoptera-Diaspididae</p> <p><i>Planococcus citri</i> Homopter-Pseudococcidae</p>	<p>Feuilles jaunes et portant des nécroses brunes. Face inférieure souvent recouverte de nombreuses cochenilles de couleur jaunâtre à bouclier circulaire.</p> <p>Feuilles décolorées, croissance ralentie, chute prématurée des fruits, feuilles souillées. Sécrétion cotonneuse blanchâtre.</p>
<p><u>CHENILLES</u></p> <p><i>Spodoptera littoralis</i> Lepidoptera-Noctuidae</p>	<p>Feuilles dévorées, délabrées ou trouées, les nervures sont épargnées. Epiderme supérieur et parenchyme broutés.</p>
<p><u>CRIQUETS</u></p> <p><i>Schistocerca gregaria</i> Orthoptera-Acrididae</p> <p><i>Zonocerus variegatus</i> Orthoptera-Pyrgomorphidae</p>	<p>Feuilles dévorées, largement broutées sur les bords.</p>

Inventaire et dégâts (suite)

<p><u>PUCERONS</u> <i>Aphis gossypii</i> Homoptera-Aphididae <i>Pentalonia nigronervosa</i> Homoptera-Aphididae</p>	<p>Feuilles crispées, tordues, souillées, décolorées, souvent recouvertes de miellat envahi de fumagine. Transmission de virus phytopathogènes.</p>
<p><u>THRIPS</u> <i>Thrips tabaci</i> Thysanoptera-Thripidae</p>	<p>Feuilles piquées, décolorées à la face inférieure, déformées, prennent souvent un aspect brillant argenté.</p>
<p><u>TERMITES</u> <i>Macrotermes subhyalinus</i> Isoptera - Termitidae</p>	<p>Flétrissement des plantes accentué en période de sécheresse. Pèle souvent le stipe.</p>

Etude de quelques espèces d'importance économique

5.4.2 *Pentalonia nigronervosa* Coq

Syn. *Pentalonia caladii*

Nom usuel : Puceron noir du bananier

1. Position systématique

Ordre : Homoptera

Famille : Aphididae

2. Description

L'adulte est un petit aphide de couleur brune se tenant de préférence caché à la base des feuilles de bananier.

Ce puceron brun est caractérisé par une veination de l'aile antérieure dont le radius et la média sont confondus sur une partie de leur longueur déterminant une cellule fermée inhabituelle chez les pucerons.

La queue est courte, pentagonale et encadrée par les 2 cornicules ou siphunculi.

On distingue la forme ailée et la forme aptère.

3. Bioécologie

L'aire de répartition géographique de ce puceron semble se superposer à celle du bananier.

On le trouve dans toutes les régions tropicales où la culture de la banane est répandue.

C'est un insecte exoptérygote, hétérométabole, à sexes séparés et à reproduction essentiellement parthénogénétique malgré l'existence de cas de reproduction sexuée géographique.

L'insecte est phytophage, ovipare à cycle vital complexe.

Larves et adultes vivent en colonie aux dépens de la même plante-hôte.

La durée du cycle de développement, fonction de la température est en moyenne de 15 jours pour un optimum thermique situé entre 24 et 28°C.

L'espèce est polyvoltine (20 à 26 générations annuelles). Elle vit généralement en mutualisme avec les fourmis qui les protègent contre leurs ennemis naturels.

4. **Plantes-hôtes**

P. nigronervosa est un aphide ayant comme hôtes préférentiels les *Musa spp.*

Outre le bananier et certaines espèces de Musacées, ce puceron vit également sur le Taro (*Colocasia antiquorum*), le Gingembre (*Zinziber officinale*)...

5. **Dégâts**

Les dommages dus à *P. nigronervosa* sont généralement discrets et font suite aux piqûres et ponctions effectuées sur le bananier sur lequel il vit caché à la face inférieure de la base des feuilles.

Le puceron est surtout nuisible en tant que vecteur de virus phytopathogènes dont le Dasher Mosaic Virus du taro et le Bunchy Top Virus (Manor abaca) qui détermine la maladie appelée Bunchy top des déformations, des décolorations des feuilles dont la croissance s'arrête. Elles prennent alors un aspect de rosette en bouquet de petites feuilles serrées.

6. **Moyens de lutte**

- Le puceron noir du bananier connaît de nombreux ennemis naturels dont il est la proie. Les Diptères syrphidae (*Paragus spp.*), le Coléoptère coccinellidae (*Cryptogonus orbiculus*) sont de véritables prédateurs de *P. nigronervosa*.

L'utilisation de tout pesticide doit tenir compte de la dynamique des populations de ces ennemis naturels.

- Le puceron est très sensible aux insecticides en général.

Il faut protéger les jeunes plants et au besoin appliquer un pyréthrinolide aphicide en visant la base de la face inférieure de la gaine foliaire.

En outre si cela se justifie, on pourrait utiliser un pesticide systémique.

5.4.3 *Cosmopolites sordidus* germ. Charançon du bananier

1. Position systématique

Ordre : Coleoptera
Famille : Curculionidae

2. Description (figure 17)

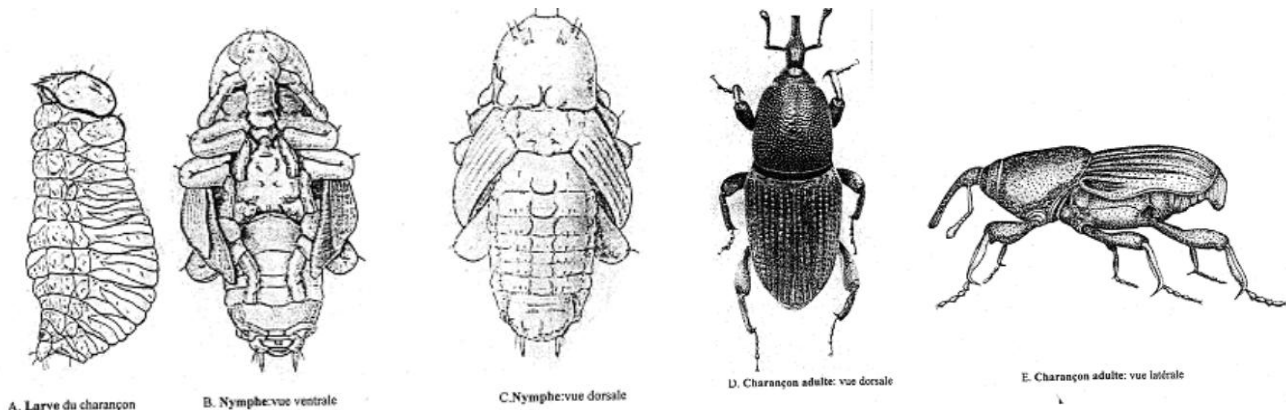


Figure 17: *Cosmopolites sordidus* (d'après CUILLE 1962 et PAREY 1981)

- L'adulte : est un charançon de coloration brun-rougeâtre quand il est jeune et noir mat quand il est âgé. Il mesure 9 à 10 mm de taille, rostre compris. Les côtes longitudinales des élytres sont pointillées. Les 3 paires de pattes sont robustes.
- La larve : est blanchâtre, molle, apode. Jeune elle mesure 10 mm de long la tête est jaune. Agée elle atteint 13 mm de long, la tête est brun rougeâtre à la veille de l'émergence.
- La nymphe : blanche à sa formation, devient jaune après pour devenir brun-rougeâtre à la veille de l'émergence.

3. Bioécologie

Le charançon du bananier, probablement d'origine Malaisienne a maintenant la même répartition géographique que la culture du bananier. Il est peu résistant à la sécheresse.

Les adultes de *C. sordidus* sont de mœurs nocturnes, se nourrissent de débris végétaux divers et recherchent l'humidité élevée.

La reproduction est sexuée et les femelles sont ovipares.

La femelle perce avec son rostre le bulbe au niveau du sol près du collet et y dépose un œuf unique dans une chambre d'incubation bien isolée. L'œuf est blanc et mesure 1 mm de long.

Les pontes sont abondantes surtout pendant la saison des pluies.

Une femelle peut pondre jusqu'à 100 œufs pour une vie de 2 ans mais la moyenne est de 50 œufs généralement.

La durée de l'incubation varie de 7 à 30 jours en fonction de la température ambiante.

Immédiatement après son éclosion la jeune larve s'enfonce dans le rhizome en y creusant des galeries plus ou moins circulaires d'environ 5 mm de diamètre et pouvant atteindre 60 cm de longueur.

La vie larvaire s'effectue dans le faux tronc du bananier et dure de 20 à 100 jours (60 jours en moyenne). La larve migre vers la périphérie du tronc, aménage au bout de la galerie une logette dans laquelle elle entre en nymphose pendant environ 10 jours.

A l'émergence, l'imago reste un certain temps dans le bulbe avant de sortir le petit soir ou la nuit. Les femelles sont capables de déposer leur ponte même dans des faux-troncs tombés à même le sol. La dissémination de l'espèce est assurée par le vol, les eaux de pluies et les échanges commerciaux.

4. Plantes-hôtes

Le charançon du bananier est inféodé aux plantes de la famille des Musaceae.

5. Dégâts

Ce charançon est considéré comme le ravageur le plus important dans la culture du bananier et le plus dangereux pour cette plante.

Les larves en se nourrissant effectuent dans la plante de nombreuses galeries qui détruisent les tissus conducteurs de sève.

Les jeunes plantes attaquées flétrissent, leur croissance s'arrête et elles finissent par se dessécher et mourir.

Les plantes plus âgées paraissent souffrir de la sécheresse et au moindre vent, elles chutent, le faux tronc se brise.

Les plantes qui résistent aux attaques deviennent rachitiques et ne produisent que quelques rares petits régimes.

En cas d'utilisation de rejets fortement contaminés, de manque d'entretien de la bananeraie ou de fortes pullulations, les dégâts peuvent être très importants.

6. Moyens de lutte

- Mesures préventives
 - Utilisation de rejets sains et désinfection du matériel de plantation
 - Toilettage systématique de tous les rejets
 - Entretien régulier et correct de la plantation
 - Débitage des stipes en rondelles de 10 cm de longueur au maximum et leur incinération après séchage
- Buttez les pieds de plantes afin d'empêcher les femelles d'y pondre.

- Piégeage

Les pièges sont faits à partir de tiges de bananier découpées. Ces fragments de tige fendue sont placés sur leur grande section et disposés à raison de 2 fragments par pied auprès des bananiers.

Tous les 4 jours on vient soulever les pièges sous lesquels les adultes de charançon sont venus se cacher. On les ramasse alors pour les détruire. Il existe aussi d'autres méthodes de piégeage.

Ces mesures doivent concourir à réduire voire à éliminer les risques d'infestation.

- Mesures culturales

- Rotation culturale
- Replantation du champ tous les 3 à 4 ans
- Trempage des rejets dans un bain insecticide avant plantation
- Nettoyage systématique de la plantation
- Sarclo-binages, drainage et irrigation, fertilisation corrects.

- Création de conditions favorables au développement des ennemis naturels du charançon parmi lesquels certains Coléoptères Histeridae et Hydrophilidae.

NB : Avant toute prise de décision de lutte, il faut estimer le niveau des populations et celui des dégâts soit par :

- L'observation directe des bulbes par échantillonnage à raison de 10 bulbes examinés par 2500 m² (1/4 hectare) ou par piégeage à l'aide de la méthode des doubles disques (25 doubles disques par hectare) de faux-troncs placés entre les plantes.

Le seuil d'intervention est de 15 à 20 charançons en moyenne par piège.

- La lutte chimique, utilisée au besoin consiste en un traitement insecticide du sol et des bulbes avant plantation. Ces applications si nécessaire seront renouvelées pendant la végétation.

CHAPITRE

LE PAPAYER ET LE GAOYAVIER

6 LE PAPAYER

6.1 ECOLOGIE, IMPORTANCE ET TECHNIQUES DE CULTURE

6.1.1 Origine et distribution géographique

Origine

Le papayer serait originaire du Mexique et de l'Amérique Centrale.

Distribution géographique

De nos jours, on rencontre le papayer dans les régions intertropicales du monde où les conditions climatiques sont compatibles avec son développement et sa reproduction. Il a été signalé en Afrique Occidentale en 1705 par Bosman.

Taxonomie

Le papayer occupe la classification suivante dans le règne des végétaux:

- Embranchement: Phanérogame Angiosperme;
- Classe: Monocotylédone;
- Famille: Caricacée (*Caricaceae*);
- Genre: *Carica*;
- Espèce: *Carica papaya* L.

Remarque: il existe d'autres espèces de papayers (exemple: *Carica candamarcensis* Hook. ou papayer de montagne).

6.1.2 Importance économique, nutritionnelle et environnementale

Importance économique

L'importance économique du papayer vient du fait que la vente de ses fruits procure un revenu aux producteurs, mais que ce fruitier contient une substance, la papaïne, à action digestive et dissolvante des protéines proche de celle de la pepsine et de la trypsine et qui est exploitée en thérapeutique, dans l'industrie du cuir, de la laine et de la soie, en brasserie et dans l'agro-alimentaire. La production mondiale en 1989 était estimée à plus de 6,7 millions de tonnes. Le Brésil (1,8 millions de t), le Mexique (0,6 million de t) et les Etats Unis étaient parmi les gros producteurs en 1989.

Importance nutritionnelle

Le papayer est l'un des fruitiers qui produisent des fruits caractérisés par une grande quantité de matière consistante consommable. En effet, le fruit peut peser d'environ 100 g à plusieurs kg selon les variétés. Par ailleurs, la composition du fruit en éléments nutritifs fait de la papaye une source non négligeable en éléments majeurs comparativement à d'autres fruits, mais surtout importante de vitamines A et C.

Les fruits à pulpe rouge sont plus riches en vitamine A que ceux à chair jaune. La papaye contient aussi les vitamines B1, B2 et D. La papaye est consommée directement sous diverses formes (exemple: crue en hors-d'œuvre ou en dessert, en salade de fruits ou cuit à l'état vert) ou après transformation (exemple: jus).

Traditionnellement, les feuilles sont utilisées pour attendrir la viande. Enfin, différentes parties du papayer (exemple: feuilles, racines, graines et fruits verts) ont des vertus médicinales.

Importance environnementale

Le papayer, de par son port et la morphologie de son système foliaire, est beaucoup planté dans les cours des habitation pour la production des fruits, mais aussi à titre décoratif.

6.1.3 Biologie et écologie

Biologie

Le papayer est un arbre de 3 à 8 m de haut, généralement non ramifié (voir **figure 29 en fait 30**), à tronc non ligneux, marqué par les cicatrices des feuilles. Il se termine par une couronne de grandes feuilles à 7 lobes et longuement pétiolées. L'arbre, ordinairement dioïque, peut présenter des types hermaphrodites. Les pieds mâles sont repérables par de longues panicules ramifiées à l'aisselle des feuilles et portant les fleurs. Les pieds femelles ou hermaphrodites donnent naissance à des fleurs sessiles isolées ou par groupe de 2 à 3 sur la partie supérieure de la tige. Les conditions de milieu peuvent influencer le sexe de chaque pied.

Le fruit (voir **figure 30**) est une baie. Il est gros, arrondi ou ovoïde ou filiforme, avec une couleur verte à jaunâtre à maturité. La pulpe est juteuse, de couleur jaune orangé, parfumée, et épaisse de 2 à 3 cm. Le centre du fruit est occupé par une cavité remplie de petites graines noires entourées de mucilage. Un fruit peut peser 1 à 8 kg, mais ceux destinés à l'exportation ont un calibre variant le plus souvent entre 300 et 500 g.

Le papayer peut vivre 10 ans et plus. Cependant, il est recommandé de l'exploiter intensivement durant 3 ans pour la production de latex (papaïne) et 4 à 5 ans dans le cas des fruits. La récolte a lieu 8 à 10 mois après la plantation et s'étale sur une longue période. Un arbre peut produire 30 à 50 fruits.

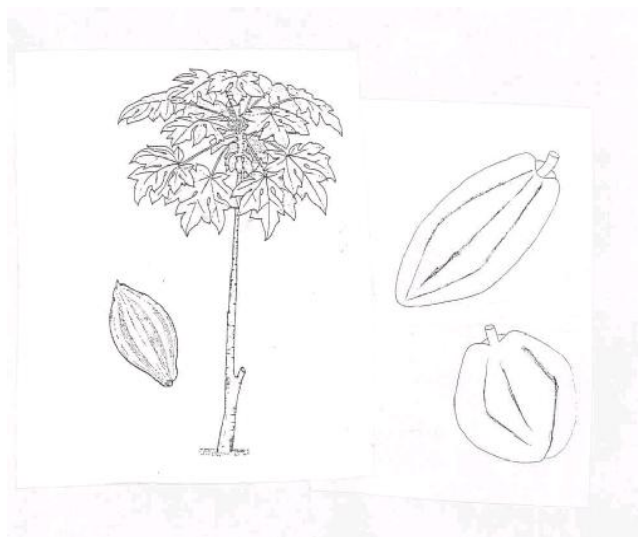


Figure 30 : Schéma d'un pied adulte de papayer et de fruits

6.1.4 Ecologie

* Climat

- **Température:** La culture du papayer est possible dans les régions intertropicales à climat chaud ayant une température moyenne d'environ 25 °c (optimum = 22 à 26 °c) sans grands écarts. Le papayer ne supporte pas des températures inférieures à -1 °c et supérieures à 44 °c.

- **Lumière:** la qualité des fruits est favorisée par beaucoup de soleil et une basse humidité relative de l'air.

- **Pluviométrie:** le papayer exige 1.000 à 2.000 mm de pluie par an et bien répartis sur l'année. Cependant, il peut être cultivé en conditions sèches par irrigation.

- **Vent:** le papayer ne supporte pas les vents forts en raison de son système racinaire superficiel.

* Sol

Le papayer préfère les sols bien drainés et légers, bien aérés. Les sols sableux ou argileux fertiles, humifères et plats lui conviennent. Le pH doit varier entre 5,0 et 7,0, avec un optimum de 5,5 à 6,5.

Ressources génétiques

Le papayer est caractérisé du point de vue génétique par un ratio de sexes variable selon l'origine des pieds. C'est ainsi que les proportions ci-dessous sont prévisibles.

- les fleurs femelles fécondées par des fleurs mâles produisent une descendance constituée de 50 % de pieds mâles et 50 % de pieds femelles.

- les fleurs hermaphrodites autofécondées produisent une descendance constituée de 66 % de pieds bisexués, 33 % de pieds femelles et moins de 5 % de pieds mâles.

- les fleurs femelles fécondées par du pollen de fleurs bisexuées produisent une descendance constituée de 50 % de pieds bisexués et de 50 % de pieds femelles.

Cette situation fait qu'il faut en principe planter plusieurs pieds de papayer pour garantir la production de fruits. On recommande aussi de laisser après le début de la floraison 1 pied mâle pour 10 pieds femelles. En effet, les pieds hermaphrodites peuvent devenir stériles lorsque les conditions de croissance du papayer ne sont pas bonnes.

Sur le plan variétal ou des cultivars, il existe plusieurs types régionaux et temporaires du fait que la sélection n'est pas très poussée. C'est le type Solo à Hawaï qui a fait l'objet de sélection poussée. On peut citer par exemple Sunrise Solo, Kapoho Solo.

6.1.5 Mode de propagation et de multiplication

La règle la plus pratiquée pour la multiplication du papayer est celle à partir des graines. Celles-ci doivent être récoltées de manière à sauvegarder les qualités

botaniques des cultivars, mais à partir d'arbres sains afin d'éviter la transmission de certaines maladies. Le greffage est possible, mais n'est pas rentable. Il peut être utilisé comme un moyen de conservation de l'intégrité génétique des cultivars.

6.1.6 Itinéraire technique

Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

*** Critères de choix de la parcelle:**

Le choix de la parcelle peut se faire à partir des critères recommandés pour le bananier.

*** Travaux préliminaires d'aménagement:**

Les travaux préparatoires en vue de la plantation peut se faire comme dans le cas du bananier tout en prenant en compte les aspects spécifiques au papayer.

Choix des variétés

Il est fonction des caractéristiques botaniques des cultivars, mais aussi de la destination des fruits qui peut être l'autoconsommation, la vente locale ou l'exportation.

Production de jeunes plants de papayer

La production des plantules se fait en semant les graines soit directement dans des pots plastiques à transférer ensuite au niveau du verger, soit par le semis en germe suivi d'un séjour en pépinière avant le transfert au niveau du verger. Le semis direct au niveau du verger est également possible. Quelle que soit la technique choisie, les graines doivent provenir d'arbres sains. Celles situées dans le fruit près du pédoncule donnent naissance à un nombre plus important de pieds femelles. Elles sont nettoyées et séchées à l'ombre après enlèvement de la gélatine qui les recouvre.

*** Semis des graines dans des pots**

Le semis se fait à raison de 3 graines par pot. La germination survient à partir de 15 à 20 jours. Un démariage à un ou 2 plants/pot peut être effectué 1 mois après. Le transfert en verger est possible à partir d'un mois. Dans tous les cas un seul plant doit être épargné au début de la floraison.

*** Semis des graines en germe**

Le germe sera préparé avec autant de précautions que pour les graines d'agrumes. Le semis est fait à une profondeur de 1 à 3 fois leur grosseur selon un écartement de 10 cm x 10 cm. Le transfert en pépinière est effectué à partir de 20 jours. La plantation est faite suivant un écartement de 0,5 m x 0,5 m. La plantation dans le verger se fait quand les plants ont 15 à 50 cm de taille. Il est recommandé de les enlever avec une motte de terre et de planter 3 pieds distants de 30 cm par trou de plantation. Dans ce cas, un démariage est nécessaire à la floraison.

*** Semis direct des graines au niveau du verger**

Les graines sont semées, selon l'écartement choisi, à raison de 20 à 25/poquet de plantation. Six semaines plus tard, on procède à un démariage à 6 plants/poquet, puis à 3 plants/poquet 6 semaines après. A 5 ou 6 mois d'âge, la floraison démarre et

permet le choix définitif du pied à maintenir d'après le type de fleurs. En général, c'est le pied hermaphrodite qui est épargné.

Travaux pour la plantation des arbres

Il s'agit du piquetage (voir cas du manguier) et de la trouaison.

*** Piquetage**

Les écartements proposés sont les suivants:

- 2 m x 2 m (densité de 2.500 pieds/ha);
- 2 m x 2 m en lignes jumelées espacées de 4 m (densité de 1.500 pieds/ha);
- 3 m x 3 m (densité d'environ 1.110 pieds/ha).

*** Trouaison**

Elle peut se faire conformément aux exigences du bananier (trous de 60 cm x 60 cm x 60 cm). Un défoncement à 80 cm de profondeur peut être utile dans le cas du semis direct dans le verger.

Travaux de plantation des arbres et d'entretien du verger

*** Plantation des arbres**

Les plants en pots ou avec motte de terre sont plantés quand ils ont 15 à 50 cm de taille. Ils peuvent être plantés comme ceux du manguier dans des trous de 20 cm de profondeur aménagés dans le trou principal.

*** Irrigation**

Les propositions faites pour l'irrigation du bananier sont valables dans le cas du papayer. L'irrigation est nécessaire chaque fois que la sécheresse dure 4 semaines. Les besoins sont de 50 à 75 mm d'eau (500 à 750 m³ d'eau/ha) toutes les 3 à 4 semaines.

*** Fertilisation**

Les types d'engrais et les doses suivantes sont recommandés:

- Fumier ou compost: 50 kg/arbre (pied);
- Azote: 300 g/pied/an en 3 ou 4 applications;
- Potasse: 200 g/pied/an en 3 ou 4 applications.

*** Désherbage de la parcelle**

Le désherbage peut être mécanique ou chimique. Il peut être conduit comme dans le cas du bananier. Le paillage est recommandé pour diminuer la prolifération des adventices et l'évaporation de l'eau irrigation.

*** Taille des arbres**

Il s'agit en quelque sorte d'une taille de régénération. Celle-ci devient nécessaire pour réduire la hauteur des arbres après environ 4 années de production afin de faciliter la récolte des fruits. Pour ce faire, chaque pied est recepé à plus de 30 cm du sol.

* Protection phytosanitaire:

Voir la partie consacrée à cet aspect.

Production de fruits et travaux de récolte

L'entrée en production se situe entre 8 et 10 mois après la plantation. La récolte se fait 4 à 6 mois après la floraison. Les fruits sont cueillis lorsque la coloration commence à virer au jaune. Elle s'effectue avec les mains si la hauteur le permet. Dans le cas contraire, une gaule ou une échelle est nécessaire pour éviter les chutes.

Un pied bien entretenu peut produire 30 à 50 papayes/an. En période hautement productive (1 à 2 ans), le papayer peut produire 100 t de fruits/ha. Les fruits destinés à la commercialisation peuvent être traités avec de l'eau chaude pour prévenir les attaques d'anthracnose pendant la conservation et le transport.

6.2 LES MALADIES DU PAPAYER

6.2.1 Les pourritures des graines et les fontes de semis

Pythium aphanidermatum, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Phytophthora* spp., *Macrophomina phaseolina*, etc

Importance et distribution

La maladie se manifeste au niveau des germoirs et pépinières et provoque des pertes importantes. Elle est particulièrement sévère dans les terrains trop humides ou trop secs.

Symptômes

Dans les semis la pourriture apparaît sous forme de foyers dans lequel toutes les plantes sont atteintes. Au centre du foyer les plantules sont en général mortes, brune ou inexistantes (pourriture des graines). Vers les bords du foyer, certaines plantules sont jaunes et/ou flétries. Le jaunissement concerne d'abord les feuilles de base, puis il gagne les feuilles plus hautes et un flétrissement généralisé se manifeste d'un coup. Ces symptômes résultent de la nécrose des radicelles, des racines principales proches de la surface du sol et de la pourriture humide ou sèche du collet avec souvent la présence de lésions brunes à noires.

Au niveau des pépinières, le jaunissement et le flétrissement s'observent le plus souvent chez les plants nouvellement repiqués. Néanmoins des plantes adultes peuvent également montrer un flétrissement qui débute sur les feuilles de base, envahit toutes les feuilles et les fruits tombent. Les agents pathogènes associés à la maladie sur plantes adultes au Sénégal sont le plus souvent *Macrophomina phaseolina* et *Fusarium solani*.

Epidémiologie

Ce sont des champignons polyphytes, habitants naturels du sol. Ils se conservent sous forme d'oospores, chlamidospores, sclérotés et mycélium dans le sol et les débris végétaux en décomposition.

La dissémination de l'inoculum se fait via les pluies, le vent, l'irrigation à la raie, le mouvement du sol, les machines et les semences et matériel végétal contaminés sur de longues distances.

La maladie est favorisée par une forte humidité du sol et des températures élevées.

Principes de lutte

Il est difficile de lutter de façon curative contre ces champignons du sol, cependant il est possible de réduire leur incidence par des pratiques culturales judicieuses. Pour faire un semis il faut :

- Choisir un sol sain, léger, irrigable, bien drainé, exposé au soleil et n'ayant pas porté de papayer depuis longtemps;
- Utiliser des graines provenant de fruits sains et les désinfectées;
- Semer en ligne de façon claire. Dès la levée, désherber, biner et arroser;
- Si des plantes flétrissent, les arracher et arroser au moins sur le rang avec une solution de fongicides de protection par exemple furaxyl, metalaxyl (ascendant), éthyle phosphate et peroxychlore (ascendant, descendant).
- En plantation, éviter les terrains trop humides ou trop secs.
- Ne jamais remplacer les pieds morts par un autre papayer placé au même endroit.
- Il faut absolument établir les nouvelles plantations sur des sols n'ayant pas porté des papayers depuis longtemps.

S'il est inévitable de replanter dans le même terrain, la technique du sol vierge peut être utilisée. Le sol n'ayant jamais porté de papayer est placé dans les trous de plantation environ 30 cm de diamètre et 10 cm de profondeur avec formation d'une monticule de 4 cm de haut. Les racines des plants de papayer sont ainsi protégées par le sol vierge durant les périodes sensibles aux pathogènes.

L'avantage de la technique est d'être relativement simple, bon marché et respectueux de l'environnement.

6.2.2 Le blanc ou Oïdium *Ovulariopsis papayae* vander Bilz et *Oidium caricacae* F. Noack

Distribution et importation

L'oïdium est largement répandu dans les zones tropicales et subtropicales. Elle provoque des dégâts faibles sur les arbres en production, où les lésions sont souvent localisées sur les feuilles en sénescence. Cependant l'oïdium peut être dommageable sur les jeunes plantes en pépinière dans les régions à température et pluviométrie modérées.

Les plantules sont particulièrement sensibles aux attaques et peuvent être sévèrement atteintes. La défoliation et les lésions sur tiges et fruits des jeunes plants peuvent provoquer des pertes considérables de rendement.

Symptômes

Un duvet blanchâtre diffus se développe généralement à la face inférieure des feuilles, particulièrement sur les zones adjacentes aux nervures et occasionnellement à la face supérieure. D'abord, les zones infectées sont vert clair à chlorotique avec des bordures vert foncé. Les conidies qui se développent sur les lésions leur confèrent l'aspect poudreux caractéristique. Les tiges, les pédicelles florales, et les fruits ainsi que les feuilles peuvent être affectées. Ces dernières jaunissent et tombent.

Epidémiologie

Aucune forme télémorphe n'est connue. Le pathogène se conserve par les conidies qui sont disséminées par le vent. Le papayer est également le seul hôte connu de ce champignon obligatoire.

Quoique les feuilles soient susceptibles à tous les âges, les infections sont confinées aux vieilles feuilles qui approchent le stade de sénescence.

Les plantules cultivées en serres sont particulièrement sensibles et développent une nécrose apicale le plus souvent. Le développement de la maladie est favorisé par un niveau de luminosité faible, une humidité élevée, des températures de 18 - 32 °C et une pluviométrie annuelle de 1.500 - 2.500 mm.

Principes de lutte

Si la lutte se révèle nécessaire, l'oïdium peut être combattu par application de soufre micronisé. D'autres fongicides utilisés dans le contrôle des oïdiums tels, le bénomyl, bupirimate, carbendazime, mancozèbe, thiophanate méthyle et le triadimefon sont également efficaces

6.2.3 Pourriture à *Phytophthora* des racines et fruits *Phytophthora palmivora* E.J. Butler

Importance et distribution

Des pertes de production considérables due à *Phytophthora* se produisent fréquemment pendant la période des pluies. Les pluies peuvent également favoriser le dépérissement et la mort des papayers sur des terrains mal drainés.

Symptômes

Dans les plantations mal drainées, *P. palmivora* attaque d'abord les racines latérales du papayer. Puis la maladie se propage sur le pivot et enfin la totalité du système racinaire devient brune, molle et ratatinée. Les arbres malades sont nains, les feuilles jaunissent, deviennent flasques et pendent. De tels arbres finissent par mourir. Les racines sont particulièrement sensibles durant les trois premiers mois de développement, après émergence. Au cours de cette période, les infections racinaires induisent un jaunissement foliaire, une défoliation prématurée et éventuellement la mort de la plantule.

Des rares fois le champignon n'arrive à détruire qu'une partie des racines avant que le plant atteigne les stades plus résistants. Egalement dans des conditions sèches, le développement de la maladie est stoppé. Dans ces deux cas

l'arbre accomplit un développement normal. Toutefois, il est facilement terrassé par le vent s'il est fortement chargé en fruits.

Les jeunes fruits infectés sur l'arbre portent des lésions humides qui sécrètent du latex mielleux. Avec le développement de la maladie, les fruits infectés se ratatinent et sont momifiés avant de tomber par terre. Les fruits mûrs infectés sont couverts par un mycélium et une masse de sporanges blanchâtres

L'extrémité du fruit portant une partie de la tige est particulièrement sensible à l'infection, pendant les périodes de pluie. Les chancres sur cette zone provoquent la chute prématurée des fruits et feuilles et sensibilisent le sommet des arbres aux coups de vent.

Epidémiologie

Bien que les zoospores et les sporanges puissent survivre dans le sol pendant un court temps, les chlamidospores sont la principale structure de conservation de *P. palmivora* dans la nature. Les oospores sont en mesure également de survivre longtemps, mais ne jouent pas un rôle important dans le cycle de vie de la maladie, car le plus souvent deux types compatibles ne sont pas présents en même temps. Les chlamidospores peuvent germer en présence d'eau et former des sporanges qui vont libérer des zoospores ou se conserver dans le sol.

La pourriture des racines des plants survient rarement au cours des premières années de cultures, à cause de l'absence du pathogène. Toutefois *P. palmivora* peut être introduit dans les plantations par des plants provenant de pépinières infectées, ou via les sporanges par l'eau d'irrigation ou le vent.

La pluie et le vent sont les deux facteurs les plus importants dans l'épidémiologie de la pourriture des fruits. Les éclaboussures d'eau sont nécessaires, pour la libération des sporanges de la surface des fruits malades et pour la projection de l'inoculum du sol dans l'air. Le vent assure la dispersion de l'inoculum en suspension dans l'air. Par conséquent des pluies accompagnées de vent sont déterminantes pour provoquer les premières infections et le développement des épidémies dans les plantations.

La pourriture des racines des jeunes plants de papayer est généralement très sévère durant les périodes pluvieuses. Dans les conditions de sol trempé, le champignon peut attaquer des papayers de plus de 3 mois d'âge, moment durant lequel ils sont normalement résistants.

La température également influence la sévérité de la maladie par ses effets sur la croissance et la sporulation du parasite. Les températures cardinales sont 12, -30, 36 °C. Le pathogène forme le maximum de sporanges à 25°C. En dessous de 15 °C et au-dessus de 35 °C aucun sporange n'est produit.

Principes de lutte

La pourriture des racines du papayer peut être contrôlée dans les sols de replantation par la technique du sol vierge.

Les pratiques culturales sont également importantes dans la gestion de la maladie. La sévérité de la maladie chez les plants matures pendant les périodes

pluvieuses peut être réduite considérablement par amélioration du drainage dans les plantations. Les fruits infectés sur l'arbre ou sur le sol doivent être éliminés.

La pourriture des fruits peut être contrôlée par application de fongicides, tels le mancozèbe ou le sulfate de cuivre.

6.2.4 Fruits bosselés (Bumpy fruit)

La maladie des fruits bosselés est associée au déficit en bore. Elle se rencontre fréquemment dans la plupart des zones de culture de papayer. La déformation des fruits et l'écoulement de latex concomitant commencent très tôt avec la formation des fruits et ces symptômes deviennent de plus en plus sévères avec la croissance des fruits. La déformation est le résultat d'un développement inégal entre les tissus carencés et bien pourvus en bore des fruits. Les graines des fruits déformées avortent ou se développent faiblement, et les tissus vasculaires souvent noircissent. Dans le cas d'une sévère déficience, la taille des arbres est réduite.

La teneur en bore dans les pétioles des tissus déformés est inférieure ou égale à 20 ppm contre 25 ppm et plus.

Le traitement foliaire au borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) à 25 % et l'application de 3 Kg de bore à l'hectare ont augmenté la teneur en bore dans les tissus des plantes et empêché l'apparition de nouveaux symptômes sur les fruits.

6.3 LES VIROSES DU PAPAYER

6.3.1 Papaya Bunchy Top

Symptômes et diagnostic

Les symptômes du 'papaya bunchy top' apparaissent généralement 30 - 45 jours après infection. Ils débutent par une marbrure légère au niveau des feuilles supérieures. Puis l'espace internervaire devient chlorotique avec possibilité de développement de nécrose sur les rebords. Les feuilles et pétioles deviennent rigides pendant que leur croissance est réduite. Les internœuds sont raccourcis et les pétioles tendent vers une orientation horizontale. Des tâches grasseuses apparaissent sur la partie supérieure des tiges et des pétioles. Au stade très avancé, la croissance apicale est stoppée. Le raccourcissement des entrenœuds doublé de l'arrêt de croissance apicale donne le symptôme le plus caractéristique qui est le 'bunchy top' ou 'bouquet apical'. Les vieilles feuilles chutent laissant quelques feuilles rabougries vers le haut. Le goût des fruits devient amer.

Agent causal, Transmission & Dispersion

L'agent causal du papaya bunchy top est probablement un phytoplasme. Le 'papaya bunchy top' est transmis par des cicadelles dont *Empoasca papayae* et *E. stvensi*. Il est aussi transmissible par greffage.

Importance, Répartition et plantes hôtes

Le 'papaya bunchy top' peut causer de sévères dégâts et en cas de forte infestation, la production commerciale peut être affectée.

Le phytoplasme a été identifié à Porto Rico pour la 1ère fois mais sa présence est actuellement généralisée dans les caraïbes et serait probablement entrain de gagner l'Amérique du sud.

Le 'bunchy top' semble être restreint au papayer.

Moyens de lutte

- **Prévention:** Toutes les mesures de prévention doivent être appliquées: contrôle phytosanitaire, contrôle des rejets, etc..
- **Pratiques culturales:** Les pieds virosés peuvent être taillés en dessous du point de production de latex car les bourgeons axillaires formés après une telle taille ou 'topping' sont généralement indemnes.
- **Lutte contre les insectes vecteurs:** Elle permet de limiter les épidémies. Ce contrôle des vecteurs peut se faire par application d'insecticide à forte rémanence, doublée de destruction des foyers naturels des vecteurs.
- **Antibiotiques:** Le trempage des plants ou l'arrosage du sol avec de la chlortétracycline ou de l'hydrochlorure de tétracycline permet un bon contrôle de la maladie.

6.3.2 Papaya Ringspot: Potyvirus

Symptômes et diagnostic

Les symptômes du Papaya ringspot (syn. papaya distortion ringspot virus; papaya mosaic virus; watermelon mosaic virus -1) apparaissent généralement entre 2 à 3 semaines après infection. Ces symptômes sont des tâches annelées (ringspot) vert foncé sur les fruits verts. En infection sévère, les fruits apparaissent irrégulièrement bosselés. Au niveau des feuilles, il y'a formation d'une forte mosaïque jaune sur les lamelles, de marbrure et de déformation. En cas de sévère déformation suite à la forte réduction des lamelles, les feuilles présentent une apparence de lacet ou 'shoestring'. Le tronc et les pétioles présentent des tâches huileuses. Au fur et à mesure que la maladie progresse, l'ombrage des plants devient plus petit à cause du rabougrissement doublé du nanisme des feuilles. L'infection précoce n'entraîne généralement pas la mortalité des plants mais la production en fruit est nulle.

Le diagnostic peut se faire par symptomatologie ou par immunologie.

Agent causal, Transmission et Dispersion

L'agent causal de 'papaya ringspot' est un virus en filament flexible de 800-900 nm de long et dont le génome est un ss RNA. Le virus est transmissible de manière non persistante par des pucerons dont *Aphis gossypii*. Il est également transmissible par voie mécanique. L'infection naturelle entre papayers est beaucoup plus importante que celle entre papayers et cucurbitacées qui sont plus attaquées par la souche w (PRV-w). Lorsque des jeunes papayers sont implantés à côté d'une plantation infestée, l'infection peut progresser très rapidement pour contaminer le verger en quelques mois (3-4) si les vecteurs sont présents.

Le PRV-p (souche papayer) attaque le papayer et les cucurbitacées alors que la souche PRV-w n'attaque que les cucurbitacées et est synonyme de watermelon mosaic virus I.

Importance, Répartition et Plantes hôtes

Le papaya ringspot virus est l'une des maladies les plus dévastatrices en plantation de papayer. Les pertes vont de la réduction de production à une l'anéantissement total de celle-ci. La valeur commerciale des fruits est aussi affectée. Le virus est très fréquent en Asie (Philippine, Taiwan, Thaïlande, Chine), dans les zones de production de papaye aux usa (Floride, Texas, Hawaïi), les caraïbes, le sud europe (france, italie) et au moyen orient. Sa présence n'a pas été signalée en afrique.

Le virus est inféodé à diverses plantes des familles des Caricacées, Cucurbitacées et Chenopodiacees. Il induit des lésions locales sur *Chenopodium amaranticolor* et *C. quinoa*.

Moyens de lutte

- **Prévention:** Il est conseillé d'utiliser du matériel végétal sain. Il est aussi conseillé d'éviter d'implanter de nouvelles plantations à côté de vieilles plantations malades, et de ne pas intercaler les jeunes papayers dans de vieilles plantations. L'utilisation de plantes non hôtes tels le maïs permet d'éviter les contaminations à partir des parcelles voisines car les vecteurs qui s'en nourrissent perdent facilement leur infectiosité avant de migrer sur les papayers.
- **Arrachage des pieds malades:** Une telle pratique permet d'éviter le développement épidémiologique de la maladie,
- **Variété tolérante:** La variété Cariflora est tolérante à la maladie.
- **Protection croisée:** La prémunition avant la plantation par l'utilisation d'un mutant inducteur de production d'acide nitrique. L'efficacité est variable selon les zones. Son efficacité peut être améliorée par isolement des plants prémunis de forte pression d'inoculum.

6.4 INSECTES ET ACARIENS NUISIBLES AU PAPAYER

6.4.1 Principales espèces nuisibles

Les espèces de la faune des insectes et acariens nuisibles au papayer sont des polyphages pouvant vivre aux dépens de nombreuses autres plantes cultivées.

Parmi ces ennemis potentiels on peut citer :

- Les courtilières et grillons particulièrement dangereux sur les jeunes plants
- Les termites en cas de sécheresse ou de blessure de la plante
- Les criquets véritables défoliateurs. Certains des ces criquets tels que *Zonocerus variegatus* (criquet puant) et *Schistocerca gregaria* (criquet pèlerin), en cas de pullulations occasionnent de véritables ravages dans les plantations
- Les chenilles défoliatrices, notamment les noctuelles sont également à craindre pour les jeunes plantations.

Inventaire et dégâts

Insectes et acariens	Dégâts
<p>ACARIENS ACARI</p> <p><i>Tetranychus urticae</i> Tetranychidae (Acarien jaune commun)</p> <p><i>Brevipalpus phoenicis</i> Acari-Tenuipalpidae (Faux tetranique tisserand)</p>	<p><u>Feuilles</u> : décoloration foliaire ; feuilles jaunies deviennent bronzées et se dessèchent.</p> <p><u>Feuilles et fruits</u> : sur la face inférieure des organes qui brunissent, les feuilles se dessèchent et tombent, les fruits ne sont pas sucrés.</p>
<p>PUCERONS HOMOPTERA</p> <p><i>Aphis craccivora</i> Aphididae (Puceron du niébé ou de l'arachide)</p> <p><i>Aphis spiraecola</i> Aphididae (Puceron vert des citrus)</p>	<p><u>Feuilles</u> : Flétrissement de la plante, feuilles crispées, croissance ralentie, baisse de rendement, petits fruits, transmission de virus phytopathogènes (mosaïque).</p> <p><u>Jeunes feuilles</u> : Fruits, boutons Flétrissement de la plante, enroulement foliaire sur la longueur, plantes rabougries, fleurs et boutons floraux détruits, fumagine.</p>
<p>COCHENILLES HOMOPTERA</p> <p><i>Planococcus citri</i> Pseudococcidae (Cochenille farineuse de l'oranger)</p> <p><i>Aspidiotus destructor</i> Diaspididae (Pou du cocotier)</p>	<p><u>Feuilles et fruits</u> : Arrêt de la croissance des jeunes plantes, chute prématurée des jeunes fruits, fruits et feuilles recouverts de sécrétion blanchâtre.</p> <p><u>Feuilles et fleurs</u> : attaqués, feuilles portent des tâches jaunes, les jeunes feuilles sévèrement atteintes se dessèchent.</p>
<p>CHENILLES LEPIDOPTERA</p> <p><i>Spodoptera littoralis</i> Noctuidae (Ver du cotonnier)</p>	<p><u>Défoliation</u> : Feuilles dévorées, le limbe est brouté et présente des plages plus ou moins larges des nervures sont généralement épargnées.</p>
<p>MOUCHE DES FRUITS DIPTERA</p> <p><i>Pardalaspis sp.</i> Tephritidae</p> <p><i>Ceratitis sp.</i> Tephritidae</p> <p><i>Dacus sp.</i> Tephritidae</p>	<p><u>Fruits</u> : portent des tâches de décoloration brunâtres. Le fruit est véreux et pourrit.</p> <p><u>Fruits</u> : contenant des vers.</p>
<p>COLEOPTERES COLEOPTERA</p> <p><i>Oryctes sp.</i> Scarabaeidae (Rhinocéros)</p>	<p><u>Tronc</u> : partie subterminale du tronc perforée de petits trous.</p>

6.4.2 *Tetranychus urticae*

Nom usuel : Acarien jaune commun

Syn. *Tetranychus altheae*, *T. bimaculatus*, *T. telatrius*

1. Position systématique

Ordre : Acari/Actinedida

Famille : Tetranychidae

2. Description

C'est un minuscule acarien vaguement arrondi, de couleur vert-jaunâtre.

La femelle est marquée par 2 grandes tâches dorso-latérales sombres.

Le mâle de même couleur que la femelle porte de nombreuses petites tâches sombres.

Les tâches sombres disparaissent chez la femelle diapausante qui en cette période est de couleur orange.

3. Bioécologie

L'acarien jaune commun est une espèce ubiquiste rencontrée pratiquement dans tous les agroécosystèmes sous tous les climats.

Son régime alimentaire est phytophage obligatoire. La reproduction est principalement sexuée, la femelle ovipare peut pondre dans sa vie 100 œufs. Le cycle de développement s'accomplit en 10 jours en moyenne. Il est largement influencé par la température ambiante. Le développement post-embryonnaire comporte 3 stades actifs séparés par des périodes d'arrêt de développement, dont les stades ne se nourrissent.

4. Plantes-hôtes

T. urticae est une espèce phytopolyphage trouvée sur plus de 100 plantes parmi lesquelles on peut citer les agrumes, nombreuses cultures maraîchères, le papayer, le cotonnier...

5. Dégâts

Ils sont les conséquences des piqûres et prélèvements de sève effectués sur les feuilles et fruits de la plante par les nombreux individus.

On observe des décolorations (tâches jaunes) d'abord jaunâtres puis bronzées. La plante affaiblie, flétrit.

6. Moyens de lutte

Favoriser le développement des nombreux ennemis naturels est une approche permettant une réduction des populations d'acariens.

Parmi ces ennemis naturels on peut citer des insectes et acariens prédateurs acarophages et des champignons dont *Entomophthora fresenii* particulièrement actifs sur *T. urticae*.

En cas d'attaques localisées, des jets d'arrosage direct sur les feuilles et les fruits, de manière abondante est préjudiciable aux populations d'acariens jaunes.

La lutte chimique ne sera utilisée qu'en cas de fortes infestations. Alors il est recommandé d'utiliser des acaricides spécifiques (Dicofol par exemple).

L'utilisation d'un pesticide tel que le Diméthoate en situation phytosanitaire adéquate peut protéger également contre les attaques d'insectes.

6.4.3 *Spodoptera littoralis* (Boisd.)

Syn. *Prodenia litura*

Noms usuels : Ver du cotonnier – chenille défoliatrice du cotonnier

1. Position systématique

Ordre : Lepidoptera

Famille : Noctuidae

2. Description

2.1. Le papillon

Il est de couleur brun à brun foncé et mesure 15 à 20 mm de long pour une envergure de 30 à 40 mm.

Les ailes antérieures sont allongées étroites, tachetées de jaune-ocre avec une bande oblique centrale. Le bord extérieur porte une ornementation complexe, brun-clair.

Les ailes postérieures sont blanches à reflets irisés, bordées d'une ligne grise.

2.2. La chenille

Elle mesure 35 à 50 mm. Sa couleur varie selon son âge. Elle est verte à sa naissance, la tête et le thorax noirs. Le reste du corps est parsemé de petits tubercules.

La coloration passe ensuite au brun verdâtre puis brun noir tachetée de blanc au terme de la croissance de la chenille. Une ligne dorsale médiane brun rouge sépare deux rangées symétriques de taches noires triangulaires bordées à leur base par une bande jaune.

2.3. La chrysalide

Elle est de teinte brun à brun-rouge et mesure de 15 à 20 mm. L'extrémité abdominale porte deux épines courbes, robustes, foncées à la base.

3. Bioécologie

D'une large distribution géographique, les adultes de *S. littoralis* sont de mœurs essentiellement nocturnes. L'espèce est sans diapause, les fortes chaleurs sont défavorables aux larves.

L'accouplement et la ponte ont lieu la nuit. Pendant le jour les adultes restent cachés sous les feuilles des plantes.

Les œufs sont sphériques, environ 0,5 mm de diamètre. Ils sont de couleur nacré ou vert-jaune au moment de la ponte, noire à l'approche de l'éclosion.

La période de ponte varie de 3 à 12 jours selon la température du milieu ambiant. Elle est brève quand il fait chaud.

Les œufs sont déposés à la face inférieure des feuilles en files constituées de plusieurs couches engluées et recouvertes de soies beiges. On peut compter de 300 à 600 œufs pondus en amas.

Une femelle pond 3 à 7 fois au total 2000 à 4000 œufs.

L'incubation variable selon la température, est de 4 jours en moyenne à 25°C.

A l'éclosion, les jeunes chenilles, d'abord grégaires demeurent groupées à la face inférieure des feuilles où elles rongent le parenchyme. Ensuite elles se dispersent en se laissant choir au bout d'un fil de soie. Elles migrent ainsi d'un plant à un autre se nourrissant de tissus foliaires, épargnant uniquement les principales nervures.

Pendant les 3 premiers stades, la chenille demeure sur la plante pendant la journée. Agée, elle acquiert des mœurs nocturnes, se cachant le jour dans les crevasses du sol ou se réfugiant dans la litière, sous les feuilles. Elle se nourrit seulement la nuit.

La vie larvaire dure 2 à 3 semaines selon les conditions du milieu ambiant. Elle est d'environ 20 jours à la température de 25°C. La chenille passe par 6 stades larves avant de se creuser une logette dans la terre à 3 ou 4 cm de profondeur pour se nymphoser. La chrysalisation dure de 7 à 10 jours au bout desquels le papillon émerge.

4. Plantes-hôtes

S. littoralis est une espèce très polyphage rencontrée sur pratiquement toutes les cultures tropicales. De nombreuses espèces végétales spontanées sont également attaquées.

Parmi les plantes cultivées attaquées on peut citer : le bananier, les agrumes, le papayer, le maïs, les cultures maraîchères, etc...

4. Dégâts

Les chenilles défoliatrices est l'un des ravageurs tropicaux les plus dangereux car très polyphages migrant sur plusieurs plantes-hôtes. L'intensité des dégâts varie d'un pays à l'autre et d'une plante hôte à l'autre.

Outre les feuilles, elles attaquent également les tiges, rameaux et fruits. La chenille ronge les feuilles et creuse dans galeries, dans les organes attaqués.

Les femelles sont très prolifiques et la durée du cycle biologique est courte (en moyenne un mois) en saison chaude.

5. Moyens de lutte

- *S. littoralis* connaît de nombreux ennemis naturels parmi les lesquels :
 - les coccinelles prédateurs *Coccinella undecimpunctata* et *Cydonia vicina*
 - les tachinides parasites *Sturmia inconspicua* et *Tachina larvarum*
 - les neuroptères, mantes, guêpes, fourmis, araignées

La surveillance régulière permet de déceler très tôt les premiers symptômes d'attaque.

- Ramassage manuel et destruction des amas d'oeufs
- Sans attendre détruire les groupes de chenilles vivant sur les feuilles dès les premières apparitions
- Destruction de la végétation spontanée pour servir d'hôte secondaire
- L'extrait aqueux de graines de neem à la dose de 25 à 50 g/l d'eau est efficace dans la lutte contre cette chenille défoliatrice.
- Les pyréthriinoïdes de synthèse (cyperméthrine, décaméthrine, etc...) à raison de 2 à 3 g/hl.
- L'hyménoptère entomophage *Trichogramma evanescens* (larve vivant en parasitoïde) constitue également un moyen biologique efficace.

On peut utiliser aussi les préparations bactériennes de *Bacillus thuringiensis*.

7 LE GOYAVIER

7.1 ECOLOGIE, IMPORTANCE ET TECHNIQUES DE CULTURE

7.1.1 Origine et distribution géographique

Origine

Le goyavier est originaire d'Amérique tropicale, Amérique Centrale plus précisément (du Mexique au Pérou). Les premiers écrits sur ce fruitier ont été faits par Gonzalo Hernandez de Oviedo en 1526.

Distribution géographique

De nos jours, on rencontre, par exemple, le goyavier en Inde, à Hawaii, dans la zone méditerranéenne de France et d'Algérie, aux Etats Unis (Floride et Sud Californie), à Cuba, dans les régions tropicale d'Amérique du Sud et d'Afrique.

Taxonomie

Le goyavier est classé dans le règne végétal de la manière suivante:

- Embranchement: Phanérogame Angiosperme;
- Classe: Monocotylédone;
- Famille: Myrtacée (*Myrtaceae*);
- Genre: *Psidium*.

- Espèces:

- . *Psidium guajava* L.;
- . *Psidium cattleianum* Sabine.

Psidium cattleianum ou Goyave fraise est un arbrisseau aux feuilles beaucoup plus petites que celles du goyavier commun. Ses fruits ont la taille d'une noisette et portent à leur extrémité le calice desséché. Les fruits sont caractérisés par une chair rouge à goût d'abord acidulé, puis de fraise. Ils sont couverts par une mince pelure rouge brunâtre.

7.1.2 Importance économique, nutritionnelle et environnementale

Le goyavier est cultivé pour ses fruits, son bois, ses usages en pharmacopée et son rôle dans la lutte contre l'érosion.

Importance économique

Malgré ses nombreux usages, le goyavier apparaît encore comme un fruitier exotique exploité en conditions extensives. Ceci fait que très peu de données existent sur le plan du rendement et des exportations.

Importance nutritionnelle

La goyave, fruit du goyavier, est consommée nature, cuite ou après transformation en jus, confiture, compote, gelée, sirop, pâte. Sur le plan nutritionnel, la goyave contient surtout des glucides (17,2 %), du calcium (17,6 %), de la vitamine C (162 mg/100 g), de la vitamine A (176 UI/100 g), du fer (1,0 mg/100 g).

Importance environnementale

Le goyavier, de par son réseau racinaire dense, superficiel et traçant, forme un filet qui tient remarquablement le sol. A ce titre, il est utilisé pour fixer les berges des cours d'eau. Son bois sert à la confections des manches de divers outils. Diverses parties végétales sont utilisées en pharmacopée. C'est ainsi que les feuilles sous forme de tisanes diminuent la toux de la coqueluche, en décoction combattent les diarrhées. Les fruits verts sont astringents et luttent contre la dysenterie comme les feuilles et l'écorce.

7.1.3 Biologie et écologie

Biologie

Le goyavier est un arbuste à port irrégulier, de courte taille en général, mais pouvant exceptionnellement atteindre 7 à 9 m. Son tronc est mince et couvert d'une écorce brun verdâtre qui se détache en fines écailles. Les jeunes branches ont une forme quadrangulaire. Les feuilles, de 7,5 à 15 cm de long, ont une forme elliptique à ovale et sont finement pubescentes sur la face inférieure. Les fleurs sont blanches, solitaires ou groupées sur un pédoncule. La fécondation des fleurs est croisée.

Le fruit, une baie de 3 à 10 cm de long, ont une forme ronde, ovoïde ou piriforme (voir **figure 31**), une couleur souvent jaune. La couleur de la chair varie du blanc crémeux au rose ou au rouge saumon. Les graines plus ou moins nombreuses selon les variétés, sont de petite taille, dures et réniformes. La production de fruits commence au bout de 3 à 4 ans pour les plants de semis contre 2 ans dans le cas des

greffés. La production est optimale entre 15 et 25 ans et décline ensuite. La plante peut vivre 40 ans et même plus.

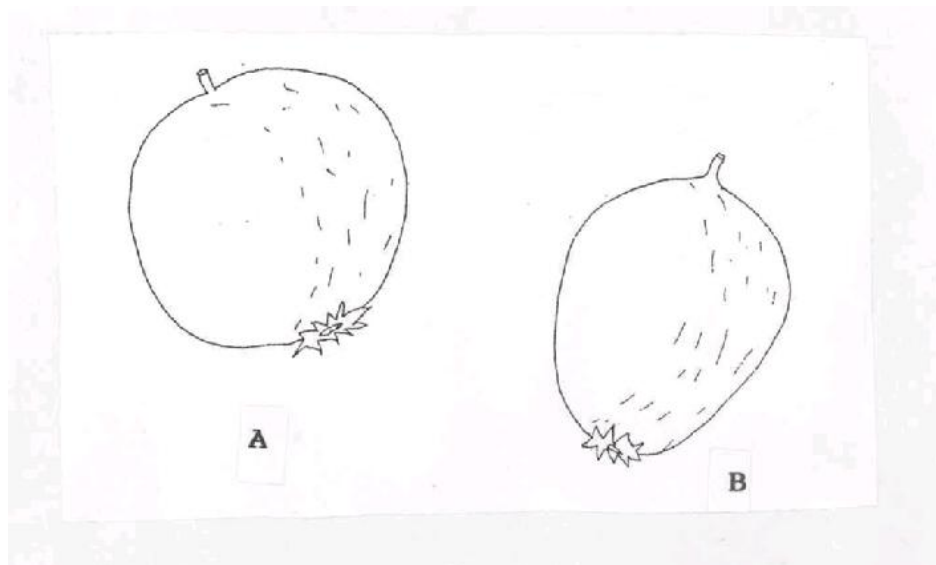


Figure 31: Schéma représentatif de deux types de Formes ronde = A et ovoïde = B) du fruit de goyavier

Ecologie

*** Climat:**

- **Température:** on rencontre le goyavier sous les tropiques jusqu'à environ 1.500 m d'altitude. De par sa plasticité, il est, cependant, devenu une plante subtropicale. Il supporte les variations de température. Les plants âgés peuvent subir des dommages à 28-29 °c, mais reprennent généralement la végétation. Les jeunes plants ne meurent qu'à -1 ou -2 °c.

- **Eau:** le goyavier semble préférer un climat sec. Il résiste, cependant, à la submersion et peut pousser dans les sols gorgés d'eau.

*** Sol:**

Le goyavier se développe sur presque tout les types de sols. En effet, on peut le rencontrer sur des terres argileuses comme aussi sur des sols légers et sableux.

7.1.4 Ressources génétiques

Il existe de nombreux cultivars de goyaviers en raison de la fécondation croisée et de la multiplication par semis de graines. Le moyen pour garantir l'intégrité des variétés existantes est la multiplication par voie végétative (exemple: greffage, bouturage et marcottage). Comme exemple de variétés, on peut citer Acid Speer, Suprême, Pink India.

7.1.5 Mode de propagation et de multiplication

Le goyavier se multiplie par semis de graines, par greffage (exemple: par écussonnage, par approche), par bouturage de tiges dans les zones assez humides,

par marcottage de tige en butte ou de tige par couchage en terre et par marcottage de racines (drageonnage).

Remarque: le greffage de certaines variétés peut conduire semble-t-il à des goyaves de mauvais goût.

Le marcottage de racines se fait en coupant, puis en déterrants partiellement des racines de la grosseur d'un crayon qui sont ensuite attachées obliquement à un tuteur jusqu'à la formation de bourgeons.

7.1.6 Itinéraire technique

Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

*** Critères de choix de la parcelle:**

Le choix de la parcelle peut se faire conformément à celui recommandé pour le manguier et les agrumes dans la mesure où le goyavier est moins exigeant que ceux-ci.

*** Travaux préliminaires d'aménagement:**

Les travaux préliminaires peuvent être ceux réservés aux agrumes ou peuvent être faits plus sommairement.

Choix des variétés (Voir la partie 2.5.5.)

Travaux de semis et de plantation

*** Semis des graines:**

Les travaux de récolte et de semis des graines peuvent être sensiblement ceux recommandés pour les agrumes. Le semis se fait soit en pot, soit en germeoir. Dans ce dernier cas, les plants sont repiqués en verger après 5 mois.

*** Multiplication par voie végétative**

Se référer à la partie manguier pour les opérations de multiplication par greffage, bouturage et marcottage.

Travaux pour la plantation des arbres

*** Piquetage:**

Les écartements de plantation varient selon les cultivars et le mode d'exploitation de 3 m x 3 m à 4,5 m x 4,5 m ou même de 5,5 m x 5,5 m à environ 7 m x 7 m en Inde.

*** Trouaison:**

Il est conseillé de faire des trous de 60 cm x 60 cm x 60 cm comme dans le cas du bananier à fruit doux.

Travaux de plantation des arbres et d'entretien du verger

*** Plantation des arbres**

Les plants peuvent être mis en terre comme ceux du manguier.

*** Irrigation:**

Il est conseillé d'irriguer tous les 10 jours. L'irrigation par canaux terminés par des cuvettes convient.

*** Fertilisation:**

Il est recommandé d'apporter à chaque arbre environ 7,5 kg de fumier de volaille/an. Comme dans le cas de l'anacardier, on pourrait apporter 300 g d'engrais NPK 11-22-16 par an et arbre pendant au moins les 2 premières années.

*** Désherbage de la parcelle:**

Un labour est nécessaire chaque année. Le désherbage est indispensable pendant les premières années. Le paillage des cuvettes d'irrigation réduit la prolifération des adventices et l'évaporation de l'eau d'irrigation.

*** Protection phytosanitaire:**

Voir la partie consacrée à cet aspect.

Production des fruits et travaux de récolte

La production de fruits démarre 2 à 4 ans après la plantation. Pour éviter les dommages aux fruits, les précautions à prendre pour les autres fruitiers sont valables. Très peu de données existent sur les rendements et les quantités exportées.

7.2 INSECTES ET ACARIENS NUISIBLES AU GOYAVIER

7.2.1 Principales espèces nuisibles

Inventaire et dégâts

ESPECES		DEGATS
ACARIENS	ACARI	<u>Feuilles, bourgeons, rameaux, fruits</u>
<i>Brevipalpus phoenicis</i>	Tenuipalpidae	préfèrent les organes abrités. Décoloration brunissement sous forme de tâches. Les feuilles se dessèchent et tombent.
COCHENILLES	HOMOPTERA	<u>Jeunes plantes</u> : ponctions affaiblissant la plante, arrêt de croissance. Sécrétion de miellat couvert de fumagine.
<i>Coccus viridis</i>	Coccidae	
<i>Aspidiotus destructor</i>	Diaspididae	
<i>Ferrisia virgata</i>	Pseudococcidae	<u>Feuilles, tiges, fruits</u> : ponctions, feuilles jaunies, tiges et fruits nécrosés, brunis. Feuilles desséchées, chute des fruits.
		<u>Feuilles</u> : jaunissent et sont recouvertes de miellat couvert de fumagine. Croissance ralentie, mort de la plante en cas de forte infestation.

Inventaire et dégâts (suite)

MOUCHES BLANCHES	HOMOPTERA		<u>Feuilles, fruits</u> : flétrissement et souillure, sécrétion de miellat, développement de fumagine, colonies noires à la face inférieure.
<i>Aleurocanthus woglumi</i>	Aleurodidae		
<i>Bemisia tabaci</i>	Aleurodidae		<u>Feuilles</u> : <u>décoloration</u> : jaunissement, brunissement, les feuilles se dessèchent et tombent. Les organes floro-fructifères flétrissent et chutent. Salive toxique.
MOUCHES DES FRUITS			
DIPTERA			
<i>Ceratitis capitata</i>	Tephritidae		<u>Fruits</u> : porte des points de ponte brun mou, la pulpe pourrit au niveau des sites de ponte. Chute de fruits. Asticot crème 7 mm de long.
<i>Dacus sp.</i>	Tephritidae		<u>Fruits</u> : jaunis, petits, déformés ou pourris contenant asticot de 8 mm de long de couleur blanc-ivoire.
VER DE FRUITS	LEPIDOPTERA		
<i>Cryptophlebia leucotreta</i>	Tortricidae		<u>Fruits</u> : contenant des vers, fruits pourris et troués, chenille à tête noire, dos rose avec tâches grisâtres et brunes, corps couvert de soies (15 mm de long).
PUNAISES	HETEROPTERA		
<i>Helopeltisschoutedeni</i>	Capsidae		Jeunes feuilles, pousses de jeunes plantes
<i>Leptocorisa apicalis</i>	Coreidae		Plantes affaiblies, extrémités brun-noir, déformations des organes attaqués et aspect brûlé, salive toxique.
			Piqûres et sucions affaiblissent les jeunes plantes, croissance ralentie.
FOURMIS			
HYMENOPTERA			
<i>Oecophylla longinoda</i>	Formicidae		Enroulent les feuilles en nid, entretiennent les cochenilles.
TERMITES	ISOPTERA		
<i>Macrotermes subhyalinus</i>	Termitidae		<u>Troncs et branches</u> : les ouvriers construisent des galeries dans lesquelles ils circulent et pèlent l'écorce de la base du tronc, migrent sur les branches basses, pénètrent dans la plante à la lumière de blessures.

CHAPITRE

LE CAFEIER LE THEIER ET LE CACAOYER

8 LE CAFEIER

8.1 ORIGINE ET DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET TECHNIQUES DE CULTURE

8.1.1 Origine

Le caféier (en fait, on devrait dire les caféiers) est originaire d'Afrique. En effet, on connaît actuellement plus de 100 espèces de caféiers, même si deux seulement sont les plus cultivées.

8.1.2 Distribution géographique

De nos jours, on rencontre les caféiers surtout dans les continents et les pays suivants:

* **Afrique:** Kenya, Tanzanie, Ouganda, Congo Démocratique (ex-Zaïre), Cameroun, Ethiopie, Burundi, Rwanda, Madagascar, Angola, Côte d'Ivoire, Ghana, Centrafrique, Togo.

* **Amérique:** Mexique, Guatemala, Honduras, San Salvador, Nicaragua, Costa-Rica, Panama, Colombie, Venezuela, Paraguay, Equateur, Pérou, Brésil, Caraïbes, Surinam.

* **Asie:** Yémen, Indes, Philippines, Indonésie (Java, Sumatra), Vietnam.

* **Océanie:** Nouvelle-Calédonie.

8.1.3 Taxonomie

Le caféier est classé dans le règne végétal de la manière ci-dessous.

- Famille: *Rubiaceae (Rubiceae)*;
- Genre: *Coffea*;
- Espèces:
 - . *Coffea arabica* L.;
 - . *Coffea canephora* Pierre;
 - . *Coffea liberica* Bull ex Hiern;
 - . *Coffea abeokutae* Cramer;
 - . *Coffea dewevrei* DeWild et Durand;
 - . *Coffea congensis* Froh.;
 - . etc...

Remarque: *Coffea robusta* très répandu est considéré comme une variété ou une forme de *Coffea canephora*.

Les espèces de caféiers les plus cultivées au monde sont *Coffea arabica* et *Coffea canephora*. Ce sont donc ces 2 espèces qui seront considérées à travers ce document.

8.1.4 Importance économique, nutritionnelle et environnementale

Le caféier est cultivé principalement pour son fruit, sa graine notamment. En effet, les graines qui servent à préparer une boisson stimulante, le café, sont utilisées dans bien d'autres domaines alimentaires et industriels.

Importance économique

Le fruit du caféier est destiné à plusieurs usages, mais c'est surtout en raison de sa production pour préparer le café, boisson stimulante, qu'il est le plus connu. De nos jours, le café est très fortement consommé et occupe de ce fait une place importante dans l'économie des pays producteurs et exportateurs.

En 1985 par exemple, 6.029.000 de tonnes de café ont été produits au monde sur 10.437.000 ha. Les plus gros producteurs pour la même année ont été le Brésil (1.877.000 t), la Colombie (660.000 t), l'Indonésie (327.000 t), la Côte d'Ivoire (300.000 t) et le Mexique (269.000 t).

Importance nutritionnelle

Comme il a été déjà indiqué, le caféier est cultivé pour son fruit utilisé dans l'alimentation et diverses branches de l'industrie. Les graines torréfiées et moulues servent à la préparation du café consommé dans tout le monde sous forme de boisson. En plus de cet usage principal, le café sert à parfumer les pâtisseries, les glaces, etc..

Les graines contiennent la caféine, substance stimulante, dont la teneur varie de 0,6 à 1,5 % pour les Arabica contre 1,6 à 2,7 % pour les Canephora (exemple Robusta, Kouilou). Dans certains cas, la teneur en caféine peut atteindre 2,8 %, voire 3 %. A titre comparatif, d'autres fruits contenant de la caféine ont les teneurs suivantes: 1 à 4 % pour le thé, 2 à 3 % pour la noix de cola, 1 à 4 % pour le maté, 0,085 % pour le cacao. Les cafés verts contiennent aussi de l'eau (10 à 13 %), des glucides (plus de 50 % de la matière sèche), des lipides (12 à 14 % d'huile) et des sels minéraux (3 à 4 %).

La pulpe séchée ou fraîche du fruit est utilisée comme engrais organique ou aliment pour bétail. Les tanins contenus dans la pulpe permettent le tannage des cuirs. De par sa richesse en hydrate de carbone, elle peut servir à préparer des huiles essentielles pour la parfumerie.

Importance environnementale

La littérature disponible ne fait pas mention d'utilisation spécifique du caféier dans la protection de la nature.

8.1.5 Biologie et écologie

Biologie

*** Coffea arabica:**

Son aire d'origine est l'Ethiopie. C'est un arbuste à feuilles persistantes pouvant atteindre 8 à 10 m de haut. Son port est formé par des rameaux opposés, longs, assez grêles et flexueux sur lesquels s'insèrent les feuilles, les fleurs et les fruits. Le port est semi-érigé au jeune âge, étalé ou retombant à l'âge adulte. Les feuilles, qui ont 10 à 15

cm de longueur sur 4 à 6 cm de largeur, sont opposées, ovales (voir un jeune plant en **figure 32**), acuminées, peu pétiolées, légèrement gaufrées, à bords ondulés et à surface luisante.

Les fleurs sont blanches et groupées à l'aisselle des paires de feuilles en 2 à 3 verticilles. Chaque verticille comporte 8 à 15 fleurs attachées par de courts pédicelles. La fleur comprend les éléments mâles et femelles. Le fruit, appelé cerise, est une drupe de forme ovoïde ou subglobuleuse, rouge à maturité, mesurant 16 à 18 mm de longueur sur un diamètre de 10 à 15 mm. Il se compose de la peau, de la pulpe et des graines (2 le plus souvent). La graine pèse de 0,15 à 0,20 g.

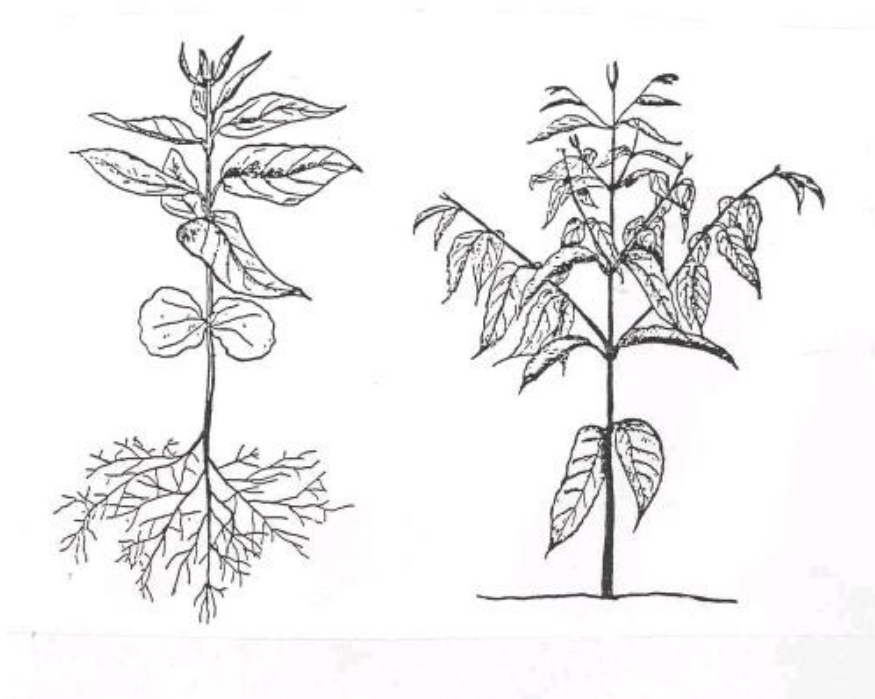


Figure 32 : Schéma d'un jeune plant de caféier de l'espèce *Coffea arabica* respectivement de 3 et 9 mois d'âge

*** Coffea canephora:**

Son aire naturelle est très vaste (zones climatiques chaudes et humides de la région forestière occidentale d'Afrique, du bassin du Congo, du Mayumbe et de la zone Est jusqu'aux rives occidentales du lac Victoria. C'est un arbuste à feuilles persistantes de 8 à 12 m de haut. Les feuilles sont nettement plus grandes (20 à 35 cm de long sur 8 à 15 cm de large) que celles de *C. arabica*. L'inflorescence comprend 1 à 3 verticilles ayant chacun 15 à 30 fleurs blanches.

Par rapport à *C. arabica*, il est caractérisé par une croissance plus vigoureuse, une productivité plus grande, une plus grande robustesse et moindre sensibilité aux maladies. La teneur en caféine est plus grande. Il est allogame (auto-stérile) à l'inverse de *C. arabica* (autogame).

Remarque sur la fructification:

Sur le plan de la croissance, le caféier atteint près d'un mètre à l'âge de 2 ans. A 3 ou 4 ans, il a entre 1,50 et 1,75 m de hauteur et commence à fleurir. L'intervalle entre la floraison et la maturité des fruits peut varier de 6 à 8 mois (*C. arabica*) ou 9 à 11 mois (*C. canephora*). Les fruits de *C. arabica* tombent dès qu'ils sont mûrs (peau rouge). Le caféier produit bien jusqu'à 15 à 20 ans.

Ecologie

*** Climat:**

Les principaux facteurs sont la température, la pluviométrie et l'humidité relative, l'éclairement.

- **Température:** les limites extrêmes sont 4 à 5 °c et 30 à 31 °c, avec 22 à 26 °c comme intervalle optimal. La sensibilité aux basses températures commence à partir de 8 à 10 °c. Les températures élevées sont surtout néfaste si l'humidité relative est faible.

- **Pluviométrie et humidité relative:** la culture du caféier est aléatoire en dessous de 800 à 1.000 mm de pluies par an. L'optimum est de 1.500 à 1.800 de pluies bien réparties par an, avec quelques mois peu pluvieux (nécessaire pour déclencher la floraison). Les variétés de l'espèce *C. canephora* peuvent supporter plus de 2.000 mm et une hygrométrie élevée. Celles de *C. arabica* préfèrent une atmosphère moins humide.

- **Eclairement:** le caféier est une plante ombragée à semi-ombragée dans son habitat naturel. Cependant, il semble qu'il est capable de bien produire sans ombrage en culture intensive.

*** Sol:**

Les exigences sur le type de sol ne sont pas importantes. Le sol doit être profond et avoir une bonne texture.

8.1.6 Ressources génétiques

La différence botanique entre 2 pieds de caféiers au champ peut être due soit au patrimoine génétique, soit temporairement aux conditions du milieu. Sur le plan génétique, il est plus facile de conserver l'intégrité des variétés de l'espèce *C. arabica* (autogame) par semis de graines que celles de *C. canephora* (allogame).

Si la multiplication par voie végétative est possible chez les 2 espèces, les croisements intervariétaux de *C. arabica* (obtention d'hybrides) et entre les clones de *C. canephora* semblent souvent aboutir à des résultats plus intéressants. Il est également possible de croiser les espèces pour obtenir des hybrides inter-spécifiques.

Comme variétés, on peut citer:

- Variétés de *C. arabica*: Bourbon, Bourbon Amarello, Sumatra, Kent's;
- Mutant naturel: Caturra;
- Hybrides intervariétaux de *C. arabica*: Mundo Nova (Bourbon x Sumatra);

- Hybrides inter-spécifiques: Congusta (*C. congensis* x *C. robusta*), Hybride de Timor (*C. arabica* x *C. canephora* naturellement), Arabusta (*C. arabica* x *C. canephora* artificiellement);

8.1.7 Mode de propagation et de multiplication

Le caféier est souvent multiplié par semis de graines et par bouturage de tiges. Le greffage, qui a été longtemps utilisé dans les stations de recherche avant la maîtrise du bouturage, peut aussi convenir pour la multiplication des hybrides et des clones. Les modes de greffage applicables sont le greffage par écussonnage, en fente ordinaire, de côté sous écorce, par approche sous-cotylédonaire, en tête sous écorce.

Multiplication par semis

La récolte doit être effectuée sur des arbres adultes et surtout provenir de fruits bien mûrs et sains. Le semis se fait en germe suivi de repiquage en pépinière. Pour ce faire, la procédure est la suivante:

- dépulper les fruits et mettre les graines en parche à sécher à l'ombre dans un endroit ventilé;
- trier les graines séchées (faire éventuellement un test de germination: 1 kg de bonnes semences donne 2.000 à 2.200 avec *C. arabica* contre 2.500 à 2.700 pour *C. canephora*);
- préparer un germe contenant du terreau;
- semer les graines avant 4 mois (durée maximale de la faculté germinative) en les plaçant face plate contre terre, de 2 à 3 cm en tous sens à une profondeur de 1 à 2 cm (il faut 1.000 graines/m² de germe, soit 250 grammes de graines en parche; 1,75 à 2 m² de germe à prévoir pour 1 ha à planter);
- après la germination (1 mois pour 30-35 °c, sous ombrage) et l'épanouissement des feuilles cotylédonaire (4 à 5 semaines), enlever les plantules, éliminer celles qui sont chétives ou ayant un pivot non rectiligne et repiquer les bonnes en pépinière de 1,20 m sur 1,50 m constitué de sol bien fumé, sans débris et cailloux sur 40 cm de profondeur;
- repiquer les plantules selon l'écartement de 20 cm x 20 cm en tous sens (prévoir 1,25 are de pépinière pour 1 ha à planter) en évitant de courber les pivots;
- arroser régulièrement, mais pas trop et faire le désherbage;

Les plantules peuvent être transférées en verger après 12 à 15 mois (exemple Arabica) ou 6 à 8 mois (Robusta) de séjour en pépinière. L'élevage des plantules dans des sachets en polyéthylène après le séjour en germe se développe.

Multiplication par bouturage

Elle est la meilleure méthode, surtout pour les espèces allogames comme *C. canephora*. Cependant, il faut des boutures de 2 clones différents pour une plantation de *C. canephora* (sinon production nulle du fait de l'auto-stérilité à l'intérieur d'un même clone). Pour la multiplication à partir de boutures, la procédure est la suivante:

- prélever des pousses ou gourmands orthotropes (dont le développement est vertical) sur des arbustes arqués dans le parc à bois;
- placer les boutures dans des bacs de bouturage pendant au moins 8 à 12 semaines pour *C. canephora* (70 à 100 % de levée);
- repiquer les boutures en pépinière ou en sachets plastiques sous ombrage;
- transférer les plants en verger quand ils ont au moins 6 à 8 paires de feuilles et 1 à 2 paires de rameaux (8 à 10 mois après repiquage).

8.1.8 Itinéraire technique

Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

*** Critères de choix de la parcelle:**

Le caféier se cultive sur un sol forestier profond, de bonne texture, peu érodé et très fertile. Il faut aussi un climat propice à son développement.

*** Travaux préliminaires d'aménagement:**

La préparation de la parcelle consiste d'abord à abattre les arbres de la forêt et à les enlever (éviter de les brûler sur place). La délimitation de la parcelle en blocs de 2 à 4 ha séparés par des pistes termine cette phase.

Choix des variétés

Voir la partie 2.6.5.

Production de jeunes plants de caféiers

Voir la partie 2.6.6.

Travaux pour la plantation des arbres

*** Piquetage:**

L'écartement est fonction de l'espèce, de la variété ou du clone, de la fertilité et de la déclivité (pente) du sol, de l'ombrage, etc.. Les dispositifs géométriques utilisables sont le triangle équilatéral, le triangle isocèle, le carré avec 1 pied au centre (quinconce) et l'hexagone. Le **tableau 18** donne des indications sur les écartements et les densités en fonction des dispositifs géométriques. Les écartements moyens sont 2 m x 2 m à 3 m x 3 m (*C. arabica*) et 2,50 m x 2,50 m à 2,50 m x 4 m (*C. canephora*).

Il est possible de planter à très haute densité (5.000 à 10.000 plants/ha), mais en exploitation très intensive (exemple: caféiers nains et trapus, fertilisation bien appropriée) avec des cycles végétatifs de courte durée (3 à 5 récoltes, soit jusqu'à 6 à 8 ans) entrecoupés de taille de rajeunissement.

*** Trouaison:**

Les dimensions des trous varient suivant le sol (fosse plus grande sur sol argileux, compact ou caillouteux), l'importance du système racinaire et de la vigueur de chaque variété. Il faut au minimum 40 cm x 40 cm x 40 cm. Il existe des machines à forer à raison de 30 à 60 trous de 30 cm à 70 cm de diamètre sur 50 cm à 80 cm de profondeur par heure.

Tableau 18: Densité de plantation classique du caféier en fonction du tracé géométrique et de l'écartement

Ecartements (m)	Densité Approximative/Ha		
	Carré, rectangle triangle isocèle	Hexagone	Quinconce
1,80 x 1,80	3.000	3.450	-
2,00 x 2,00	2.500	2.875	-
2,50 x 2,50	1.600	1.840	3.200
3,00 x 2,50	1.300	-	-
3,00 x 3,00	1.100	920	1.600
3,50 x 3,50	700	-	-
4,00 x 4,00	625	720	1.250
4,00 x 4,50	550	-	-

Source: COSTE, 1989

Travaux de plantation des arbres et d'entretien du verger

* Plantation:

Les opérations suivantes sont exigées dans le cas du transfert de la pépinière au verger. les plants sont enlevés avec précaution en motte sans briser le pivot et le chevelu. Ensuite, on procède à l'enlèvement de la terre et à l'élimination des plants chétifs et ceux sans pivot droit. Après le pralinage des racines (les pivots très développés sont sectionnés au niveau de la partie filiforme), les plants sans habillage des racines et des feuilles sont aussitôt enveloppés dans une toile humide ou dans des feuilles de bananiers.

Planter les arbres en binôme de sorte qu'une personne tient le plant droit sans courbure du pivot, centré avec le collet bien ajusté par rapport au niveau du sol ou légèrement au-dessus tandis que l'autre personne rebouche le trou (**figure 33**). Tasser le sol pour bien maintenir le plant et éliminer les poches d'air. La plantation en motte est possible si l'inspection des pivots n'est pas nécessaire. Couvrir, enfin, chaque plant avec des palmes ou branches piquées en terre autour pour éviter l'ensoleillement direct qui augmente la transpiration.

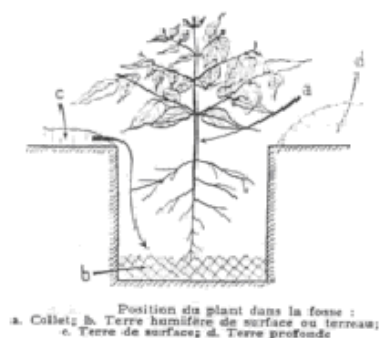
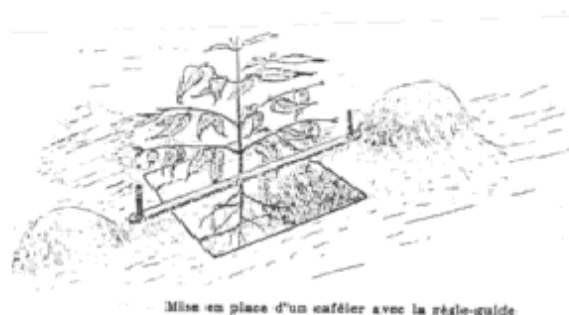


Figure 33: Procédure de plantation du caféier

* Irrigation:

Elle est indispensable, surtout pendant la période de nouaison, dans les régions à saison sèche rigoureuse et longue (exemple: Yemen, Kenya, Brésil, Mysore en Inde). Elle se fait par gravité (risque d'érosion du sol), par aspersion (meilleure, mais chère) et par goutte à goutte (économique en eau et efficace, mais très chère).

Un apport de 40 à 50 mm (400 à 500 m³ d'eau/ha) tous les 10 jours a donné de bons résultats en période sèche. Il est conseillé d'étudier les apports et la fréquence pour chaque type de sol (capacité de rétention, etc..) et en fonction de l'évapotranspiration.

* Fertilisation:

Les éléments nutritifs les plus demandés sont l'azote et le potassium, puis le calcium, le magnésium et le phosphore. Ils peuvent être apportés sous forme de fumier (20 à 30 t/ha tous les 2 ans ou 4 ans), de compost (déchets d'usine de café) ou d'engrais minéraux (voir **tableau 19**). A titre indicatif, les types d'engrais utilisables sont le sulfate d'ammoniaque (N, S) ou le perlurée (N), le chlorure de potasse (K), le phosphate bicalcique ou le superphosphate triple (P). Les oligo-éléments (fer, bore, zinc, etc..) sont apportés en cas de carence.

Tableau 19: Exemple de calendrier d'apport d'éléments fertilisants (unités/ha) en fonction de l'âge des caféiers en culture intensive en cycle de taille quinquennale

ANNEES APRES TAILLE	N	P	K
1 (année de recépage)	60	60	-
2e année	120	90	60
3e année	180	90	60
4e année	150	90	60
5e année	90	60	60

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'agronome)

* Désherbage de la parcelle:

Le désherbage doit être fréquent, surtout pendant les mois qui suivent la plantation. Il se fait par sarclage et/ou pratiques culturales (plante associée de couverture ou paillis) ou par application d'herbicides.

* Taille des arbres:

Compte tenu de la floraison centrifuge, la taille doit être bien maîtrisée. Elle se fait à une tige (unicaule) pour les cafés de type arabica et à 3 tiges ou plus (multicaule) dans le cas des cafés canéphoroïdes. D'autres précautions étant nécessaire pour chacune de ces 2 options, il est recommandé de consulter de la documentation spécialisée pour les détails.

* Travaux spécifiques à la culture du caféier:

Les travaux spécifiques pour le caféier sont la lutte anti-érosive (couverture du sol par paillage, façons culturales, courbes de niveau, fossés d'infiltration, haies anti-érosives, etc..), l'ombrage (utilisation de plantes diverses).

*** Protection phytosanitaire:**

Voir la partie consacrée à cet aspect.

Production de fruits et travaux de récolte:

Comme il a été dit, la fructification du caféier commence 3 à 4 ans après la plantation. La production n'est plus rentable à partir de 20 ou 25 ans d'exploitation, même dans les meilleures conditions. A titre indicatif, les rendements peuvent atteindre les niveaux suivants:

*** *C. arabica*:** matériel végétal non sélectionné

- 200 à 300 kg/ha à la première récolte (4^{ème} année);
- 600 à 800 kg/ha (5^{ème} et 6^{ème} année);
- 500 à 800 kg/ha ensuite jusqu'à 15-20 ans.

Les rendements peuvent atteindre 1.000 à 1.200 kg/ha/an (parfois 5 à 6 t/ha) en culture très intensive.

*** *C. canephora*:** variété Robusta

- 1.000 à 1.500 kg/ha en milieu paysan (en culture améliorée);
- 2 à 3 t/ha en culture intensive

§.2 LES MALADIES DU CAFÉIER

8.2.1 La Rouille Du Caféier *Hemileia vastatrix* Berk & Br.

Importance et distribution géographique

C'est la maladie la plus grave du caféier. Apparue vers 1867 au Sri Lanka sur *Coffea arabica*, elle y provoqua de 1879 à 1893, une chute de la production de café de 42000 à 2000 Tonnes, l'abandon de cette culture et son remplacement par le Théier. La rouille s'étendit ensuite vers Java et les Philippines et est signalée vers 1878 dans le Sud-Est de l'Afrique, vers 1913 en Afrique centrale et seulement en 1954 en Côte d'Ivoire, au Nigéria en 1962-63 et en Angola en 1966. En 1903, elle est détectée et immédiatement éliminée à Porto-Rico.

Depuis 1970, elle est présente au Brésil, où elle constitue une menace très grave, vu que les caféiers cultivés sont très susceptibles. On y a découvert la maladie qu'après 5 saisons de multiplication, ce qui démontre la difficulté d'une surveillance phytopathosanitaie sur de grandes surfaces dans les tropiques.

Depuis lors elle s'est étendue aux autres régions de culture du caféier en Amérique centrale et du Sud.

Symptômes

Au premier stade de développement la maladie apparaît comme de petites taches (1 - 2 mm) translucides (taches d'huile) à la face inférieure des feuilles. Puis, ces taches s'agrandissent et fusionnent (1 – 3 cm) et se recouvrent d'une poussière orange de spores. Elles sont souvent entourées d'une auréole plus verte. La partie centrale brunit et devient visible à la face supérieure par une chlorose. Des

différences d'attaque sont observées selon la résistance de la plante et le milieu, la résistance notamment liée à la nécrotisation rapide des tissus et la limitation de la progression du parasite et de sa sporulation. Les pustules typiques sont jaune - pâle à orange vif.

Les lésions peuvent parfois être confondues avec celles produites par *Cercospora coffeicola* (Berk & Cke).

L'attaque sévère conduit à la nécrose et la chute prématurée des feuilles, ainsi qu'à l'affaiblissement et au dépérissement des branches. L'attaque des baies et de jeunes rameaux est exceptionnelle.

Les jeunes feuilles possèderaient une certaine résistance à l'infection.

Biologie et Epidémiologie

Les urédospores germent facilement dans un film d'eau (en 3 – 12 heures à la température optimale de 23 – 24°C, 60 à 85 % après 6 heures). En atmosphère saturée de vapeur d'eau, la germination ne se déclenche qu'au bout de 12 heures et ne dépasse pas 37 % après 24 heures. A 95 % H. R., la germination est nulle.

Le tube germinatif est attiré vers l'ostiole d'un stomate et forme un appressorium, l'hyphe de pénétration ne pénètre qu'au niveau d'un stomate et forme dans la chambre substomatique une vésicule donnant des hyphes progressant de manière intercellulaire dans le parenchyme et s'attachant aux parois des cellules des tissus lacuneux et pallisadiques par un disque produisant un autre hyphe de pénétration dans la cellule. L'hyphe forme un haustorium avec 8 types morphologiques différents (parasite obligatoire). L'infection se fait en 2 – 3 jours et après 7 – 12 jours d'incubation, les premières taches apparaissent.

La sporulation s'observe généralement 15 – 20 jours après l'inoculation selon la température et la variété.

Les urédospores hypophylles se forment dans les stomates et sont composés de masses pelotonnées avec de nombreux stigmates sortant par l'ostiole en gerbes serrés portant chacun à leur extrémité une urédospore. Celles-ci sont plus ou moins réniformes (28 – 30 x 18 – 28 μ), la face externe convexe ornée d'aiguillons alors que la face concave et les surfaces latérales en contact avec les autres spores sont lisses (voir planche). Une urédospore peut produire jusqu'à 150.000 urédospores.

Les téléutospores sphériques sont formées rarement. Des basidiospores sont incapables d'infecter le caféier. L'hôte et l'existence des stades pycnide et écidien sont inconnus. Puisque les téléutospores germent sans dormance, il est supposé que le stade écidien est systémique ou persistant.

Comparé avec le processus normal d'hybridation chez d'autres rouilles, la chance d'une variation génétique dans un tel cycle sexuel est relativement réduite, ce qui explique le nombre relativement restreint de biotypes.

La durée de sporulation dépend de la réaction de la plante. Le pouvoir germinatif des urédospores se maintient pendant plusieurs semaines à l'air, mais diminue avec l'augmentation de la température et de l'humidité.

Propagation

- a) Courtes distances
 - 1) Les urédospores adhèrent fortement les unes aux autres et sont surtout dispersées en paquets. Ainsi, la dispersion sur courtes distances s'effectue avant tout par éclaboussures de pluies ;
 - 2) Transport par insectes se nourrissant notamment d'urédospores (Trips en Inde ; hyménoptères parasitant des larves de cécidomyies se nourrissant d'urédospores au Kenya) ou autres (*Drosophila* spp. Au Brésil, la mineuse de feuilles *Perileuoptera coffella*).
- b) Grandes distances_(intercontinentales)
 - 1) Matériel végétal ou activité humaine;
 - 2) Courants d'air chaud violents ascendants et ensuite entraînement en haute altitude sur des grandes distances. Avec une vitesse de 0,6 cm/sec isolé ; 1,2 cm/sec en paquets, les urédospores de *Hemileia* pourraient être entraînées avec des courants ascendants et faire des voyages de plus d'une semaine avant de tomber avec des pluies. L'étude des vents dominants a montré que l'infection au Brésil pourrait être venue de l'Angola. L'apparition de la maladie sur toute une aire de façon dispersée et ensuite son extension confirment cette hypothèse.

L'interaction, température, humidité, espèces ou variétés de caféiers et races du parasite sont très complexes.

Les conditions les plus favorables paraissent souvent être une forte humidité de l'air, entretenue ou non par des pluies modérées ou fines, une température diurne moyenne, enfin un rafraîchissement nocturne de l'atmosphère ayant pour conséquence le dépôt de rosée tout en restant favorables au développement du parasite.

L'action du climat sur la vigueur des plantes est également importante, les symptômes sur *C. arabica* sont d'autant plus sévères qu'il se trouve à basse altitude dans des mauvaises conditions. La résistance d'une même variété peut ainsi varier selon la situation.

Indépendamment des facteurs climatiques généraux, toutes les conditions susceptibles d'augmenter localement l'humidité de l'air, exercent une action favorisante sur le développement de la rouille ; par exemple, les plantations serrées, touffues, l'excès d'ombrage, l'humidité excessive et permanente du sol, les plants en végétation trop dense, non soumis à la taille ou multicaules. L'ombrage doit être judicieux, trop peu d'ombrage pouvant conduire à des brûlures diminuant la résistance des plantes. L'espèce de *Coffea* cultivé est également importante.

Du côté du parasite, il existe, d'autre part, une spécialisation physiologique. 11 races de *H. vastatrix* sont caractérisées sur 10 clones à l'ex. Zaïre.

De nouvelles variantes sont périodiquement signalées. Pour une même race, des différences de virulence sont également observées.

Méthode de contrôle

Diverses situations peuvent se rencontrer. Lorsque les conditions sont très favorables à la maladie, il est pratiquement impossible de l'enrayer. C'est uniquement une lutte intégrée qui peut dans ces conditions ramener le taux des attaques à un seuil acceptable.

1. Lutte préventive

- a) Conditions écologiques favorables pour les variétés cultivées ;
- b) Pratiques culturales adéquates :
 - aération et éclaircissement suffisants ;
 - ombrage pas trop dense ;
 - fertilisation par fumier, compost ou engrais minéraux.
- c) Variétés résistantes

Toutes les espèces de caféier peuvent être atteintes, cependant, *C. liberica* est la moins et *C. arabica* la plus sensible. *C. canephora* occupe une position intermédiaire. Toutes possèdent cependant des lignées contenant des gènes de résistance aux différentes races du pathogène. Une variété de caféier Kent s'est révélée particulièrement résistante en Afrique de l'Est, en Inde et d'autres régions.

- d) Informations par radio et affiches etc. aux planteurs pour donner des instructions afin de reconnaître et de traiter précocement la maladie

2. Lutte directe

- a) Les fongicides cuivriques restent toujours intéressants. Le contrôle maximal est obtenu par une pulvérisation juste avant la saison des pluies ou pendant cette saison au moment où les premières pustules apparaissent, suivi de 1 – 2 pulvérisations à un mois d'intervalle. L'intervalle est très critique. Des fongicides systémiques comme le plantvax et le triadimefon ont un effet curatif.
- b) Destruction des arbres atteints (notamment au lance flammes) et recépage. Cette méthode peut être utilisée pour éliminer les premiers foyers (Puerto Rico, Nouvelle Guinée).

8.2.2 Rouille farineuse du caféier *Hemileia coffeicola*

Le pathogène se distingue de *H. vastatrix* par le fait que :

- a) les urédospores sont distribués sur toute la surface de la feuille au lieu d'être limités à des taches (par de petites taches huileuses au premier stade) ;
- b) les hyphes nourrissant la spore gonflent et atteignent un diamètre de 20 – 30 μ ;

- c) les épines sur les urédospores sont plus longues mais moins nombreuses.

La rouille se rencontre au Cameroun, Nigéria, et Uganda (CMI Description of Pathogenic Fungi and Bacteria n° 2, 1964).

8.2.3 Les Pourridiés

Armillaria mellea (Armillariella elegans Heim) :

Donne la maladie des fentes, progressant des racines latérales vers le pivot et la tige. L'écorce pourrit, le bois sous-jacent devient blanchâtre avec des lignes noires très nettes et perd de sa dureté suite à la colonisation par le parasite. Les fentes longitudinales et radiales profondes de la racine et de la tige (une coupe au collet montre les fentes en étoile) sont tapissées de plaques mycéliennes blanches, extension de la lame subcorticale. Vers l'extérieur, le mycélium est noir, suite à la différenciation en masses pseudo-sclérotiques imprégnées de mélanine. Dans les régions de culture du *C. canephora*, les rhizomorphes et les carpophores sont rares.

Formes lignosus

Même symptômes que l'Armillaire sur la frondaison. Sur la racine, se forment des cordons mycéliens blanc-jaunâtre avec des fragments de terre. L'écorce est souvent hypertrophiée et brunie, le bois atteint montrant une pourriture sèche gris-brunâtre.

Rosellinia bunodes et R. necatrix

Sur les racines et la base du tronc, on observe les mêmes symptômes que pour le théier : mycélium floconneux blanc, virant au gris et ensuite au noir, nécrose des tissus sous-jacents et stries noires dans le bois.

Moyens de lutte

Semblables à ceux préconisés pour le théier. Il faut, d'autre part, établir la plantation dans des situations favorables à la croissance du caféier et tenir également compte des facteurs favorisant les pourridiés : sols lourds (*A. mellea*), sol humide et léger (*Rosellinia*), horizon imperméable, d'où aération et drainage du sol.

L'incorporation de matières organiques, soit fumier, soit compost, a souvent apporté une amélioration dans des plages où la maladie avait été identifiée.

8.2.4 D'autres maladies du caféier

Maladie américaine *Mycena flavida*;

Présente seulement en Amérique, cette maladie foliaire peut entraîner une défoliation rapide du caféier

Anthracnose des baies *Colletotrichum coffeanum*

Trachéomyose *Fusarium xylorioides*

8.3 INSECTES ET ACARIENS NUISIBLES AU CAFÉIER

8.3.1 Principales espèces nuisibles

Tableau 20 : Inventaire et dégâts

ESPECES		DEGATS
ACARIENS	ACARI	<u>Feuilles, rameaux</u> décolorés, bruns, brillants, feuilles fanées. Plante affaiblie. Chute prématurée des feuilles.
<i>Oligonychus coffeae</i>	Tetranychidae	
COCHENILLE	HOMOPTERA	
<i>Coccus africanus</i>	Coccidae	<u>Feuilles et jeunes fruits</u> ; piqûre-sucion
<i>Coccus viridis</i> (cochenilleverte)	Coccidae	Rameaux
<i>Ferrisia virgata</i>		Fumagine Produisent une sécrétion qui attire les fourmis.
Pseudococcidae		<u>Feuilles et jeunes pousses</u> : jaunissement et ralentissement de la croissance. Feuilles couvertes de fumagine.
<i>Planococcus citri</i>		Pullulations en saison sèche sur les <u>feuilles, rameaux, fleurs.</u>
Pseudococcidae		Piqûre-sucion, déformation foliaire, affaiblissement des plants, dessèchement des feuilles et fruits.
<i>Planococcoides njalensis</i>		<u>Tigelles, bourgeons, nervures des feuilles</u> : décoloration, perturbation de la croissance, plantes affaiblies.
<i>Saissetia coffeae</i> (Cochenille brune)		
Coccidae		
PUCERONS	HOMOPTERA	
<i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphididae</i>	<u>Feuilles et rameaux</u> Face inférieure des feuilles
<i>Aphis spiraeicola</i>	<i>Aphididae</i>	Jaunissement, crispation et dessèchement des rameaux Enroulement foliaire.
<i>Toxoptera aurantii</i>	Aphididae	<u>Fleurs, jeunes feuilles, pousses et jeunes plantules</u> : jaunissement des organes attaqués, enroulement et dessèchement des feuilles et rameaux.
PUNAISES		
HETEROPTERA		Ponction : extrémité des plantes défoliées. Décoloration et salive toxique.
<i>Helopeltis sp.</i>	Miridae	

Inventaire et dégâts (suite)

<i>Antestiopsis</i> sp. <i>A. lineaticollis</i> , <i>A. cincticollis</i>	Pentomidae	<u>Feuilles, tiges, fruits, bourgeons, boutons floraux</u> . Ponction, affaiblissement, chute des fruits et pourriture (fruits). Inocule le champignon <i>Nematospora coryli</i> (fruits).
Habrochila sp. H. placida	Tingidae	Piqûres-sucion des <u>feuilles</u> . Feuillage à face inférieure jaunâtre, puis brunâtres, <u>fruits</u> jaunis.
FOURMIS	HYMENOPTERA	
<i>Oecophylla longinoda</i> <i>Oecophylla smaragolina</i> <i>Crematogaster</i> sp.	Formicidae Formicidae Formicidae	Défoliation/enroulement des feuilles, formation de nids. Exploitation des cochenilles et autres homoptères sécréteurs de miellat.
CHENILLES	LEPIDOPTERA	
<u>Défoliatrices</u> : par broutage		<u>Feuilles</u> : grosses chenilles vertes, 1 ligne dorsale bleue, 2 lignes latérales blanches. Dangereuse en pépinière. Dévore les feuilles des jeunes plantes.
<i>Cephonodes hylas</i>	Sphingidae	
<i>Epicampoptera</i> sp.	Drepanidae	Dévore uniquement le limbe et épargne la nervure principale.
<i>Parasa vivida</i>	Pyralidae	Chenilles couvertes de poils urticants. Dévore les feuilles en commençant par le limbe.
<i>Leucoplema dohertyi</i>	Epilemidae	Chenilles rongent uniquement la face inférieure des feuilles en épargnant uniquement l'épiderme supérieur et les nervures.
Défoliatrices par minage		Vivent en colonies entre les épidermes dans le mésophylle qu'elles rongent en effectuant de nombreuses galeries.
<i>Leucoptera</i> sp.	Lyonettidae	
Défoliatrices particulières		Nombreuses chenilles jeunes vivant en colonies. Elles accolent les feuilles deux à deux dont elles rongent les faces présentées.
<i>Dichocrocis crocodora</i>	Pyralidae	La chenille creuse son trou dans le pédoncule et pénètre dans la drupe (fruit) dont elle dévore l'albumen.
Frugivores/granivores		
<i>Thliptocerus octoguttale</i>	Pyralidae	La chenille creuse des trous dans le fruit dont le contenu est consommé et remplacé par ses excréments.
<i>Virachola bimaculata</i>	Lycaenidae	
<i>Ephestia cautella</i>	Pyralidae	Les chenilles dévorent les graines de café stockées qu'elles agglomèrent avec des fils de soie, souillent avec les excréments, la soie et les cocons.
<i>Dasus simplex</i>	Tenebrionidae	Racines Dangereux en pépinière. Les larves terricoles rongent les racines, tandis que les adultes rongent le collet et la base de la tige, sectionnent le pédoncule des fruits.

Inventaire et dégâts (suite)

<i>Dyrphia princeps</i>	Cerambycidae	<u>Branches</u> creusées de trous par la femelle des galeries sont effectuées par les larves.
Stephanoderes coffeae (Syn. Hypothenemus hampei)	Scolytidae	<u>Fruits</u> drupes troués et contenant des petits coléoptères et leurs larves.
<i>Anthores leuconotus</i> Cerambycidae		Borer des <u>troncs</u> . Les larves creusent des galeries descendantes jusque dans les racines.
<i>Bixadus sierricola</i> (borer) Cerambycidae		La femelle pond ses œufs sous l' <u>écorce</u> à l'éclosion les larves pénètrent dans le tronc en faisant des galeries.
<i>Xylosandrus compactus</i>	Scolytidae	<u>Branches</u> et <u>troncs</u> percés de trous sur plantes saines.
<i>Xylosandrus morigerus</i> (Syn. <i>Xyleborus coffeae</i>)	Scolytidae	Plantes affaiblies.
<i>Apate monachus</i> Bostrychidae		L'adulte creuse des galeries dans le tronc.
THRIPS	THYSANOPTERA	
<i>Thrips tabaci</i>	Thripidae	<u>Rameaux, feuilles, fruits, jeunes pousses</u> piqués, sucés, décolorés, grisâtres.
<i>Diarthrothrips coffeae</i>	Thripidae	Souvent extrémités des rameaux, feuilles enroulées, surface foliaire brillante.
MOUCHE DES FRUITS	DIPTERA	
<i>Ceratitis capitata</i>	Tephritidae	Asticots dans les fruits entre les graines, chute des fruits.
<i>Dacus sp. Pterandrus sp.</i>	Tephritidae	
CRIQUETS	ORTHOPTERA	
<i>Schistocerca gregaria</i>	Acrididae	Défoliation.
<i>Zonocerus variegatus</i> Pyrgomorphidae		
TERMITES	ISOPTERA	
<i>Macrotermes sp.</i>	Termitidae	Rongent le tronc, pèlent l'écorce, rongent les racines.
<i>Odontotermes sp.</i>	Termitidae	

Etude de quelques espèces d'importance économique

8.3.2 *Coccus viridis* (Green) Syn. *Lecanium virida*

Noms usuels : Cochenille verte ; pou vert du café ; Lecanine verte

1. Position systématique

Ordre : Homoptera

Famille : Coccidae

2. Description

L'espèce connaît un dimorphisme sexuel marqué par des femelles aptères, morphologiquement incomplètes mais plus grandes que les mâles ailés et à développement complet.

- La femelle de couleur verte, de forme ovale possède un bouclier protecteur dure, solide, ovale et aplati sur les bords. Il mesure 4 à 5 mm de long sur 2 à 2 mm de large et porte au milieu. Une étroite échancrure postérieure jaune-vert. Le tégument est lisse et élastique.
- Les mâles sont plus petits que les femelles. Ils possèdent une seule paire d'ailes et sont rares.

3. Bioécologie

Ce coccidae, cosmopolite dans les régions tropicales est un phytopolyphage communément observé partout en Afrique tropicale.

La reproduction est sexuée ou parthénogénétique. La femelle est ovipare (ovovivipare) et peut pondre plus de 500 œufs.

Les œufs sont pondus sous le bouclier. La durée d'incubation, très courte dure quelques heures.

A leur éclosion, les larvules restent plusieurs jours sous la protection maternelle.

Elles se fixent ensuite sur la face inférieure des feuilles ; sur les fruits ou sur les jeunes pousses de la plante-hôte.

Elles passent par 3 stades larvaires avant l'émergence imaginale.

La durée du cycle de développement est fonction de la nourriture disponible et de la température ambiante. Elle varie d'un à plusieurs mois. L'espèce est polyvoltine, le nombre de générations annuelles est fonction de la durée de la saison favorable à la reproduction. La dissémination est assurée par le vent, les fourmis et d'autres animaux.

La cochenille verte produit un miellat qui attire les fourmis qui la protègent en conséquence contre ses ennemis naturels. Cette protection favorise la pullulation de la cochenille.

4. Plantes-hôtes

Plus communément observé sur le caféier, *C. viridis* se rencontre sur de nombreuses autres plantes cultivées dont les agrumes du genre Citrus, le goyavier, le manioc, le manguier, le théier.

5. Dégâts

Les dommages sont causés par les femelles et les larves. Leurs piqûres suctions en plus de l'action mécanique du rostre affaiblissent la plante (prélèvement de sève) qui dépérit, sa croissance est perturbée (retard de croissance).

Les organes atteints sont en outre recouverts de miellat sur lequel se développe la fumagine qui nuit la photosynthèse. *C. viridis* s'attaque aux jeunes feuilles, rameaux et fruits.

Les attaques massives sont préjudiciables au développement des jeunes plants de café.

6. Moyens de lutte

Il faut assurer aux jeunes plants un bon état végétatif par l'observation des mesures d'entretien de la plantation.

Par ailleurs il faut veiller à la promotion du développement des ennemis naturels des cochenilles (Coléoptères coccinellidae ; Hyménoptères Aphelinidae ; Encyrtidae ; Eulophidae ; champignons entomopathogènes...).

Il faut éviter l'application inconsidérée des pesticides non sélectifs.

Ces nombreux ennemis naturels sont des auxiliaires potentiels de lutte biologique.

Une lutte bien menée contre les fourmis qui protègent cette cochenille contribuerait sans doute à réduire les dégâts.

8.3.3 *Saissetia coffeae* (Wlk)

Syn. *Lecanium hemisphaericum* TARG.

Noms usuels : Cochenille hémisphérique

1. Position systématique

Ordre : Homoptera

Famille : Coccidae

2. Description

Cette cochenille de couleur brune, de forme globuleuse a un bouclier hémisphérique en forme de casque.

- La femelle adulte est luisante, brillante, sans ornementation et mesure 2,5 à 4 mm de long sur 1 à 3 mm de large.
- Le mâle plus petit 2 à 2,5 mm de long sur 1 à 1,5 mm de large a 1 paire d'ailes.

- Les formes larvaires sont de taille et de couleur variable. Du jaune au rouge pour enfin prendre le brun avec une ornementation en H sur le bouclier.

3. Bioécologie

La cochenille hémisphérique est un insecte hétérométabole polyphage communément répandu dans toutes les régions tropicales du monde.

Les sexes sont séparés, les mâles rares, la reproduction essentiellement parthénogénétique.

La femelle pond ses œufs sous le bouclier qui l'abrite. Une femelle peut pondre jusqu'à 2000 œufs dans sa vie.

A l'éclosion les jeunes larves se déplacent sur la plante-hôte et vont s'attaquer aux organes jeunes : bourgeons, jeunes feuilles, tigelles.

Les larves femelles passent par 3 stades avant d'être adultes tandis que les mâles en connaissent 4 avant le stade imaginal.

Les larves de 1^{er} stade sont largement répandues par le vent, les animaux mais aussi par leurs propres déplacements.

4. Plantes-hôtes

Cette cochenille très polyphage attaque en plus du caféier, l'avocatier, le théier, les agrumes (citrus), le goyavier, le manguier, l'hibiscus, le manioc etc...

5. Dégâts

Un caféier envahi par la cochenille hémisphérique voit sa croissance ralentie. Les plants attaqués rabougrissent, les organes atteints dépérissent, les feuilles tombent suite l'action mécanique du rostre et aux prélèvements de sève effectués.

Les bourgeons, tigelles et feuilles sont couverts de fumagine développée sur le miellat sécrété par les cochenilles.

Cette fumagine noire empêche les organes couverts d'effectuer l'assimilation chlorophyllienne.

6. Moyens de lutte

La lutte essentiellement préventive vise à donner aux jeunes plants santé et vigueur. Il s'agit d'utiliser des plants sains, dans des conditions optimales de plantation et d'entretien.

Il faut assurer un suivi régulier de la plantation et éviter l'utilisation inconsidérée des pesticides éliminant plus facilement les ennemis naturels de ces cochenilles. L'élagage et l'incinération des rameaux réduisent fortement le niveau des populations de cochenilles.

Une association de mesures préventives (entretien) et de mesures curatives (huiles de pétrole) permet de contrôler les populations de cette cochenille.

8.3.4 *Antestiopsis* spp

Noms usuels : Punaises du caféier ou punaises panachées

1. Position systématique

Ordre : Hétéroptera

Famille : Pentatomidae

Genre : *Antestiopsis*

Principales espèces : *Antestiopsis lineaticollis intricata* (GHES. et CARL) ;
A. lineaticollis

Ghesquieri CAR ; *A. orbitalis bechuana* (KIARK.) ; *A. facetoides* (GREATH.)

2. Description

Les *Antestiopsis* sont des punaises à corps massif, large, aplati légèrement plus long que large. Elles sont trapues, la tête horizontale et porte des ornements colorés caractéristiques des espèces.

- La taille des adultes selon les espèces varie de 6 à 9,5 mm de long sur 4 à 5 mm de large, la femelle est généralement plus grande que le mâle. De couleur bariolée dorsalement et jaune à jaune orange. Ventralement sur fond sombre, ces punaises ont l'écusson bien développé couvrant les 2/3 environ de l'abdomen.

- Les larves sont hémisphériques plus ou moins arrondies ressemblent aux imagos aptères. Les larves de 1^{er} stade sont de couleur uniformément sombre. C'est au cours des stades plus âgés que les différents motifs colorés caractéristiques de l'espèce s'identifient et se précisent.

Ecrasées, les *Antestiopsis* dégagent une odeur nauséabonde, très répulsive.

3. Bioécologie

Les *Antestiopsis* sont largement distribués dans toutes les régions tropicales de culture du café, avec une répartition des espèces et ou des sous espèces selon leurs exigences microclimatiques (*A. lineaticollis intricata* se rencontre essentiellement en Afrique de l'Ouest).

Les *Antestiopsis* sont des insectes exoptérygotes, hétérométaboles, à reproduction sexuée. Les femelles sont ovipares.

Les œufs de couleur blanc-mat sont pondus par groupe de 12 en moyenne à la face inférieure des feuilles ou des fruits du caféier.

Une femelle vit un an au maximum et dépose 10 à 40 pontes. La durée d'incubation des œufs varie de 5 à 12 jours selon les conditions du milieu (altitude, saison...).

Le cycle vital complet de durée variable selon l'altitude et la saison comprend 5 stades larvaires et se déroule en 50 jours voire en 2 mois.

L'altitude et la saison pluvieuse sont favorables au développement de ces punaises dont les plus fortes densités sont observées dans ces conditions.

Les Antestiopsis sont des espèces hygrophiles, phytophages recherchant toujours les organes jeunes riches en suc cellulaire pouvant satisfaire leurs besoins en eau.

4. Plantes-hôtes

Les Antestiopsis vivent de préférence sur les caféiers en général et sur la variété *arabica* en particulier. En outre on rencontre ces punaises sur la végétation naturelle.

5. Dégâts

Les punaises panachées sont des insectes phytophages, piqueurs-suceurs qui doivent être comptés parmi les insectes les plus nuisibles au caféier.

Elles peuvent attaquer tous les organes aériens de la plante (jeunes feuilles, fruits, bourgeons, boutons floraux...).

Elles préfèrent les gros fruits encore verts donc la graine est à l'état laiteux.

Les prélèvements répétés épuisent les plantes. Les piqûres en plus de l'action mécanique de lésion par le rostre entraînent la déformation ou la chute des fruits, le noircissement des bourgeons, la décoloration ponctuée des feuilles.

IL faut surtout noter que ces punaises en s'alimentant sur les fruits assurent la vocation de champignons. (*Nématospora coryli* et *Nématospora gossypii*) responsables de la pourriture sèche des grains (apparition de fèves noires).

Ces punaises sont économiquement très dangereuses pour la culture du caféier car on estime de 5 individus par plant suffisent à provoquer une perte totale de 20% environ sur fruits.

6. Moyens de lutte

Les punaises du caféier connaissent de nombreux ennemis naturels dont la préservation permet de réduire fortement le niveau des populations du ravageur et préconiser la lutte biologique.

Parmi ces ennemis naturels on peut citer :

- Hyménoptères Ichneumonidae : *Hadronotus antestidae*, *Asolcus seychellensis* qui parasitent les œufs de toutes ces punaises.

Asolcus mopsus et *Asolcus suranus* parasitent uniquement les œufs de *Antestiopsis ghesquierei* et de *Antestiopsis facetoides*.

- Hyménoptères Braconidae : *Aridelus rufus* et *Aridelus taylori* parasitent les larves des punaises du caféier.

Les mesures culturales mettant le caféier dans de bonnes conditions de développement sont à associer au besoin aux moyens chimiques dans un programme de lutte intégrée.

Il faut éviter les pullulations de punaises. Au besoin il est recommandé de tailler les plants afin de bien les aérer et permettre la circulation aisée des vents.

Les résidus de taille doivent être incinérés.

En cas de traitements chimiques justifiés, il faut utiliser les pyréthrinoides de synthèse de préférence en tenant compte de la dynamique des populations des ennemis naturels des punaises nuisibles.

8.3.5 *Hypothenemus hampei* (Ferr)

Syn. *Stephanoderes (Cryphalus) hampei* FERR

Stephanoderes coffeae HAGED

Nom usuel : Scolyte des graines de café ; Stéphanodère

1. Position systématique

Ordre : Coleoptera

Famille : Scolytidae

2. Description

H. hampei est un petit coléoptère cylindrique de couleur sombre (brun-noir) mesurant environ 1,5 à 2 mm de long au stade adulte.

Sa tête encapuchonnée sous le prothorax porte une paire d'antennes courtes en massue.

La larve de forme arquée, est apode, blanche, la tête brune.

3. Bioécologie

Ce scolyte africain se rencontre dans toutes les zones de culture du café. Il préfère les conditions humides et les basses altitudes.

C'est un insecte halométabole, endoptérygote, à reproduction sexuée, ovipare et phytophage. Il y a dix fois de femelles que de mâles.

Le cycle de développement se déroule entièrement dans les graines où vivent les mâles en permanence.

Après accouplement, les femelles recherchent uniquement les fruits dont les graines sont mûres pour y pondre leurs œufs dans des galeries qu'elles y creusent.

L'incubation dure en moyenne une semaine et le développement post-embryonnaire trois à quatre semaines. Le cycle vital est de durée variable (25 à 35 jours). Les femelles vivent plus longtemps que les mâles et permettent d'établir les liens saisonniers de productions.

En effet les femelles se rencontrent dans les plantations où elles se nourrissent de drupes de caféier à la bonne époque et se contentant de vieilles cérises en intercampagne.

4. Plantes-hôtes

Le stiphanodère vit et réalise son cycle complet de reproduction sur le caféier toutes espèces confondues. Il peut survivre sur d'autres plantes cultivées sans toutefois y revêtir une importance économique

5. Dégâts

Le scolyte des graines de café attaque les fruits du caféier pour se nourrir et pour y déposer sa ponte.

- Les adultes peuvent ainsi percer les drupes encore vertes pour s'alimenter par des moisissures. Ils pourrissent et chutent.
- Les femelles fécondées volent à la recherche de drupes mûres ou proches de la maturité et dont les graines sont bien formées mais encore molles. Elles forent les graines pour y pondre leurs œufs. Les femelles attaquent souvent des graines dures qu'elles perforent de petits trous.
- A leur éclosion, les larves s'alimentent sur les graines qu'elles évident complètement.
- Au fur et à mesure que la récolte avance, les fruits deviennent rares et les femelles qui d'ordinaire se déplacent peu, se concentrent sur les drupes restantes.

Les dégâts sont :

- une perte de production pouvant atteindre 75 à 90% de la récolte
- une baisse de la qualité marchande des graines troués
- des frais supplémentaires de main d'œuvre que nécessite le triage si les attaques ont lieu sur les grains usinés.

5. Moyens de lutte

L'aménagement de conditions favorables au développement de la plante et des ennemis naturels du scolyte est une mesure qui permet de protéger la culture.

Parmi les nombreux ennemis naturels du stéphanodère on peut citer les pyrhocoridae entomophages, certaines fourmis, quelques oiseaux insectivores sans grande importance économique.

Ce sont surtout les Hyménoptères *Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta* (Bethyridae) ; *Heterospilus coffeicola* (Braconidae), les champignons *Beauveria bassiana* et *Spicaria javanica* qui sont principalement d'importants ennemis naturels offrant des bonnes perspectives pour la lutte biologique contre le scolyte des graines de café.

Sur le plan de la prévention il faut :

- Observer rigoureusement les mesures de législation phytosanitaire

- Protéger les fruits récoltés contre les attaques des scolytes femelles et détruire toute forme vivante du ravageur pouvant exister dans les récoltes
- Récolter systématiquement en début et en fin de récolte de tous les fruits mûrs encore sur l'arbre et ramasser tous ceux qui sont tombés
- Respecter les règles de traitement des graines destinées à la conservation, afin de provoquer une rupture dans le cycle de développement du scolyte.

La lutte chimique doit s'inscrire dans le cadre d'un programme de lutte intégrée prenant en compte les équilibres naturels en général et la dynamique de l'agroécosystème en particulier compte tenu du caractère aérien des traitements chimiques.

8.3.6 *Anthores leuconotus* Pasc

Nom usuel : Le borer blanc du tronc du caféier

Position systématique

Ordre : Coleoptera

Famille : Cerambycidae

Description

L'imago est un insecte assez robuste, de couleur grisâtre avec des motifs blanc-grisâtre sur les élytres (figure 34).

- La tête et le thorax sont brun-foncé
- Le thorax porte une épine latérale de chaque côté
- Les antennes sont longues, plus grandes chez la femelle où elles mesurent presque 2 fois la longueur du corps.

Les larves néonates aplaties et blanches tandis que les plus âgées sont cylindriques et jaunâtres. Elles possèdent alors de puissantes mandibules et sont très actives.

Bioécologie

A. *leuconotus* est un coléoptère longicorne bien distribué en Afrique.

Il préfère les zones assez humides, proches du domaine forestier.

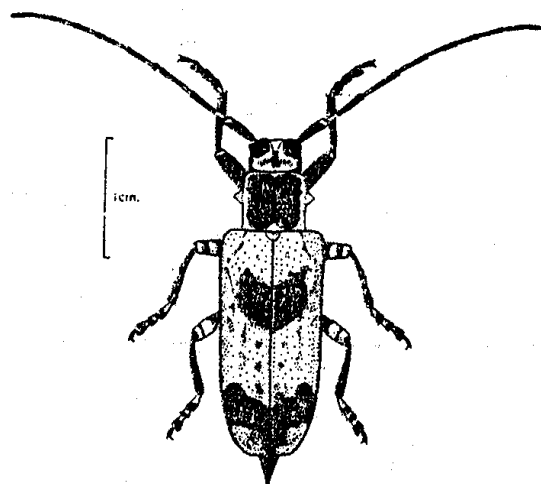
La reproduction est sexuée, les femelles ovipares et les métamorphoses complètes.

La ponte est épiphyte, les œufs sont le plus souvent déposés au niveau du collet de la plante-hôte.

L'incubation dure trois à quatre semaines.

A l'éclosion les larves vivent d'abord sous l'écorce, se nourrissent de tissus situés entre le bois et l'écorce.

Elles peuvent migrer dans la racine pivotante qu'elles forent de larges galeries.



F

Figure 34 : Adulte de *Anthores leuconotus* (d'après LE PELLECY cité par PAREY, 1981.)

Le développement larvaire comporte 7 stades. A son complet développement, la larve s'aménage une logette de nymphose avec un orifice de sortie sur l'extérieur.

L'émergence des adultes a lieu habituellement en saison pluvieuse.

Plantes-hôtes

A. leuconotus semble inféodé aux Rubiaceae en général et aux caféiers en particulier.

Dégâts

Les dégâts sont causés par les larves qui en se nourrissant creusent des galeries dans le tronc à l'intérieur duquel elles vivent en borers. Elles provoquent une décortication annulaire.

Les 1ères galeries entourent le tronc entre l'écorce et le bois où vivent en ce moment les larves. Les dégâts sont alors peu importants. Des galeries superficielles sont observées aussi sur les racines.

Par la suite, les larves perforent le bois, du tronc elles gagnent les racines. Le pivot est généralement détruit et le caféier est alors facile à déraciner.

Les jeunes arbres attaqués se développent très mal, fanent et meurent généralement. A ce titre, *A. leuconotus* est le borer le plus dangereux sur le caféier variété Arabica.

Les arbres plus âgés dépérissent d'abord, puis jaunissent et produisent très peu de fruits. Si les attaques se poursuivent, les arbres finissent par mourir. Leur tronc porte des orifices de sorties des imagos. Ces orifices suivant que le tronc renferme ou non des larves, présenteront ou non de la sciure de bois.

Moyens de lutte

- La mortalité naturelle sans cause exacte, les Hyménoptère Eulophidae du genre *Aprostocetus* (parasites d'œufs), des Hyménoptères Braconidae dont *Iphiaulax varipalpis*, des Ichneumonidae, des Hyménoptères Formicidae, et des oiseaux dont les pic-vers (ennemis des larves) constituent des causes de forte réduction des populations de ce borer.
- Une inspection régulière permet de déceler tôt les 1ères attaques. Si la décortication annulaire du tronc est complète, il faut arracher la plante et la brûler.
- Il faut circonscrire le mal dès le début et détruire les premières larves par extraction à l'aide de fil de fer ou par injection d'insecticide toxique et rémanent dans les orifices décelés sur les troncs.

Le Fipronyl et le Carbaryl sont conseillés.

9 Le Théier

9.1 ECOLOGIE, IMPORTANCE ET TECHNIQUES DE CULTURE

9.1.1 Origine et distribution géographique

Origine

Le théier est originaire de l'Asie du Sud-Est, plus précisément de la région englobant les sources et les vallées du Brahmapoutre, de l'Irrawaddy, du Salween et du Mékong, à la frontière entre l'Inde, la Chine et la Birmanie. Il a été découvert 2.700 ans J.-C par les chinois. Il est cultivé depuis 4.000 ans surtout pour ses jeunes feuilles servant à la fabrication du thé, une boisson à effet stimulante.

Distribution géographique

De nos jours le théier est cultivé sur les 5 continents, notamment en Chine, au Japon, en Inde, au Sri Lanka, en Indonésie, en Afrique, en Amérique du Sud, en Australie, en Russie et au Moyen Orient.

Taxonomie

La classification du théier dans le règne végétal est la suivante:

- Famille: Théacée (*Theaceae*);
- Genre: *Camellia*;
- Espèce: *Camellia sinensis* L.

En fait, il existe 2 types de théiers:

- *Camellia sinensis* var. *sinensis* (Théier de Chine);
- *Camellia sinensis* var. *assamica* (Théier d'Assam).

9.1.2 Importance économique, nutritionnelle et environnementale

Importance économique

Du fait de sa consommation de par le monde, le théier à travers le thé a une grande importance économique. A titre d'exemple, la production mondiale qui était de 1.304.000 de tonnes en 1970 est passée à 2.300.000 de tonnes en 1988. La surface en théiers dans le monde est de l'ordre de 2.600.000 ha. Les principaux pays producteurs en 1988 étaient l'Inde (670.000 t), la Chine (500.000 t), le Sri Lanka (210.000 t), le Kenya (155.000 t), la Turquie (140.000 t), l'ex-URSS (140.000 t) et l'Indonésie (120.000 t).

Importance nutritionnelle

Le thé est consommé sous forme de boisson principalement à cause de ses propriétés stimulantes dues à la présence de la théine, un alcaloïde, qui n'est en fait que la même caféine contenue dans le café.

La caféine se trouve dans les bourgeons, les feuilles et les tiges. Son taux varie selon les organes comme le montre cet exemple:

- Bourgeons: 4,7 %
- Première feuille: 4,2 %

- Seconde feuille: 3,5 %
- Troisième feuille: 2,9 %
- Partie supérieure de la tige: 2,5 %
- Partie inférieure de la tige: 1,4 %

Le thé contient aussi divers composés dont entre autres les tanins, le fluor (teneur élevée), les cathéchines, les vitamines (B1, B2 et PP), les oligo-éléments minéraux, les protéines. Les graines procurent de l'huile (non comestible) à concurrence de 30 à 45 % de leur poids et qui sert à fabriquer du savon. Les tourteaux de graines sont toxiques (7 à 8 % de saponine).

Importance environnementale

La littérature disponible ne fait pas mention d'une utilisation spéciale du théier dans la protection de la nature.

9.1.3 Biologie et écologie

Biologie

Le théier (voir un jeune plant en **figure 35**) existe sous 2 types principaux avec plusieurs formes intermédiaires.

Le type Chine (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) est un arbuste de 1 à 3 m, voire 6 m, de haut en croissance libre. Ses feuilles sont petites (4 à 10 cm de long sur 1,5 cm de large), mates, coriaces et de couleur vert sombre.

Le type Assam (*Camellia sinensis* var. *assamica*) est un arbre de 10 à 20 m de haut en croissance libre. Ses feuilles sont longues (15 à 20 cm de long), luisantes, souples et de couleur vert clair.

Les feuilles du théier sont alternes, persistantes, peu pétiolées et à limbe elliptique à lancéolé. Les fleurs sont pédicellées, insérées à l'aisselle des feuilles isolées ou groupées par 2 ou 3. Elles comportent les éléments mâles et femelles. La fécondation est, cependant, croisée (les fleurs sont auto-stériles).

Le fruit est une capsule à déhiscence loculicide avec une à 3 loges, voire 4, contenant chacune 1 à 2 graines. Il mûrit au bout de 9 à 12 mois (présence de taches grises). Les graines ne gardent leur pouvoir germinatif que pendant 2 à 3 semaines. De forme sphérique à hémisphérique, elles mesurent 6 à 16 mm de diamètre.

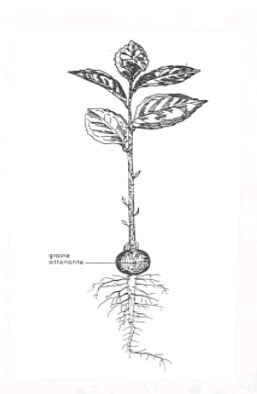


Figure 35: Schéma d'un jeune plant (6 mois) de théier

Ecologie

Le climat et les qualités du sol constituent des facteurs importants pour la culture du théier.

*** Climat:**

- **Température:** l'optimum de température moyenne annuelle est de 20 à 25 °c pour le type Assam contre 15 à 20 °c pour le type Chine. Les températures limites de croissance sont 12 °c et 30 °c.

- **Pluviométrie:** il faut un climat régulièrement humide. Aussi, la pluviométrie minimale annuelle est de 1.000 à 1.200 mm, avec moins de 3 mois physiologiquement secs par an. L'optimum est de 3.000 mm par an. L'hygrométrie doit varier entre 70 et 90 %.

- **Lumière:** le théier exige un ensoleillement journalier de 5 heures. Son rendement diminue par temps couvert et très pluvieux, de même par temps chaud, sec et ensoleillé.

- **Vent:** le théier est sensible aux vents desséchants et exige la présence de brise-vent.

*** Sol:**

Divers types de sols conviennent au théier, mais ils doivent être acides (pH = 4,5 à 5,5), profonds (1,5 m au moins) et bien drainés. Il préfère aussi les sols forestiers riches en humus et en azote.

Ressources génétiques

Les variétés (cultivars) cultivées de théiers sont nombreuses mais mal fixées. On distingue celles appartenant au type Chine, au type Assam et les intermédiaires entre ces 2 types. La multiplication du théier se fait soit par semis (la descendance est souvent très hétérogène), soit par bouturage.

9.1.4 Mode de propagation et de multiplication

Multiplication par semis

C'est le mode de multiplication le plus utilisé malgré le coût élevé et le faible pouvoir germinatif des graines (3 à 4 semaines). Le semis se fait en germeoir constitué de couche mince de sable couverte de toiles ou de couche de matière organique en décomposition (la chaleur produite active la germination) régulièrement arrosée. Le transfert en pépinière s'effectue dès que les graines se fendent et laissent apparaître la radicule.

Le repiquage se fait en pépinière constitué de planches surélevées de 20 cm, de 1,50 m de large séparées par des allées de 40 à 60 cm. Les graines germées sont repiquées en carré ou triangle selon un écartement de 15 cm x 15 cm (arrachage à 12 mois) ou 20 cm x 20 cm (arrachage à 18 - 24 mois) à une profondeur de 1,5 à 2,5 cm. Les plantules sont plus résistantes à l'âge de 18 - 24 mois. La pépinière doit être arrosée et ombragée avec des ombrières (petits hangars) ou des haies intercalaires de

Sesbania, *Tephrosia*, *Crotaria*. Il faut 1 ha de pépinière (y compris les allées) pour 10 à 20 ha de plantation.

Le repiquage dans des sachets plastiques (polyéthylène) de 25 cm de profondeur sur 8 à 10 cm de diamètre peut être une deuxième option pour faciliter plus tard le transfert des plants en parcelle de plantation.

Multiplication par bouturage

Elle est conseillée pour les plantations à partir de clones mis au point. Elle consiste à prélever des boutures de 3 à 4 cm de long sur tiges non aoûtées et comprenant une feuille, un œil. Ces boutures sont plantées en pépinière constituée de conteneurs (exemple pots en polyéthylène de 25 cm de profondeur sur 8 à 10 cm de diamètre et 60 à 100 microns d'épaisseur) remplis de sol argilo-sableux de pH de 4,5 à 5,5 et sous un abri laissant filtrer la lumière. Les conteneurs en sachets plastiques de 12 à 15 cm de diamètre et translucides conviennent mieux (moins chers, développement meilleur, assèchent moins car absorbent moins de chaleur, permettent de voir les racines plus facilement).

9.1.5 Itinéraire technique

Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

*** Critères de choix de la parcelle:**

Les principaux critères de sélection du site sont l'accès facile, source d'eau permanente, parcelles accessibles facilement et à tout moment, caractéristiques chimiques et agronomiques du sol, climat satisfaisant.

*** Travaux préliminaires d'aménagement:**

Les travaux d'aménagement sont le défrichage, le dessouchage sans laisser de débris dans le sol ou sur la parcelle (risques de propagation de pourridiés plus tard), sous-solage, labour et hersage (émiettement des mottes de terre et nivellement du terrain).

Choix des variétés (§ 2.8.5)

Production de jeunes plants de théiers (§ 2.8.6)

Travaux pour la plantation des arbres

*** Piquetage**

Les densités de plantation varient de 7.500 à 20.000 plants/ha (optimum = 10.000 à 15.000 plants/ha). Le **tableau 20** donne des exemples pratiqués dans certains pays.

*** Trouaison**

Chaque trou de plantation possède les dimensions suivantes:

- Diamètre: 20 cm pour les boutures, le double du diamètre du pot plastique (graines germées repiquées en pot) ou de la motte de terre (graines germées repiquées en terre);

- Profondeur: supérieure de 10 à 15 cm de celle choisie pour les pots contenant les plantules (50 cm au plus).

Tableau 20: Ecartements et densités adoptés dans quelques régions de culture de théier

Pays	Type de haie	Ecartements (cm)	Densités	Remarques
INDE	Simple	90 x 60	18.518	
		120 x 60	13.888	
		120 x 75	11.111	
		120 x 90	9.259	
		150 x 60	11.111	
	Double	110 x 60 x 60	19.607	
		120 x 60 x 60	18.518	
		120 x 75 x 75	15.037	
		120 x 90 x 90	10.582	
		SRI LANKa	Simple	
120 x 75	11.111			
150 x 60	11.111			
150 x 75	8.888			
INDONESIE	Simple	120 x 90	9.259	
		150 x 90	7.692	
KENYA	Simple	120 x 60	13.888	
		120 x 90	7.692	
MALAWI	Simple	150 x 75	8.888	non irrigué
		120 x 90	9.259	non irrigué
BURUNDI	Simple	120 x 80	10.400	pente faible
		130 x 75	10.250	pente forte
		140 x 70	10.200	p. très forte
CAMEROUN	Simple	120 x 60	13.888	

Source: BONHEURE Denis, 1988

Travaux de plantation des arbres et d'entretien des parcelles

* Plantation des arbres

Seuls les plants de 8 à 10 mm au collet et de 40 cm de haut (recéper à 10-15 cm du sol ceux issus de bouture, habiller les racines et raccourcir de 40 cm si nécessaire pour ceux enlevés en motte) sont plantés. Planter en plaçant le plant au centre sans enterrer le collet et reboucher le trou en évitant les poches d'air.

* Irrigation

Le réseau peut être constitué de canaux traversant les parcelles et terminés en collecteurs d'évacuation. Des drains sont prévus pour éliminer l'excès d'eau. L'aspersion est de plus en plus pratiquée. Les besoins sont estimés pour de jeunes théiers entre 10 et 12 m³ d'eau/ha/mois. La fréquence peut être tous les 7 à 10 jours (jeunes théiers) ou 15 jours (théiers adultes).

* Fertilisation

L'azote qui est le principal élément nutritif est apporté à la dose de 60 à 80 kg/ha. Compte tenu de la complexité de la conduite du théier, il est recommandé de consulter une documentation spécialisée pour les détails.

* Désherbage de la parcelle

Le théier est très sensible à la concurrence des adventices. Aussi, le désherbage doit-il être régulier. Il se fait par sarclage ou par l'utilisation d'herbicides.

* Taille des arbres

Les types de taille à effectuer pour favoriser la croissance et la production en feuilles sont la taille de formation, la taille d'entretien ou de production et la taille de régénération (voir **figure 36**). La consultation de documents spécialisés est conseillée pour les détails. La taille de formation permet l'obtention d'un plant en gobelet de 40 cm de haut (2 à 3 fois tous les 12 à 24 mois). La taille de production stabilise la hauteur du théier (tableau de cueillette) de 50 à 70 cm (fréquence: tous les 2 à 3 ans). La taille de régénération s'impose quand la table de cueillette est trop haute.

* **Protection phytosanitaire** (Voir la partie consacrée à cet aspect)

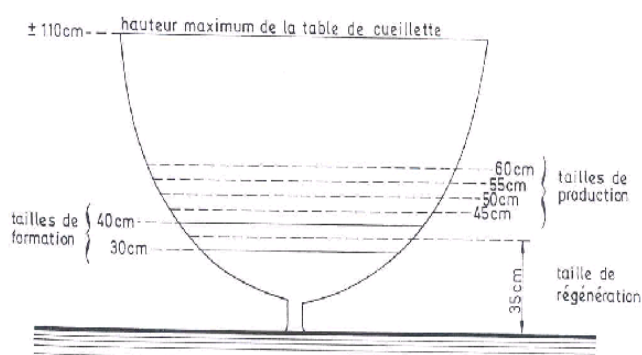


Figure 36: Schéma montrant les différents types de taille du théier

Production de feuilles et travaux de récolte

La récolte des feuilles de théier se fait dans une zone située à 20 cm au-dessus de la table de cueillette. Elle consiste à prélever les pousses composées d'un bourgeon et de 2 à 3 jeunes feuilles. Une plantation peut être exploitée pendant 40 à 50 ans.

Sur le plan du rendement, on peut produire 1.000 à 1.200 kg de thé sec/ha dans la sixième année après la plantation. Les différents types de thés fabriqués sont le thé vert (feuilles non fermentées), le thé noir (feuilles fermentées) et le thé Oolong (feuilles semi-fermentées).

9.2 LES MALADIES DU THÉIER

9.2.1 Le balai de sorcière

Crinipellis perniciososa

(se rapporter à cacaoyer)

9.2.2 Les pourridies du theier

Symptômes Généraux

Fanaison progressive et généralisée de la cime, suite à une pourriture du système racinaire, les symptômes se marquent surtout durant la saison sèche. De nombreux champignons peuvent être la cause

Armillaria mellea

- Profondes fissures longitudinales et radiales sur les racines et le pivot, tapissées d'amas de mycélium blanchâtre en palmette ou en éventail et ayant sur les bords l'aspect de structures pseudosclérotiques ;
- Gaine mycélienne blanche épaisse et coriace entre l'écorce et le bois ;
- Rhizomorphes en cordons noirs (lacets de souliers) ;

Lorsque les symptômes sont visibles sur la cime, les fissures sont visibles à la base du tronc.

Rosellinia necatrix (Hart) Berk

Pourridié laineux des racines

Ascomycotina Sphaeriales. Anamorphe *Dematophora necatrix*

Caractérisé par la présence, à la surface du collet des arbustes malades, d'un voile mycélien étalé en éventail, constituant un manchon plus ou moins continu de couleur blanc-grisâtre au début, gris noir ensuite, avec possibilité de formation d'un stroma noirâtre superficiel, pouvant porter les périthèces après la mort des tissus. Sur l'écorce, au-dessous du voile, on remarque souvent une prolifération subéreuse abondante qui forme une croûte brun-rouille.

Sur les racines, le champignon a le même aspect ; cependant, le bord du manchon mycélien est de couleur blanc-laiteux typique. Pas de rhizomorphes bien différenciés.

L'infection s'effectue pendant la période humide avec des températures inférieures 20°C et conduit à la mort des racines et à leur pourriture ; les symptômes foliaires s'extériorisent à la saison sèche. L'enlèvement de l'écorce des racines mortes laisse apparaître sur le bois de petites étoiles blanches, caractéristiques du parasite. Les hyphes montrent des dilatations piriformes chez *R. necatrix* dont il se distingue notamment par l'absence de renflements piriformes sur les hyphes.

R. bunodes produit, autour du pivot et des racines latérales, un manchon gris-noir semblable à celui développé par *R. necatrix* ; il s'en différencie par la présence dans le bois de fines raies horizontales. En coupe longitudinale, les racines apparaissent finement ponctuées et rayées.

Fomes noxius forme au collet et sur les racines une croûte brune cassante (stroma, mycélium et terre) à ne pas confondre avec la prolifération subéreuse induite par *R. necatrix*.

F. lignosus pourriture blanche.

Importance des pourridiés

Les pertes sont parfois importantes, les pourridiés conduisant au dépérissement des théiers par plages s'étendant progressivement par zones concentriques. Les foyers sont généralement constitués par des racines ou souches infectées, servant de base nutritive. L'extension se fait par rhizomorphes à tous les niveaux du sol (armillaire) ou par un réseau de cordons plus fins (*Rosellinia*) d'abord blancs, puis gris-noir surtout dans la couche humide de la litière. L'infection se réalise surtout par contact de racines.

La température influence la vitesse de développement du parasite (les foyers restent plus longtemps actifs et le cycle est plus lent aux basses températures), mais également la distribution des agents :

1300 m, *F. lignosus*, exige un minimum de 21°C ;

1300 -1400 m, *Rosellinia*, température moyenne du mois le plus froid : 19,4 – 22,4°C;

1500 - 3500 m, *A. mellea*, température du mois le plus froid inférieure à 12°C.

Evolution dans la plantation

Essentiellement même cycle que pour l'hévéa. Pourridiés à l'état endémique dans le peuplement naturel, rupture de l'endémisme, expansion des pourridiés, plantation de théiers, régression des pourridiés, nouvel état endémique qui, cependant, peut être perturbé par l'abattage ou le dépérissement d'arbres d'ombrages ou recépage périodique des haies anti érosives, ainsi que par le recépage des théiers ou une taille trop drastique.

Méthode de contrôle

Méthodes préventives

- Elimination des foyers primaires et soustraire la plus grande partie de la masse végétale souterraine à la colonisation par les pourridiés.
- Préparer les racines (annélation, empoissonnement du tronc par exemple, pulvérisation 5 % 2, 4, 5 T ou traitement au sulfamate d'ammonium) pour diminuer leur valeur nutritive et favoriser leur colonisation par les saprophytes ;
- Déracinement et extirpation des arbres malades ou infectés ;
- Débitage et débardage du bois ;
- Extirpation à la main ou à la sous-soleuse du sol des grosses racines latérales (coût).
- Entretien de l'ombrage
- Si les arbres sont malades – extirpation ;
- S'ils doivent être enlevés (éclaircie, vieillesse) extirpation ou annélation et empoissonnement.
- Haies anti érosives

- Eliminer ou éviter les haies formées d'essences ligneuses régulièrement recépées (*Leucaena*).

Les haies de légumineuses (*Tephrosia* et *Crotolaria anagyroides*) doivent être éliminées après 17 mois.

- Désinfection du sol

L'utilisation du bromure de méthyle contre les pourridiés donne des résultats variables selon les agents et les conditions, comme c'est d'ailleurs le cas également avec la chloropicrin. C'est probablement dû à une pénétration insuffisante de ces produits dans les bois colonisés par les pourridiés.

Il est observé également après la fumigation une augmentation de la microflore du sol et de la colonisation des souches par *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium* et *Spicaria* causant d'après certains auteurs un antagonisme vis-à-vis des pourridiés.

Méthodes directes

Rondes phytosanitaires régulières pour dépister les arbustes atteints, délimiter les plages par dégagement du collet et des racines, extirpation des plantes et racines malades;

Plantation avec du Guatemala grass (*Tripsacum laxum*) pendant 2-3 ans et utilisation de *Tephrosia* comme plante test pour détecter l'élimination du *Poria*.

9.3 INSECTES ET ACARIENS NUISIBLES AU THEIER

9.3.1 Principales espèces nuisibles

Tableau 22. Inventaire et dégâts

ESPECES	ACARI	DEGATS
<i>Brevipalpus sp.</i> (Faux tetranique tisserands)	Tennipalpidae	Rameaux, feuilles, bourgeons Face inférieure
<i>Oligonychus coffeae</i> (Acarien rouge du thé)	Tetranychidae	Organes attaqués, nécrosés, décolorés brunâtre, chute foliaire, des feuilles desséchées. Dépérissement de la plante et ralentissement de la croissance. Feuilles durcies.
<i>Polyphagotarsonemus latus</i> Tarsonemidae (Acarien jaune du thé)		Face inférieure des <u>feuilles</u> et extrémité des <u>rameaux</u> infestés, jaunies, nécrosées, brunâtres, feuilles desséchées tombent : bouclier circulaire. <u>Feuilles</u> et <u>tiges</u> : recouvertes de colonies. Affaiblissement et ralentissement de la croissance. Chute des feuilles.

Tableau 22. Inventaire et dégâts (suite)

COCHENILLES	HOMOPTERA	Affaiblissement de la plante, arrêt de croissance. Sécrétion de miellat + fumagine. Bouclier ovale.
<i>Coccus viridis</i> (Cochenille verte)	Coccidae	
<i>Aspidiotus destructor</i> (Pou du cocotier)	Diaspididae	
<i>Saissetia coffeae</i> (Cochenille noire)	Coccidae	
CHENILLES	LEPIDOPTERA	Les jeunes chenilles sont phyllophages. Plus âgées, elles rongent les bourgeons, y creusent des galeries. A l'aide de soies elles enveloppent les jeunes pousses et feuilles en fourreau dont elles dévorent l'intérieur.
<i>Tortrix occidentalis</i>	Tortricidae	
<i>Spodoptera littoralis</i>	Noctuidae	Les jeunes chenilles rongent les feuilles puis dévorent en devenant plus âgées et migrent de feuille en feuille.
<i>Parasa virida</i>	Pyralidae	Feuilles rongées, dévorées par les chenilles.
PUNAISES	HETEROPTERA	Elles piquent et sucent les bourgeons, feuilles, tigelles qui se déforment, nécrosent. La croissance des branches s'arrête. Des bourgeons adventifs et des branchettes secondaires se développent de manière anarchique formant des balais de sorcière.
<i>Helopeltis schoutedeni</i>	Miridae	
<i>Helopeltis poppiusi</i>	Miridae	
<i>Leptocorisa sp.</i>	Coreidae	Ponction foliaire, plantes affaiblies.
PUCERONS	HOMOPTERA	<u>Jeunes rameaux, pousses et feuilles</u> : feuilles crispées, déformées, enroulées vers l'extrémité distale.
<i>Toxoptera aurantii</i>	Aphididae	
SCOLYTES	COLEOPTERA	Scolytes mycétoperases
<i>Xyleborus fornicatus</i> (Scolyte des rameaux du théier)	Scolytidae	<u>Tiges et branches</u> : creusées de galeries. Parties attaquées décolorées. <u>Plantes saines</u> : attaquées, dépérissent, flétrissent. Les galeries sont envahies par les champignons.

<i>Xylosandrus compactus</i> Scolytidae (Scolyte noir des rameaux du caféier)		<u>Plantes saines</u> : troncs (tiges) creusés de galeries en tunnel perpendiculaire à l'axe de la plante.
<i>Xylosandrus morigerus</i> Scolytidae (Scolyte brun des rameaux du caféier)		<u>Plantes affaiblies</u> : galeries dans les rameaux.
THRIPS	THYSANOPTERA	
<i>Thrips tabaci</i>	Thripidae	<u>Face inférieure des feuilles</u> : piquées, décolorées, feuilles déformées (bronzées). Croissance ralentie ou arrêtée. Feuilles âgées nécrosées.
<i>Scirtothrips sp.</i>	Thripidae	Feuilles déformées, décolorées (brunes) nécrosées. Dangereux par temps secs.
TERMITES	ISOPTERA	
<i>Macrotermes subhyalinus</i> Termitidae		Construisent des galeries à la base du tronc. Rongent l'écorce. Attaquent surtout les plantes affaiblies, pèlent l'écorce et pénètrent dans les tiges blessées.

9.3.2 *Xyleborus fornicatus* Eichh

Noms usuels : Scolyte des rameaux du théier ; Borer du théier

Borer du théier

1. Position systématique

Ordre : Coleoptera

Famille : Scolytidae

2. Description

L'adulte de ce coléoptère mesure 4 mm chez la femelle et 2,5 mm chez le mâle. Les élytres portent des côtes pointillées et poilues. La tête est hypognathe.

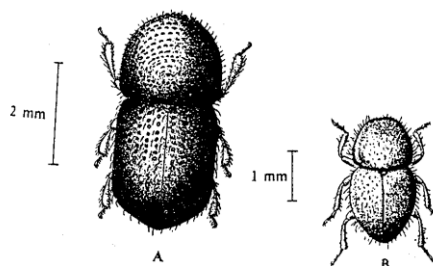


Figure 37 : *Xylosandrus compactus* adulte. A. B. mâle (d'après Entwistle, in Parey, 1981)

3. Bioécologie

X. fornicatus est une espèce des régions tropicales. Elle est mycétophage au stade larvaire. Les mœurs sont diurnes.

Les adultes préfèrent les plantes jeunes et saines. Ils se nourrissent de tissus végétaux prélevés sur les troncs et les branches du théier. La reproduction est sexuée. Les femelles plus nombreuses que les mâles creusent des galeries perpendiculaires à l'axe dans le tronc où elles sont fécondées. Les mâles très mauvais voliers sortent très peu des galeries.

Les œufs sont dans les galeries où sont également accumulés des champignons transportés par les femelles.

A l'éclosion les larves mycétophages se nourrissent de champignons dont le mycélium envahi les galeries.

Elles vivent dans des chambrettes pratiquées à l'extrémité des galeries creusées par les femelles au moment de la ponte.

Le cycle comprend 3 stades larvaires avant la nymphose. Le développement complet dure en moyenne 30 jours.

Les adultes rongent l'intérieur du tronc en y effectuant des galeries. Les femelles sont fécondées dans les galeries avant leurs vols.

4. Plantes-hôtes

Outre le théier, *X. fornicatus* s'attaque aux agrumes, avocatier, cacaoyer, ricin etc.

5. Dégâts

X. fornicatus est un ravageur primaire du théier. Il préfère les tiges et branches jeunes et de faible calibre (1 à 2 cm de diamètre).

La femelle creuse des galeries perpendiculaires à l'axe du tronc ou des branches. On peut ainsi observer sur ces organes de nombreux trous circulaires de 1 à 2 mm de diamètre.

Au fur et à mesure qu'elle approfondit la galerie, la femelle rejette la sciure par le trou.

Ces perforations qui affaiblissent la plante sont également envahies par les champignons qui se développent sur les parois des tunnels ainsi creusés.

Suite aux attaques des champignons combinées aux galeries pratiquées, la plante dépérit, le tronc ou les branches peuvent se briser.

Le tronc et les branches attaquées doublement, brunissent. Les attaques répétées sont préjudiciables à la plante.

6. Moyens de lutte

La taille et l'incinération des rameaux attaqués permettent de réduire le niveau des populations.

La lutte chimique bien que coûteuse reste la seule méthode efficace (Fonophos et le pyrimiphos).

10 LE CACAOYER

10.1 ECOLOGIE, IMPORTANCE ET TECHNIQUES DE CULTURE

10.1.1 Origine et distribution géographique

Origine

Le cacaoyer est originaire des forêts tropicales humides d'Amérique Centrale et du Sud. Il était cultivé par les Mayas, au Mexique notamment, avant l'arrivée des colonisateurs européens. La graine du cacaoyer, la fève de cacao, était utilisée non seulement pour préparer une boisson nourrissante, mais aussi comme monnaie.

C'est plus tard, avec l'introduction de la culture de la canne à sucre que l'actuel cacao va voir le jour suite à l'association du produit de transformation de la fève et du sucre. C'est après que la préparation du chocolat est initiée en France vers 1659 sous Louis XIV. Depuis, la consommation des produits dérivés du cacao va connaître un grand essor dans le monde entier.

Distribution

Suite à la demande croissante des produits dérivés du cacao, la culture du cacaoyer va s'étendre d'abord aux régions tropicales d'Amérique Centrale, puis d'Amérique du Sud et des Caraïbes. L'introduction en Afrique intervient au début du XIX^{ème} siècle d'abord à Fernando Poo et Sao Tomé, puis à Madagascar (1800) et ensuite sur le continent à partir du Ghana en 1857. De ce pays, la culture s'étend sur le Nigeria, le Cameroun et la Côte d'Ivoire. De nos jours, le cacaoyer est cultivé dans les régions citées, l'Asie et l'Océanie.

10.1.2 Taxonomie

Le cacaoyer est classé dans le règne végétal de la manière suivante:

- Tribu: Byttnériées;
- Famille: Sterculiacée (*Sterculiaceae*);
- Genre: *Theobroma*;
- Espèce: *Theobroma cacao* L.

10.1.3 Importance économique, nutritionnelle et environnementale

Importance économique

La culture du cacaoyer a vite pris beaucoup d'importance depuis sont introduction dans d'autres régions du monde. En effet, la production de fève de cacao passe de 10.000 t en 1830 à 1.930.000 t en 1986. Le **tableau 22** montre l'évolution de la production entre 1970 et 1986. Les principaux pays producteurs en 1986 étaient la Côte d'Ivoire (475.000t), le Brésil (375.000 t), le Ghana (215.000 T), la Malaisie (195.000 t), le Cameroun (115.000 t) et le Nigéria (100.000 t).

Tableau 22: Evolution de la production mondiale de cacao (fève) par région géographique (en milliers de tonnes) entre 1970 et 1986

Années	70/71	72/73	74/75	76/77	83/84	84/85	85/86
Continents							
Afrique	1.098	1.029	1.009	849	851	1.078	1.074
Amérique	357	329	481	430	502	703	644
Asie et Océanie	44	40	57	61	152	176	212
Monde	1.499	1.398	1.547	1.340	1.505	1.957	1.930

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'agronome)

Importance nutritionnelle

Le cacaoyer est principalement cultivé pour la consommation des produits finis dérivés de sa graine (fève). Il s'agit du chocolat en poudre, du chocolat en tablette, des confiseries de chocolat. La graine contient non seulement des éléments nutritifs, les lipides notamment, mais d'autres composés comme par exemple les tanins, de la caféine et de la théobromine responsable de l'amertume de la fève. La composition des cotylédons secs non fermentés en certains éléments est la suivante:

- Eau:	3,65 %;
- Matières grasses:	53,05 %/
- Protéines:	1,50 %;
- Glucides (Glucose + amidon):	6,40 %;
- Théobromine:	1,71 %;
- Caféine:	0,085 %;
- Cendres:	2,63 %;
- Tanins:	7,54 %.

La fève est également une matière première industrielle importante pour la biscuiterie, la pâtisserie et d'autres industries alimentaires, la parfumerie (beurre de cacao) et la pharmacie. Enfin, les coques, les matières grasses des coques et les germes servent à l'alimentation du bétail, la fabrication d'engrais ou sont utilisés en pharmacie ou dans la savonnerie.

Importance environnementale

La documentation consultée ne fait pas de mention spécifique d'utilisation du cacaoyer dans la protection de la nature.

10.1.4 Biologie et écologie

Le cacaoyer (**figure 38**) est un arbre de petite taille dont la hauteur moyenne est de 5 à 7 m ou plus à l'état sauvage. Dix ans sont nécessaires pour son plein développement.

La croissance de la tige principale n'est pas indéfinie et s'arrête vers 18 mois, d'où la formation d'un port en couronne de 5 branches au bout du tronc formé par les 1,50 premiers mètres.

Un bourgeon axillaire prend le relais de la croissance en hauteur et finit par former une deuxième couronne et ainsi de suite donnant une allure en étages (jusqu'à

4). Il existe, cependant, des branches et des ramifications secondaires subhorizontales à croissance indéterminée, de couleur vert pâle plus ou moins rose à violet foncé.

La feuille est entière, pigmentée suivant les cultivars ou les clones, et peut mesurer 50 cm. Elle vit environ 1 an et chute. La floraison commence au bout de 2 ans pour les variétés précoces contre 3 à 4 en général. Les fleurs poussent toute l'année sur le tronc et les parties effeuillées des branches. Elles sont groupées en inflorescences au niveau de renflements appelés coussinets. Elles ont une couleur blanchâtre à rosée et comportent les 2 éléments sexuels. La fécondation est croisée et se fait essentiellement par les insectes. Très peu de fleurs se développent suite soit à l'auto-incompatibilité, soit à l'incompatibilité entre les clones.

Le fruit, qui est une baie, se développe pendant 5 à 7 mois. Lorsqu'il est mûr, les 5 loges de l'ovaire disparaissent et laissent une cavité dans laquelle se trouvent les graines (fèves) entourées d'une pulpe mucilagineuse épaisse et disposées en 5 rangées. Un fruit ou cabosse peut contenir 16 à 60 fèves selon le nombre de grains de pollen déposés sur la fleur (souvent 30 à 40). Le poids des cabosses varie de 200 g à 1 kg. Une cabosse moyenne de 400 g qui contient 100 g de fève fraîche peut procurer 35 à 40 g de cacao marchand. La période de production s'étale en plantation sur 25 à 30 ans, voire 50 ans, mais le cacaoyer peut vivre jusqu'à 100 ans.



Figure 38: Vue de quelques pieds adultes de cacaoyer

Ecologie

Les facteurs importants pour la croissance du cacaoyer sont la température, la pluviométrie et l'hygrométrie, l'éclairement le sol et l'altitude.

* Climat:

- **Température:** la moyenne annuelle optimale est de 25 °c. La limite inférieure absolue est de 10 °c.
- **Pluviométrie et hygrométrie:** le cacaoyer est très sensible à la déficience en eau. Il faut en principe au minimum 1.250 mm par an. Le niveau idéal est situé au-dessus de 1.500 mm avec une bonne répartition et sans

période sèche de plus de 3 mois. L'hygrométrie doit être élevée, avec un optimum de 80 %.

- **Eclairage:** si l'ombrage est nécessaire au jeune stade (25 à 50 %), les besoins en lumière augmentent avec le développement et atteignent 70 % au stade adulte. Cependant, certains cultivars ont besoin de la lumière totale (hybrides haut-amazoniens) au stade adulte pour produire alors que l'ombrage léger est nécessaire pour d'autres (Amelonado ouest-africains).
- **Altitude:** le cacaoyer aime le climat chaud et humide de l'équateur et se rencontre jusqu'à 1.400 m. A la latitude 20-23° Nord ou Sud qui est la limite pratique de sa culture, c'est le niveau de la mer qui convient.

* **Sol:**

Le sol doit être profond de 1 à 1,50 m au minimum et assurer une bonne rétention en eau tout en étant bien drainé et aéré. En Afrique de l'Ouest où la saison sèche est sévère, la texture doit être de 30 à 50 % d'argile. L'horizon de surface doit être très riche en matière organique pour que la croissance soit bonne et la production élevée. Le pH courant du sol varie de 6 à 7 (optimum de 6,5), mais les sols légers acides sont préférés. La plante se rencontre, cependant sur des sols acides (pH<5) et alcalins (pH>8).

10.1.5 Ressources génétiques

Malgré le fait que le fruit ou cabosse présente plusieurs types de formes (voir **figure 39**), les cacaoyers cultivés (cultivars) sont souvent répartis en ces trois grands groupes ci-dessous.

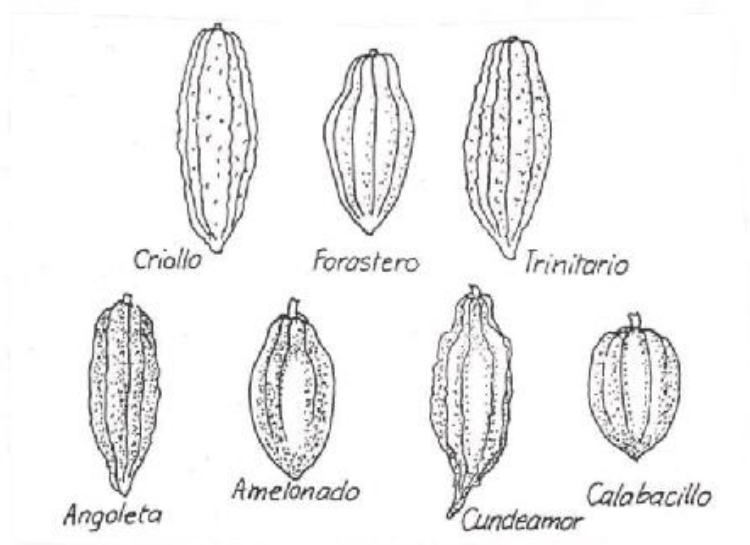


Figure 39: Types de forme du fruit (cabosse) de cacaoyer

* **Les Criollo:** ils fournissent un cacao fin, <<à casse claire>>, très aromatique et à amertume légère utilisé en chocolaterie pour la fabrication de produits de luxe. Ils sont très peu cultivés actuellement.

Exemple de cultivars:

Criollo du Mexique, Criollo du Nicaragua, Criollo de Colombie, Criollo du Venezuela, Criollo de Madagascar et des Comores, Cacao <<Lagarto>> ou <<pentagona>>, Cacao Porcelana.

* **Les Forastero amazoniens:** ils fournissent la presque totalité des cacaos <<courants>> provenant du Brésil et de l'Ouest Africain. Ils représentent plus de 80 % de la production mondiale de cacao.

Exemple de cultivars:

Amelonado de l'Ouest Africain, Cacao <<commun>> du Brésil, Cacao de <<Para>> (Brésil), Cacao <<Maranhao>> (Brésil), Cacao <<Almeida>> et Cacao <<Catongo>> (Brésil), Cacao <<Matina>> (Costa Rica), Cacao <<Ceylan>> ou <<Costa Rica>> (Mexique et Guatemala), Cacao Cabacillo ou Amelonado de Trinidad (République Dominicaine), Cacao <<Nacional>> ou <<Arriba>> (Equateur), Cacao Pajarito (Colombie).

* **Les Trinitario:** ils fournissent 10 à 15 % de la production mondiale de cacao. Ce cacao est de qualité intermédiaire entre les criollo et les forastero.

Exemple de cultivars:

ICS (Sélection de l'Impérial Collège de Trinidad), UF (sélection de United Fruit de Costa Rica), SNK (sélection de la station Nkoemvone du Cameroun).

10.1.6 Mode de propagation et de multiplication

La multiplication par semis et celle par voie végétative (greffage, bouturage) sont pratiquées.

Multiplication par semis

Le semis peut se faire directement en parcelle (exemple: en Afrique, au Brésil) ou en pépinière avec transfert ensuite en parcelle (pratique plus courante). La pépinière est un espace de terre aménagé ou un ensemble de paniers ou de sachets sous ombrage naturel ou artificiel (hangar). Il faut 75 m² de pépinière pour planter 1 ha. Dans le cas des sachets, la profondeur (hauteur) est 35 cm sur 10 à 15 cm de diamètre, avec des trous de drainage au fond. Le sol est constitué de terre humifère ou d'un mélange de terre et de compost.

Les sachets sont disposés côte à côte sur des planches de 1 à 1,20 m (20 à 25 sachets/m²) et séparés par des allées de 40 à 50 cm. Une graine (fève) extraite de la cabosse (celles du centre de préférence) au moment du semis est placée à 1,5 cm de profondeur, avec la radicule (partie la plus grosse) vers le bas (placer à plat en cas de doute). Il faut arroser fréquemment sans excès d'eau. La germination survient 1 à 2 semaines après.

Multiplication par voie végétative

Le greffage et le bouturage ne sont pas courants chez les producteurs. Ils sont plutôt pratiqués par les institutions spécialisées pour constituer des jardins de grainiers en hybridations interclonales.

*** Bouturage:**

Il se fait dans des bacs ou des paniers couverts de feuille de polyéthylène. Une autre option consiste à utiliser des pots translucides de petite taille remplis de sciure de bois, troués à leur base et placés dans une caisse contenant aussi de la sciure de bois. Quelle que soit la méthode choisie (voir la documentation spécialisée pour le détail), le milieu utilisé (sable, vermiculite, sciure de bois décomposée, coïr ou fibre de noix de coco, etc..) doit assurer une aération (drainage) tout en fournissant suffisamment d'eau pour maintenir une bonne turgescence des tissus de la bouture.

La bouture doit provenir de bois jeunes, juste aoûté (partie inférieure encore verte et en début de virage au brun), avec des feuilles vertes arrivées à maturité, ombragées et en nombre suffisant. Les boutures sont plantées dans le sol munies de feuilles entières ou partiellement habillées (la bouture de cacaoyer sans feuilles ne se développe pas). L'enracinement intervient au plus tôt 2 semaines après et parfois 6 semaines. Le trempage du bout de la bouture dans une hormone rhizogène (exemple: Acide Béta-indolbutyrique à 0,7-0,8 % dans l'alcool à 60 %) favorise la formation des racines.

*** Greffage:**

La méthode de greffage la plus utilisée est celle en écusson avec incision en U renversé. Celle avec incision en T peut être pratiquée (greffage Topper).

10.1.7 Itinéraire technique

Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

*** Critères de choix de la parcelle:**

Les aspects à prendre en compte sont le climat, la pente du terrain (terrain forestier plat ou à faible pente), le sol (profond, argilo-sableux à bon pouvoir de rétention en eau), une source d'eau, l'absence de pourridiés sur les arbres forestiers vivants ou morts et une voie d'accès.

*** Travaux préliminaires d'aménagement:**

L'abattage total ou partiel du couvert forestier est le travail essentiel. La culture du cacaoyer se fait, en effet, en ombrage naturel sous recrû ou sous ombrage provisoire de bananier ou d'arbustes à croissance rapide de la famille des légumineuses (exemple: *Gliricidia*).

Choix des variétés

Voir la partie 2.9.5.

Production de jeunes plants de cacaoyer (Voir § 2.9.6)

Travaux pour la plantation des arbres

*** Piquetage:**

Les écartements conseillés sont 2,5 m x 2,5 m (1.600 pieds/ha), 3 m x 2,5 m (1.333 pieds/ha ou même 3 m x 3 m (1.111 pieds/ha dans les bonnes conditions de sol et de climat.

*** Trouaison:**

Des trous de 40 cm x 40 cm x 40 cm sont recommandés. Si le bananier est la plante d'ombrage, il faut prévoir un an avant la plantation, un bananier par cacaoyer dans l'interligne pour l'écartement de 3 m x 2,5 m et un bananier sur la ligne de plantation pour celui de 3 m x 3 m.

Travaux de plantation et d'entretien des arbres

*** Plantation des arbres:**

Elle se fait dans des trous secondaires faits à la dimension de la motte de terre, du sachet ou du panier de semis ou de bouturage sans enterrer le collet. Il faut pailler après la plantation.

*** Irrigation:**

Il n'y a pas de mention spéciale sur l'irrigation du cacaoyer sous ombrage.

*** Fertilisation:**

Elle ne semble pas rentable sous ombrage. Elle s'applique pour les hybrides hauts producteurs cultivés en pleine lumière, mais il faut assurer un équilibre dans les apports (voir documentation spécialisée pour les détails). Le phosphore favorise la floraison tandis que la potasse améliore la nouaison. L'azote n'est pas nécessaire si le sol est bien riche en humus.

*** Désherbage de la parcelle:**

Le désherbage ou le rabattage du recrû régulier est conseillé sur 1 m de largeur le long de chaque ligne de plantation. Le désherbage peut être mécanique ou chimique (jeunes plantations pour le deuxième cas).

*** Taille:**

Les tailles effectuées sont la taille de formation (voir documentation spécialisée), la taille d'entretien, la taille du bois mort et la taille sanitaire.

*** Travaux spécifiques à la culture du cacaoyer:**

Il s'agit du remplacement des manquants (jusqu'à 10 % parfois) et du réglage de l'ombrage (voir documentation spécialisée).

*** Protection phytosanitaire:**

Voir la partie consacrée à cet aspect.

Production de fruits et travaux de récolte

La production du cacaoyer commence 5 à 6 ans après le semis (3 à 4 ans après la plantation), mais la pleine production se situe entre 5 et 7 ans. La cabosse mûre est

jaune ou orangée. La récolte s'effectue tous les 15 jours à la main ou avec des outils spéciaux pour la récolte en hauteur. Une cabosse de 400 g produit 35 à 40 g de fèves sèches ou cacao marchand. En Afrique, le rendement est de 300 à 400 kg de cacao marchand/ha en moyenne. En bonne plantation, le rendement peut atteindre 1 à 2 t/ha, voire 3 t/ha avec les nouveaux hybrides et les engrais.

10.2 LES MALADIES DU CACAOYER

Importance des maladies

Le chocolat a ses origines dans les centres antiques des Amériques où les Mayas et les Aztèques ont cultivé le cacaoyer (*Theobroma cacao L.*) et ont extrait à partir des graines ou des fèves une boisson alcoolique hautement estimée, appelé *chocolatl*. *Theobroma* signifie la source de la " nourriture des dieux, " d'où l'origine de son nom scientifique Theo (dieu) et bromo (nourriture).

Le cacaoyer est un arbre particulièrement sensible aux maladies et aux ravageurs, qui constituent souvent des facteurs limitant de sa production. Selon la région où le cacaoyer est cultivé, une ou plusieurs de ces trois maladies (pourriture brune des cabosses, balai de sorcières et pourriture givrée des cabosses) peut atteindre des proportions épiphytiques causant des pertes économiques très importantes. Beaucoup de facteurs contribuent au déclin de la production des fèves de cacao dans le monde entier, parmi lesquels les maladies sont les plus importantes.

Tableau 23 Réduction annuelle estimée de la production potentielle par les principales maladies du cacao

Les maladies	Agent	Région	Production réduite	
			(tonnes X 1000)	(\$ million)*
Pourriture brune	<i>Phytophthora</i> sp.	Afrique, Brésil, Asie	450	423
Balai de Sorcières	<i>Crinipellis pernicioso</i>	Amérique latine	250	235
Moniliose	<i>Moniliophthora roreri</i>	Amérique latine	30	47
Vascular streak dieback*	<i>Oncobasidium theobromae</i>	Asie	30	28

Source: The World Cocoa Situation, M. Taylor, LMC International Ltd/Trade Discussions (1998)

*Le `vascular streak dieback` (**dieback à stries vasculaires**), provoqué par *Oncobasidium theobromae* se rencontre seulement en Asie, tandis que la maladie à virus le `swollen shoot`, est présente uniquement en Afrique occidentale. Ces deux maladies sont d'importance relativement mineure comparée aux autres maladies mentionnées ci-dessus.

10.2.1 Pourriture brune des cabosses *Phytophthora* spp.

Importance économique et Distribution géographique

La Pourriture brune du cacaoyer est un problème économiquement sérieux dans toutes les régions du monde où le cacaoyer est cultivé. Les pertes annuelles dues à la maladie peuvent atteindre 30-90% de la récolte. La maladie est particulièrement grave en Afrique centrale et occidentale et contribue à hauteur de 60-70% à la réduction de la production mondiale de fèves de cacao.

Agent causal

La maladie est provoquée par un complexe de *Phytophthora* spp. Les *Phytophthora* sont des pathogènes sérieux sur les cultures les plus économiquement importantes cultivées dans le monde entier, tel que *P. infestans* cause du mildiou de la pomme de terre.

Dans le passé, les *Phytophthora* du cacaoyer étaient considérés comme des isolats de *P. palmivora* (Butl.) Butler. Cette espèce a été identifiée en tant qu'un des pathogènes les plus importants dans les tropiques attaquant beaucoup d'espèces, y compris le cacaoyer, le caoutchouc, le poivrier noir, le cocotier, l'ananas et le papayer, aussi bien que les agrumes, l'avocatier et beaucoup de plantes ornementales. Les premières études avaient indiqué une certaine variation de la morphologie et des types de lésions produites sur les fèves de cacaoyer par des isolats collectés à partir de différents pays. En 1976, les isolats de *P. palmivora* du cacaoyer ont été placés dans un des quatre groupes morphologiques (MF1, MF2, MF3, et MF4). D'autres études ont redéfini les groupes morphologiques. La forme MF1 a été considérée comme *P. palmivora* type et la forme MF2 comme une variante (atypique) de *P. palmivora*. La forme MF3 a été décrite comme une nouvelle espèce, *P. megakarya* Brasier and Griffin et la forme MF4 est considérée comme *P. capsici* Leonian.. Récemment, il a été proposé que les isolats de *P. capsici* possédant des caractéristiques pathologiques et morphologiques différents soient appelés *P. tropicalis*.

Phytophthora palmivora est présent dans la plupart des pays et constitue le principal composant du complexe responsable de la pourriture brune des fèves, alors que *P. megakarya* est présent seulement dans plusieurs pays de l'Afrique occidentale. Cependant, *P. megakarya* semble être plus virulent que *P. palmivora* et devient l'espèce dominante en Afrique occidentale, se propageant à partir du Nigeria et du Cameroun à d'autres pays.

Symptomatologie

Bien que les espèces de *Phytophthora* attaquent toutes les parties de la plante de cacao, les principales pertes économiques proviennent de l'infection des cabosses. Les cabosses ou les chérelles (fèves non mûres) peuvent être infectées à partir de n'importe quel point de la surface de la cabosse, mais le plus souvent l'infection débute à l'extrémité distale et pédonculaire. La maladie provoque une lésion brun chocolat, ferme, qui se propage et peut couvrir par la suite la totalité de la cabosse. Les graines à l'intérieur de la cabosse peuvent rester intactes pendant plusieurs jours après la première infection, aussi, les récoltes fréquentes peuvent

éviter les pertes énormes de rendement. Dans le cas d'infections avancées, *Phytophthora* envahit les tissus internes des graines et provoque des décolorations et des déformations de celles-ci. Les cabosses malades noircissent par la suite et se momifient. Le pathogène provoque également la mort des jeunes plants dans les pépinières de cacaoyer en raison de l'infection de la tige et des jeunes feuilles.

Epidémiologie

La source d'inoculum de la pourriture brune des cabosses peut provenir du sol et/ou des racines infectées, tiges, feuilles et cabosses. L'infection des racines par l'inoculum résiduel du sol, n'est généralement pas source de perte économique. Cependant, le pathogène est capable de produire des spores sur toutes les parties infectées de la plante. Ainsi, les racines infectées peuvent servir de source d'inoculum pour l'infection des cabosses. Les chancres du tronc et des tiges peuvent jouer le même rôle. Une fois qu'une cabosse infectée sporule, elle devient une source d'inoculum important pour l'infection des autres cabosses.

Dans des conditions humides, les sporanges (des structures reproductrices asexuées et source secondaire de l'inoculum) se forment à la surface des racines infectées, des chancres ou des cabosses malades. Ce type de propagule peut être dispersé par les précipitations, les éclaboussures et les écoulements d'eau à la surface du sol. Quand les sporanges se trouvent dans l'eau libre, des zoospores se forment à l'intérieur des sporanges et sont libérées dans l'eau. Les zoospores sont des spores mobiles qui nagent activement vers les points d'infection et sont les propagules contagieuses primaires. Ainsi, la pluie accompagnée de vents violents est le facteur principal de la diffusion de la maladie. Les fourmis ont également été rapportées comme vecteurs de l'inoculum.

Méthodes de lutte

Le contrôle de la pourriture brune des cabosses est difficile, parce que *Phytophthora* peut persister dans le sol et sur les débris pendant plusieurs années. En outre, le pathogène peut être présent en permanence dans la canopée, et donc peut attaquer les cabosses sensibles et causer des épidémies quand les conditions environnementales deviennent favorables pour la sporulation et la dispersion. L'élimination continue des cabosses infectées et les récoltes fréquentes diminuent le risque de diffusion de la maladie. La taille régulière pour enlever les chupons infectés (petits rejets à la base de l'arbre) et augmenter la circulation de l'air (pour réduire l'humidité dans la frondaison) est un outil de gestion important de la maladie. D'autres mesures, telles que l'élimination des fèves et des cabosses infectées, peuvent avoir un certain effet sur le niveau des inocula. Cependant, dans des conditions de précipitations élevées, il est difficile d'éliminer efficacement l'inoculum et obtenir un bon contrôle. Le contrôle chimique se fonde sur l'utilisation des fongicides cuivriques et à base de métalaxyl. Cependant, elle est onéreuse, car nécessite de nombreux traitements. Par ailleurs, il y a des soucis environnementaux vis à vis de la forte utilisation des produits chimiques dans les forêts pluvieuses tropicales, puisqu'il peut apparaître des problèmes liés aux effets sur les organismes non-cibles et à l'apparition de résistance chez le pathogène. Actuellement, il n'existe pas chez le cacaoyer une résistance génétique acceptable contre la pourriture brune des cabosses. Des recherches sont en cours dans le monde entier sur cette

importante maladie du cacaoyer. Les mesures de contrôle étudiées concernent principalement les stratégies de gestion intégrée (IPM) du parasite et incluent le contrôle biologique avec des micro-organismes, la résistance génétique et induite, les pratiques culturales, les produits naturels et l'utilisation raisonnée des produits chimiques.

10.2.2 Balai de sorcière *Crinipellis pernicios* (Stahel) Singer

Distribution géographique et Importance économique

Le balai de sorcières, causé par *Crinipellis pernicios* est une maladie fongique sérieuse du cacaoyer en Amérique latine. Indigène en Amazonie, le pathogène est maintenant présent dans la plupart des régions de culture du cacaoyer en Amérique du Sud et plusieurs îles des Caraïbes. Il est présent en Bolivie, au Brésil, en Colombie, en Equateur, au Grenada, en Guyane, au Panama, au Pérou, St. Vincent, Surinam, Tobago, Trinidad, et Venezuela. Le balai de sorcières a été détecté pour la première fois dans l'état de Bahia au Brésil en 1989. Il avait envahi la principale région productrice du Brésil et détruit la production. Les rendements à Bahia ont diminué de 60% de 1990 à 1994.

Les pertes dues au balai de sorcière peuvent être supérieures à 90%.

Symptomatologie

Les tissus colonisés subissent plusieurs changements physiologiques et hormonaux menant au gonflement et à la formation de nombreuses pousses végétatives succulentes, connus sous le nom de balais, dans les coussinets de fleur et sur les bourgeons apicaux ou axillaires végétatifs. Les balais apparaissent généralement 5 à 6 semaines après l'infection. Le champignon infecte également les cabosses causant des lésions nécrotiques, une maturation inégale et diverses déformations. Les balais et les cabosses infectées brunissent progressivement et sèchent et dans les 3 à 8 mois suivant leur séchage, se forment les basidiocarpes après plusieurs périodes de sécheresse et d'humidité alternées.

Epidémiologie

Les basidiospores, seuls propagules contagieuses de *C. pernicios* sont produites dans de minuscules basidiocarpes qui se forment sur les balais et les cabosses malades pendant les périodes pluvieuses. Les basidiospores sont disséminées par le vent et doivent tomber dans l'eau pour germer et pour infecter des tissus sensibles de cacaoyer. Les points végétatifs de la plante (primordiaux des bourgeons, des boutons floraux, et les assises cambiales) se développent suite à l'infection des bourgeons terminaux et axillaires. L'infection entraîne l'hypertrophie des coussinets floraux qui émettent des pousses végétatives et des fleurs anormales en étoile ou star blooms, l'ensemble constituant le balai de coussinets. Si les cabosses sont infectées avant l'âge de 12 semaines, les graines en développement sont généralement détruites de sorte que les fèves de cacao ne sont pas produites. L'infection des cabosses plus âgées a comme conséquence l'absence ou peu de dégâts dans le contenu des cabosses.

Quelques mois après le début de la saison des pluies "les balais" restés sur les arbres, particulièrement ceux dans la partie supérieure de la frondaison, commencent à sporuler. Ceci a comme conséquence une libération de spores au-dessus du nouveau feuillage, fleur et coussinets. Il résulte de ces infections la formation de nouveaux balais. Ces nouveaux balais sporulent la saison suivante, mais les coussinets et les fleurs affectés et les jeunes cabosses déformées ne produisent pas de spores. Les cabosses infectées se développent mal n'arrivent pas à maturité, d'où une perte totale de la production. Les jeunes pousses infectées sont facilement reconnaissables et les équipes d'hygiène peuvent facilement les éliminer des arbres.

Méthodes de lutte

La gestion du cacaoyer en cas d'attaque du balai de sorcière exige la connaissance de l'épidémiologie de la maladie dans les conditions locales : périodes favorables au déclenchement de la maladie, quantité d'inoculum du pathogène et tissus sensibles de l'hôte disponibles, autres sources d'inoculum et le nombre de pousses végétatives. En outre, les connaissances agronomiques relatives à la plantation (espacement des arbres, ombrage, proximité d'autres plantations malades, incidence et sévérité des balais de sorcière dans la plantation, période de récolte, fréquence des tailles) sont essentielles.

Ces conditions et une situation économique variable rendent difficile la gestion de la maladie en respectant l'environnement et sauvegardant les intérêts économiques. La phytosanitation (élimination des balais de sorcière des arbres malades et empêcher la formation et le développement des basidiocarpes sur le matériel éliminé), contrôle chimique, évitement de la maladie et la résistance variétale constituent les moyens de gestion de cette maladie. La synchronisation et le nombre de tailles de phytosanitation sont critiques, cependant, la taille devrait être faite pendant la période sèche.

Les traitements fongicides de protection des cabosses en développement tous les sept jours, sont coûteux et habituellement inefficaces. Les cabosses produites pendant la période sèche peuvent échapper à la maladie, donc des arbres de ce type devraient être sélectionnés et employés pour le renouvellement des plantations. La résistance durable, mais pas l'immunité, offre le meilleur potentiel pour la gestion du balai de sorcières.

En raison du coût de la main-d'œuvre, les balais éliminés ne sont généralement pas enlevés du sol autour des arbres. Aussi, ces balais sporuleront-ils la saison des pluies de l'année suivante et les spores formées provoqueront davantage de dispersion et d'infection. Les branches éliminées sous les arbres, devraient être traitées par de l'huile de pétrole, utilisée contre le Sigatoka de la banane, avant le début de la saison des pluies. L'huile de pétrole n'est pas un fongicide, son action est physique ; il entrave la pénétration de l'eau de pluie dans les lésions nécrotiques des balais. L'humidité est indispensable à la formation des basidiocarpes et à leurs dispersion.

Gestion intégrée

Les arbres doivent être maintenus courts, en dessous de 4 mètres, afin que les équipes sanitaires puissent localiser facilement et éliminer proprement les balais contagieux.

Faites des tailles régulières à des intervalles de 10 à 14 jours, pour éliminer les balais et tout autre matériel infecté.

On ne devrait pas permettre au matériel coupé de rester dans la plantation et de sporuler. Pulvérisez ces balais avec de l'huile de pétrole pour rendre leurs surfaces étanches à l'eau.

Les perspectives de gestion de la maladie du balai de sorcière du cacaoyer par le contrôle biologique ont été étudiées pendant plus de 20 années menant à l'isolement d'une nouvelle espèce de *Trichoderma stromaticum*, un parasite du mycélium et des basidiocarpes de *C. perniciosus*. Au Brésil, des formulations commerciales de *T. stromaticum* sont actuellement utilisées dans la gestion du balai de sorcière. Cependant, l'action inconstante de *T. stromaticum* indique la nécessité de mieux comprendre l'interaction entre l'environnement des plantations de cacaoyer et la survie et l'établissement de ce champignon mycoparasite.

Monilliose *Moniliophthora roreri*

Importance et Distribution géographique

La monilliose du cacaoyer (ou pourriture à *Moniliophthora* des cabosses), a été pour la première fois décrite en 1933. Toutes les espèces de *Theobroma* et les espèces apparentées telles que *Herrania* peuvent souffrir de la monilliose. Rorer J. B. (1917-1925) a signalé pour la première fois la maladie en Equateur lors d'un voyage scientifique pour étudier les maladies responsables de pertes sérieuses de rendement de cacaoyer. La monilliose est actuellement localisée au nord-ouest de l'Amérique du Sud (Equateur, Pérou, Colombie) et en Amérique centrale et du sud (Nicaragua, Costa Rica et Panama). Cependant, elle constitue une menace immédiate pour le Brésil, qui est une des plus grandes régions productrices du cacaoyer de l'Amérique du Sud. Les pertes de rendement ont été estimées entre 25 et 100% si des mesures phytosanitaires fréquentes (programmes de 7-10 jour) ne sont pas mises en application.

Symptomatologie

Les conidies (les seules propagules contagieuses connues) infectent la plante en pénétrant la surface des cabosses. Celles-ci sont très sensibles pendant les 90 premiers jours de leur croissance. Les symptômes précoces incluent des régions décolorées, des enflures sur les cabosses, suivies d'une formation dense de spores de couleur crème, qui se développent à la surface des cabosses en l'espace de 2 semaines après infection. Les régions de la cabosse couverte par la sporulation se propagent rapidement et l'on estime les densités de conidies ainsi formées à 44 millions de conidie par centimètre carré. Les spores sont libérées plus tard par le vent ou par des gouttelettes d'eau pendant des périodes pluvieuses.

Méthode de lutte

La manière la plus économique de contrôler la propagation de cette maladie est d'éliminer les sources d'inoculum, constituées par les cabosses momifiées en sporulation, par des récoltes fréquentes au cours des cycles de reproduction du

cacaoyer. D'autres pratiques devraient inclure la réduction des hauteurs des arbres (maximum 3,5 m) pour faciliter l'élimination des cabosses malades, le contrôle biologique et la plantation des cultivars résistants ou tolérants.

En raison des difficultés liées à l'inexistence de traitements fongicides efficaces et rentables, des stratégies alternatives de contrôle, tel que le contrôle biologique sont étudiées au Pérou, au Panama et au Costa Rica pour contrôler la moniliose. Elles comportent l'utilisation d'agents fongiques naturels capables de parasiter le pathogène et d'empêcher la dispersion des spores fongiques (mycoparasites). Des champignons saprophytes appartenant au genre *Trichoderma* et *Clonostachys* sélectionnés pour leur aptitude au parasitisme, sont étudiés dans les essais en milieux réels.

10.3 INSECTES ET ACARIENS NUISIBLES AU CACAOYER *THEOBROMA CACAOL.* STERCULIACEAE

10.3.1 Principales espèces nuisibles

Des semis en pépinières jusqu'aux fèves stockées dans les magasins, le cacao fait l'objet d'attaques de nombreux insectes.

En pépinières, les larves de divers Coléoptères, les chenilles défoliatrices de noctuelles, les sauteriaux et les courtilières en détruisant les jeunes feuilles, pousses et racines des jeunes plants constituent les premiers ennemis à combattre.

Dans les plantations les Tragocéphales, les Scolytes, les Cochenilles, les Thrips, Punaises, Psylles, Pucerons, Chenilles, etc... sont les principaux insectes nuisibles au cacaoyer.

Tableau 24 :Inventaire des principales espèces et dégâts

ESPECES		DEGATS
<u>COCHENILLES</u>	HOMOPTERA	
<i>Aspidiotus destructor</i>	Diaspididae	Feuilles décolorées (jaunies, brunies) puis desséchées. La plante dépérit. Les feuilles s'étioilent, se décolorent et flétrissent. Plante affaiblie, malade, recouverte de fumagine.
<i>Aspidiotus trilobitiformis</i>	Diaspididae	
<i>Dysmicoccus brevipes</i> Pseudococcidae		
<i>Planococcus sp.</i> Pseudococcidae		Folioles décolorées, déformées Chute des fleurs et fruits ; transmission de virus phytopathogènes.
<i>Planococcus njalensis</i> Pseudococcidae		Envahit les bourgeons terminaux de colonies blanches - arrêt de croissance.

<i>Ferrisia virgata</i> Pseudococcidae		Recouvre les fruits qui avortent jeunes – colonies de cochenilles ovales brillantes et brunes.
<i>Stictococcus sjöstedti</i> Sticlococcidae		
<u>PUCERONS</u>	HOMOPTERA	
<i>Aphis gossypii</i> <i>Aphis spiraecola</i> <i>Toxoptera aurantii</i>	Aphididae Aphididae Aphididae	Déformation foliaire, folioles crispées, couverte de fumagine. Feuilles jaunies, tordues, enroulées, boutons floraux et fruits flétris. Croissance ralentie ou arrêtée. Extrémité des rameaux et boutons – avortement des boutons et fleurs – piqûre-sucion, jaunissement et chute prématurée des fruits.
<u>PUNAISES</u> HETEROPTERA		<u>Ponctions</u> : rameaux, feuilles, bourgeons. Décoloration des organes, chute foliaire. Organes déformés, feuilles et fruits troués – bruns foncés.
<i>Agonoscelis sp.</i> <i>Helopeltis sp.</i>	Pentatomidae Miridae	
<i>Distantiella theobroma</i> (Syn. : <i>Sahlbergella theobroma</i>) <i>Sahlbergella singularis</i> <i>Theraptus devastans</i> (<i>T. carmelita</i>)	Miridae Miridae Coreidae	<u>Pétiole des feuilles, tiges, branches, rameaux, pédoncules et fruits</u> – développement des champignons sur les lésions faites par les attaques – décoloration et chute des feuilles.
<u>PSYLLE</u>	HOMOPTERA	
<i>Mesohomotoma tessmanni</i> Psyllidae		Attaques des larves et adultes – piqûres et sucion des parties terminales, boutons floraux, feuilles, rameaux, boursoufflures des organes, atrophie des boutons floraux, dessèchement des extrémités – organes recouverts de flocons blancs.

<u>COLEOPTERES</u>	COLEOPTERA	
<u>Foreurs de troncs, branches et rameaux</u>		
<i>Apate monachus</i>	Bostrychidae	Les adultes creusent des galeries dans les troncs.
<i>Xyleborus perforans</i>	Scolytidae	Perfore des tunnels dans les rameaux et branches, (les larves creusent des galeries)
<i>Glenea fasciata</i>	Cerambycidae	Larves creusent l'écorce puis le cambium ---→ écoulement de gomme.
<u>Tragocéphates (Longicornes)</u>		
<i>Tragocephala guerini</i>	<i>Cerambycidae</i>	Les femelles déposent leurs œufs sous l'écorce – les larves creusent des galeries longues et axiales dans les branches et troncs qui sont troués à égales distances pour l'aération et l'évacuation des déchets. Il n'y a qu'une larve par galerie mais plusieurs galeries par plante.
<i>Tragocephala nobilis</i>	"	
<i>Tragocephala chloris</i>	"	
<u>Feuilles et racines</u>		
<i>Anomala denuda</i>	Scarabaeidae	Les adultes rongent les feuilles et les bourgeons – les larves terricoles rongent les racines.
<u>Fèves (Graines) stockées</u>		
<i>Lasioderma serricorne</i>	Anobiidae	Les larves se nourrissent de graines (fèves) qu'elles creusent de trous et vident le contenu. Les attaques se font sur les stocks.
<i>Necrobia rufipes</i>	Cleridae	

<p><u>CHENILLES</u> LEPIDOPTERA</p>	<p>Les chenilles attaquent les plantes en pépinières, dévorent les feuilles. Les chenilles dévorent jeunes feuilles et bourgeons terminaux, arrêt de croissance.</p> <p>Les chenilles creusent des galeries dans le tronc et les branches. Le trou est rempli de déchets et de soie.</p> <p><u>Fruits</u> : les chenilles attaquent les fruits (cabossent) y creusent des trous. Les chenilles rongent les fèves stockées. Les chenilles rongent les fèves et les agglomèrent avec les excréments et soie.</p>
<p><u>Destruction feuilles et bourgeons</u></p> <p><i>Characoma strictigrapta</i> Noctuidae <i>Earias biplaga</i> Noctuidae</p>	
<p><u>Foreurs des troncs et branches</u></p> <p><i>Eulophonotus myrmeleon</i> Cossidae</p>	
<p><u>Foreuses des fèves (graines)</u></p> <p><i>Characoma strictigrapta</i> Noctuidae <i>Corcyra cephalonica</i> Pyralidae <i>Ephestia cautella</i> Pyralidae</p>	
<p><u>FOURMIS</u> HYMENOPTERA</p>	<p>Destruction de fleurs et jeunes fruits perforés de trous.</p> <p><u>Destruction des feuilles</u> par la fabrication des nids et élevage d'Homoptères phytophages (pucerons cochenilles) pour exploitation de miellat.</p>
<p><i>Crematogaster sp.</i> Formicidae C. depressa ; C. africana</p> <p><i>Oecophylla sp.</i> Formicidae O. longinoda ; O. smaragdina</p>	
<p><u>THRIPS</u> THYSANOPTERA</p>	<p>Piqûres et sucions des feuilles qui se décolorent, brunissent, présentent des tâches chlorotiques, se recroquevillent et se dessèchent.</p>
<p><i>Selenothrips rubrocinctus</i> Thripidae <i>Thrips tabaci</i> Thripidae</p>	
<p><u>TERMITES</u> ISOPTERA</p>	<p>Couvrent la base des troncs de construction, pèlent le tronc, profite des blessures, rongent les racines superficielles.</p>
<p><i>Macrotermes sp.</i> Termitidae <i>M. subhyalinus</i> ; <i>M. bellicosus</i></p>	

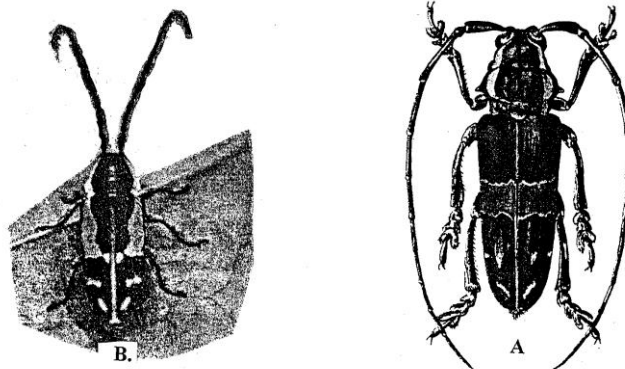


Figure 40 : A. *Trogocephala guereni* B. *Trogocephala nobilis* (d'après BUYCKX), 1962).

10.3.2 *Sahlbergella singularis* (Hagl.)

Noms usuels : Capside du cacao ; Pou du cacaoyer, Punaise de l'écorce

1. Position systématique

Ordre : Heteroptera

Famille : Miridae (Capsidae)

2. Description

La punaise adulte de cette espèce est de couleur brunâtre à grise plus claire ventralement. Elle est de forme ovale et mesure 10 mm chez la femelle, 9 mm pour le mâle. La face ventrale du corps est de couleur toujours plus claire que la face dorsale.

La tête se rétrécit en arrière des yeux qui sont relativement gros et très proéminents.

Les segments des antennes sont renflés en massue.

Le thorax et l'écusson sont ornés de tubercules irréguliers.

- Les larves sont de même couleur que les adultes, mais sont arrondies et avec uniquement des ébauches alaires.

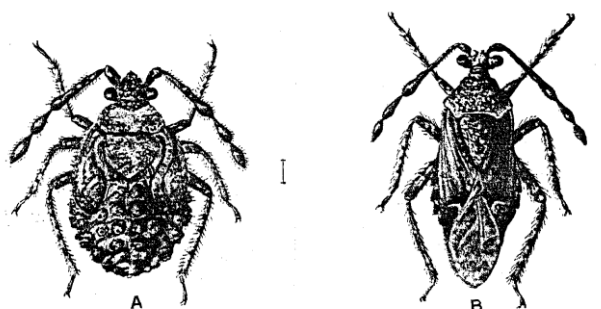


Figure 41 : *Sahlbergella singularis*. A. Larve – B. Adulte (d'après BUYCKX 1962)

3. Bioécologie

S. singularis est une punaise largement connue en Afrique dans toutes les zones de culture du cacaoyer.

Les populations de punaises sont surtout nombreuses en saison froide dans les plantations.

C'est un insecte hétérométabole à reproduction sexuée. Les femelles sont ovipares. Elles émettent des phéromones sexuelles attractives de mâles. Après la fécondation elles insèrent leurs œufs dans les tiges, les pédoncules des fruits, le pétiole des feuilles.

L'incubation dure 2 à 3 semaines selon la température du milieu ambiant. Le développement post-embryonnaire comprend 5 stades larvaires et se déroule en 3 à 4 semaines.

Larves et adultes sont phytophages et se déplacent peu bien que les imagos effectuent souvent des vols nocturnes.

Les punaises et leurs larves se dissimulent assez facilement sur le cacaoyer à cause de leur homochromie et de la vie discrète qu'elles mènent souvent cachées derrière les cabosses, branches, tigelles, ou dans les crevasses du tronc. Elles se laissent souvent tomber sur les branches basses ou sur le sol afin d'échapper à leurs ennemis.

4. Plantes-hôtes

Outre le cacaoyer, le capsid du cacao, est observé également sur le Kapokier, le colatier, le cotonnier, etc...

Sur le cacaoyer les punaises vivent groupées près du pédonce ou des cabosses.

5. Dégâts

Les larves et adultes de cette punaise piquent et sucent surtout les jeunes organes du cacaoyer (Pédoncule de fruits, pétioles de feuilles, tigelles, jeunes cabosses, branches, tiges...).

Les dégâts se manifestent sur les organes atteints par :

- des lésions dues à l'action mécanique du rostre des punaises, mais surtout à l'action lissante de la salive digestive injectée dans les tissus.

Ces lésions, d'abord en creux noirs, s'allongent en fentes par la suite quand les organes attaqués se dessèchent.

Elles sont en chancres sur les tiges, branches et ramifications en tâches noires, arrondies ou ovales sur les cabosses dont certaines pourrissent.

Les feuilles piquées, les gourmands et rameaux atteints se dessèchent et tombent.

Les lésions constituent par ailleurs des voies d'entrée pour nombreux germes parasites dont des champignons et des virus.

Les dommages causés au cacaoyer par ces miridae sont localisés par la base des pédoncules des cabosses ou à l'aisselle des rameaux ou aux zones de contact du tronc et du fruit ou de 2 fruits.

Les dommages foliaires peuvent être situés au sommet de la couronne de manière saisonnière sans conséquence pour la croissance de la plante ou provoquer la mort des rameaux terminaux de la cime responsable de la croissance de la plante.

Dans ce dernier cas, la plante réagit en développant des rameaux latéraux de compensation avant de dégénérer.

Souvent quand l'attaque est localisée, on observe le développement de nombreuses pousses basales, tandis que les organes atteints de chancres entomologiques, se dessèchent, deviennent stériles et meurent.

6. Moyens de lutte

La combinaison judicieuse de méthodes de lutte disponibles et appropriées est une approche avantageuse dans la lutte contre le pou du cacao.

Il faut créer les meilleures conditions favorables au développement de la plante et observer correctement les mesures d'entretien de la plantation.

Une inspection régulière permet de détecter à temps les 1ères punaises.

Il faut procéder au désherbage de la plantation, nettoyer le sol de tous les résidus végétaux (y compris les cabosses inutiles).

Il faut tailler les rameaux atteints, éliminer les gourmands et les brûler.

Il faut nettoyer les troncs des jeunes arbres et les badigeonner avec un insecticide organophosphoré.

Tout traitement chimique doit tenir compte de l'environnement agricole et des équilibres naturels.

10.3.3 *Planococcoides njalensis* (Laing)

Syn : *Pseudococcus exhibitialis*

Nom usuel : Cochenille farineuse du cacao d'Afrique Occidentale

1. Position systématique

Ordre : Homoptera

Famille : Pseudococcidae

2. Description

Cette cochenille comme les autres coccides présente un dimorphisme sexuel marqué par des mâles ailés plus petits des femelles aptères plus grandes ressemblant plus aux larves qu'aux formes adultes ordinaires.

Le corps est arrondi, brun à jaunâtre, couvert d'une sécrétion farineuse blanche. Il porte 18 paires de filaments cireux marginaux et une large ligne médio-dorsale.

Le mâle porte une seule paire d'ailes.

Dans la colonie on trouve de nombreuses femelles adultes, des larves à différents stades et des mâles morphologiquement différents.

3. Bioécologie

Cette cochenille probablement strictement Ouest-africaine est un insecte phytophage à métamorphoses incomplètes vivant essentiellement dans la forêt tropicale.

Les sexes sont séparés, la reproduction peut être bisexuée ou parthénogénétique télytoque à tendance géographique. Les femelles sont ovipares.

Après leur fécondation, les femelles déposent leurs œufs qu'elles protègent d'une couche de sécrétion floconneuse.

Une femelle vit environ un mois au cours duquel elle pond 30 à 40 œufs. Le mâle vit une semaine à peine.

L'incubation, de courte durée est d'environ 10 minutes. Dès leur éclosion, les larves néonates commencent à piquer la plante-hôte pour s'alimenter de suc cellulaire.

Les larves femelles passent par 3 stades larvaires avant d'être adultes.

Le cycle biologique dure 30 à 60 jours voire plus selon les conditions locales.

Une colonie de cette cochenille peut compter jusqu'à 3000 individus. Elle est souvent protégée par les fourmis (*crematogaster*) avec lesquelles elle vit en mutualisme sous un abri fait de fibres végétales et d'hyphes.

La dissémination de l'espèce est assurée par ses larves I mobiles (*crawler*), le vent et par les fourmis.

La saison sèche semble favorable à la pullulation et à la dispersion de *P. njalensis*.

4. Plantes-hôtes

P. njalensis est une espèce phytopolyphage rencontrée sur plus de 100 espèces végétales tant cultivées que spontanées et réparties entre plus de 28 familles botaniques.

Citons outre de nombreuses essences forestières, l'avocatier, le cacaoyer, le caféier, le kolatier etc...

5. Dégâts

Cette cochenille farineuse s'attaquent de préférence aux boutons floraux, fleurs, fruits sur lesquels par piqûre-sucion elle prélève le suc cellulaire pour s'alimenter.

Les organes atteints peuvent chuter.

Ces dégâts directs de spoliation sont peu importants par rapport aux dommages que cette cochenille cause par la vection de virus phytopathogènes.

La transmission assurée principalement par les crawlers, larves de 1^{er} stade, très mobiles se fait suivant le mode non persistant ou tout au plus selon le mode semi-persistant.

Ainsi, cette cochenille interviendrait dans la transmission des 3 principales espèces virales suivantes :

- **CSSV** : Cacao Swollen Shoot Virus qui provoque la maladie des gonflements nodaux et internodaux des bourgeons et pousses. Il est le plus répandu et le plus virulent.
- **CNV** : Cacao Necrosis Virus qui provoque la maladie de nécroses du cacaoyer.
- **CMLV** : Cacao Mottle Leaf Virus qui cause la maladie de la marbrure des feuilles de cacaoyer.

Les conséquences néfastes de ces viroses sont énormes sur la production de cacao dans les régions de cultures infestées.

6. Moyens de lutte

Il faut créer les conditions favorables au développement des ennemis naturels de *P. njalensis* parmi lesquels on peut citer :

- Hyménoptères Encyrtidae
- *Anagyrus spp.* ; *Clausenia spp.* ; *Leptomastix bifasciatus* ; *Neodiscodes martinii*.
- Diptère Cecidomyiidae : *Schizobremia coffeae*
- Coléoptères Coccinellidae : *Platynaspis higginsii* ; *Scymnus spp.*

Malgré leur impact relativement faible sur les populations de la cochenille farineuse du Cacaoyer, ces ennemis doivent être protégés dans le cadre du respect des équilibres naturels.

- L'exécution correcte des techniques d'entretien et de suivi de la plantation permet aux arbres de mieux résister aux attaques de la cochenille.
- Il faut éliminer si possible les plantes infestées, appliquer si cela se justifie un insecticide tel que le diméthoate afin de circonscire le foyer.
- La pulvérisation d'huiles minérales non phytotoxiques et asphyxiante peuvent réduire le niveau des populations.

L'association judicieuse de plusieurs méthodes de lutte donnera sûrement des résultats bien meilleurs à ceux d'une seule.

10.3.4 *Earias biplaga* Wlk

Syn. *Earias citrina*

Nom usuel : Chenille épineuse du cotonnier

1. Position systématique

Ordre : Lepidoptera

Famille : Noctuidae

2. Description

- Le papillon : l'adulte mesure 12 mm de long pour une envergure de 20 mm.

- Les ailes antérieures sont de couleur vert métallisé à jaune or avec une frange marginale (apicale) marron foncé à brun sombre. Elles portent en outre trois lignes transversales plus ou moins nettes et un point discoïdal au centre.

Les femelles se distinguent par la présence sur leurs ailes antérieures d'une tâche brune médiane entre la tâche discoïde et leur bord postérieur.

Les individus de la saison des pluies ont les ailes antérieures vertes tandis que celles des individus de saison sèche sont jaunes à brun foncé.

- Les ailes postérieures sont blanc satiné.

- La chenille : la larve est de couleur brune de base, mais cette coloration peut varier du vert olive au jaunâtre. La chenille mesure 15 à 20 mm de long. Elle est trapue, porte des tubercules sérifères charnus (épines) prolongés par des longs poils sur chaque segment. La chenille porte en outre dorsalement une bande plus claire et quelques dessins gris et orangés.

- La chrysalide : elle est de couleur marron foncé à brun clair et mesure 10 à 13 mm de long. Le dernier segment abdominal porte 3 petites protubérances ventro-latérales.

Elle vit enfermée dans un cocon de soie brun en forme carène ou de bateau retourné.

- L'œuf : il est sphérique, de couleur bleu-vert et mesure de 0,5 à 0,6 mm de diamètre.

3. Bioécologie

E.biplaga est un insecte hygrophile limitée essentiellement à l'Afrique tropicale au sud du Sahara où il abonde en saison pluvieuse et dans les zones forestières.

Il est holométabole, les sexes sont séparés, la reproduction est bisexuée et les femelles ovipares. Les adultes, de mœurs nocturnes se nourrissent de nectar.

La femelle pond isolément ses œufs sur les organes de la plante-hôte (boutons floraux, fleurs, feuilles, tiges, etc...).

La fécondité, fonction des conditions alimentaires varie de 50 à 500 œufs.

L'incubation dure 3 à 5 jours.

A l'éclosion, les chenilles commencent à se nourrir aux dépens des parties tendres des bourgeons, fruits, des tiges, des pousses sur lesquels elles peuvent vivre en mineuses après pénétration.

La vie larvaire est de durée variable en fonction de la température ambiante. Elle est de 10 à 20 jours. La larve au terme de son développement se confectionne un cocon dans lequel a lieu la chrysalidation qui dure 9 à 16 jours.

Le cocon de la chrysalide peut être enfoui dans le sol ou dans les débris végétaux, ou être fixé sur la plante hôte.

Le cycle biologique est sans diapause, elle est de durée variable en fonction de la température et se déroule sur une période pouvant atteindre les 3 mois.

L'espèce est polyvotine, phytopolyphage.

4. Plantes-hôtes

L'espèce est polyphage. En plus du cacaoyer, elle attaque le cotonnier, le gombo, l'oseille, certains Bombacaceae, Tiliaceae, etc...

5. Dégâts

Sur le cacaoyer, la chenille épineuse du cotonnier est un phyllophage. Elle recherche activement les jeunes feuilles et les bourgeons foliaires qu'elle ronge.

Pendant les fortes pullulations, les organes génératifs des jeunes plants sont dévorés et la pépinière détruite. Les dégâts dans ce cas peuvent engendrer des pertes importantes.

6. Moyens de lutte

E.biplaga connaît de nombreux ennemis naturels dont les Hyménoptères *Agathus aciculatus*; *Bracon spp.*; *Apanteles spp.*; *Rogas aligharensis*; *Trichogramma brasiliense*.

Ces hyménoptères causent la mort de nombreuses chenilles épineuses du cotonnier.

- Une inspection régulière et une surveillance constante permettent de détecter à temps les attaques des premières chenilles.

Les applications de bouillies de graines de neem sont efficaces dans les traitements en pépinière.

On peut si les attaques sont localisées, l'utiliser sur les arbres âgés en pleine production.

Toute intervention insecticide peut être efficace mais ne devrait être appliquée que si elle se justifie car les chenilles épineuses (*Earias*) sont très sensibles aux pesticides chimiques de synthèse.

Au besoin il faut choisir les pyréthrinoides de synthèse. Pour le contrôle de *E. biplaga* l'approche intégrée doit être privilégiée dans la lutte.

CHAPITRE
LES PALMACEES

11 LE DATTIER

11.1 ECOLOGIE, IMPORTANCE ET TECHNIQUES DE CULTURE

11.1.1 Origine et distribution géographique

1. Origine

Le dattier ou palmier dattier est l'une des espèces botaniques cultivées les plus anciennes (4.000 à 3.000 ans avant Jésus Christ). On pense que l'aire d'origine du dattier est l'Inde ou la région du Golf persique.

2. Distribution

De son aire d'origine, le dattier s'est répandu sur les régions où le climat était favorable à son implantation de sorte qu'on le rencontre de nos jours dans plusieurs régions ou pays du monde comme par exemple l'Inde, le Bangladesh, le Pakistan, le Golf persique, la Malaisie, l'Indonésie, le Golf arabe, l'Afrique (Maghreb et régions semi-arides), les Etats Unis (Sud de la Californie), l'Espagne et Zanzibar.

11.1.2 Taxonomie

Le dattier est classé dans le règne végétal de la manière suivante:

- Embranchement: Phanérogame Angiosperme;
- Classe: Monocotylédone;
- Famille : Palmacée (*Palmaceae*);
- Genre: *Phoenix*;
- Espèce: *Phoenix dactylifera* L.

11.1.3 Importance économique, nutritionnelle et environnementale

1. Importance économique

Le dattier est cultivé pour la pulpe de son fruit (la dattes), sa graine, son bois, ses feuilles et son lif. Sur le plan mondial, ce sont les dattes qui fond l'objet d'échanges à plus grande échelle. En effet, la production qui était de 1.690.000 de tonnes en 1964/65 est passée à 4.226.000 tonnes en 1995. Parmi les pays gros producteurs de dattes, on peut citer l'Iraq, la République Arabe Unie, l'Iran, l'Arabie Saoudite, l'Algérie.

Les autres produits tirés du dattier sont utilisés ou vendus localement. Il s'agit de:

* **Tronc (tige):** utilisé en menuiserie pour la fabrication des charpentes des maisons.

* **Feuilles ou palmes:** servent à la confection des toits et des terrasses, des clôtures des parcelles, à la vannerie et sparterie (paniers, chapeaux, nattes, couffins). Leurs rachis sont utilisés pour la fabrication des meubles.

- **Lif ou couche fibreuse en dessous de l'écorce:** sert à la fabrication de cordes, de ficelles et de tissages divers.

2. Importance nutritionnelle

La datte présente un double intérêt en ce sens que ses deux parties, la pulpe et la graine, sont consommées.

* **La pulpe:** elle est directement consommée par les hommes ou après transformation en pâtes, confiture, farine ou alcool. La composition de la pulpe en éléments nutritifs est la suivante:

- Eau:	13,8 %;
- Glucides:	70,6 %;
- Protéines:	1,9 %;
- Lipides:	2,5 %;
- Cendres:	1,2 %;
- Fibres:	10,0 %.

Un (1) kg de pulpe de dattes mûres procure 3.000 calories.

* **La graine:** elle sert à l'alimentation animale. Un (1) kg de graines procure 1.300 calories. Un (1) kg de graines concassées est égale à une unité fourragère.

3. Importance environnementale

De par sa plasticité et sa rusticité, le dattier joue un rôle très important dans la protection de la nature. Il permet à l'homme de vivre dans le désert, un des milieux les plus hostiles du monde.

11.1.4 Biologie et écologie

1. Biologie

Le dattier (voir **figure 42**) est un arbre à tronc (tige) cylindrique pouvant atteindre 30 m de haut et 1,10 m de diamètre. Cette tige non ramifiée émet à sa base des rejets utilisés pour la multiplication. Cependant, des gourmands peuvent se former sur la tige de certains pieds à différents niveaux. Le système racinaire est fasciculé, dense et peut s'étendre chez l'arbre adulte jusqu'à 6 m de profondeur dans le sol à la recherche de l'eau.

Le système foliaire est sous forme d'une couronne à l'extrémité du tronc. Les feuilles ou palmes sont composées pennées, nombreuses (jusqu'à 200) et peuvent vivre de 3 à 7 ans. On compte jusqu'à 250 folioles disposées en 2 rangées de chaque côté de la nervure centrale (rachis). Le rachis présente des épines à sa base. L'arbre émet 10 à 20 palmes chaque année à partir du cœur de la couronne foliaire (phyllophore).

Sur le plan de la floraison, le dattier est dioïque (sexes séparés sur des pieds différents). Chez les deux sexes, 40 à 130 épis (épillets) portent chacun 15 à 90 fleurs groupées en inflorescence protégée par de grandes bractées ligneuses closes (spathes) qui s'ouvrent à la maturité des organes sexuels. Les fleurs sont presque sessiles, de couleur ivoire ou plus ou moins jaune ou vert selon le sexe et la variété. Les fleurs mâles produisent du pollen blanc crémeux à odeur caractéristique de pâte de pain.

La fécondation est faite naturellement par le vent lorsque les palmiers mâles sont mélangés aux femelles à 50 %. Elle s'effectue artificiellement à partir de 2 % de pieds mâles producteurs d'inflorescences mâles à récolter (en principe avant l'ouverture de la spathe) et à déposer sur les femelles ou en saupoudrant un mélange de pollen et

support poudreux (exemple: talc, cendre) au moyen d'une poudreuse munie d'un tuyau allongé.

Le fruit est jaune, rouge, bordeaux ou brun à maturité. Il se développe en 100 à 250 mois selon les variétés et les conditions de milieu. La production de fruits commence au bout de 5 à 6 ans après la plantation suite à l'emploi de rejets de 15 à 20 kg bien entretenus, mais elle n'est rentable économiquement qu'à partir de 10 ans.

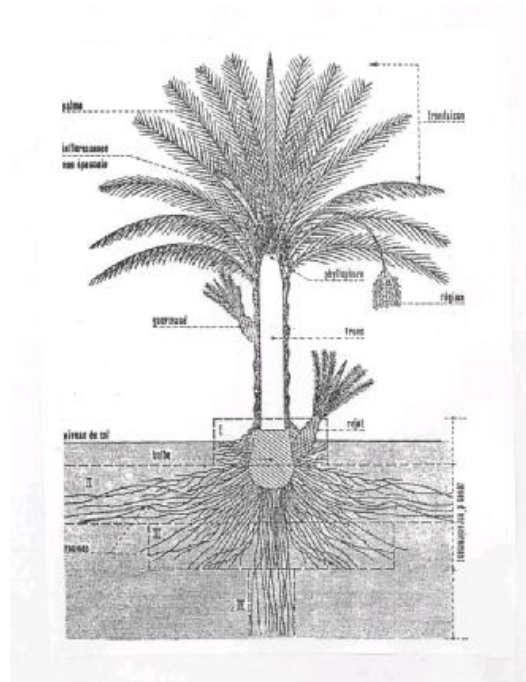


Figure 42: Schéma d'un pied adulte de palmier dattier

2. Ecologie

* Climat:

Le climat doit être chaud, sec et ensoleillé pour que la production soit normale.

- **Température:** les extrêmes sont 7 °c et 45 °c. La végétation est maximale entre 32 et 38 °c. Les palmes gèlent à -9 °c et la végétation est arrêtée à 45 °c. Cependant, le dattier peut supporter jusqu'à 60 °c s'il dispose correctement d'eau. Les besoins cumulés en chaleur sont de 3.700 à 5.500 °c.

- **Eau:** les besoins sont de 25.000 m³ d'eau/ha/an. Cependant, 15.000 m³ conviennent si le dattier bénéficie d'une pluviométrie de 450 mm et d'une nappe à 5 m de profondeur.

* Sol:

Il doit être neutre, léger, bien drainé, assez fertile. Le dattier supporte la salinité de l'eau si le sol est perméable.

11.1.5 Ressources génétiques

Le patrimoine génétique est assez diversifié. Il existe plusieurs variétés ou clones. Elles sont réparties en 3 groupes selon la qualité des dattes:

* **Variétés à dattes sèches:** couleur claire, consistance dure, texture farineuse. Elles sont consommées localement.

* **Variétés à dattes semi-molles ou semi-dures:** elles sont exportables.

* **Variétés à dattes molles:** elles sont très aqueuses et subissent un séchage. Elles sont exportées.

Exemple de variétés:

- | | | | |
|----------------|-------------|--------------|-------------|
| - Deglet Nour; | - Thuri; | - Asharasi; | - Kasbeh; |
| - Zadihi; | - Halawi; | - Khadhrawi; | - Amri; |
| - Fard; | - Ghars; | - Rhars; | - Hayani; |
| - Majhul; | - Manakhir; | - Saidi; | - Tabirzal; |
| - Bou Faggous; | - Siwi. | | |

11.1.6 Mode de propagation et de multiplication

La règle pour la multiplication du dattier est celle à partir de rejets prélevés à la base du tronc. Les méthodes de culture in vitro sont applicables pour certaines et en études pour les autres.

1. Multiplication par rejets

C'est la méthode traditionnelle. Un dattier peut, en effet, produire 5 à 40 rejets suivant les variétés. Le rejet est séparé délicatement du pied mère lorsqu'il a entre 15 et 20 kg. Cette méthode présente l'inconvénient de limiter le remplacement des pieds devenus vieux ou la mise en place de nouvelles plantations.

2. Multiplication par culture in vitro

Trois techniques sont utilisées ou en étude pour la multiplication in vitro:

* **La prolifération par bourgeonnement axillaire:** elle s'effectue à partir de bourgeons axillaires prélevés à la base des palmes des rejets (voir la documentation spécialisée pour les détails). Elle est la seule permettant l'obtention de vitroplants produisant des dattes conformes à celles du pied "mère".

* **La réversion d'ébauches florales:** voir la documentation spécialisée pour les détails.

* **L'embryogenèse somatique:** à partir des tissus prélevés au niveau des racines, des rejets et de la couronne foliaire (voir la documentation spécialisée pour les détails).

11.1.7 Itinéraire technique

1. Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

*** Critères de choix de la parcelle:**

Les exigences en sol et en eau sont les deux principaux critères à prendre en compte.

*** Travaux préliminaires d'aménagement:**

Les travaux préliminaires d'aménagement sont le nivellement, l'installation du système d'irrigation et de drainage, la mise en place de brise-vents.

- Nivellement:

Il consiste à niveler le terrain tout en lui imprimant une pente optimale de 1 à 5 % afin d'assurer plus tard une bonne circulation des eaux d'irrigation et de drainage.

- Installation du système d'irrigation:

Le terrain est divisé en planches communiquant par une pente de 3 %. Le centre est occupé par les cultures basses et les ados (talus) par les dattiers. Le système de drainage est constitué par 1 drain toutes les 2 rangées de dattiers si l'eau d'irrigation contient 7 g de sel/l et toutes les rangées dans le cas de 9 g/l.

- Mise en place de brise-vent:

Il est recommandé de faire 3 lignes de brise-vents espacées de moins de 50 m à une distance de 50 à 100 m de la limite des dattiers et placées si possible perpendiculairement aux vents dominants ou avec un angle de 45 ° (brise-vents à défilement). Il est aussi conseillé de planter des palmes contre les vents de sable.

2. Choix des variétés (clones)

Voir la partie 2.10.5.

3. Production de jeunes plants

Voir la partie 2.10.6.

4. Travaux pour la plantation des arbres

*** Piquetage:**

Le dispositif en carré est le plus utilisé, avec des écartements de 7 m x 7 m à 10 m x 10 m.

*** Trouaison:**

Il est recommandé de creuser des trous dont les dimensions varient de 50 cm x 50 cm x 50 cm à 1 m x 1 m x 1 m.

5. Travaux de plantation des arbres et d'entretien

*** Plantation des arbres:**

Les rejets de 15 à 20 kg, délicatement prélevés sans les arracher, sans hachures et sans blessure large, sont plantés dans des trous secondaires de 35 à 40 cm selon leur grosseur. La plaie de coupe est badigeonnée avec un fongicide et cicatriciel. De la fumure de fond est incorporée au sol de trouaison avant le rebouchage du trou de plantation.

Les plants sont ensuite protégés avec des palmes sèches ou des roseaux. Un arrosage est effectué immédiatement pour rasseoir le sol. Les rejets mâles sur lesquels le pollen sera plus tard prélevé doivent provenir de palmiers vigoureux, avec hampes florales bien larges et produisant régulièrement beaucoup de pollen fertile. On conseille le rapport d'un pied mâle pour 40 pieds femelles.

* Irrigation:

L'irrigation se fait par planches, par cuvettes ou par sillons. La quantité à apporter est de 3.000 m³ d'eau/ha par séance d'irrigation, avec une fréquence de tous les 10 jours pendant la saison sèche et tous les 25 à 30 jours en saison fraîche.

* Fertilisation:

Il est recommandé d'épandre 250 g d'azote/pied durant les 6 premières années et d'adopter ensuite le calendrier du **tableau 24**.

Tableau 24. Calendrier de fertilisation du palmier dattier en fonction de l'âge en 2 fois, soit après la récolte (fumier, 1/3 azote et phosphore) et à la fécondation (2/3 azote)

6 ans	Production en dattes (kg/ha)	Fumier (kg/ha)	Engrais complémentaires(kg/ha)	
			Azote	Acide phosphorique
9 ans				
12 ans	800	1.000	40	20
15 ans	2.000	2.000	50	20
	4.500	4.000	70	20
	6.000	8.000	100	30

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'agronome).

* Désherbage de la parcelle

Il concerne surtout la base des troncs.

* Taille:

Il s'agit de la taille d'entretien qui consiste essentiellement en la suppression des palmes sèches chaque année et à sevrer (couper) les rejets de plus de 20 kg afin de soulager le pied-mère ou pour constituer la pépinière.

* Travaux spécifiques à la culture du palmier dattier:

Il s'agit surtout de la pollinisation des inflorescences femelles avec les inflorescences mâles. Elle doit être faite artificiellement à chaque floraison s'il y a moins de 50 % de palmiers mâles dans la plantation.

6. Production de fruits et travaux de récolte

Le palmier dattier commence à produire les fruits à l'âge de 5 à 6 ans. La récolte se fait soit par grappillage (récolte progressive des dattes sur les régimes selon la maturation), soit par <<récolte totale>>. Un palmier dattier bien entretenu peut produire 60 kg de dattes/récolte.

11.2 LES MALADIES DU DATTIER

11.2.1 Le bayoud *Fusarium oxysporum* f. sp. *Albedinis* (Killian & Maire) Gordon

Distribution et importance

Le bayoud présente de grandes similitudes avec la fusariose vasculaire du palmier à huile. La maladie est répertoriée au Maroc et en Algérie où elle a ravagé des milliers de palmiers. Au Niger et en Mauritanie, l'incidence de la maladie est plus faible, mais est en constante progression.

Symptômes

Le premier symptôme extérieur est l'aspect plombé que prend une palme de la couronne moyenne du palmier. Les folioles se dessèchent d'abord du même côté du rachis de la base du sommet, se repliant progressivement vers le rachis et prenant une couleur blanchâtre ; ce dessèchement gagne ensuite les folioles du côté opposé, de haut en bas. Le rachis est marqué d'une strie longitudinale brune. Les palmes voisines se dessèchent les unes après les autres et tout l'arbre meurt.

Les racines atteintes sont de couleur rougeâtre. Une coupe du stipe montre des taches brunâtres et celle du rachis une zone rouge piquetée de points plus ou moins foncés au niveau des vaisseaux conducteurs.

Epidémiologie

La maladie est une trachéomycose. La durée d'incubation n'est pas connue. Le champignon se multiplie et se conserve sur les débris de palmiers et dans le sol à des profondeurs atteignant plus d'un mètre. Le henné est également un porteur sain. La dissémination du pathogène dans la même palmeraie se fait de proche en proche, suivant en général les vallées. La dispersion sur de longue distance est surtout associée par le transport des rejets de palmier ou tout autre organe végétal infectés (palmes, bois, folioles, etc.).

L'exploitation intensive du sol sous palmiers, nécessitant des irrigations abondantes, intervient de façon prépondérante pour faciliter l'extension des maladies.

Principes de lutte

La lutte est surtout préventive et est basée sur la quarantaine et la sanitation (prohiber le transport du matériel végétal et du sol des zones infestées vers les zones saines).

Arracher et brûler les palmiers se situant à 40 m du centre du foyer de la maladie dans le cas d'une détection précoce afin d'éradiquer la maladie. Toutefois, le sol doit être désinfecté à la chloropicrine et interdit de culture et de mouvement par un fossé profond, grillagé et entouré de grillage.

11.2.2 La pourriture à *Thielaviopsis* *Ceratocystis paradoxa*

Stade anamorphe *Chalara* (*Thielaviopsis*)
paradoxa

Importance et distribution

Diverses espèces de palmiers et le cacaoyer sont attaqués (voir § maladie du cocotier).

Symptômes

Le champignon envahit les racines du dattier (où il provoque des nécroses), aussi bien que les parties aériennes. Dans ce cas, la maladie présente plusieurs fasciés :

- Un dessèchement noir des feuilles
- Une pourriture des inflorescences
- Une pourriture du cœur et du stipe
- Une pourriture du bourgeon terminal

Les symptômes de pourriture du cœur et du stipe et de la pourriture du bourgeon terminal sont les plus graves, puisqu'ils peuvent entraîner la mort de l'arbre. Le palmier atteint de pourriture peut survivre et continuer son développement ; dans ce cas, la progression de la nécrose est arrêtée et un bourgeon latéral détruit. L'arbre montre alors une courbure caractéristique d'où le nom de "**mejnoun**" (**fou**) donné par les agriculteurs mauritaniens à cette maladie. La courbure peut se produire également quand le champignon attaque une partie seulement de la couronne. Dans tous les cas les arbres atteints montrent sur les pétioles et les nervures des feuilles, les axes des inflorescences, les fruits et le bourgeon terminal, des lésions dures, de couleur brun - foncé ou noire et d'aspect charbonneux.

Epidémiologie

Le champignon se conserve par le mycélium dans les tissus de l'hôte et les périthèces. Il se dissémine par les conidies formées en chaîne sur les lésions et libérées par le vent et par le mouvement du matériel de plantation. L'infection est favorisée par un temps chaud humide accompagné ou alterné d'un temps venteux (voire également § cocotier).

Principe de lutte

Les premières mesures à prendre consistent à éliminer les palmes et les inflorescences malades. Par ailleurs, les plaies de taille, la région où l'inflorescence doit prendre naissance et le bourgeon terminal doivent être traités au dichlone, à la bouillie bordelaise ou au thirame.

11.2.3 La maladie du cœur qui penche *Botryosphaeria rhodina* (an. *Botryodiplodia theobromae*)

Symptomatologie

Cette maladie est provoquée par *B. rhodina* seul ou en association avec *C. paradoxa*. Le champignon infecte le palmier par les blessures se trouvant à la base du tronc et gagne ensuite le bourgeon terminal. La maladie débute par un dessèchement de quelques palmes de la couronne moyenne ; la couronne présente alors un plumet érigé de quelques palmes encore vertes, situées au centre du bourgeon. Ces jeunes palmes sont nettement séparés du reste de la couronne foliaire. Le dépérissement gagne ensuite le bourgeon terminal qui s'affaisse et se dessèche et finit même par briser et tomber, puis l'arbre meurt par la suite. Ces symptômes sont accompagnés d'une nécrose importante du stipe ayant pris naissance à la base de celui-ci ou encore d'une nécrose localisée à la partie supérieure de l'arbre. Dans les deux cas, la nécrose est de teinte brun - rouge en bordure et presque de couleur noire au centre ; la nécrose atteint essentiellement les tissus parenchymatiques situés entre les tissus fibrovasculaires. La maladie est fréquente dans les palmeraies mal entretenues.

Principes de lutte

Détruire les arbres malades (voire également dépérissement du manguier)

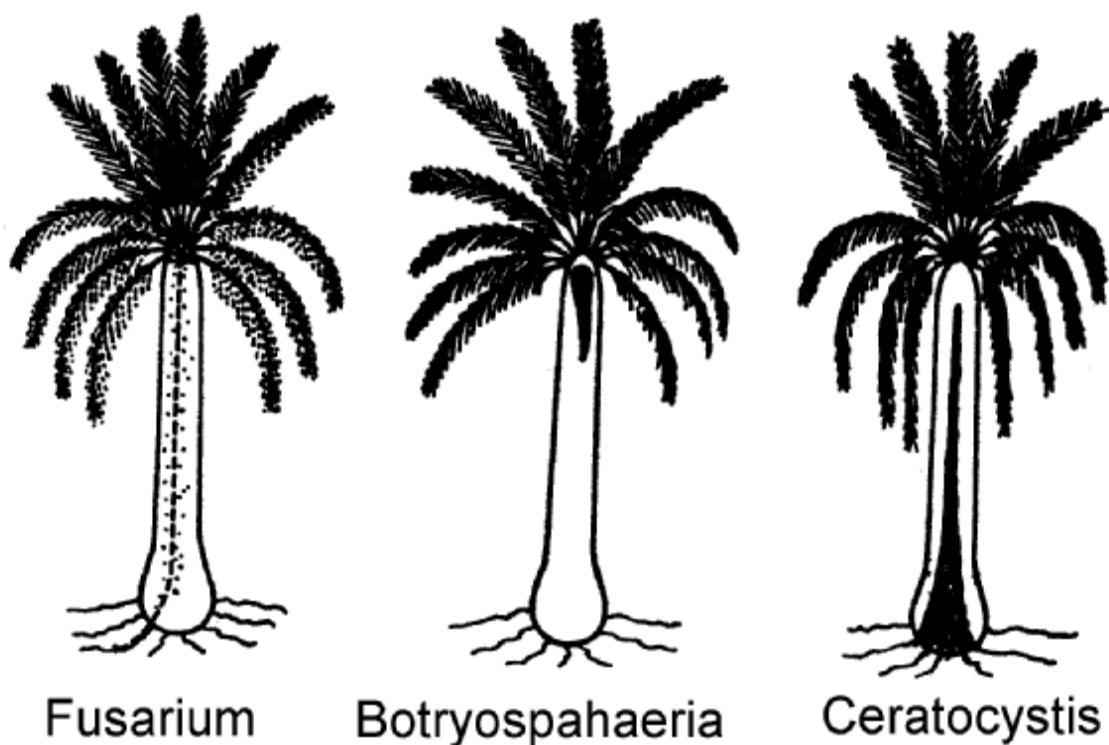


Figure 43. Bayoud, le coeur qui penche et pourriture à Ceratozystis : notez les parties pourries

11.2.4 Autres maladies des Palmacées

Pourriture du bourgeon à *Phytophthora* sp. ou "Belaat"

Le faux charbon *Graphiola phoenicis*

Maladie des taches brunes *Mycosphaerella tassiana*

11.3 INSECTES ET ACARIENS NUISIBLES AU DATTIER

11.3.1 Principaux insectes et acariens

Tableau 25 : Espèces importantes et dégâts

ESPECES		DEGATS
<u>ACARIENS</u>	ACARI	Population dense à la face inférieure des feuilles, fruits, bourgeons et rameaux.
<i>Brevipalpus</i> Tenuipalpidae	<i>phoenicis</i>	Brunissement suivi de dessèchement des feuilles qui chutent.
<i>Oligonychus</i> Tetranychidae	<i>afrasiaticus</i>	Nombreuses tâches brunâtres sur feuilles et jeunes fruits. Plante affaiblie. Les fruits sont recouverts de taille soyeuse.
<i>Eutetranychus</i> Tetranychidae	<i>orientalis</i>	Face supérieure des jeunes feuilles piquée, feuillage décoloré, plante affaiblie, de couleur jaune à brunâtre.
<u>COLEOPTERES</u> COLEOPTERA		Les adultes creusent des trous à la base du pétiole qui servent de voie d'entrée à d'autres nuisibles. Nécrose et fermentation des organes atteints.
<i>Oryctes</i> Scarabaeidae (<i>O. boas</i>)	<i>monoceros</i>	
<i>Rhynchophorus</i> Curculionidae	<i>Phoenix</i>	Les larves creusent dans le tronc ou le pétiole des galeries. Chlorose générale des feuilles qui finissent par se briser. Les organes attaqués pourrissent et sentent mauvais. Le stipe se casse, la plante meurt.
<u>COCHENILLES</u> HOMOPTERA		Feuilles et fruits recouverts de couche blanchâtre de nombreuses cochenilles. Pas de photosynthèse. Des croûtes de cire se forment sur les palmes et les fruits. Plante affaiblie.
<i>Parlatoria blanchardii</i>	Diaspididae	
<i>Phoenicoccus marlatti</i>	Diaspididae	Feuilles et fruits décolorés, rougeâtres et déformés. Jeunes plantes affaiblies, la croissance est ralentie.
<u>CHENILLES</u> LEPIDOPTERA		Les chenilles infestent les dattes qu'elles dévorent et vident de leurs pulpes.
<i>Ectomyelois ceratoniae</i>	Pyralidae	
<u>MOUCHES DES FRUITS</u>	DIPTERA	Fruits troués contenant des asticots qui dévorent la pulpe. Fruits petits et déformés. Fruits pourris ou envahis par des microorganismes secondaires.
<i>Dacus spp.</i>	Tephritidae	
<u>PUNAISES</u> HETEROPTERA		Feuilles et fruits piqués. Points de décoloration sur les jeunes feuilles. Ralentissement de croissance.
<i>Pseudothraupis devastans</i>	Coreidae	
<i>Helopeltis schoutedeni</i>	Miridae	Palmes et jeunes dattes piquées et

	décolorées. Feuilles tachetées de noir. Plante affaiblie
<u>CICADELLE</u> HOMOPTERA <i>Ommatissus</i> Tropiduchidae	<i>binotatus</i> Décoloration et nécrose des feuilles. Fruits et feuilles couverts de miellat. Affaiblissement voire mort du dattier. Réduction de la production.
<u>THRIPS</u> THYSANOPTERA <i>Heliothrips</i> Thripsidae	<i>haemorrhoidalis</i> Face inférieure des palmes décolorée. Feuilles déformées, plante affaiblie à croissance très lente. Baisse de production.

11.3.2 *Parlatoria blanchardii* (Targ)

Nom usuel : Cochenille blanche du palmier-dattier

Ou « Date palm scale »

1. Position systématique

Ordre : Homoptera

Famille : Diaspididae

2. Description

Les adultes sont de très petits insectes allongés, de forme ovale et dont le bouclier protecteur est rugueux plus ou moins blanchâtre selon le sexe.

Le bouclier du mâle est blanc et mesure 1 à 1,3 mm de long pour 0,15 mm de large. Ses exuvies jaunâtres restent sous le bouclier protecteur blanc.

Le bouclier de la femelle, plus grand que celui du mâle mesure 1,2 à 1,6 mm de long pour 0,3 mm de large. Ce bouclier est de couleur rougeâtre bordée de blanc. Il laisse apparaître les exuvies larvaires d'aspect foncé.

3. Bioécologie

La cochenille blanche du dattier est largement répandue dans tous les biotopes du palmier-dattier de par le monde.

Les sexes sont séparés, la reproduction sexuée et les femelles ovipares.

Les œufs sont pondus sous le bouclier, l'incubation dure une à trois semaines selon les conditions de température.

Les larves sont mobiles à leur éclosion (crawler) et en moins de 3 jours elles se fixent sur la plante-hôte pour les femelles immatures obtenues au 3^{ème} stade qui mue au bout d'une à 2 semaines en femelles matures.

Les larves mobiles mâles au 3^{ème} stade donnent des prénymphes, puis des nymphes toutes mobiles jusqu'au stade imago.

Les stades larvaires (à partir du 2^{ème} stade) et adultes femelles se ressemblent tandis qu'ils sont différents chez le mâle dont l'imago ailé est microptère avec une seule paire d'ailes.

La durée du cycle évolutif est fonction du climat et varie de 55 jours en moyenne en saison sèche chaude à 130 jours en saison froide.

L'espèce est polyvoltine (3 à 6 générations annuelles). Elle préfère le climat chaud, sec recherchant les biotopes protégés des rayonnements solaires directs et des violents vents secs.

Elle est phytophage et affectionne les régions à climat semi-désertique à désertique.

La dispersion est assurée par les larves mobiles (crawler) et les fourmis qui les protègent et les transportant de plante en plante tout en exploitant le miellat par ces cochenilles.

4. Plantes-hôtes

La cochenille blanche du dattier est une espèce oligophage des palmiers voire spécifique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*).

5. Dégâts

Les dommages causés par cette espèce sont dus aux piqûres-sucions qu'elle effectue sur la plante-hôte pour s'alimenter. En outre tout en prélevant la sève de la plante elle recouvre avec son bouclier les organes verts qui ne peuvent plus assurer la photosynthèse.

L'insecte forme souvent des colonies denses sur les feuilles les plus âgées (plus basses) ou sur les fruits. Ces organes peuvent être recouverts par une couche blanche plus ou moins dense de cochenilles (15 à 320 individus/cm²).

Les fortes infestations peuvent être fatales aux jeunes plants et aux organes atteints (sur les arbres âgés).

6. Moyens de lutte

- Promotion du développement des ennemis naturels

On connaît de nombreux prédateurs entomophages de cochenilles parmi lesquels les coccinellidae, Nitidulidae, les chrysopidae... dont le développement sera favorisé par un emploi raisonné de pesticides prenant en compte la dynamique des populations de ces ennemis naturels des cochenilles.

- Lutte biologique

Elle constitue le moyen le mieux adapté dans le contexte des agroécosystèmes fragiles.

La cochenille *Chilocorus bipustulatus* d'origine iranienne a été introduite avec succès dans nombreuses palmeraies d'Afrique dont la Mauritanie pour lutter contre *P. blanchardii*.

- Méthodes culturales

L'entretien correct des palmeraies défavorise le développement de la cochenille tout en créant de bonnes conditions de vie pour le dattier.

- Moyens chimiques

L'emploi de la lutte chimique n'est pas conseillé à cause du coût élevé des pesticides par rapport au pouvoir d'achat des producteurs, de la toxicité des produits et des difficultés d'application.

Toutefois, son recours peut être envisagé dans le cadre de l'installation d'une nouvelle palmeraie pour la protection des jeunes plants.

11.3.3 *Ommatissus binotatus* (Feib)

Nom usuel : Cicadelle du palmier-dattier

1. Position systématique

Ordre : Homoptera

Sous-famille : Fulgoromorpha

Famille : Tropiduchidae

2. Description

L'espèce présente un dimorphisme sexuel (les femelles sont plus grandes que les mâles) et des différences morphologiques individuelles de couleur et de taille.

L'adulte mâle mesure 3 à 3,5 mm de long. Son abdomen terminé en pointe est unichromé et entièrement recouvert par ses ailes.

La femelle adulte est de couleur vert-jaunâtre et mesure 5 à 6 mm de long. Sa tête porte 10 taches sombres à noires. Son abdomen porte également sur les 7^{ème} et 8^{ème} segments des taches de même couleur que celles de la tête. Contrairement au mâle, l'extrémité abdominale de la femelle dépasse l'extrémité des ailes laissant ainsi l'abdomen à découvert.

3. Bioécologie

O. binotatus vit surtout en Afrique du nord et principalement dans les plantations d'Egypte. Il préfère ainsi les biotopes humides. C'est un insecte hétérométabole piqueur-suceur à sexes séparés.

La reproduction est sexuée, la femelle ovipare la ponte endophyte (dans le rachis et les nervures) foliaires.

A l'éclosion, les larves se dispersent et se nourrissent aux dépens des feuilles et jeunes fruits.

Après 5 stades larvaires, on obtient des adultes. Le cycle dure 2 à 3 mois et les œufs d'été sont diapausants.

L'espèce est bivoltine, les adultes peuvent pratiquer la quiescence hivernale sous les écorces des arbres.

Les larves à partir du 5^{ème} stade et les adultes sécrètent un miellat qui recouvre les organes sur lesquels ils vivent.

Les populations de cicadelles infestent surtout les plantations abandonnées et ou mal entretenues.

4. Plantes-hôtes

O. binodatus est une espèce monophage inféodée au palmier-dattier.

5. Dégâts

Les larves et adultes piquent et sucent les feuilles du palmier-dattier. Ils attaquent également les jeunes fruits et sécrètent un miellat sur les organes de la plante.

La surface des feuilles et fruits atteints peut se nécroser suite aux différentes pontes effectuées mais aussi peut être couverte de miellat mélangé à la poussière favorisant des contaminations secondaires.

Les attaques nombreuses et répétées affaiblissent l'arbre qui peut en mourir surtout que les nécroses et le mélange miellat-poussière empêche les organes atteints d'effectuer normalement la photosynthèse.

6. Moyens de lutte

La cicadelle du palmier-dattier connaît de nombreux ennemis naturels qui réduisent les populations en cas d'infestation.

Ce sont surtout les adultes et larves de Coléoptères coccinellidae qui sont de véritables prédateurs se nourrissant principalement de larves de *O. binotatus*.

- **Lutte culturale**

L'observation correcte des techniques d'entretien notamment l'installation de brise-vent et un sol bien drainé permettent de donner santé et vigueur à la plante.

L'inspection régulière de la plantation permet de déceler très précocement les premières attaques.

La lutte chimique par l'utilisation de Malathion ou de Diméthoate donne de très bons résultats.

Toutefois, elle présente des difficultés d'application liées à la taille des arbres, à la préservation de la population des ennemis naturels.

12 LE PALMIER A HUILE

12.1 ECOLOGIE, IMPORTANCE ET TECHNIQUES DE CULTURE

12.1.1 Origine et distribution géographique

1. Origine

Le palmier à huile est originaire d'Afrique, vraisemblablement le long du Golf de Guinée.

2. Distribution géographique

De nos jours, le palmier à huile se rencontre dans certaines régions de l'Afrique, de l'Asie et de l'Amérique du Sud.

12.1.2 Taxonomie

Le palmier à huile est classé dans le règne végétal de la manière suivante:

- Embranchement: Phanérogame Angiosperme;
- Classe: Monocotylédone;
- Famille: Palmacée (*Palmaceae*);
- Genre: *Elaeis*;
- Espèces:
 - . *Elaeis guineensis*;
 - . *Elaeis oleifera*.

Remarque: *Elaeis guineensis* est l'espèce la plus importante et la plus répandue. *Elaeis oleifera* est localisée dans la partie nord de l'Amérique du Sud sous forme de peuplements spontanés. Elle présente, cependant, un intérêt sur le plan de l'hybridation avec *Elaeis guineensis*.

1.3. Importance économique, nutritionnelle et environnementale

Importance économique

Le palmier à huile est cultivé pour les différents produits générés par son fruit, sa tige et ses feuilles. Cependant, c'est le fruit qui présente un intérêt international par les échanges commerciaux dont il fait l'objet. En effet, le fruit est utilisé pour fabriquer l'huile de palme à partir de la pulpe et l'huile de palmiste provenant de l'amande. Le **tableau 26** est une illustration de l'évolution de la production d'huile de palme de 1968 à 1986. En 1986, les plus gros producteurs ont été la Malaisie (4.542.000 t), le Nigeria (760.000 t), l'Indonésie (1.298.000 t), la Côte d'Ivoire (180.000 t) et l'ex-Zaïre (160.000t).

Tableau:26 Evolution de la production d'huile de palme (en tonnes) par continent entre 1968 et 1986

Continents	1968	1975	1986
Amérique Latine	48.300	115.000	375.800
Asie	465.700	1.067.000	6.204.400
Afrique	909.900	1.104.000	1.496.700
Autres	16.600	69.000	150.000
Monde	1.440.500	2.955.000	8.226.900

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'agronome)

Sur le plan local, d'autres parties du palmier à huile sont valorisées. Il s'agit par exemple de ses feuilles à multiples usages (toitures, clôtures, vannerie, etc..).

Importance nutritionnelle

Le palmier à huile produit un fruit dont deux parties (la pulpe et l'amande) sont consommées directement ou après transformation.

* La pulpe:

Elle peut être consommée lorsque le fruit est cuit à l'eau bouillante, mais elle sert principalement à la fabrication de l'huile de palme rentrant dans la préparation des sauces et plats. Elle est aussi utilisée dans l'industrie.

* L'amande:

Elle est consommée directement de l'état laiteux à semi-dure ou à maturité (amande dure). Elle sert à la fabrication de l'huile de palmiste utilisée dans l'alimentation et dans l'industrie.

Le palmier à huile produit 5 à 7 fois plus d'huile/ha que l'arachide et le soja. La pulpe et l'amande du palmier à huile renferment respectivement 40 à 50 % et 48 à 52 % de leur poids en huile. Sur le plan alimentaire, la sève est également tirée de la tige et consommée fraîche ou fermentée sous forme de vin de palme.

Importance environnementale

Le palmier à huile par son système racinaire sert à maintenir le sol, donc contribue à la lutte contre l'érosion, hydrique notamment.

12.1.3 Biologie et écologie

1. Biologie

Le palmier à huile est un arbre dont la hauteur peut atteindre 20 à 25 m. Sa tige (stipe) est verticale, normalement non ramifiée, constituée de fibres enserrant une moelle et terminée en une couronne formée des feuilles vivantes et du bourgeon terminal. La tige se développe à partir de 4 à 6 ans et présente une croissance constante de 40 à 60 cm par an.

Le système racinaire est fasciculé et constitué de nombreuses racines cylindriques courtes (1 m) ou longues (jusqu'à 15 à 20 m) partant d'un énorme bulbe (plateau radiculaire).

Le système foliaire est formé de feuilles pennées de 5 à 7 m, à pétiole très fort et épineux dans le premier mètre inférieur. Chaque feuille porte 10 à 160 paires de folioles opposées de 100 à 120 cm de long sur 4 à 6 cm de large dans le milieu de la feuille. La feuille centrale non épanouie est verticale et appelée flèche.

Le palmier à huile est une plante monoïque à sexes séparés sur le même pied. L'inflorescence mâle est constituée d'une centaine d'épis digités portant chacun un millier de très petites fleurs à 6 périanthes et 6 étamines. L'inflorescence femelle, plus massive, comprend un rachis portant une centaine d'épis de 6 à 12 fleurs et se termine par une épine.

L'émission des feuilles et des inflorescences associées est continue toute l'année. Il faut 5 à 6 mois entre la floraison et la récolte. La sexualisation des ébauches florales, le rythme de développement ou l'avortement des fleurs sont influencés par plusieurs facteurs dont l'eau, la température, l'état sanitaire la fertilisation et l'enherbement.

Un régime fructifère est une masse globuleuse ovoïde garnie d'épines et mesurant 10 à 50 cm de long sur 10 à 35 cm de large. Son poids varie de quelques kg à 60 kg, avec en moyenne 10 à 24,5 kg en plantation adulte. Un régime peut porter 800 à 4.000 fruits (1.200 à 1.500 le plus souvent).

Le fruit est une drupe sessile, ovoïde de 3 à 5 cm constituée d'une enveloppe, d'une pulpe et d'une graine formée de la coque contenant une amande. L'amande est ovoïde et occupe toute la cavité de la coque. La graine pèse 1 à 6 g selon les variétés.

2. Ecologie

Le palmier à huile est une plante de soleil et d'eau. Sa croissance, qui est continue, requiert des conditions climatiques aussi constantes que possibles pendant toute l'année. Sa culture est rentable, sauf conditions insulaires particulières, entre les parallèles 10° Nord et Sud.

* Climat:

- **Température:** la moyenne annuelle doit être de 26 °c avec des moyennes mensuelles des minima supérieurs à 18 °c pour les mois les plus froids. Ceci ne permet donc pas la culture en altitude.

- **Insolation:** il faut 2.000 heures par an (165 heures en moyenne/mois).

- **Pluviométrie et hygrométrie:** l'optimum est de 1.800 mm par an, soit une moyenne mensuelle de 150 mm. L'hygrométrie moyenne doit être supérieure à 75 %. La sécheresse réduit la production.

*** Sol:**

Le palmier à huile est plastique du point de vue de la richesse du sol. Il est plutôt exigeant sur le plan de sa qualité physique. Il préfère, cependant, les sols profonds, meubles, perméables, à bon pouvoir de rétention en eau, sans horizon compact (cuirasse, lit gravillonnaire ou argileux) à faible profondeur, sans engorgement prolongé. Il préfère aussi les sols à pH sensiblement neutre, mais peut supporter l'acidité jusqu'à pH 4,5.

12.1.4 Ressources génétiques

Les travaux d'amélioration ont concerné la qualité alimentaire et la production. L'hybridation avec l'espèce spontanée *Elaeis oleifera* a déjà permis l'augmentation du taux de la fraction liquide de l'huile (acides insaturés). Comme variétés disponibles, on peut citer Dura, Pisifera, Tenera.

Mode de propagation et de multiplication

Le mode de multiplication le plus courant est le semis. La production de plants est, cependant, possible par culture in vitro.

Multiplication par semis

Les différentes phases de production des plants de palmier à huile à partir de graines sont le germoir, la prépépinière et la pépinière.

*** Phase du germoir:**

Sa durée est de 4 mois. Il faut prévoir 270 graines pour planter un ha en tenant compte des pertes (en fait 143 pieds/ha). Cette phase consiste à placer les graines dans des sacs en plastique pour lever la dormance et déclencher le développement de l'embryon par des traitements à la chaleur et à l'eau (voir la documentation spécialisée pour les détails).

*** Phase de la prépépinière:**

Elle dure 4 mois et consiste à semer les graines à germes différenciés dans des sachets en polyéthylène de 50 microns d'épaisseur, 10 cm de diamètre et 25 cm de profondeur contenant 2 litres de terreau forestier désinfecté avec le Cryptonol. Les graines déposées sur le terreau, la radicule bien orientée, sont recouvertes avec 1 à 2 cm de terre. Les sachets sont groupés sur une planche et entretenus (arrosage, fertilisation avec solution) jusqu'au stade 4 feuilles (4 mois d'âge) avant le transfert en pépinière.

*** Phase de la pépinière:**

Elle dure 7 à 8 mois et se termine par la plantation en parcelle. Les plantules sont repiquées dans des sacs en polyéthylène de 20/100^{ème} de mm d'épaisseur, 40 cm x 40 cm de dimensions et percés à leur base (46 trous de 4 à 5 mm de diamètre) en 3 rangées parallèles distantes de 5 cm). Le sol est constitué de terreau humifère superficiel sablo-argileux pouvant être enrichi de gadoue ou de compost. Les sacs sont disposés en triangle selon 60 cm d'espacement (22.000 plants/ha).

Chaque sac reçoit 2 g de Témik/mois contre les insectes. L'arrosage se fait par apport de 1/4 de litre/plant/jour en période sèche jusqu'à 2,5 litres selon l'âge des plants. La fertilisation est assurée avec du NPK et Mg en fumure de fond et avec la fumure d'entretien sous forme de 5 à 10 g d'urée et de 5 g de Kiesérite. Il faut 15 à 16 mois du germe à l'obtention de plants prêts pour la plantation (plants ayant 18 cm de circonférence au collet).

Multiplication par culture in vitro (Voir documentation spécialisée)

12.1.5 Itinéraire technique

Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

*** Critères de choix de la parcelle**

L'élément essentiel est l'établissement de la plantation sur une parcelle à sol forestier à accès facile.

*** Travaux préliminaires d'aménagement**

Les travaux débutent par la division de la parcelle en blocs carrés de 100 ha et l'aménagement des routes (une principale nord-sud tous les km et une intermédiaire est-ouest tous les 250 m). Ensuite viennent l'abattage des arbres et le déssouchage. Ces travaux peuvent être partiellement ou totalement exécutés.

Choix des variétés (Voir § 2.11.5).

Production de jeunes plants (Voir § 2.11.6).

Travaux pour la plantation des arbres

*** Piquetage:**

La meilleure densité de plantation est de 143 pieds/ha disposés en triangle équilatéral de 9 m de côté, soit 7,8 m entre les lignes orientées nord-sud sur 9 m entre les pieds de la même ligne. Après le piquetage, des légumineuses de couverture (exemple: *Pueraria*, *Centrosema*) sont semées entre les interlignes (6 à 10 kg de semences/ha).

*** Trouaison:**

Les dimensions conseillées pour les trous de plantation sont 60 cm x 60 cm x 60 cm. Les trous sont immédiatement rebouchés avec de la terre de surface si sa structure et sa texture sont convenables.

Travaux de plantation des arbres et d'entretien du verger

*** Plantation des arbres:**

Elle s'effectue en début de saison des pluies sur sol déjà bien mouillé. Les trous secondaires de plantation sont faits selon la taille du sac ou de la motte de terre. Le plant doit être droit et avoir son collet au niveau du sol après le tassement. Chaque plant est ensuite protégé avec une clôture grillagée contre les rats.

*** Irrigation:**

Il n'y a pas de mention spéciale pour les quantités à apporter. Le paillage sur 1 mètre de diamètre autour de chaque plant évite la dessiccation du sol.

* Fertilisation

Les besoins en azote diminuent avec l'âge tandis que ceux en potasse augmentent (**tableau 27**). L'épandage s'effectue à la fin de la saison des pluies.

Tableau:27 Doses d'engrais (kg/ha) apportés au palmier à huile en Côte d'Ivoire

Types d'engrais	Sulfate d'Ammoniaque		KCl		Kiesérite
	Savane	Forêt	Savane	Forêt	Savane
A la plantation	0,50	0,25	0,25	0	0,06
1ère année	0,75	0,50	0,50	0	0,12
2ème année	1,00	0	0,75	0,50	0
3ème année	0	0	1,00	0,75	0
4ème année	0	0	1.25	1 à 2	0

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'agronome)

* Désherbage de la parcelle:

Le désherbage est mécanique (sarclage autour des arbres selon un rond de 1,5 à 2 m de rayon à la fréquence de 4 à 8 passages/an) ou chimique (2 à 3 traitements/an selon les herbicides). Le rabattage des interlignes à légumineuses s'effectue 2 à 3 fois/an.

* Taille des arbres:

Au jeune âge, il s'agit de la coupe des feuilles séchées. Après le démarrage de la production, la taille consiste en la suppression des feuilles en dessous du régime à récolter sauf deux.

* Travaux spécifiques à la culture du palmier à huile:

- **Opérations de gestion des inflorescences:** l'ablation de certaines inflorescences ou leur castration est faite pour améliorer les premières récoltes.

- **Pollinisation des inflorescences femelles:** lorsque la pollinisation artificielle est nécessaire.

* Protection phytosanitaire:

Voir la partie consacrée à cet aspect.

Production de fruits et travaux de récolte

Le palmier à huile commence à produire les fruits entre 2 et 5 ans. Il devient adulte 4 à 6 ans après le début de la fructification. La production varie de 3 tonnes (palmeraie naturelle) et 40 tonnes de régimes/ha/an. Une production de 40 t/ha permet l'obtention de 9 t d'huile de palme. La maturité des fruits du même régime s'échelonne sur 15 jours. Pour assurer une bonne maturité tout en évitant l'acidification des fruits, les récoltes se font à la fréquence de 8 à 15 jour.

12.2 LES MALADIES DU PALMIER À HUILE

12.2.1 Fusariose du palmier à huile *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis*

Distribution et importance

La fusariose du palmier à huile constitue la maladie la plus grave de cette culture en Afrique de l'Ouest et centrale. Les pertes sont estimées à 0,9 % en poids de régimes frais pour 1 % de palmiers extériorisant des symptômes de fusariose ; la chute de la production peut atteindre 30 % entre 15 et 20 ans. Le pathogène est également présent en Amérique latine, mais toutefois sans incidence économique.

Symptômes

L'expression des symptômes varie en fonction de plusieurs facteurs (l'âge du palmier, le stade de l'infection, le degré de sensibilité de l'hôte, etc.).

Au jeune âge, la fusariose se manifeste par le jaunissement, souvent unilatéral, puis le brunissement et le dessèchement de la feuille moyenne de la couronne. Ce symptôme gagne ensuite les feuilles voisines puis les feuilles basses. La mort peut intervenir par dessèchement généralisé du plant, deux mois après l'apparition du premier symptôme. Toutefois, chez les arbres moins sensibles le symptôme initial de jaunissement reste localisé sans évolution.

Sur les palmiers en production, le symptôme typique (ou aigu) de la maladie se caractérise par le jaunissement d'une feuille moyenne puis le dessèchement soudain des feuilles moyennes et basses, et la cassure du rachis au tiers de celui-ci à partir du pétiole ; ce dessèchement peut être sectoriel ou généralisé. La mort du palmier peut intervenir 3 à 4 mois après l'apparition des premiers symptômes.

Epidémiologie

F. o. f. sp. elaeidis se caractérise par trois types de spores asexuées. Les chlamidospores sont les formes résistantes, les microconidies sont produites dans le mycélium aérien sur des phialides et les macroconidies sont produites soit par des conidiophores ramifiés dans des sporodochies, soit directement par le mycélium aérien. Les deux derniers types de spore peuvent être formés dans les vaisseaux du bois des plantes infectées.

L'incidence de la maladie est variable selon les régions, toutefois les sols sableux sont plus favorables au développement de la maladie. En première année de plantation, les premiers symptômes de fusariose n'apparaissent que sur des palmiers âgés de 6 à 7 ans. En revanche, en replantation, la fusariose apparaît dès la première année sur descendances sensibles.

Principes de lutte

Emploi de matériel végétal résistant

Chez le matériel végétal de résistance moyenne l'impact de la maladie peut être modulé par certaines techniques culturales.

Eviter de replanter les parcelles initialement occupées par des variétés sensibles,

Abattre les arbres qui montrent des symptômes chroniques de fusariose,

Apport de chlorure de potassium (il ralentit l'évolution de la fusariose)

Le paillage de rafles (résidus d'usine obtenus après égrappage des régimes) au pied surtout des jeunes arbres fréquemment utilisé augmente l'incidence de la maladie,

Le maintien d'un sol nu réduit le pourcentage de fusariose par rapport au maintien d'une légumineuse. Il n'est cependant pas envisageable pour des agronomiques, de préconiser le maintien d'un sol nu.

La lutte chimique est insensée compte tenu du mode de dispersion et de l'étendu à traiter.

12.2.2 D'autres Maladies Du Palmier

Fausse rouille *Cercospora elaeidis*

Pourriture sèche du stipe Fomes applanatus

Pourriture du Bourgeon Phytophthora palmivora

Pourridié à Armilaria Armilaria

12.3 INSECTES ET ACARIENS NUISIBLES AU PALMIER A HUILE

12.3.1 Introduction

Essentiellement cultivé pour ses fruits riches en corps gras alimentaires et industriels, le palmier à huile (*Elaeis guineensis*) est un arbre à usages multiples.

Des semis en germoirs jusqu'aux plantations en passant par les pépinières, il est attaqué par de nombreux ennemis parmi lesquels les insectes et à un degré moindre les acariens occupent ne place importante.

Les feuilles, tronc, racines de la plante font l'objet d'attaques depuis le stade jeune plante jusqu'à l'âge adulte.

Les chenilles défoliatrices, charançons, les fourmis etc... se rencontrent sur la plante à tous les stades de sa vie.

Les jeunes plants sont surtout attaqués par des insectes piqueurs (cochenilles) par des brouteurs de feuilles (chenilles) et par divers coléoptères dévorant les bourgeons ou creusant galeries dans le tronc. Les fourmis attaquent les germes des noix au repiquage.

Sur les plants adultes et âgés, une faune variée d'insectes selon les saisons et l'état végétatif de l'arbre se développe sur le palmier à huile. On observe des attaques sporadiques d'acariens généralement pas importantes.

Il faut surtout craindre les attaques de Rhynchophores dont les larves creusent des galeries dans la couronne et le tronc du palmier.

Les organes attaqués pourrissent le plus souvent et la plante finit par mourir.

Les attaques de beaucoup de ces insectes peuvent ne pas être fatales à la plante mais néanmoins, elles ouvrent des portes d'entrée à nombreux autres nuisibles dont les champignons, bactéries, etc...

12.3.2 Principales espèces

Espèces importantes et dégâts

Especes		DEGATS
<u>Cochenilles</u> <i>Aspidiotus destructor</i>	HOMOPTERA Diaspididae	Feuilles, tiges, inflorescences et noix piquées, sucées, décolorées (jaunies) et nécrosées. Croissance perturbée.
<i>Dysmicoccus brevipes</i> <u>Syn. Pseudococcus brevipes</u>	Pseudococcidae	Piqûre-sucion des feuilles. Décoloration et affaiblissement des organes atteints ; formation de fumagine.
<i>Planococcus citri</i> <u>Syn. Pseudococcus citri</u>	Pseudococcidae	<u>Piqûres et sucions foliaires</u> : feuilles tordues, chlorotiques, chancres et perturbation de la croissance des jeunes plants (pépinières).
<u>COLEOPTERES</u> <i>Rhynchophorus phoenicis</i>	COLEOPTERA Curculionidae	Le rachis des palmes est troué, les bourgeons rongés, pourris - stipe creusé de galeries, suintement de sève.
<i>Temnoschoita spp.</i>	Curculionidae	Feuilles centrales nécrosées, pourries à la base. Galeries dans les tissus des plantes. Fleurs trouées, fruits perforés.
<i>Prosoestus spp.</i>	Curculionidae	Stigmates des fleurs perforés, style creusé de galeries. Fruits détruits – stérilisation – lésions brunes.
<i>Caelaenomenodera elaeidis</i>	Chrysomelidae	Parenchyme foliaire parcouru par de nombreuses galeries contenant des larves mineuses.
<i>Augosoma centaurus</i>	Scarabaeidae	Jeunes feuilles rongées à la base du pétiole creusé de galerie. Tissus blessés nécrosés. Attaques de parasites secondaires.
<i>Oryctes spp.</i>	Scarabaeidae	Base des jeunes feuilles rongées au pétiole. Galeries creusées dans le cœur et le stipe de la plante qui meurt.
<i>Platygenia barbata</i>	Scarabaeidae	Points d'insertion foliaire rongés, feuilles pendantes, nécroses et pourriture des régimes. Mort de la plante.
<u>CHENILLES</u> <i>Epimorus adustalis</i>	LEPIDOPTERA Galleriidae	Fleurs rongées, stigmates détruits, inflorescences reliées par des fils de soie.
<i>Pyrrhocalcia iphis</i>	Hesperidae	Attaques foliaires en pépinière. Folioles rongées, limbe brouté. Dégâts peu importants.
<i>Ctenocompo hilda</i>	Limacodidae	<u>Défoliation</u> : feuilles rongées, limbe dévoré par les chenilles.
<i>Pimelephila ghesquierei</i>	Pyralidae	Jeune flèche broutée sur les jeunes plants. Rachis et folioles attaqués, palmes entaillées. Croissance ralentie. Pourriture du cœur des plants âgés. Mort des jeunes plants.

12.3.3 *Rhynchophorus phoenicis* f.

1. Position systématique

Ordre : Coleoptera

Famille : Curculionidae

2. Description (figure 44)

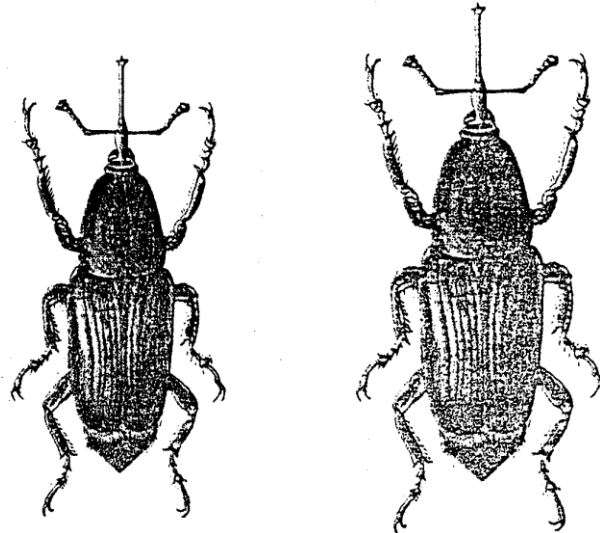


Figure 45 : *Rhynchophorus phoenicis* F. (d'après BUYCKX 1962)

- L'adulte est un gros charançon mesurant 40 à 50 mm de long pour 20 mm environ de large.

De couleur noire à brun-foncé, il a une forme globalement cylindrique, la tête munie d'un rostre rectiligne de 10 à 12 mm de long, légèrement recourbé vers le bas.

Le dimorphisme sexuel est très peu accentué ; le rostre du mâle est pourvu à sa antéro-supérieure d'une touffe de poils roux et à sa base une paire d'antennes typiquement coudées.

Le thorax est marqué de 2 bandes longitudinales, étroites et de couleur brun-acajou ; ces bandes semblent se prolonger de manière imprécise sur les élytres qui portent également une dizaine de stries parallèles.

- La larve est apode de couleur blanc jaunâtre, mesurant 50 mm à son complet développement. Elle est forte, charnue et ovoïde.

La tête est marron à brun rougeâtre. Les premiers segments du corps sont recourbés dans le sens antérieur vers le bas. Le dernier segment abdominal aminci, aplati en cuillère est pourvu de soies.

- La nymphe : est de couleur jaunâtre. Elle vit dans un cocon cylindrique fait de fibres végétales allongées concentriques, agglomérées.

Le cocon de nymphose mesure 80 mm de long sur 35 mm de large.

2. Bioécologie

Ce charançon est bien distribué dans les régions tropicales et subtropicales d'Afrique vivant dans les palmeraies.

C'est un insecte holométabole, à sexes séparés dont les femelles sont ovipares. Il est très polyphage et polyvoltin.

La reproduction est sexuée, les femelles déposent leurs œufs dans les blessures fraîches provoquées soit par l'homme (élagage et récolte) ou par les insectes (*Oryctes spp.*).

L'incubation dure 2 à 3 jours selon les conditions microclimatiques.

A l'éclosion les larves commencent à s'alimenter en creusant des galeries dans le tronc ou le pétiole. Elles se nourrissent de préférence sur les tissus tendres dans lesquels s'installe la pourriture.

La vie larvaire dure environ 2 mois au bout desquels la larve rejoint la périphérie de l'organe (stipe, pétiole...). Là elle confectionne un cocon cylindrique dans lequel elle se transforme en nymphe.

La nymphose dure environ 2 à 3 semaines au terme desquelles l'adulte émerge.

Les adultes émergent et s'accouplent à maturité. Le cycle total de vie est de 90 à 100 jours.

L'espèce étant un nuisible de faiblesse, il suit les blessures sur lesquelles la femelle dépose ses œufs.

3. Plantes-hôtes

Ce charançon s'attaque essentiellement aux palmiers (cocotier, dattier, palmier à huile, etc...) cultivés et sauvages.

4. Dégâts

Considéré comme l'un des ennemis les plus importants du palmier à huile, *Rhynchophorus phoenicis* est nuisible par ses larves qui s'attaquent soit au stipe ou soit à la couronne des palmiers.

L'arbre attaqué flétrit, se fane et jaunit progressivement.

- sur la couronne les dégâts se manifestent par :

Une chlorose générale des feuilles externes, puis des très jeunes feuilles qui jaunissent.

Les palmes les plus âgées se fanent et se brisent facilement au moindre vent. Les feuilles se dessèchent et tombent.

Le bourgeon pourrit, envahi par le charançon et dégage une mauvaise odeur.

Une pourriture qui s'installe dans le cœur de la couronne est fatale à l'arbre.

Sur le stipe les points d'attaques pourrissent et dégagent une odeur nauséabonde.

Un liquide visqueux, boueux suinte des trous effectués par les larves. Il est envahi par d'autres nuisibles.

Les bases des tiges se brisent.

Le tronc renferme des galeries dans lesquelles s'installe la pourriture. De nombreuses et longues galeries sont creusées par les larves dont on peut percevoir les manifestations par les bruits qu'elles font en rongant l'arbre et en se déplaçant.

Le stipe à la longue s'affaiblit et se casse décapitant ainsi le palmier sous l'action du vent ou de la tornade.

Remarque : Le charançon des palmiers d'Amérique du sud, *Rhynchophorus palmarum* causent les mêmes types de dégâts que *R. phoenicis*.

En outre, cette espèce est susceptible de transmettre au cocotier le nématode *Rhadinaphelenchus cocophilus* (nématode du cocotier) qui cause la maladie de l'anneau rouge au cocotier mais aussi peut s'attaquer au palmier à huile.

5. Moyens de lutte

Mesures culturales

Il faut observer correctement les techniques d'entretien de la plantation afin de donner aux arbres santé et vigueur par :

- le maintien de la plantation dans un bon état de propreté : désherbage, élagage, suppression des refuges, traitement des blessures sinon éviter les blessures inutiles
- l'inspection régulière de la plantation, nettoyage des blessures et désinfection
- abattage et incinération des palmiers morts ou moribonds.

Mesures physiques et mécaniques

- ramassage manuel et destruction des rhynchophores récoltés sur les souches et autres coupes des palmiers abattus
- piègeage des charançons par des bûches badigeonnées de sève ou de jus de noix fermenté et leur destruction.

Mesures préventives

- combattre les oryctes et toutes autres causes de blessures des arbres. Traitement préventif de la base des stipes avec des insecticides appropriés.

Lutte chimique

- injecter du Diméthoate dans les galeries, ou le pulvériser au besoin sur les palmes atteintes.

Lutte intégrée

Une combinaison judicieuse et appropriée des mesures ci-dessus présentées est susceptible de contrôler les populations de rhynchophores.

On pourrait renforcer cette combinaison en y associant la lutte autocide de stérilisation des mâles.

12.3.4 *Temnoschoita* spp

Nom usuel : Les Temnoschoites

Position systématique

Ordre : Coleoptera

Famille : Curculionidae

Principales espèces : *Temnoschoita quadripustulata* (= Syn. *I. quadrimaculata*) ;
Temnoschoita delumbata

Description

Les Temnoschoites sont des charançons allongés de couleur sombre, mesurant 8 à 10 mm de long chez l'adulte. La tête est prolongée. Un rostre grêle et incurvé portant à sa base une paire d'antennes coudées en massue. Les élytres ne recouvrent pas entièrement l'abdomen. La larve est blanchâtre, apode, la tête brune.

Bioécologie

Les Temnoschoites se rencontrent dans toutes les zones de culture du palmier à huile. Ce sont des insectes holométaboles, à reproduction sexuée. Les femelles sont ovipares. Les pontes sont déposées sur les sections de taille et les blessures accidentelles. Dès leur éclosion, les larves creusent des galeries dans les tissus de l'hôte.

Le cycle de développement larvaire s'effectue entièrement dans les galeries. La larve se nourrit de tissus tendres gorgés de sève tout en se dirigeant vers le cœur. Au terme de son développement, elle se construit un cocon fibreux dans lequel elle se transforme en nymphe. L'adulte émerge pour aller s'établir dans le faisceau foliaire, se nourrit de sève, des tissus jeunes et tendres au niveau des blessures de préférence.

Plantes-hôtes

Les temnochoites s'attaquent de préférence au palmier à huile bien que pouvant vivre sur les autres palmiers.

Dégâts

Les dommages causés sont essentiellement le fait des larves qui s'attaquent aux jeunes plantules depuis la pépinière. Les feuilles centrales des plantules atteintes sont nécrosées, elles s'enlèvent facilement la base pourrie. Certaines palmes se dessèchent. Les jeunes palmiers ne reprennent pas ou reprennent mal à la plantation. Les femelles de Temnoschoites profitent des blessures faites sur les jeunes plants lors de leur habillage pour la plantation pour y déposer leurs œufs.

Dès leur éclosion, les larves se nourrissent aux dépens des tissus tendres du jeune palmier en y creusant galeries centripètes de 25 à 35 cm de long sur 3 à 5 mm de diamètre. Le cœur des plants attaqués pourrit, le bulbe est évidé.

Dans les plantations, sur les palmiers en production, les imagos de Temnoschoites sont attirés par les organes tendres, notamment les tissus tendres et gorgés de sève situés à l'aisselle des inflorescences.

Les adultes y perforent à l'aide de leur rostre des petits trous sur s'alimenter et y pondre les œufs.

A l'éclosion certaines larves creusent des galeries en pénétrant dans les inflorescences tandis que d'autres gagnent par de profonds tunnels sinueux les

bases des rachis provoquant la pourriture du régime. Les attaques sur les épis entrave le développement normal des inflorescences et constituent des voies d'entrée pour d'autres pathogènes. Au cours des premiers mois suivant la nouaison ou durant les dernières semaines, les fruits sont atteints.

Certains des fruits atteints pourrissent et chutent tandis que ceux atteints à la maturité sont dépréciés par une acidulation de leur huile.

Les Temnoschoites sont particulièrement dangereux sur les jeunes palmeraies n'ayant pas encore fait leur première récolte au terme de leurs deux premières années de production.

Moyens de lutte

Il faut éviter les blessures inutiles des plantules et des arbres.

En pépinières :

- Installer la pépinière avec le minimum de risque d'attaques possible
- Réduire les blessures au strict indispensable à l'habillage et utiliser les outils propres désinfectés
- Désinfecter les blessures et les traiter avec une préparation cicatrisante
- Effectuer la plantation à la bonne période (début de la saison pluvieuse) sur un terrain propre débarrassé de souches, de morceaux de stipe de palmiers ou de bananiers.

En plantations

Observer rigoureusement les mesures d'entretien des plantations

Détruire tous les refuges possibles (bananiers, souches de palmiers, etc...)

En début de récolte ramasser et incinérer tous les fruits blessés, les régimes pourris et autres fragments végétaux susceptibles d'abriter le charançon. Procéder à 2 toilettes mensuelles des plants avec du HCH

Procéder au ramassage et à la destruction des charançons par l'utilisation d'abris-pièges faits avec des morceaux de pétioles ou de stipes. Ces pièges seront visités tous les 2 ou 3 jours, les adultes larves nymphes et œufs récoltés détruits. Cette méthode est exigeante en main d'œuvre.

Lutte intégrée

Il faut veiller à associer au mieux tous les moyens disponibles afin de contrôler les populations de charançons. L'application des insecticides doit tenir compte de la dynamique de l'agroécosystème.

12.3.5 *Pimelephila ghesquierei* tams

Nom usuel : La pyrale du palmier à huile

Position systématique

Ordre : Lepidoptera

Famille : Pyralidae

Description

L'adulte est un petit papillon brunâtre mesurant 15 mm de long pour 25 à 34 mm d'envergure. Les ailes mésothoracique sont de couleur brun-olive avec des marbrures brun-foncé et des taches diffuses vaguement jaunâtre. Les ailes métathoraciques sont de couleur gris-olive, de teinte plus claire.

La chenille à son complet développement mesure 35 mm de long. Sa tête est marron clair, le premier segment thoracique est jaunâtre et le reste du corps rose-jaunâtre.

La chrysalide est de couleur brun acajou et mesure environ 30 mm de long. Elle vit dans un cocon fibreux.

Bioécologie

Cette pyrale se rencontre dans toute l'aire de distribution du palmier à huile tant à l'état naturel que planté.

Les adultes sont de mœurs crépusculaires à nocturnes. Ils ne vivent que très peu de temps après l'accouplement. Ils recherchent surtout les palmiers touffus et ombragés.

La reproduction est sexuée et les femelles ovipares.

Les œufs sont déposés en rangées sur les feuilles du palmier. A la ponte, ils sont jaune-laiteux, devenant rouge avec le développement de plus en plus important de l'embryon. L'incubation dure 1 à 2 semaines selon les conditions du milieu.

A l'éclosion, les chenilles rampent et se regroupent généralement par 2 ou 3 individus dans la flèche des jeunes plants qu'elles broutent et y provoquent des rognures. Les chenilles confectionnent dans la flèche, un abri formé de débris végétaux et de fils de soie tout en continuant à brouter les folioles et le rachis.

Au bout de 30 à 45 jours, la chenille atteint son complet développement, arrête de s'alimenter, se confectionne un cocon de débris fibreux et de toile soyeuse. C'est dans ce cocon installé à la face interne du rachis qu'elle entre en chrysalidation au terme de laquelle le papillon émerge.

Plante-hôte

Le palmier à huile est l'hôte préféré de *P. ghesguierei*. Toutefois, cette pyrale est capable de se développer sur d'autres palmiers notamment sur les espèces spontanées de Palmacées.

Dégâts

Ils sont le fait des chenilles qui s'attaquent à la plante tant aux stades plantules qu'aux palmiers âgés.

Les chenilles vivent d'abord sur la flèche des jeunes plants en défoliatrices puis s'attaquent aux plantes plus âgées dont elles rongent les feuilles ouvrant des voies d'entrée à d'autres nuisibles.

Les attaques ont lieu dès la deuxième année de la mise en place de la plantation et se poursuivent tout le reste de la vie des palmiers devenant de plus en plus intense de la 2^e à la 5^e année avec l'installation de l'infestation. Les chenilles broutent les jeunes feuilles tendres de la flèche, rongent le rachis et les folioles non encore épanouies.

Les palmes jaunissent et paraissent entaillées, fragilisées. Elles se brisent sous l'action des vents ou de la tornade. La croissance est ralentie ou arrêtée. Les blessures faites par les chenilles sont exploitées par de nombreux autres nuisibles (champignons, bactéries, Temnoschoïdes, moisissures, larves de diptères, etc...).

Le cœur pourrit. Les palmes externes restent vertes.

Les attaques multiples sur palmiers âgés provoquent la pourriture du cœur et souvent la mort de la plante.

Moyens de lutte

Lutte préventive

- Bonne préparation et entretien correct de la pépinière (fertilisation correcte) afin de produire des plants vigoureux.
- Effectuer la mise en place sur un terrain bien drainé et observer des écartements suffisamment grands entre les jeunes palmiers à la plantation afin d'éviter l'ombrage et accroître ainsi l'aération et l'éclairage.
- Eviter d'installer la palmeraie dans les bas-fonds humides.

Lutte physique

Ramassage manuel précoce des jeunes chenilles et cocons de chrysalides et destruction.

Lutte chimique

Elle doit être appropriée, ciblée et appliquée avec soins. Elle ne doit intervenir qu'en dernier lieu. Il faut pulvériser les parties attaquées avec un pyréthrinolide de synthèse ou avec du parathion.

Lutte intégrée

Un meilleur contrôle du ravageur peut être réalisé en associant les mesures préventives aux moyens chimiques indiqués dans le respect de l'environnement.

13 LE COCOTIER

13.1 ECOLOGIE, IMPORTANCE ET TECHNIQUES DE CULTURE

13.1.1 Origine et distribution géographique

1. Origine

L'origine du cocotier n'est pas encore déterminée avec exactitude. Contrairement, en effet, aux autres plantes cultivées, aucun type sauvage n'a été retrouvé pour le cocotier. On pense que le cocotier est probablement originaire du Sud-Est asiatique. Effectivement, les plus vieux fossiles ont été trouvés pour le moment en Nouvelle Zélande (1 à 15 millions d'années) et dans le subcontinent indien (15 à 40 millions d'années). Le cocotier est cultivé au Sri Lanka depuis au moins 2.000 ans et sur la côte Malabar de l'Inde il y a 3.000 ans.

1. Distribution

De nos jours, le cocotier est répandu dans toutes les zones intertropicales du globe. On le trouve notamment en Amérique du Nord et Centrale, en Afrique, en Asie et en Océanie.

13.1.2 Taxonomie

Le cocotier est classé dans le règne végétal de la manière suivante:

- Embranchement: Phanérogame Angiosperme;
- Classe: Monocotylédone;
- Famille: Palmacée (*Palmaceae*);
- Genre: *Cocos*
- Espèce: *Cocos nucifera* L.

13.1.3 Importance économique, nutritionnelle et environnementale

1. Importance économique

Le cocotier est cultivé en vue de l'utilisation de presque toutes ses parties végétales, d'où le qualificatif d'«arbre aux cent usages». Cependant, c'est son amande qui présente le plus d'intérêt sur le plan des échanges commerciaux internationaux. Séchée, cette amande est appelée coprah et sert à la fabrication de l'huile de coco. En 1986, 5.352.000 tonnes de coprah (voir tableau 24) ont été produits dans le monde. Les pays gros producteurs ont été les Philippines (2.338.000 t), l'Indonésie (1.300.000 t), l'Inde (383.000 t) et le Sri Lanka (120.000t). Les produits dérivés du cocotier servent entre autres aux usages suivants:

* **Huile dérivée du coprah:** elle est utilisée en savonnerie et pour la fabrication des margarines et des graisses végétales.

* **Enveloppe externe fibreuse du fruit (coir):** suite à sa filature et à son tissage, ses fibres servent à la fabrication d'articles de sparterie (nattes, tapis, sacs, etc...) et des cordages. Les fibres sont aussi utilisées comme rembourrages.

* **Coque:** elle est carbonisée en charbon qui après activation devient un absorbant. Finement broyée, elle est employée dans l'industrie des poudres à mouler phénoplastes et dans celle du linoléum.

* **Tige:** elle sert à la fabrication de charpentes.

- **Feuilles:** elles sont utilisées pour confectionner les nattes, les chapeaux, etc..

Tableau 28: Répartition de la production de coprah en 1986 selon les continents

Continents	Production (tonnes)
Amérique du Nord et Centrale	162.000
Asie	4.611.000
Afrique	202.000
Océanie	335.000
Monde	5.352.000

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'agronome)

2. Importance nutritionnelle

Le fruit du cocotier renferme une amande qui est consommée soit à l'état semi-dur, soit à l'état mature (dur). L'amande râpée (3 % d'humidité) est utilisée en pâtisserie et en biscuiterie. L'huile extraite du coprah est utilisée dans l'alimentation (margarines, graisses végétales). Elle sert également à la préparation de friandises. Cette amande dont l'intérieur est creux contient une boisson sucrée ou lait (eau) de coco qui est aussi consommée. La composition de ce lait serait voisine de celle du lait de vache.

L'incision de l'inflorescence permet l'obtention de la sève servant à la fabrication de boissons alcoolisées, d'alcool distillé, d'alcool de vinaigre, de sirop, ou à l'extraction de sucre brut ou cristallisé. Le bourgeon terminal est aussi consommé frais ou cuit (chou de coco).

3. Importance environnementale

Il n'y a pas de mention spéciale quant à l'emploi du cocotier dans la protection de la nature. Cependant, sa sobriété sur le plan de la qualité du sol et son système racinaire dense peuvent faire de lui un arbre de lutte contre l'érosion.

13.1.4 Biologie et écologie

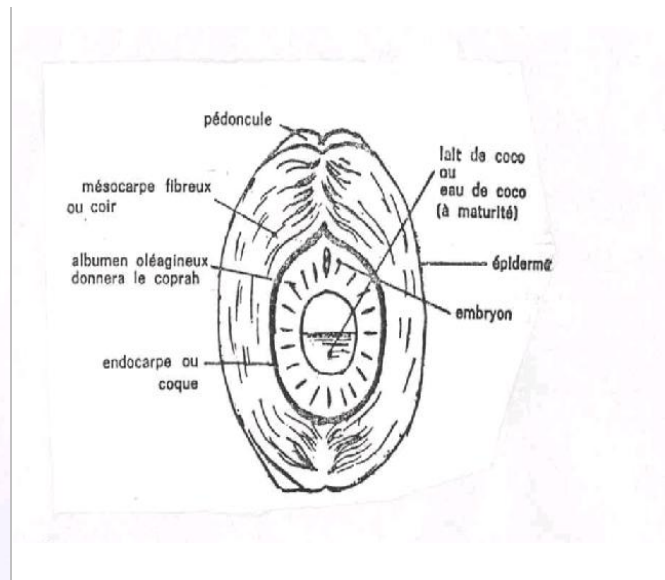
1. Biologie

Le cocotier (voir **figure 46**) est un arbre pouvant atteindre 20 à 30 m de hauteur. Sa tige (stipe), de 25 à 30 cm de diamètre, est lisse et terminée par une couronne formée par une vingtaine de feuilles pennées de 3,5 à 6 m de long sur 1 m de large. Selon les climats et les variétés, il émet 10 à 20 feuilles par an.

Le système racinaire, très développé, est constitué de racines minces et longues. Le cocotier est monoïque. Les inflorescences ramifiées ou spadices portent un grand nombre de petites fleurs des 2 sexes (les femelles à la base des ramifications et les mâles en haut). Suite à la fécondation, généralement croisée, le fruit (voir **figure 47**) qui est une drupe ovoïde se forme. Il comprend le coïr (enveloppe fibreuse et dure) et la noix de coco constituée de l'endocarpe dur (5 mm d'épaisseur), de l'endosperme

blanchâtre (coprah) et du lait de coco. Le fruit est mûr entre 10 et 12 mois après la floraison. Les fruits sont groupés par 10 à 15 sur un régime.

Figure 46: Vue d'un pied adulte de cocotier ; Figure 47: Schéma de la coupe du fruit



2. Ecologie

- **Climat:**

- **Température:** l'optimum varie de 27 à 28 °c pour la moyenne annuelle, avec une limite inférieure de 20 °c.

- **Pluviométrie et hygrométrie:** la limite inférieure est de 130 mm d'eau/mois, avec une période sèche (moins de 50 mm/mois) qui ne doit pas dépasser 3 mois consécutifs. L'hygrométrie optimale est de 80 à 90 %. Les minima mensuels ne doivent pas être inférieurs à 60 %. La présence de la mer n'est salutaire que par l'apport d'ions chlorés indispensables par l'intermédiaire des embruns marins.

- **Ensoleillement:** le cocotier n'aime pas les région mal ensoleillées.

- * **Sol:**

Le sol doit être meuble, profond, bien aéré, correctement drainé. Le cocotier peut se contenter de sols pauvres (exemple: sables coquilliers ou coralliens). Son pH peut varier de 5 à 8.

13.1.5 Ressources génétiques

Il existe 2 types de variétés:

- * **Variétés allogames (fécondation croisée):**

Ce sont des cocotiers désignés sous le terme <<cocotier grand>> ou <<typica>> (*Cocos nucifera* var. *typica*). Il s'agit en fait de plusieurs formes de cocotiers répartis en deux groupes.

- Groupe des cocotiers présentant un grand nombre de fruits, mais à rendement faible en coprah.

Exemple: Cocotier commun d'Afrique de l'Ouest, Cocotier des Seychelles, Cocotier des Nouvelles Hébrides, Cocotier des Iles Laquedives (Indes).

- Groupe des cocotiers présentant un nombre moyen de gros fruits et à rendement élevé en coprah:

Exemple: Cocotier Romana, Cocotier Ko-Samui (Thaïlande), Cocotier de Tahiti, Cocotier Kappadam (Inde), Cocotier San Blas (Panama).

*** Variétés autogames (autofécondation):**

Ce sont des cocotiers désignés sous le terme <<Nain>>. Ils sont précoces et produisent un grand nombre de petits fruits. Selon la couleur de l'inflorescence et du fruit, on distingue les appellations suivantes:

Exemple: Nain vert (pumilla), Nain jaune (eburnea), Nain rouge (regia), Nain brun.

Leur intérêt vient du fait qu'ils sont utilisés en sélection pour produire des hybrides Nain x Grand très productifs. Actuellement, le matériel livré aux planteurs est principalement composé d'hybrides Nains dont le plus répandu est le PB 121 (Nain jaune de Malaisie x Grand ouest-africain).

6. Mode de propagation et de multiplication

Le cocotier se multiplie par semis sans technique très élaborée comme dans le cas du palmier à huile. Le semis se fait en germoir, suivi d'un séjour en pépinière avant le transfert en parcelle de plantation.

Il se fait à partir de semences issues soit de sélection massale à partir d'arbres produisant un grand nombre de fruits sains et de coprah abondant, soit d'hybrides obtenus par croisement entre des populations d'origines géographiques distinctes. Les fruits choisis doivent être bien mûrs (bruit clair du lait de coco).

6.1. Germoir

Le germoir est l'endroit où germent les noix de coco. Les germes apparaissent en général après 4 à 8 semaines et la germination se termine au bout de 4 à 5 mois. Durant cette phase, les noix qui germent tardivement sont éliminées, de même que les germes anormaux.

6.2. Pépinière

Le transfert en pépinière intervient dès l'apparition des germes. La pépinière est constituée soit par une parcelle de terre bien choisie (terrain léger, perméable, homogène, sain et proche d'une source d'eau), soit par des sacs en polyéthylène.

En parcelle, les plants sont disposés en triangle de 60 cm de côté (3 pieds/m²). Elevés en sacs, les plants sont prêts pour la plantation en parcelle vers 5 à 7 mois. Les plants étalés, de petite taille ou à folioles petites et soudées sont éliminés.

13.1.6 Itinéraire technique

1. Choix de la parcelle de plantation et travaux préliminaires d'aménagement

* Critères de choix de la parcelle:

Les caractéristiques physiques et chimiques du sol et l'accessibilité du site sont les principaux éléments.

* Travaux préliminaires d'aménagement:

L'abattage des arbres, le brûlage de la végétation ligneuse de plus de 10 cm de diamètre (foyer de multiplication des larves d'*Oryctes*) et le nivellement pour boucher les trous profonds sont les principaux travaux de cette phase. A la place du brûlage de la végétation, on peut aligner les arbres abattus en andains à couvrir totalement grâce à une culture de légumineuse (exemple: *Pueraria*).

2. Choix des variétés (Voir § 2.12.5.)

3. Production de jeunes plants (Voir § 2.12.6.)

4. Travaux pour la plantation des arbres

* **Piquetage:** la densité est de 143 pieds/ha pour les cocotiers <<Grands>> et 160 pieds/ha pour les <<Nains>>, soit respectivement une plantation en triangle de 7,35 m de côté entre les lignes sur 9 m entre les pieds sur la ligne et 7,80 m de côté entre les lignes sur 8,50 m entre les pieds sur la ligne. Les lignes sont orientées nord-sud.

* **Trouaison:** il n'y a pas de mention spéciale pour les trous à creuser, mais les dimensions conseillées pour les agrumes et le bananiers (60 cm x 60 cm x 60 cm) peuvent convenir.

5. Travaux de plantation des arbres et d'entretien du verger

* **Plantation:** seuls les plants trapus sont retenus pour la plantation qui intervient après les premières pluies. Le trou secondaire de plantation est fait à la dimension du sac contenant la plantule ou de la motte de terre enlevée avec la plantule. Il faut éviter les trous d'air pendant le rebouchage. Le collet ne doit pas être trop enterré (5 cm de terre au-dessus du sommet de la noix).

Les plantules doivent être protégés contre les rongeurs avec du grillage en cas de nécessité.

* **Irrigation:** il n'y a pas de mention spéciale pour cette opération d'entretien.

* Fertilisation:

- **Fumure organique:** on recommande 50 à 100 kg/arbre/an à mettre dans des fosses situées au niveau des interlignes. On peut utiliser une légumineuse (engrais vert) en interligne comme plante de couverture.

- **Fumure minérale:** elle est en principe déterminée par diagnostic foliaire. La fumure est appliquée à une distance de 0,5 à 2 m de rayon du tronc selon l'âge des arbres. Le **tableau 29** est un exemple de calendrier de fertilisation pratiquée en Côte d'Ivoire.

Tableau 29: Calendrier de fertilisation pour un cocotier <<Grand>> (doses en kg/arbre) en Côte d'Ivoire

Années	Sulfate d'ammoniaque (N)	Phosphate bicalcique(P)	KCl (K)	Kiesérite(Mg)
0	0,200		0,100	0,100
1	0,300	0,200	0,300	0,200
2	0,500		0,400	0,300
3	1,000	0,400	0,500	0,400
4			0,750	0,500
5		0,600	1,000	0,750
6			1,500	1,000
7 et plus			1,500	1,000

Source: ANONYME, 1991 (Mémento de l'agronome)

* **Désherbage de la parcelle:** il se fait par sarclages fréquents durant les premières années (2 passages en moyenne par la suite). Il est complété par le paillage surtout des jeunes plants. Le rabattage de la légumineuse s'effectue chaque fois que sa couverture devient envahissante (mettre les feuilles mortes sur les interlignes).

* **Taille des arbres:** il n'y a pas de mention spéciale à ce sujet.

* **Protection phytosanitaire:**

Voir la partie consacrée à cet aspect.

6. Production des fruits et de récolte

Une bonne plantation commence à produire dès 4 à 6 ans (10 à 11 ans dans le cas contraire). La production s'étale sur 40 à 60 ans, le cocotier pouvant vivre plus de 100 ans. En moyenne, il se forme un régime par mois. Le délai de récolte varie selon la denrée visée:

- **Récolte pour le lait de coco et l'amande (albumen) non durcie:** 6^{ème} à 8^{ème} mois;

- **Récolte pour le coprah:** à partir du 11^{ème} mois;

- **Récolte de semences:** à la pleine maturité quand les fruits normalement développés tombent d'eux mêmes (entre les 12^{ème} et 13^{ème} mois).

La récolte des régimes se fait avec un coupe-coupe ou une faucille emmanchée à la fréquence de 1 passage tous les 2 mois. Le nombre de fruits par arbre varie beaucoup avec l'âge et les variétés de cocotiers de 8 à 135. En culture intensive, le rendement est de 4 tonnes de coprah/ha/an (120 noix/arbre/an, avec 200 g de coprah/noix) contre 0,5 à 1 tonne de coprah/ha/an en système extensif.

13.2 LES MALADIES DU COCOTIER

13.2.1 Maladie du saignement du tronc : *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau

Chalara paradoxa (De Seyn.) Sacc. (syn. *Thielaviopsis paradoxa*)

Distribution et importance

Cette espèce est commune dans de nombreux pays chauds sur de nombreuses plantes (ananas, canne à sucre, manioc, papayer, manguier, bananier

et d'autres palmacées : *Areca*, *Brahea*, *Caryota*, *Elaeis* (palmier à huile), *Phoenix* (palmier dattier), *Rhapis*, *Roystonea*, *Sabal*, *Syagrus* et *Washingtonia*. Elle provoque une série de maladie dont la pourriture du bourgeon, des taches foliaires, une pourriture du cœur, le saignement du tronc et la pourriture des racines. Bien que la progression de la maladie soit lente, la pourriture du bourgeon et le saignement du tronc peuvent conduire à la mort de la plante. Les vieilles palmeraies sont les attaquées.

Symptômes

La racine infectée présente une pourriture des tissus de la moelle conduisant à un déclin lent de l'arbre. Les symptômes sur le tronc apparaissent comme une pourriture molle jaune. Les troncs affectés montrent une coloration brune qui noircisse avec l'âge. Avec le développement de la pourriture de la moelle, un liquide brun rougeâtre à rouille peut couler du point d'invasion par le champignon sur plusieurs mètres sur le tronc qui noircisse avec le temps. Plusieurs points d'infection peuvent confluer et provoquer la pourriture du cœur. Les palmiers malades ont une croissance réduite et développent une nécrose graduelle, mais progressive des pédoncules vers les nervures médianes des feuilles inférieures. Les arbres affectés perdent leurs feuilles et meurent, et leur tronc est creux suite à la pourriture des tissus de la moelle.

Chez les autres palmiers, le pathogène induit des syndromes supplémentaires. L'invasion par le champignon, du bouquet foliaire émergent peut provoquer le développement de lésion brun noirâtre qui peut s'étendre sur la région du bourgeon. Les tissus affectés noircissent avec la formation des chlamidospores. Les feuilles affectées sont déformées avec de petites folioles aux extrémités nécrosées. Il s'ensuit généralement la mort du bourgeon. Ce type de symptôme est rarement décrit sur le cocotier.

Epidémiologie

Le tronc et les racines sont les principaux sites d'infections. Les blessures naturelles survenues lors de l'émergence des racines, les craquelures de croissance sur le tronc, et les blessures mécaniques permettent l'invasion directe.

Le stade anamorphe du champignon persiste dans le sol comme conidies ou chlamidospores, ces dernières spores étant plus importantes dans la survie à long terme. Les éclaboussures d'eau et le vent assurent la dispersion aérienne du pathogènes, ainsi que du sol infesté peut être amené dans les arbres par les oiseaux et les rongeurs.

Les températures cardinales de développement sont 10 - 23 à 29 - 33. Le développement du pathogène est également favorisé par une humidité élevée et gêné par la sécheresse et le soleil.

Principes de lutte

Une source de résistance n'est pas identifiée dans les palmacées. Très souvent le saignement et la pourriture du cœur sont corrélés avec l'existence de blessures. La prévention contre les blessures par de bonnes pratiques culturales dans les germoirs, pépinières et plantations peut réduire l'incidence de la maladie.

Les palmiers infectés par *C. paradoxa* dans la plus part des cas doivent être coupés, déterrés et détruits. Dans le cas d'infection localisée, les palmiers peuvent être détruits et leur emplacement traité avec du bénomyl.

Dans le cas d'un saignement, les plaies peuvent être curetés profondément, puis désinfectés et protégés avec un fongicide pâteux.

13.2.2 Taches grises *Pestaliopsis palmarum* (Cook) Steyart (syn. *Pestalotia palmarum* Cook)

Importance et distribution

La maladie est rencontrée dans toutes les zones de culture des palmacées. Quoiqu'elle représente généralement un problème mineur, les taches grises peuvent provoquer des dommages sévères dans des conditions de forte humidité et de dégâts d'insectes. Les pépinières sont particulièrement vulnérables.

Symptômes

Les symptômes débutent comme de petites taches jaunes à brunes sur les folioles et les rachis. Avec l'élargissement des taches, apparaît un centre gris avec un liséré brun à noir à la face supérieure des feuilles, suite à la formation des acervules du champignon. Les lésions s'allongent parallèlement aux nervures et se réunissent pour former de plus larges taches nécrotiques et irrégulières. Dans des cas d'attaque sévère les extrémités et bordures des folioles deviennent gris et la canopée apparaît brûlée.

Epidémiologie

Le champignon est inféodé aux palmacées, mais attaque également des espèces d'autres familles (ex. manguier, bananier, etc.). *P. palmarum* est relativement peu agressif et attaque de préférence les tissus jeunes, blessés ou affaiblis. Le pathogène se développe lentement sur les palmacées et les symptômes apparaissent généralement sur les vieilles feuilles. Ainsi les vieilles feuilles et les débris végétaux constituent les sources d'inoculum primaire. L'infection et la dissémination de la maladie sont favorisées par une humidité élevée et des pluies abondantes.

Principes de lutte

Des mesures de contrôle sont envisagées uniquement au niveau des pépinières. De bonnes conditions de croissance des plantes permettent de prévenir les attaques du pathogène. En particulier, les fortes densités de semis, les dégâts d'insectes et l'insalubrité doivent être évités. Si possible les feuilles doivent être maintenues sèches. Dans les cas d'attaque extrême les traitements fongicides foliaires peuvent enrayer le développement des épidémies.

13.2.3 Pourriture de la couronne et du bourgeon central *P. palmivora* (Butler) E. J. Butler et *P. sp.*

Importance et distribution

Ce champignon est un parasite redoutable répandu dans les régions chaudes du globe sur un grand nombre de plantes cultivées. *Aleurites*, *Arlocarpus*, *Anona*, cacaoyer, hévéa, quinquina, palmier à huile, etc. Cependant, le parasite est plus destructif dans les zones à fortes précipitations annuelles. Les dégâts de tornades et d'ouragan sont associés à la maladie.

Symptômes

Les feuilles centrales deviennent chlorotiques, flétrissent et s'affaissent et s'enlèvent facilement. La maladie peut s'étendre ultérieurement aux vieilles feuilles et

spathes adjacentes, conduisant à l'aspect caractéristique de jupe dans laquelle le centre de la couronne est morte et les palmes à sa périphérie restent saines. A la base des palmes ou stipules se forment une ou plusieurs lésions à centre affaissé. Des lésions également peuvent se former sur les folioles. Les lésions progressent dans l'apex de la tige et peuvent être recouvertes ou non par un mycélium. Les tissus affectés apparaissent huileux et sont colorés extérieurement en brun clair à jaune et intérieurement, sous le bourgeon apical rose à propre avec des bordure brun foncé. Les folioles affectées dégènèrent suite aux symptômes de "feuilles petites", et dans les rares cas où l'arbre guérissent de la maladie, ces feuilles petites sont surélevées dans la couronne. La pourriture du bourgeon central est généralement fatale à l'arbre.

Sur les noix affectées se développent des zones marbrées nécrotiques, de couleur brun à noir avec une bordure jaune, apparentes à l'intérieur comme à l'extérieur de la noix. Les jeunes noix sont plus sensibles. Infectées, elles tombent prématurément au sol. Par contre les noix âgées mûrent normalement sur l'arbre.

Des invasions secondaires par d'autres microorganismes peuvent survenir, ce qui accélère la dégénérescence, empêche le recouvrement et rend le diagnostic difficile.

Epidémiologie

L'épidémiologie de la maladie est mal connue. Les sources d'inoculum pourraient être les tissus infectés de la couronne et des noix. Les racines infectées peuvent être également des réservoirs d'inoculum.

La pourriture de la couronne est principalement disséminée par les zoospores et les sporanges éclaboussés par les eaux de pluies ou d'irrigation. Les mouches (*Telostylinus* sp.) sont des vecteurs supposés de *P. palmivora*, mais leur importance doit être secondaire. Au Sénégal, en général, l'attaque du champignon succède au parasitisme des insectes tels que *Oryctes boas* dont les adultes forent des galeries dans les tissus tendres du bourgeon central.

Les espèces de *Phytophthora* ont besoins des conditions très humides pour infecter leurs hôtes. Aussi, la maladie est plus sévère dans les régions à forte pluviométrie. Les infections surviennent à la suite des blessures (de tornade, d'ouragan, d'insectes, etc.) et très rarement ou pas sur des tissus sains.

Principes de lutte

A l'absence de variétés résistantes, les mesures de contrôle de la maladie sont essentiellement préventives, quelquefois chimique avec l'utilisations de fongicides systémiques. Les débris végétaux infestés et les arbres morts doivent être des plantations et brûlés. L'injection des troncs des arbres malades par le fosétyl AI est efficace contre la pourriture de la couronne et le bourgeon central, mais malheureusement n'est pas économique. Des périodes prolongées d'humectation de la surface des arbres favorisant les infections, les pépinières ne doivent pas être irriguées par aspersion ou le soir.

13.2.4 Pourriture de la base du tronc *Ganoderma* spp.

Les espèces *G. tornatum* (Pers) Bresad et *G. zonatum* Murill *G. lucidum* (Leyss.ex Fr.) Karst sont très répandues aussi bien dans les régions tropicales, particulièrement les régions tropicales humides que dans les régions tempérées.

Symptômes

Les premiers symptômes ressemblent à des dégâts de sécheresse. Les feuilles les plus âgées de la frondaison, graduellement flétrissent et tombent. Avec la fanaison des feuilles, les pinnules s'enroulent le long du rachis et flétrissent et la frondaison entière tombe parallèlement au tronc. Les feuilles mortes peuvent se casser à un point du rachis proche du tronc. La vigueur des arbres malades est réduite, et les nouvelles feuilles sont plus petites, de couleur vert pâle à jaunâtre. Les jeunes frondaisons peuvent ne pas devenir vert foncé pendant plusieurs années. Plusieurs rejets non ouverts se développent au niveau du collet, compte tenu de la croissance réduite des arbres. La floraison est ralentie puis s'arrête chez les arbres infectées. La production de noix diminue et les noix mûres sont plus petites et sont déformées. Avec la mort des feuilles matures, les jeunes feuilles montrent des symptômes de déficience en éléments nutritifs, flétrissent progressivement pendant une longue période et leur sommet se nécrose. Finalement, seule une à quelques palmes restent dans la couronne et finalement fanent et meurent. En fonction de la localisation de l'infection sur l'arbre, le sommet de l'arbre peut tomber ou le tronc s'effondre. La mort peut survenir au bout de 3-4 ans, en fonction de l'âge de l'arbre et des conditions environnementales.

La base des stipes affectés extérieurement semble solides. Cependant, le mycélium se développe dans les tissus et provoque la décomposition de ces derniers sous forme d'une pourriture d'abord humide, molle, brunâtre, puis il y a perte de substance car tous les tissus altérés deviennent friables et la base des stipes se creuse sur une hauteur et une profondeur variables. Les arbres meurent 2 – 3 ans après l'apparition des premiers carpophores.

Epidémiologie

La dissémination naturelle des *Ganoderma* des palmiers se fait par les basidiospores aériennes, le contact entre racines saines et sol infesté et contact entre racines malades et saines. Les basidiospores infectent les plantes via les blessures sur le tronc ou sur la frondaison dues aux opérations d'égagage et de taille.

Dans les plantations l'incidence de la pourriture basale est plus élevée dans les vieux vergers (> 10 ans) que dans les jeunes vergers. Dans les vieux vergers, les racines et souches infectées des palmiers morts constituent les sources d'inoculum pour les nouvelles infections des arbres adjacents. Les symptômes de la pourriture basale apparaissent 2 ans après infection et les premiers carpophores 9 mois après plus tard. Plusieurs espèces de *Ganoderma* (*G. boninense*) a des hôtes autre que les palmacées.

Dans les nouvelles plantations la méthode de défrichage et de préparation du terrain a une grande importance sur l'état sanitaire de la future plantation. Il dépend essentiellement de la quantité de débris ligneux, comme les souches et racines infestés (foyers contaminants relais de propagation) demeurant dans le sol.

Principes de lutte

Dessouchage et extirpation minutieux des racine. Cela peut se faire avec des bulldozers qui permet l'extirpation des souches, des racines, suivi d'un andainage et d'un brûlage du bois résiduel.

Empoisonnement et Annélation avant dessouchage. L'empoisonnement des arbres de la forêt (avec l'arsenic ou du 2-4-5-T) rend les systèmes radiculaires impropres à leur colonisation par le parasite. L'Annélation, pratiquée sur les troncs

des arbres avant dessouchage, entraîne la disparition progressive de l'amidon dans les racines et prive le parasite des hydrates de carbone nécessaires à son développement.

Avant plantation il est conseillé d'emblaver les parcelles pendant 2 à 3 ans en culture herbacée de plantes sensibles aux *Ganoderma* sp. (par ex. le riz) afin d'assainir le terrain avant de réaliser la plantation.

Pour lutter contre les foyers de pathogènes plusieurs méthodes sont appliquées : La réalisation de tranchées profondes autour des arbres infectés constituant le foyer afin d'interrompre la progression des rhizomorphes et le décapage de la terre autour du collet pour dégager les racines latérales.

Pour rendre la lutte contre la pourriture basale plus efficace ces méthodes sont associées à un ou plusieurs traitements chimiques (ex. pulvérisation au propiconazole plus carbendazime sur le sol au pied des arbres malades et des arbres voisins à raison de 125 g de matière active par ha.

13.3 LES VIROSES ET ORGANISMES APPARENTÉS DU COCOTIER

13.3.1 Cadang Cadang Ou 'Dying' Cocotiers

Symptômes et diagnostic

Chez le cocotier, les symptômes du cadang cadang débentent par la formation de noix arrondies qui présentent une scarification médiane. Au stade intermédiaire qui survient 2-4 ans après, les inflorescences deviennent nécrotiques et la production de noix est stoppée et la production de nouvelles feuilles est ralentie. Des tâches foliaires, assez discrets au stade initial, deviennent plus larges et plus fréquentes. Au stade ultime, les tâches foliaires fusionnent, la couronne apparaît chlorotique et les feuilles sont réduites en nombre et taille. La mortalité des plantes survient par la suite. La maladie se manifeste rarement avant la floraison et sa progression est plus rapide chez les cocotiers de la vingtaine d'année.

Transmission et Dissémination

L'agent causal du cadang cadang est un viroïde circulaire ss-RNA. L'incidence est très variable selon les régions et le taux annuel de progression va de 0.1 à 1%. L'extension annuelle des foyers est inférieure à 500 m. La transmission est mal connue mais la répartition au hasard dans les plantations. La transmission par les semences est de l'ordre de 0.3% La transmission expérimentale peut se faire par injection des jeunes pousses.

13.3.2 Importance, Répartition et plantes hôtes

Le cadang cadang des cocotiers est responsable de lourdes pertes dans les plantations de cocotiers aux Philippines. Une perte de plus de 30 millions de cocotiers a été rapporté dans ce pays; les pertes annuelles pouvant atteindre 500.000 arbres.

Moyens de lutte

- **Contrôle de l'état sanitaire des plants:** les feuilles des noix destinées à la plantation doivent être testées pour s'assurer de leur bon état sanitaire.
- **Contrôle de la pollinisation:** les arbres dont destiné à la pollinisation doivent être soumises à un indexage pour s'assurer de l'absence d'infection de

ces grains de pollen. La pollinisation ne doit être faite qu'une fois l'absence d'infection certifiée. Le virus peut aussi être détecté dans l'embryon et les cosses.

13.4 ACARIENS ET INSECTES NUISIBLES AU COCOTIER

13.4.1 Principaux Acariens Et Insectes

Espèces Importantes Et Dégâts

ESPECES		DEGATS
<u>ACARIENS</u> <i>Aceria spp.</i>	ACARI	Flétrissement et destruction des fleurs. Déformation et brunissement des jeunes fruits.
<u>COLEOPTERES</u> <i>Oryctes monoceros</i> (<i>O. boas</i> ; <i>O. gigas</i> ; <i>O. owariensis</i>)	COLEOPTERA Scarabaeidae	Destruction de l'épiderme des noix.
<i>Rhynchophorus phoenicis</i>	Curculionidae	Bourgeons détruits ; trous creusés dans la touffe centrale des tiges et perforations du cône végétatif et galeries dans le pétiole. Palmes courtes et brisées. Mort des jeunes plantes.
<u>COCHENILLES</u> <i>Aspidiotus destructor</i>	HOMOPTERA Diaspididae	La femelle dépose ses œufs sous l'écorce sur le stipe. A l'éclosion les larves creusent de nombreuses et larges galeries dans le stipe, le pétiole et le tronc qu'elles minent ainsi. Transmission de nématodes ? !
<u>CHENILLES</u> <i>Parasa vivida</i>	LEPIDOPTERA Limacodidae	Face inférieure des feuilles et fruits piqués, sucés. Décoloration des organes (jaunissement puis brunissement), nécroses et dessèchement des feuilles.
<i>Zophopetes spp.</i>	Hesperidae	Les chenilles dévorent les jeunes folioles en longeant les nervures. Les chenilles sont urticantes.
<u>THRIPS</u> THYSANOPTERA <i>Heliothrips haemorrhoidalis</i>	Thripidae	<u>Défoliation</u> : les chenilles mangent les folioles provoquent la défoliation.
<u>PUNAISES</u> HETEROPTERA <i>Helopeltis spp.</i>	Miridae	Jeunes feuilles piquées, sucées, déformées et décolorées. Ralentissement de la croissance.
		Jeunes organes piqués, sucés. Points de piqûre lésés, brun-clair, puis noirs. Les lésions entraînent des cratères. L'extrémité des organes attaqués est déformée.

13.4.2 *Aspidiotus destructor* (Sign)

Syn. *Aspidiotus cocotis*

Nom usuel : Pou du cocotier

1. Position systématique

Ordre : Homoptera

Famille : Diaspididae

2. Description

L'insecte est de forme conique, le sommet en bouton saillant ; il est protégé par un bouclier transparent. Il y a un dimorphisme entre mâle et femelle.

- Le bouclier du mâle est ovale, allongé et plus petit que celui de la femelle
- Le corps de la femelle est de couleur jaune soufre à vert-jaunâtre. Le bouclier femelle, circulaire est grisâtre, à blanchâtre presque translucide. Il mesure 1,5 à 2 mm.
- Les exuvies des nymphes de 1^{er} et 2^{ème} stade de couleur jaunâtre demeurent fixées au centre du bouclier.

3. Bioécologie

Le pou du cocotier est un insecte phytophage, cosmopolite à préférence tropicale et à large distribution géographique. La reproduction est essentiellement sexuée, les femelles sont ovipares.

La femelle pond sous son bouclier de 20 à 50 œufs. L'incubation dure une semaine environ.

A l'éclosion les larves sortent de l'abri du bouclier et envahissent la face inférieure des feuilles les plus proches des parents. C'est à ce stade de larves mobiles (crawlers) que l'espèce se dissémine assez couramment par le vent ou des insectes. Le développement larvaire dure en moyenne quatre (4) semaines.

Les mâles ailés se déplacent tandis que les femelles aptères vivent sur l'hôte, le rostre enfoncé dans les tissus végétaux se nourrissant de suc cellulaire.

4. Plantes-hôtes

A.destructor est très polyphage : le cocotier, le palmier à huile, le bananier, le cacaoyer, le théier, l'igname, le dattier, le manguier, le goyavier, les citrus, le papayer... constituent les principales cultures-hôtes.

5. Dégâts

Les dommages sont essentiellement un dépérissement des feuilles, fleurs et fruits. Ils sont le fait de l'action mécanique du rostre et de la spoliation consécutive au prélèvement de sève sur la plante-hôte (piqûre-sucion).

Les symptômes sont une décoloration (jaunissement puis brunissement), une nécrose des organes attaqués et dans les cas sévères un dessèchement suivi de la chute des feuilles. La plante dépérit et produit peu.

6. Moyens de lutte

Techniques culturales

- Respect des mesures d'entretien : désherbage, fumure équilibrée, irrigation suffisante.
- Coupe et incinération des organes fortement attaqués.
- Utilisation de jeunes plants sains et désinfectés.
- Espacement convenable des arbres

Promotion du développement des ennemis naturels et des autres facteurs naturels de limitation des populations du pou du cocotier.

Il s'agit des Hyménoptères Encyrtidae et des Coléoptères Coccinellidae. Ces ennemis naturels pourraient être si possible utilisés dans la lutte biologique qui s'avère être la solution idéale pour les zones qui connaissent pour la première fois l'apparition de cet insecte.

La lutte chimique

L'utilisation de cette méthode de lutte doit tenir compte de la dynamique des ennemis naturels et aussi des équilibres de l'environnement.

Elle n'est pas rentable et est difficile à appliquer compte tenu de la grande taille des arbres. Toutefois, au besoin, on pourrait effectuer des traitements avec des organophosphorés en solution huileuse (à base de Diazinon, Parathion-méthyl ou de malathion sur des jeunes arbres.

Il faut noter que l'utilisation de traitement chimique de synthèse n'est pas compatible avec la protection de la faune auxiliaire utile dans la lutte contre les cochenilles. Il y a donc avantage à utiliser les huiles de pétrole en concentré émulsifiable (Seppie été) ou en concentré liquide pour pulvérisation (Blanchol été).

13.4.3 Oryctes spp.

Noms usuels : *Oryctes* ou Rhinocéros ou « Rhinoceros beetle »

1. Position systématique

Ordre : Coleoptera

Famille : Scarabaeidae

Sous famille : Dynastinae

Genre :

Principales espèces : *Oryctes boas* ; *Oryctes gigas* ; *Oryctes monoceros* ; *O. owariensis* ; *Oryctes rhinoceros*.

2. Description

Les oryctes adultes sont de robustes scarabées de taille et de couleur variables selon les espèces et les sexes.

Les mâles se distinguent des femelles par leur corne céphalique beaucoup plus développée. En outre leur extrémité abdominale (pygidium) est lisse et arrondi contrairement à celle de la femelle qui est velue, allongée et pointue.

Les larves, typiques, peuvent être terricoles vivant en « vers blancs » ou endophytes sur les palmes ou les souches ayant abrité les œufs.



Figure 48 : A. *Oryctes boas* - B. *Oryctes owariensis* (d'après BUYCKX, 1962)

3. Bioécologie

Les oryctes sont largement distribués dans les régions tropicales.

En Afrique les principales espèces nuisibles aux palmiers sont : *Oryctes monoceros*, *Oryctes owariensis*, *Oryctes gigas*, *Oryctes boas*. Cette dernière espèce (*O. boas*) a été observée au Sénégal.

Ce sont des insectes holométaboles à sexes séparés, à reproduction bisexuée. Les femelles sont ovipares.

Les pontes ont lieu sur ou dans divers substrats dont les pétioles des palmes, les souches de palmiers, les débris végétaux divers en décomposition, etc... Selon les conditions locales, l'incubation dure de 10 à 15 jours.

Le développement larvaire s'effectue entre 3 à 5 mois, voire plus. La nymphose dure 3 à 7 semaines au bout desquelles les imagos sortent.

Les adultes vivent au maximum un an, la durée d'un cycle (œuf → larve → nymphe → adulte → œuf) varie de 4 à 5 mois dans les conditions optimales. Les oryctes adultes sont phytophages, les larves terricoles sont généralement détritiphages mais peuvent s'attaquer aux racines.

4. Plantes-hôtes

Palmiers (cocotier, dattier, palmier à huile...) bananiers, papayer, ananas, etc...

5. Dégâts

Les adultes de Rhinocéros s'attaquent essentiellement aux tissus de la couronne de palmes qu'ils minent de trous, perforant le cône végétatif. Ils creusent souvent des galeries parallèles à l'axe en direction du cœur. Le rachis se brise.

Les palmes attaquées en phase de croissance sont courtes ; il se forme des bouquets échancrés, recouverts de sciures et autres débris. Le bourgeon est détruit, il pourrit secondairement. La nécrose se développe sur les tissus.

Les jeunes plantes sévèrement attaquées peuvent mourir tandis que les cocotiers plus âgés peuvent résister et survivre si les attaques sont légères et isolées.

Les attaques d'Oryctes (blessures de l'arbre) ouvrent la voie à d'autres nuisibles parmi lesquels les charançons, champignons et bactéries.

6. Moyens de lutte

- Une association judicieuse de plusieurs procédés de lutte est nécessaire pour un contrôle efficace des rhinocéros.
- Promotion du développement des ennemis naturels des oryctes : les larves et adultes d'oryctes sont attaqués par des prédateurs (insectes entomophages, chilopodes, oiseaux, reptiles etc...) des parasites (scolies) des virus (*Rhabdionvirus oryctes*), des champignons (*Metarrhizium anisoplia*) dont les actions communes limitent le niveau des populations.

Moyens cultureux

- Respect des techniques d'entretien et de suivi : désherbage et nettoyage de la plantation ; destruction des sites de ponte par une inspection régulière...
- Utilisation de plants sains et désinfectés
- Destruction des arbres moribonds.

Moyens préventifs

- Observation rigoureuse des mesures de quarantaine
- Il faut éviter de blesser les arbres.

Moyens physiques et biotechniques

- Ramassage manuel et destruction des insectes
- Identification des lieux de reproduction et destruction des larves.
- Piégeages
 - Pièges spéciaux à Rhinolure
 - Pièges en tiges de palme d'environ 1 à 2 m de long fendues.

Ces pièges disposés isolément en couche unique sont contrôlés 2 à 3 jours d'intervalles, les oryctes sont capturés et détruits.

Moyens biologiques

Des préparations virales à base de *Rhabdionvirus oryctes* et des préparations fongiques à base de *Metarrhizium anisoplae* sont utilisées dans la lutte contre les oryctes.

Moyens chimiques

L'utilisation d'insecticides n'est pas conseillée à cause de la taille des arbres, du prix et de la toxicité de ces insecticides (Diazinon, carbaryl, aldrine...).

14 DOCUMENTS CONSULTÉS

- ACTA (1998). Index phytosanitaire. Ed. an. Ass. Coord. Techn. Agric. Paris – 598 p.
- Aneja, M., and Gianfagna, T. 2001. Induction and accumulation of caffeine in young, actively growing leaves of cocoa (*Theobroma cacao* L.) by wounding or infection with *Crinipellis pernicioso*. *Physiol. Mol. Plant Path.* (in press).
- Anonyme, 1992. Afrique AGRICULTURE, n°198 Novembre 1992. Dossier – Protection des plantes.
- Anonyme, 1991. Mémento de l'agronome, quatrième édition, 1635 P. Collection <<Techniques rurales en Afrique>>. Ministère de la Coopération et du Développement. Paris, France.
- APPERT, J. et DEUSE, J. (1982). Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. G.P. Maisonneuve et Larose et ACCT – France. 421 p.
- APS, 1988. Compendium of Citrus disease. Ed. Whiteside, S., Garnsey, S. M. & Timmer W. L. APS PRESS. 80 pages.
- APS, 1994. Compendium of tropical fruit diseases. Ed. Ploetz, R.C. , Zentmyer, G. A., Nishijima, W. T., Rohrbach, K. G. & Ohr, H. D. APS PRESS; 88 pages.
- Aragaki, M., and Uchida, J. Y. 2001. Morphological distinctions between *Phytophthora capsici* and *P. tropicalis* sp. nov. *Mycologia* 93:137-145.
- Awuah, R. T. 1991. Aetiology, suscept range and distribution of leaf spot of rough lemon in the Ashanti Region of Ghana. *FAO Plant Prot. Bulletin* 39 : 106 – 111
- Baumer, M., 1995. Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique Occidentale, 260 P. ENDA Tiers Monde/CTA, ENDA-Editions, Dakar, Sénégal.
- Bonheure Denis, 1988. Le théier, 159 P. Le Technicien d'Agriculture Tropicale. CTA/Maisonneuve et Larose, Paris, France.
- Bonnemaison, L. (1961-1962). Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts – 3 vol. – Paris 1521 p.
- Bouhot, D. & Mallamaire, A., 1965. Les principales maladies des plantes cultivées au Sénégal. Tome I. Ed. Grande Imprimerie Africaine, Dakar. 291.
- Brac de la Perrière, R. A., Amir, H., and Bounaga, N. 1995. Prospects for integrated control of “bayoud” (*Fusarium* wilt of the date palm) in Algerian plantations. *Crop protection* 14 : 227 – 235
- Brasier, C. M., and Griffin, M. J. 1979. Taxonomy of *Phytophthora palmivora* of cocoa. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 72:111-143.
- Braudeau, Jean., 1969. Le cacaoyer, 304 P. Techniques Agricoles et Productions Tropicales. G.-P. Maisonneuve et Larose, Paris, France
- Buyckx, E. J. E. (1962). Précis des maladies et des insectes nuisibles rencontrés sur les plantes cultivées au Congo, au Rwanda et au Burundi, Bruxelles. 708p
- CILSS, 1987. How to plant mango – trees in an orchard. A technical guide. Ed. RESADOC/CILSS. 31 P

- CMI Description of Pathogenic fungi Bacteria n° 1, 1964 ; CMI Description of Path. Fungi and bacteria n° 351-353.
- CNRST Burkina Faso, 1994. Programme national de recherche en cultures maraîchères, fruitières et plantes à tubercules (CMFPT) - Proposition de données, axes et activités de recherche, les moyens humains et collaborations institutionnelles pour la mise en oeuvre, 23 P. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique/Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Ouagadougou, Burkina Faso
- Cummins, G. B. and Hiratsuka, Y. 1983. Illustrated of rust Fungi. Revised Edition. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, U. S.A. 152 p.
- Cummins, G. B. and Hiratsuka, Y. 2003. Illustrated of rust Fungi. Third Edition. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, U. S.A. 225 p.
- Coste René, 1989. Caféiers et cafés, 373 P. Techniques Agricoles et Productions Tropicales. ACCT/Editions G.-P. Maisonneuve et Larose, Paris, France.
- De Laroussilhe, F., 1980. Le manguier, 312 P. Techniques Agricoles et Productions Tropicales. G.-P. Maisonneuve et Larose, Paris, France.
- Deme, M. 1980. Cours d'entomologie spéciale, Cycle Ingénieur d'Agriculture. Fascicule IPR Katibougou Mali – 92 p
- Diarra, B. et Noussourou, M. 1995. Mouches des fruits au Mali : bioécologie et possibilité de lutte intégrée. Sahel IPM n°6 – Décembre 1995 – P. 2-13
- Dupriez Hugues et DE LEENER Philippe, 1987. Jardins et vergers d'Afrique, 354 P. Terres et Vie-Editions-L'HARMATTAN-CTA-APICA-ENDA, Nivelles, Belgique
- El-Hamlawi, Z. A. and Menge, J. A. 1994. Avocado trunk disease caused by *Phytophthora citricola* : Investigation of factors affecting infection and disease development. Plant Dis. 78 : 260-264
- Erwin, D. C., and Ribeiro, O. K. 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Erwin, D. C., Bartnicki-Garcia, S., and Tsao, P. H., eds. 1983. *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology*. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Evans, H. C. 1981. Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora (Monilia) roreri*. Phytopathol. Pap. 24. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, England.
- Evans, H. C., and Prior, C. 1987. Cocoa pod diseases: causal agents and control. Outlook on Agriculture 16:35-41.
- Evans, H. C., Edwards, D. F., and Rodriguez, M. 1977. Research on cocoa diseases in Ecuador: past and present. PANS 23:68-80.
- Fulton, R. H. 1989. The cacao disease trilogy: black pod, monilia pod rot, and witches'-broom. Plant Disease 73:601-603.
- Gomis Adolphe, 1992. Arboriculture fruitière, 162 P. Centre de Formation des Maîtres d'Enseignement Technique et Professionnel (METP Guérina, Ziguinchor, Sénégal. Centre d'Edition, de Reproduction et de Diffusion de Documents pédagogiques (CERDI)

- Graf, P., Sow, M. M. Sy, A. 2000. La lutte intégrée contre les ennemis des cultures. ED. DEA, GTZ et CNRADA, Mauritanie. 230 P
- Gregory, P. H., ed. 1974. *Phytophthora* Diseases of Cocoa. Longman, London.
- Greiner Didier, 1998. Le marché de la datte, produit de rente des oasis: enjeux, diversité, tensions. Sécheresse, Vol. 9, N° 2, Juin 1998, P. 155-162
- Holmes, K. A., Thomas, S. E., and Evans, H. C. 2000. The Search For Biocontrol Agents of Basidiomycete Pathogens (*Moniliophthora roreri* and *Crinipellis perniciososa*) of Cacao (*Theobroma cacao*). BMS Tropical Mycology, John Moores University, Liverpool, 25 - 29 April.
- Hossain, M. S. and Meah, M. B. 1992. Prevalence and control of guava fruit anthracnose. Tropical Pest Management 38 : 181 – 185
- INSAH, 1987. How to plant mango-trees in an orchard - a technical guide, 31 P. Resadoc Programme, Sahel Institute, CILSS, Bamako, Mali
- Kellam, M. K., and Zentmyer, G. A. 1986. Morphological, physiological, ecological, and pathological comparisons of *Phytophthora* species isolated from *Theobroma cacao*. Phytopathology 76:159-164.
- KRANZ, J., SCHMUTTERER, H., et KOCH, W. 1981. Maladies, ravageurs et mauvaises herbes des cultures tropicales – V.P. Parey – Berlin et Hambourg – 717 p
- Krauss, U., and Hebbar, P. 1999. Research Methodology in Biocontrol of Plant Diseases. Workshop Manual. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 28 June-4 July, 1999.
- Krauss, U., and Soberanis, W. 2000. Biological control of frosty pod (*Moniliophthora roreri*) and other pod pathogens in Peru. Paper presented at 13th Int. Cocoa Research Conf., Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia, 9-14 October, 2000.
- Krauss, U., Soberanis, W., and Matthews, P. 1999. The use of antagonist mixtures in biocontrol. Pages 112-122, in Research Methodology in Biocontrol of Plant Diseases with Special Reference to Fungal Diseases of Cocoa. U. Krauss and K. P. Hebbar, eds. CATIE, Costa Rica.
- Lafleur, G. 1995. Inventaire et évaluation des dommages des principaux insectes et maladies du manguier. *Mangifera indica* L. dans les provinces du Houet et du Kéné Dougou – Burkina Faso, Sahel IPM n°4 Août 1995 – P. 9-14
- Laroussilhe, De F. 1969. La culture du bananier au Mali. Centre National de Recherches Fruitières – AFAC Bamako – P. 27
- Leroy, J. F. 1968. Les fruits tropicaux et subtropicaux, 128 p. Que sais-je? N° 237. Presses Universitaires de France, Paris, France.
- Loussert Raymond, 1985. 1 - Les agrumes, 136 p. Editions J.-B. Baillière, Paris, France
- Mansal, L. (1997). Les maladies et ravageurs des agrumes dans la région du fleuve Sénégal : diagnostic et contrôle. Rapport de stage DFPV/CRA Niamey – NIGER – 30 p.
- Maraite, H. non datée. Phytopathologie tropicale 2^{ème} partie. Fascicule de cours, 243 p. Louvain-La-Neuve, Belgique

- Matheron, M. E. and Matejla, J. C. 1992. Effects of temperature on sporulation and growth of *Phytophthora citrophthora* and *P. parasitica* and development of foot rot on citrus. *Plant Dis.* 76: 1103 – 1109
- Mathon, C. C., 1968. La greffe végétale, 126 P. Que sais-je? N° 814. Presses Universitaires de France, Paris, France
- Mouliom-Perfoura, A., Lassoudière, A., Foko, J., and Fontem, D. A. 1996. Comparison of development of *Mycosphaerella fijensis* and *Mycosphaerella musicola* on banana and plantain in the various ecological zones in Cameroon. *Plant Dis.* 80: 950-954
- Muller, 1971, La rouille du caféier sur le continent américain, *Café, Cacao, Thé* 15 : 24 – 30 ;
- Munier, P. 1973. Le palmier dattier. *Techniques Agricoles et Production Tropicales.* 221 p
- Noriega-Cantù, D. H., Téliz, D., Mora Aguilera, G., Rodriguez-Alcazar, G., Zavaleta-Mejía, E., Otere-Colinas, G., and Campbell, C. L. 1999. Epidemiologie of mango malformation in Guerero, México, with traditional and integrated management. *Plant Dis.* 83 : 223 – 228
- Oostendorp, M., Kunz, W., Dietrich, B., and Staub, T. 2001. Induced disease resistance in plants by chemicals. *European J. of Plant Pathology* 107: 19-28.
- Orchard, J., Collin, H. A., Hardwick, K., and Isaac, S. 1994. Changes in morphology and measurement of cytokinin levels during the development of witches' brooms on cocoa. *Plant Pathology* 43:65-72.
- Pereira, J. L. 1985. Chemical control of *Phytophthora* pod rot of cacao in Brazil. *Cocoa Growers Bull.* 36:23-38.
- Pereira, J. L. 1996. Management of Witches' Broom Disease of Cocoa: A Contemporary Retrospective. *Cocoa Producers' Alliance*, 8/10 Broad Street, P.O. Box 1718, Lagos, Nigeria.
- Pérez, L. and Mauri, F. 1994. Efficacy of EBI fungicides on the control of Sigatoka disease of bananas caused by *Mycosphaerella musicola* Leach ex Mulder in Cuba. *Int. J. Pest Management* 40: 1 – 5
- Piper, S., Martínez, A., Hidalgo, E., and Krauss, U. 2000. Effect of formulation on population dynamics of mycoparasites on the surface of cocoa pods. Paper presented at the INCOPEP 3rd Int. Seminar on Cocoa Pest and Diseases, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia, 16-17 October, 2000.
- Ploetz, R. C.; Zentmyer, G. A.; Nishijima, W. T., Rohrbach, K. G. and OHR, H. D., 1998. Compendium of tropical fruit diseases, 88 P. APS PRESS, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Popenoe, W. 1974. Manual of tropical and subtropical fruits, excluding the banana, coconut, pineapple, citrus fruits, olive and fig, 474 P. HAFNER PRESS, New York, Collier-Macmillan Publishers, London.
- Praloran, J.C. (1971). Les agrumes. *Techniques agricoles et production tropicale.* GP Maisonneuve et Larose, Paris – France – 565 p
- Praloran, J.-C., 1971. Les agrumes, 565 P. *Techniques Agricoles et Productions Tropicales.* G.-P. Maisonneuve et Larose, Paris, France

- Prior, C. 1980. Vascular streak dieback. *Cocoa Growers' Bull.* 29:21-26.
- Purdy, L. H., and Schmidt, R. A. 1996. Status of cacao witches' broom: biology, epidemiology, and management. *Annu. Rev. Phytopathol.* 34:573-594.
- Romero, R. A. and Sutton, T. B. 1997. Reaction of four *Musa* genotypes at three temperatures to isolates of *Mycosphaerella fijensis* from different geographical regions. *Plant Dis.* 81 : 1139 – 1142
- Rudgard, S. A., and Butler, D. R. 1987. Witches' broom disease in Rondonia, Brazil: pod infection in relation to pod susceptibility, wetness, inoculum, and phytosanitation. *Plant Pathology* 36:515-522.
- Runner Jean, 1974. Le thé, 126 P. Que sais-je? N° 1392. Presses Universitaires de France, Paris, France.
- Samuels, G. J., Pardo-Schultheiss, R., Hebbar, K. P., Lumsden, R. D., Bastos, C. N., Costa, J. C., and Bezerra, J. L. 2000. *Trichoderma stromaticum*, sp. nov., a parasite of the cacao witches broom pathogen. *Mycol. Res.* 104:760-764.
- Soberanis, W., Ríos, R., Arévalo, E., Zúniga, L., Cabezas, O., and Krauss, U. 1999. Increased frequency of phytosanitary pod removal in cacao (*Theobroma cacao*) increases yield economically in eastern Peru. *Crop Protection* 18:677-685.
- Sticher, L., Mauch-Mani, B., and Metraux, J. P. 1997. Systemic acquired resistance. *Ann. Rev. Phytopathol.* 35:235-270.
- Stover, R. H. 1962. Fusarial wilt (Panama Disease) of bananas and other *Musa* species. Ed. CAB, KEW SURREY. *Phytopathological Paper* N°4. 117 p.
- Swennen, R. and Vuylsteke, D. 1993. Breeding black *Sigatoga* resistant plantains with a wild banana. *Tropical Agric. (Trinidad)* 70 : 74 – 77
- Taylor, M. 1998. The World Cocoa Situation. International Forum in Cocoa, Lima, Peru, 28-29th October, 1998. LMC International, Ltd., London, UK.
- Telemans, B. (1996). La culture des manguiers en Guinée. Bulletin de liaison n°10 – 31 octobre 1996. Rap. P 48 – 53 – FAO Dakar – Sénégal.
- Terrible Marin, 1991. Quelques arbres à multiplier dans les régions à longue saison sèche (savanes et sahel), 67 P. Collection <<Cahiers ruraux>>, N° 8. Centre d'Etudes Economiques et Sociales d'Afrique Occidentale (CESAO), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
- Tezenas Du Montcel Hugues, 1985. Le bananier plantains, 144 P. Le Technicien d'Agriculture Tropicale. CTA/Maisonneuve et Larose, Paris, France.
- Thresh, J. M., Owusu, G. K., Boamah, A., and Lockwood, G. 1988. Ghanaian cocoa varieties and swollen shoot virus. *Crop Protection* 7:219-231.
- Tinsley, T. W. 1971. The ecology of cacao viruses. I. The role of wild hosts in the incidence of swollen shoot virus in west Africa. *J. Appl. Ecol.* 8:491-495.
- Tsao, P. H., and Alizadeh, A. 1988. Recent advances in the taxonomy and nomenclature of the so-called "*Phytophthora palmivora*" MF4 occurring on cocoa and other tropical crops. Proc. 10th Int. Cocoa Res. Conf., Santo Domingo, Dominican Republic, 17-23 May, 1987. Cocoa producers Alliance.

- van EE Sinome, 1995. La culture fruitière sous les tropiques, deuxième édition, 49 P. Agrodok-series N° 5. Agomisa/CTA-ACP/CEE, Wageningen, Pays-Bas.
- VISSERS, M. (1997). Techniques de protection et de multiplication de quelques cultures fruitières sur l'île de la Réunion. Bulletin de liaison n°12. Novembre 1997. P 43 – 49. Rap. FAO Dakar – Sénégal.
- von Maydell, H.-J., 1983. Arbres et arbustes du Sahel - Leurs caractéristiques et leurs utilisations, 531 P. GTZ, Eschborn, Allemagne.
- Wallon, A. 1984. Les cultures fruitières en zone sahélienne, 59 P. Manuel de cours pour cycle AT 2, TDR 3 PV, Spécialité Agriculture. Institut Pratique de Développement Rural, Kollo, Niger.
- Wheeler, B. E. J., and Suárez, C. 1993. The pathosystem. Pages 9-19 in: Disease Management in Cocoa. Comparative epidemiology of witches' broom. S. A. Rudgard, A. C. Maddison, and T. Andebrhan, eds. Chapman & Hall.
- Wilson, C. L., El Ghaouth, A., Chalutz, E., Droby, S., Stevens, C., Lu, J. Y., Khan, V., and Arul, J. 1994. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. Plant Dis. 78 : 837 – 844
- Young, A. M. 1994. The Chocolate Tree: A Natural History of Cacao. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- Zainal Abidin, M. A., Varghese, G., and Mainstone, B. J. 1981. Vascular streak dieback of cocoa in Malaysia. I. A survey of its incidence and identification of the pathogen involved. The Planter 57:3-13.
- Zentmyer, G. A., Kaosiri, T., Idosu, G. O., and Kellam, M. K. 1981. Morphological forms of *Phytophthora palmivora*. Pages 291-295 in: Proc. 7th Int. Cocoa Res. Conf, Douala, Cameroon, 4-12 Nov., 1979. J. de Lafforest, ed. Transla-Inter Ltd, London.

15 ANNEXES

16 PLANCHES