

PIP

ITINÉRAIRE TECHNIQUE MANGUE (*MANGIFERA INDICA*)

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

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

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

www.coleacp.org/pip



Le PIP est financé par l'Union européenne

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

Mars 2007.



POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE
DU SECTEUR FRUITS ET LEGUMES ACP

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

Document élaboré par le PIP avec la collaboration technique de :

H. VANNIERE et J.F. VAYSSIERES du CIRAD-FLHOR; H. Maraite de l'Unité de Phytopathologie de l'UCL



Crédit photographique: fotolia.com

Avertissement

Le document « Itinéraire Technique » (fruit ou légume) détaille toutes les pratiques culturales liées au (fruit ou légume) concerné. Il propose essentiellement des substances actives soutenues par les fabricants des Produits de Protection des Plantes dans le cadre du Règlement 1107/2009, et devant respecter les normes en matière de résidus des Produits de Protection des Plantes. La majorité de ces substances actives a été testée dans le cadre d'un programme d'essais en champs, et le niveau de résidus de chaque substance active a été mesuré. Le contrôle des ravageurs et des maladies proposé est dynamique et sera adapté de façon continue en intégrant toutes les informations rassemblées par le PIP. Néanmoins, chaque producteur a la possibilité de choisir parmi les produits cités dans la liste un ensemble de substances actives ne posant pas de problème au niveau des résidus. Il est évident que seule l'utilisation de formulations légalement homologuées dans le pays d'application est autorisée. Il est de l'obligation de chaque producteur de vérifier auprès des autorités locales d'homologation si le produit qu'il souhaite utiliser est mentionné dans la liste des produits homologués.

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

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| 1. DESCRIPTION | 7 |
| 1.1. Botanique et description | 7 |
| 1.2. Le cycle phénologique – croissance rythmique. | 8 |
| 2. LES VARIETES | 9 |
| 3. LA PEPINIERE | 11 |
| 3.1. Généralités | 11 |
| 3.2. Choix du porte-greffe | 11 |
| 3.3. Choix des graines pour la production des porte-greffes | 11 |
| 3.3.1. Préparation des graines avant le semis | 11 |
| 3.3.2. Préparation du terreau de semis | 11 |
| 3.3.3. Le semis | 12 |
| 3.3.4. Le repiquage | 12 |
| 3.4. Le greffage | 12 |
| 3.4.1. Le choix des greffons | 12 |
| 3.4.2. La préparation des porte-greffes | 12 |
| 3.4.3. Les époques de greffage | 12 |
| 3.4.4. Les techniques de greffage | 12 |
| 3.4.5. Les soins après greffage | 13 |
| 3.5. La protection phytosanitaire des pépinières | 13 |
| 3.5.1. Principaux ravageurs | 13 |
| 3.5.1.1. Les cochenilles | 13 |
| 3.5.1.2. Les punaises | 13 |
| 3.5.1.3. Les acridiens | 13 |
| 3.5.1.4. Les thrips | 14 |
| 3.5.1.5. Cécydomyies des feuilles : <i>Procontarinia matteiana</i> | 14 |
| 3.5.2. Les principales maladies | 14 |
| 3.5.2.1. L'oïdium : <i>Didium mangiferae</i> | 14 |
| 3.5.2.2. L'antracnose : <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> | 14 |
| 3.5.2.3. La bactériose : <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>mangiferaeindicae</i> | 14 |
| 4. CREATION DE VERGERS | 15 |
| 4.1. Les exigences | 15 |
| 4.1.1. Le climat | 15 |
| 4.1.2. Les besoins hydriques | 15 |
| 4.1.3. Le sol | 15 |
| 4.2. Les aménagements avant plantation | 15 |
| 4.2.1. L'aménagement du sol | 15 |
| 4.2.2. Le réseau de brise-vent | 15 |
| 4.2.3. La densité de plantation | 15 |
| 4.2.4. La préparation du sol | 16 |
| 4.2.4.1. Le cas de la culture mécanisée | 16 |
| 4.2.4.2. Le cas d'une culture non mécanisée | 16 |
| 4.3. La plantation | 16 |
| 4.3.1. Le tracé de la plantation | 16 |
| 4.3.2. La plantation | 16 |
| 4.4. L'entretien de la plantation | 16 |
| 4.4.1. L'irrigation | 16 |
| 4.4.2. Le rôle des différents éléments de fertilisation | 17 |

| | |
|---|-----------|
| 4.4.2.1. L'azote | 17 |
| 4.4.2.2. Le phosphore | 17 |
| 4.4.2.3. Le potassium | 17 |
| 4.4.2.4. Le calcium | 17 |
| 4.4.2.5. Le magnésium | 17 |
| 4.4.2.6. Le bore | 17 |
| 4.4.2.7. Le zinc | 18 |
| 4.4.3. La fumure minérale | 18 |
| 4.4.4. Le désherbage – la protection contre le feu | 18 |
| 5. LA PROTECTION PHYTOSANITAIRE | 19 |
| 5.1. La démarche à suivre pour une protection phytosanitaire raisonnée | 19 |
| 5.2. Identification des périodes à risque en fonction du stade phénologique | 19 |
| 5.3. La répartition géographique des différentes maladies et insectes | 20 |
| 5.4. La réalisation des traitements | 20 |
| 5.5. les ravageurs | 23 |
| 5.5.1. La mouche des fruits : <i>Bactrocera invadens</i> ; <i>Ceratitis cosyra</i> , <i>C. fasciventris</i> , <i>C. quinaria</i> | 23 |
| 5.5.2. Les cochenilles | 26 |
| 5.5.3. La Cochenille farineuse du manguier : <i>Rastrococcus invadens</i> | 26 |
| 5.5.4. Les thrips | 27 |
| 5.5.5. Cécydomyies de fleurs (<i>Erosomyia mangiferae</i>) et des feuilles (<i>Procontarinia matteiana</i>) | 28 |
| 5.5.6. L'aleurode : <i>Aleurodicus dispersus</i> | 28 |
| 5.5.7. Les punaises : <i>Anoplocnemis curvipes</i> , <i>Lygus</i> spp. | 28 |
| 5.5.8. Les acridiens | 28 |
| 5.5.9. Les termites | 29 |
| 5.6. Les Maladies fongiques | 30 |
| 5.6.1. Maladies fongiques se développant en verger, mais connues surtout par les pourritures qu'elles provoquent en post-récolte | 30 |
| 5.6.1.1. L'Anthracnose : <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> | 32 |
| 5.6.1.2. Pourriture en taches rondes causées par d'autres pathogènes du manguier | 32 |
| 5.6.1.3. Les pourritures pédonculaires associées avec les genres <i>Lasiodiplodia</i> , <i>Dothiorella</i> , <i>Phomopsis</i> , <i>Pestalotiopsis</i> | 33 |
| 5.6.1.4. Autres pourritures post-récolte | 35 |
| 5.6.1.5. Protection des vergers | 35 |
| 5.6.1.6. Traitements post-récolte | 39 |
| 5.6.2. L'Oïdium : <i>Oidium mangiferae</i> | 40 |
| 5.6.3. Le Scab : <i>Elsinoe mangiferae</i> | 40 |
| 5.6.4. La bactériose : <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>mangiferaeindicae</i> | 41 |
| 5.6.5. Les maladies physiologiques | 41 |
| 6. RECOLTE | 43 |
| 6.1. Point de coupe | 43 |
| 6.2. Récolte | 43 |
| 6.3. Post-récolte | 44 |
| 6.3.1. Au champ | 44 |
| 6.3.2. Le transport du verger vers la station de conditionnement, agréage | 44 |
| 6.3.3. Le conditionnement en station | 44 |
| 6.3.3.1. Contrôle des maladies fongiques -Traitements thermiques | 45 |
| 6.3.4. La mise en carton et la palettisation | 45 |
| 6.3.5 Stockage au froid – la chaîne du froid | 45 |
| 6.3.6. Le transport | 46 |
| BIBLIOGRAPHIE | 47 |
| ANNEXES | 48 |

Mangifera Indica - Famille des Anacardiacées

1. Description

1.1. Botanique et description

Originaires de la région Indo-Birmane, les manguiers se sont diversifiés ultérieurement dans deux autres zones d'Asie du sud-est :

- dans le nord ouest de l'Inde en donnant des variétés monoembryonnées à épiderme plus ou moins coloré, sensibles à l'antracnose. Le climat y est contrasté avec des étés chauds et humides alternant avec saisons sèches et fraîches ;
- en Birmanie, Thaïlande, Indonésie et dans le sud de la péninsule indochinoise en donnant des variétés polyembryonnées à épiderme verdâtre, peu coloré, présentant une relative résistance à l'antracnose. Le climat y est plus régulièrement chaud et humide.

Depuis un siècle, ces deux types de mangue ont été rassemblés en Floride, où elles ont donné une nombreuse descendance par hybridation naturelle ou dirigée. Cette région est considérée comme un centre secondaire de diversification. La majeure partie des variétés de mangues présente sur le marché d'exportation est issue de ces hybridations.

Dans les régions d'origine, les types primitifs avaient pour habitat les forêts tropicales de moyennes altitudes. Dans ces situations, la fructification est aléatoire : floraison peu intense, attaques cryptogamiques sur fleurs et jeunes fruits.

En zones subtropicales, des alternances de températures (25°C jour / 15°C nuit), ainsi qu'une saison sèche marquée, sont des conditions favorables pour induire une bonne floraison.

Les températures basses constituent le principal facteur qui limite l'extension les zones de cultures au-delà des 36° latitude N et 33° latitude S.

La morphologie et biologie du manguiier

Les manguiers sont des arbres à fort développement (10 à 30 m de haut), à feuillage persistant. Les inflorescences, en forme de grappe, apparaissent à l'extrémité des rameaux sur la périphérie de la frondaison. Elles sont constituées de fleurs mâles et de fleurs hermaphrodites. Chaque inflorescence porte plusieurs milliers de fleurs qui, après fécondation, donneront au mieux quelques fruits. Les taux moyens de nouaison sont très faibles, inférieur à 1/1000. La pollinisation est assurée par des insectes: mouches, thrips..., très rarement par les abeilles.

Le fruit est une drupe. L'épiderme, peu épais, est couvert de lenticelles. Suivant les variétés, sa coloration sera variable : verte, jaune, orange, rouge-violacée, seule ou en mélange sous forme de taches.

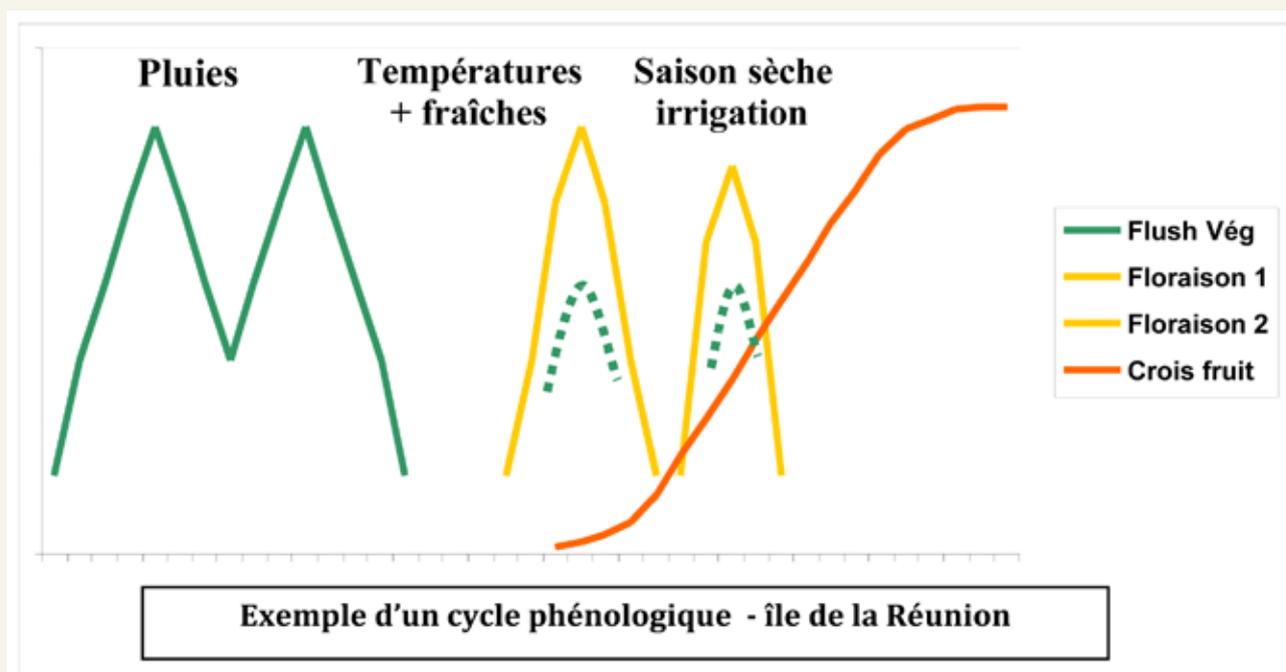
A maturité, la chair se colore en jaune orangé. Elle peut être ferme, mais est le plus souvent juteuse. Au voisinage du noyau, on observe des fibres en abondance variable suivant les variétés. Les types les moins évolués, d'origine indienne, présentent un goût de térébenthine plus prononcé et sont plus riches en fibres.

La graine aplatie est protégée par un tégument lignifié.

Chez les variétés monoembryonnées, elle est constituée d'un embryon zygotique unique (issu d'une fécondation et dont le patrimoine génétique est toujours différent de la plante mère). Chez les variétés polyembryonnées, elle est constituée d'un ou de plusieurs embryons nucellaires (issus des tissus du nucelle et dont le patrimoine génétique est toujours identique à celui de la plante mère). Le pouvoir germinatif de la graine est limité à quelques semaines.

1.2. Le cycle phénologique – croissance rythmique

En saison chaude et humide, la croissance n'est pas continue. Chaque flush végétatif est suivi d'une période de repos apparent (croissance rythmique). Le cycle phénologique du manguiier est très influencé par les conditions climatiques. Pour fleurir, le manguiier a besoin d'un net arrêt de végétation. Cet arrêt est provoqué par une chute des températures moyennes et/ou par une période sèche marquée. Dans les zones tropicales humides, l'absence d'arrêt de végétation ne permet pas de caler le cycle de développement des différentes unités architecturales de l'arbre. Les floraisons et les poussées végétatives se succèdent de façon désynchronisée, accentuant l'aptitude naturelle du manguiier à fleurir de façon successive (fréquemment 2, voire 3, floraisons se succèdent chaque année à 1 mois et demi d'intervalle).



2. Les variétés

Le choix de la variété résulte d'un compromis entre les attentes du producteur, de la distribution et des consommateurs. Il prendra en considération des aspects aussi variés que l'aptitude agronomique, les résistances aux différents bio-agresseurs, l'aptitude au transport et à la conservation, les qualités organoleptique et visuelle, le positionnement sur le marché, etc.

Parmi les très nombreuses variétés de mangues, très peu satisfont positivement à l'ensemble de ces critères pour le marché d'exportation. Ce sont le plus souvent des mangues d'origine floridienne qui sont retenues.

Trois variétés dominent sur les marchés occidentaux :

➤ **Tommy Atkins :**

Cette variété, semi-précoce, offre de nombreux avantages en terme de productivité, de présentation, de facilité de manipulation et de conservation. Par contre, sa qualité gustative très moyenne n'est pas recherchée par le consommateur averti ce qui handicape partiellement son avenir sur les marchés européens. Elle est sensible à un problème physiologique : le « jelly seed » : phénomène de sur-maturation précoce et partielle qui se traduit par une déstructuration de la chair (aspect gélatineux) autour du noyau.

Très présente sur le marché de l'exportation, elle est principalement cultivée au Brésil et au Mexique, en Afrique du Sud et en Israël. Elle est peu présente en Afrique de l'Ouest où la variété Kent la surclasse.

➤ **Kent :**

Kent est une variété d'origine floridienne, introduite en Afrique sur la station expérimentale de Foulaya en Guinée, vers 1950. De là, ce cultivar a été diffusé vers d'autres stations d'Afrique occidentale ou centrale.

Les fruits arrivent à maturité en pleine saison. Ils sont ovoïdes, relativement gros, d'un poids souvent compris entre 500 et 900 g. La chair est ferme, d'un goût agréable, sa maturation est lente et progressive. Les fruits récoltés proche de la maturité peuvent être conservés longtemps à température fraîche. Tout autant que ses excellentes qualités organoleptiques, c'est la fermeté de la chair et sa maturation progressive qui la rendent particulièrement attractive pour la distribution.

Bien que délicate à produire, cette mangue constitue la référence en terme de qualité pour les marchés de l'exportation. Elle réagit particulièrement au contexte climatique et à la nature du sol. Les plus beaux fruits, à l'épiderme coloré de rouge et aux arômes bien développés et équilibrés, sont obtenus sur sol latéritique en condition sèche sur des arbres bien exposés à l'ensoleillement. En situation humide et ombragée, les fruits restent verts à maturité. Cette variété est plus sensible aux piqûres de mouche et aux attaques d'anthracnose lorsque les conditions sont favorables à leur expression.

➤ **Keitt :**

Cette variété d'origine floridienne, introduite en Afrique sur la station expérimentale de Foulaya en Guinée, vers 1950 a connu la même diffusion que Kent en Afrique.

Le fruit est ovale et plus allongé que Kent. Il est aplati latéralement. Son poids est compris entre 500 gr et 1 kg, avec une forte variabilité défavorable pour l'exportation. De maturité tardive, les fruits possèdent une belle présentation et une belle coloration externe variable suivant l'exposition. Les parties bien ensoleillées présentent des teintes allant du rose foncé au rouge vif, en passant par des tons cuivrés. Comme pour la variété Kent, les situations humides et peu ensoleillées sont défavorables à l'obtention d'une bonne coloration de l'épiderme.

La coloration précoce de l'épiderme peut être source de confusion sur le stade de maturité réel de cette variété. Récolté juste avant l'amorce du processus de maturation cette mangue se conserve bien.

Keitt est moins sensible aux attaques parasitaires (mouche des fruits et anthracnose) que Kent.

Variétés secondaires

➤ Amélie :

Cette variété d'origine antillaise a été introduite au Mali au siècle dernier et a été ensuite diffusée dans toute l'Afrique de l'Ouest. Sa grande sensibilité à l'antracnose limite sa culture aux zones les plus sèches (zone Soudano-Sahélienne). Le fruit, de forme arrondie, pèse de 300 à 600 gr, sa chair orange foncé est fondante et agréable. Les circuits de la grande distribution lui reprochent une absence de coloration rouge de l'épiderme et sa faible aptitude à la conservation. Pour palier à ce défaut, les mangues sont souvent récoltées précocement et l'épiderme reste souvent vert sur les étals. Amélie occupe un créneau commercial limité, en tout début de saison de fin mars à mi-avril, lorsque le marché est déficitaire en mangues et que les variétés colorées sont quasiment absentes. L'épiderme est fragile, sensible aux frottements et aux dégâts de fourmis. Il réagit en formant des plaques liégeuses superficielles.

➤ Zill :

Zill est la plus précoce des variétés rouges, sa maturité se situe entre Amélie et Kent. A maturité, la couleur de l'épiderme est vive, rouge et jaune. La pulpe orangée a une saveur plaisante, appréciée par de nombreux consommateurs. Quand le fruit commence à mûrir, son évolution est très rapide et la qualité de la pulpe se dégrade rapidement.

Le poids moyen est relativement faible. De fait, une forte proportion de fruits ne peut être exportée. La production des arbres est médiocre et il est fréquent que les branches se cassent en cas de vent violent.

Avant la saison des mangues Kent, de petites quantités de mangues Zill sont encore exportées, préférentiellement par avion, pour minimiser les risques de conservation. Ces exportations sont tout à fait marginales.

➤ Palmer :

Variété tardive à fruits allongés dont l'épiderme est très coloré (rouge violacé). La chair est jaune, ferme et sa durée de conservation très bonne. La production est abondante, mais la proportion de fruits exportables est faible (poids moyen insuffisant). Sa sève est acide et peut provoquer des brûlures de l'épiderme néfastes à sa présentation. Le développement précoce de sa coloration rouge rend délicat la détermination du point de coupe. Fréquemment, de nombreux fruits sont récoltés immatures. La période de production précède de très peu celle de la variété Keitt avec laquelle elle entre en concurrence. Enfin, la forme allongée du fruit constitue un autre handicap auprès des professionnels de la distribution. Cette variété se positionne malgré tout en cinquième position des variétés exportées.

➤ Irwin :

Variété précoce et productive. Les fruits de petite taille sont très colorés, attractifs, de bonne qualité gustative. Ils se conservent bien si la récolte est effectuée au bon stade. Certains producteurs ont beaucoup de difficulté à apprécier correctement l'état d'évolution du fruit et récoltent trop tardivement cette variété (conservation trop courte).

➤ Valencia pride :

Cette variété de saison, à fruit assez gros et allongé, est intéressante par sa qualité gustative et plus encore par son aspect très attractif. Sa faible aptitude à la conservation nécessite un transport par avion. Les fruits exportés occupent un marché de niche.

➤ Sensation :

Variété d'origine floridienne de parents inconnus, le fruit est petit à moyen (280-340 g) de couleur rouge foncé avec quelques taches de jaune. Sa principale qualité est une relative tolérance à la maladie bactérienne des taches noires. Variété de saison bien adaptée aux zones les plus fraîches de la zone subtropicale comme certaines régions d'Afrique du Sud.

Adaptation de la production aux demandes du marché

Le marché de la mangue d'exportation est dominé actuellement par les variétés Tommy Atkins et Kent, qui représentent plus des ¾ des volumes exportés. Tommy provient essentiellement d'Amérique latine, et Kent, bien que dominante en Afrique, se développe au Brésil à la demande des importateurs, sensibles à la qualité des fruits.

Les autres variétés occupent une place limitée et viennent se positionner sur des créneaux bien particuliers qui restent disponibles : précocité (Amélie) ou tardivité, transport avion en relation avec la gestion de la qualité (Valencia pride)...

3. La Pépinière

3.1. Généralités

Il existe différentes techniques de multiplication : semis, greffage, marcottage. En pratique, seul le greffage est utilisé pour la production de plants de manguiers dont les fruits sont destinés au marché de l'exportation. Le plant produit est constitué de deux parties : le porte-greffe (système racinaire) et la partie greffée (la variété récoltée).

Le cycle de production en pépinière ne doit pas excéder 12 à 18 mois, selon la climatologie de la région. Au-delà, les plants seraient trop âgés et les traumatismes liés à leur transplantation ou encore aux phénomènes d'enroulement des racines dans les sacs constitueraient autant d'éléments défavorables à une bonne reprise et à la longévité des arbres.

3.2. Choix du porte-greffe

Seules des variétés polyembryonnées doivent être retenues comme porte-greffes, car elles permettent d'obtenir des plants de semis homogènes (même patrimoine génétique).

La sélection des porte-greffes, avec pour objectif d'influer sur la vigueur et la productivité des manguiers, la qualité des fruits ou encore la résistance aux parasites du sol, a fait l'objet de peu de travaux de recherche. Aussi, le plus souvent, chaque région de production utilise les semences d'une ou de deux variétés polyembryonnées de mangot bien adaptées localement pour la production de porte-greffes.

3.3. Choix des graines pour la production des porte-greffes

Les graines doivent provenir d'arbres identifiés, sélectionnés pour leur conformité au type recherché et ne présentant aucun symptôme de maladie ou de dégénérescence.

3.3.1. Préparation des graines avant le semis

Les fruits seront récoltés peu avant la maturité. Les noyaux seront séparés du reste de la pulpe et stockés temporairement à l'ombre sur une surface plane, non humide, avant l'extraction de la graine. Cette opération permet d'éliminer la coque qui aurait pu provoquer l'enroulement de la jeune racine lors de la germination. Toute graine présentant des défauts - début de germination, trace d'attaque fongique ou présence de ravageur (*cryptorhynchus mangiferae*), etc. - sera écartée.

Le pouvoir germinatif est limité dans le temps. On observe une nette diminution de celui-ci deux semaines après l'extraction du noyau et un taux presque nul après quatre semaines. Le semis sera donc réalisé rapidement après l'extraction.

3.3.2. Préparation du terreau de semis

L'objectif est d'obtenir un mélange homogène, filtrant et retenant suffisamment l'eau et les éléments nutritifs.

Souvent ce mélange sera composé sur une base de 1/3 de terre franche non argileuse, 1/3 de sable grossier et 1/3 de matière organique bien décomposée.

En Afrique de l'Ouest, la poudrette de parc à bestiaux, abondamment arrosée, puis aérée pour permettre une bonne fermentation, constitue une source convenable et bon marché de matière organique aisément disponible dans les villages.

Ce terreau bien homogène est ensuite désinfecté par solarisation sous une bâche transparente ou par traitement au dazomet à 200 g/m² par couche de 30 cm de terreau. Après l'épandage de produit et homogénéisation du mélange, il sera régulièrement arrosé. Il faudra attendre 3 semaines à un mois avant de l'utiliser.

Ce terreau servira à remplir des sachets de 15 cm de diamètre et de 20 à 25 cm de profondeur.

3.3.3. Le semis

Le pouvoir germinatif des graines est limité dans le temps. On observe une nette diminution de celui-ci deux semaines après l'extraction du noyau et un taux presque nul après quatre semaines. La conservation des graines étant impossible, le semis sera toujours réalisé à l'époque de la récolte des fruits, peu de temps après l'extraction des graines.

Le semis peut être réalisé en germe avec une forte densité ou en place dans les sacs.

La première solution offre l'avantage de pouvoir mieux gérer l'homogénéité des plants et d'effectuer un tri lors du repiquage.

La graine est légèrement enfoncée dans le substrat terreux et très légèrement recouverte par 2 à 3 cm de terreau. Le substrat est maintenu humide sans excès par des arrosages réguliers. La germination demandera 10 à 30 jours.

Pendant cette période, du semis à l'élongation de la tige et mise en place des premières feuilles, les plants seront placés sous un ombrage partiel pour éviter la rigueur du soleil. Cet ombrage ne doit intercepter au maximum que 50% du rayonnement. Il sera réduit et supprimé par la suite en tenant compte des conditions d'insolation.

3.3.4. Le repiquage

Le repiquage aura lieu lorsque la tige atteindra 6 à 8 cm. La racine aura alors environ 10 cm, elle devra être rafraîchie pour faciliter le repiquage et le développement des racines secondaires.

On utilisera des sacs en polyéthylène noir de 0,04 mm d'épaisseur, d'un volume de 3 à 5 litres, percés sur les côtés et le fond. Les sacs seront disposés, en lignes jumelées, dans des tranchées de 0,15 m de profondeur pour les protéger du rayonnement solaire.

L'utilisation de graines polyembryonnées se traduit fréquemment par la présence de plusieurs plantules par graine. Il est possible de les repiquer séparément, en prenant bien soin de désolidariser les cotylédons pour conserver leur tige et racine intactes. Il faut veiller à toujours éviter le développement de plants jumeaux dans un même sac en éliminant les plants surnuméraires.

3.4. Le greffage

3.4.1. Le choix des greffons

Le choix et l'état des greffons ont une grande importance. Ils seront prélevés sur les arbres sains dont l'authenticité variétale est reconnue.

Au moment du prélèvement, le bourgeon terminal devra être globuleux, bien gonflé, prêt à débousser sans pour autant présenter un début d'éclatement.

Dans le cas où le bourgeon terminal ne présenterait pas ces caractéristiques, il est conseillé d'effeuiller l'extrémité des rameaux sur une quinzaine de centimètres. Cette opération provoquera le gonflement des yeux terminaux. Ceux-ci pourront être prélevés 8 à 15 jours plus tard.

3.4.2. La préparation des porte-greffes

Au moment du greffage, les porte-greffes devront avoir au moins 6 mm de diamètre et 30 cm de hauteur. Ils seront préparés deux mois avant le greffage en supprimant tous les rameaux latéraux pour ne conserver que la tige principale.

3.4.3. Les époques de greffage

Les dates de greffage sont très dépendantes du développement du porte-greffe et du stade de développement végétatif des arbres du parc à bois.

Il est déconseillé de greffer en saison très chaude ou très pluvieuse, de même qu'en saison fraîche.

Les meilleurs résultats sont obtenus lors des saisons correspondant à la forte émission de pousses végétatives des manguiers.

3.4.4. Les techniques de greffage

L'objectif du greffage consiste à mettre en contact les cambiums du greffon et du porte-greffe pour obtenir leur soudure.

Pour cela, il est nécessaire que :

- les méristèmes soient et restent actifs pendant toute la période qui précède et qui suit le greffage ;
- les surfaces de contact soient suffisantes ;
- les liens utilisés assurent un contact étroit.

Il faut veiller à éviter tout dessèchement.

De nombreuses techniques sont utilisées ; elles varient suivant les lieux. Parmi les plus couramment utilisées, citons :

- la greffe anglaise simple,
- la greffe anglaise compliquée,
- la greffe en fente de côté,
- la greffe en placage de côté.

3.4.5. Les soins après greffage

Normalement, le bourgeon débourre 15 à 20 jours après le greffage. Pour accélérer la croissance, dans le cas de greffe latérale (en placage ou en fente de côté), le porte-greffe sera étêté tout en laissant un onglet suffisamment long pour tuteurer la jeune greffe. En situation ventée, le lien sera conservé en attendant une consolidation du point de greffe. Dans les autres cas, la ligature sera enlevée au moment du deuxième flush.

Pendant la période comprise entre le greffage et la vente, les plants seront désherbés, irrigués, et fertilisés chaque semaine, à raison de 0.5 g d'azote dilué dans 1 litre d'eau par pot.

3.5. La protection phytosanitaire des pépinières

Les plants en pépinière sont potentiellement sujets à des attaques de ravageurs et maladies. Contrairement aux plantes adultes qui peuvent supporter certaines attaques parasitaires sans trop de dommages, les jeunes plants de pépinière, disposant de moins de réserves, sont beaucoup plus sensibles. La pépinière est une phase très importante pour le devenir des plantations. Une mauvaise gestion peut contribuer à la diffusion rapide des pathogènes et ravageurs dans les nouveaux vergers.

Les pesticides utilisables en pépinières sont les mêmes que ceux utilisés pour la protection des vergers. Leur mode d'utilisation est semblable en ce qui concerne les concentrations en matière active dans les solutions. L'application des bouillies sera fonction de la disposition de plants dans la pépinière. Il est recherché une qualité de mouillage légèrement plus dense (limite du ruissellement) pour les produits fongicides ou insecticides anti-cochenilles, et un peu moindre pour les autres insecticides.

Voir tableaux en annexe pour plus de détail sur les substances actives utilisables.

3.5.1. Principaux ravageurs

3.5.1.1. Les cochenilles

Elles se nourrissent de la sève du plant et injectent parfois une salive toxique qui provoque en réaction des jaunissements et, en cas de fortes attaques, des dessèchements de feuilles et de rameaux.

Les cochenilles peuvent être classées en deux grandes catégories :

- Les cochenilles à carapace cireuse: *Coccus mangiferae*; *Aulacapsis tubercularis*; *Pseudaonidia tritiformis* ; *Ceroplastes* spp. . .
- Les cochenilles à corps mou et velu: *Icerya seychellarum* ; *Rastrococcus invadens* . . .

Lutte chimique : La lutte contre les cochenilles à carapace se base sur des applications d'huile blanche de pétrole qui les tuent par asphyxie.

Pour les secondes, elles sont contrôlées chimiquement par des pulvérisations à base de produits organo-phosphorés, chloronicotinoïdes ou autres (voir tableau en annexe).

Les cochenilles sont plus vulnérables lorsque les jeunes larves sont au stade mobile.

3.5.1.2. Les punaises

Les punaises comme *Lygus* spp. infestent les jeunes pousses en piquant les bourgeons et en provoquant des déformations caractéristiques. Ce ravageur est redoutable car il peut détruire les jeunes pousses en quelques jours, voire quelques heures. La réactivité en cas d'attaque est primordiale.

Lutte chimique : Les insecticides de la famille des pyréthrinoïdes de synthèse (deltaméthrine, lambda-cyhalothrine . . .) sont fréquemment utilisés avec succès (voir annexe).

3.5.1.3. Les acridiens

Comme dans le cas des punaises, les attaques doivent être maîtrisées rapidement. La démarche la plus efficace consiste à traiter préventivement les regroupements d'acridiens dans le voisinage de la pépinière.

Lutte chimique : Contrôle par des traitements à base de pyréthrinoïdes de synthèse (deltaméthrine, lambda-cyhalothrine . . .), d'organo-phosphorés (féntrothion, malathion . . .), ou autres insecticides comme le fipronil (voir annexe). L'usage massif des pesticides a conduit à l'apparition de phénomène de résistance. Aussi, convient-il, pour chaque région, de vérifier auprès des services de la protection de végétaux l'efficacité de matières actives.

3.5.1.4. Les thrips

Scirtothrips aurantii (thrips des agrumes et du manguier) ; *Selenothrips rubrocinctus*.

S. aurantii est un tout petit insecte piqueur, très mobile, qui s'attaque à de nombreux végétaux. Sur les jeunes pousses tendres du manguier, il recherche abri et nourriture. Les jeunes feuilles prennent un aspect gaufré caractéristique. Les risques de pullulation sont plus importants par temps chaud et sec. Des battages réguliers des extrémités des rameaux au-dessus d'une feuille blanche permettent d'évaluer les populations présentes.

Le contrôle chimique est difficile, aussi la stratégie de lutte doit préserver la faune auxiliaire.

Le spinosad a donné des résultats satisfaisants de ce point de vue sur manguiers et/ou agrumes. Il convient de rester vigilant en ce qui concerne des phénomènes d'accoutumances suite à un usage répété de ces insecticides (voir tableau en annexe pour les autres pesticides).

3.5.1.5. Cécydomyies des feuilles : *Procontarinia matteiana*

Les cécydomyies sont de minuscules moucheron (diptères) qui piquent les très jeunes feuilles pour y déposer leurs œufs. Le développement de la larve dans le limbe provoquera l'apparition des galles.

Par contre, les jeunes arbres en pépinière ou nouvellement plantés doivent faire l'objet d'une protection. Il est très difficile dans ce cas de fixer un seuil d'intervention car l'observation des dégâts est toujours postérieure à leur réalisation. La notion de zone à risque et de stade de sensibilité (émission de nouvelles pousses feuillées) servent de guide.

Lutte chimique : Voir tableau en annexe.

3.5.2. Les principales maladies

3.5.2.1. L'oïdium : *Oidium mangiferae*

Ce champignon développe un feutrage blanc (mycelium) sur les jeunes feuilles. Le risque d'attaque est d'autant plus grand que les conditions climatiques sont fraîches, légèrement humides. Paradoxalement, les pluies abondantes sont défavorables au développement de l'oïdium.

Lutte Chimique

Fongicides de contact : soufre micronisé

Fongicides systémiques : Les produits systémiques ne sont efficaces que si la matière active est absorbée par de très jeunes feuilles. Ces feuilles présentent une surface réceptrice suffisamment développée mais n'ont pas encore développé un épiderme vernissé imperméable.

3.5.2.2. L'antracnose : *Colletotrichum gloeosporioides*

Les attaques sont favorisées par l'humidité. Sur les feuilles, de petites taches circulaires noires, au pourtour vert clair, peuvent se développer. La partie du limbe nécrosée finit par tomber, formant un petit trou.

Lutte chimique :

Fongicides de contact: cuivre, captane, mancozèbe, manèbe et autres (voir tableau en annexe).

3.5.2.3. La bactériose : *Xanthomonas campestris pv. mangiferaeindicae*

La bactériose se développe particulièrement par temps chaud et humide. Les aérosols créés lors des tempêtes tropicales (association de vents et pluies) favorisent sa propagation.

Les symptômes apparaissent sur :

- **les rameaux** : pustules en forme de boutonnière qui seront à l'origine d'autres contaminations.
- **les feuilles** : taches polyédriques noires, légèrement en relief sur les deux faces du limbe, auréolées de jaunes. Les feuilles attaquées peuvent tomber prématurément.

La plupart des variétés de mangues floridiennes faisant l'objet d'exportation sont sensibles à cette maladie.

Lutte : Il n'existe aucun traitement curatif. Les traitements à base de produits cupriques freinent le développement de la bactériose, sans la stopper. La prophylaxie (pépinière isolée, origine du matériel végétal) sont les fondements d'une lutte contre cette maladie.

4. Création de vergers

4.1. Les exigences

4.1.1. Le climat

Pour se développer et fructifier correctement le manguiier préfère un climat tropical avec une saison fraîche et/ou sèche bien marquée. Des abaissements de température, des déficits d'alimentation hydrique sont nécessaires pour induire une floraison et donc une fructification. Le manguiier ne supporte pas le gel et son seuil de végétation est de l'ordre de 16°C. D'autre part, une bonne fécondation des fleurs nécessite que les températures ne descendent pas en dessous de 14°C lors de la floraison.

4.1.2. Les besoins hydriques

Le puissant système racinaire du manguiier lui permet de s'alimenter directement dans les nappes peu profondes. Dans ce cas, les vergers ne sont pas irrigués. Mais, contrairement aux idées reçues, il est sensible au déficit hydrique pendant la période de forte activité physiologique. La photosynthèse chute fortement si la plante subit une déshydratation. En dehors d'une période de 2 à 3 mois d'arrêt de végétation qui précède la floraison, l'alimentation des arbres doit être optimale. Elle combine les pluies, les prélèvements dans la nappe par le système racinaire et l'irrigation.

Le calcul de la demande climatique permet d'estimer les besoins du manguiier. Ils varient au cours de l'année et peuvent atteindre 200 - 250 mm mensuel pendant la saison la plus chaude et la plus sèche.

4.1.3. Le sol

Le manguiier se développe sur une gamme de sols assez variée. Les sols profonds, filtrants, sans problème d'hydromorphie sont préférables.

Les sols présentant des inconvénients majeurs comme : une salinité ou un pH trop élevé, une très faible réserve en eau, des horizons superficiels ou peu profonds très compacts seront évités.

4.2. Les aménagements avant plantation

4.2.1. L'aménagement du sol

Des aménagements superficiels seront réalisés pour limiter les phénomènes d'érosion et permettre l'évacuation rapide des excès d'eau en saison des pluies. La confection des buttes, des fossés de drainage, etc., sera réalisée avant plantation. Ces travaux ne devront pas trop perturber les horizons de sol préexistants dans le secteur réservé à la plantation proprement dite.

4.2.2. Le réseau de brise-vent

La protection contre le vent est très utile aussi bien pour réduire la consommation en eau du verger que pour limiter les effets mécaniques néfastes. La propagation de certaines maladies entre les parcelles est freinée. Il est préférable d'installer les brise-vent (*Casuarina equisetifolia*, *Acacia auriculiformis*, ...) avant la mise en place des manguiers.

4.2.3. La densité de plantation

Une densité correcte doit permettre d'optimiser le niveau de production, de rendre la circulation aisée dans le verger, d'obtenir un bon éclaircissement et une bonne aération des arbres à l'âge adulte.

Les densités peuvent fortement varier. Les plantations traditionnelles de variétés vigoureuses sans maîtrise du développement de la frondaison font l'objet des densités les plus faibles, de l'ordre de 100 plants/ha. Avec des variétés de vigueur moyenne, les densités peuvent être plus élevées ; de 150 arbres/ha, jusqu'à 400 arbres/ha si le développement de la frondaison est maîtrisé par la taille. Aujourd'hui, il existe très peu de vergers conduits en haute densité.

4.2.4. La préparation du sol

4.2.4.1. Le cas de la culture mécanisée

Si le sol est compact, il est nécessaire de réaliser un sous-solage croisé à 70 - 80 cm de profondeur. Le labour avant plantation sera réalisé de manière à former des ados au niveau de la ligne de plantation. La fumure de fond et les amendements seront apportés avant le dernier labour pour être enfouis.

4.2.4.2. Le cas d'une culture non mécanisée

Un trou de 50 cm x 50 cm x 50 cm sera creusé à l'emplacement de chaque plant. La terre sera mélangée avec 20 kg de fumier bien décomposé en incorporant 500 g de superphosphate ou de phosphate tricalcique, 200 g de sulfate de potassium et si nécessaire de la dolomie. Le trou sera ensuite rebouché en formant une butte avec le mélange de terre.

4.3. La plantation

4.3.1. Le tracé de la plantation

Il est nécessaire d'effectuer un piquetage soigné en veillant au bon alignement des lignes, des rangs, et des diagonales.

Lors de la trouaison, pour ne pas perdre le bénéfice d'un bon tracé, le piquet marquant l'emplacement de chaque arbre sera remplacé par deux autres piquets placés à l'extérieur du trou de plantations et alignés à l'aide d'une règle à planter.

4.3.2. La plantation

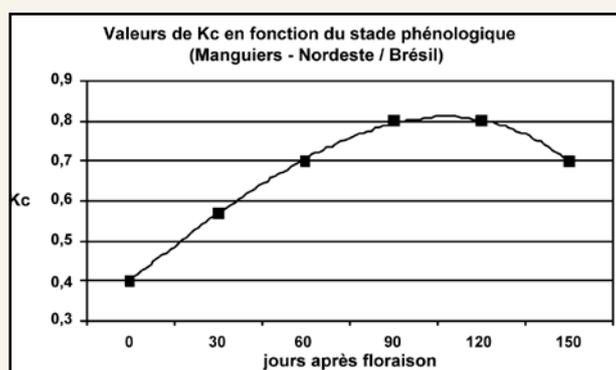
La plantation doit être programmée en début de saison des pluies. Dans ces conditions, la reprise sera plus aisée. Le manguiers en motte, débarrassé de son sachet plastique ou de son pot, sera planté au sommet de la butte. Une cuvette surélevée sera confectionnée avec du sol prélevé dans l'interligne. Un premier arrosage permettra de tasser modérément la terre et d'assurer un bon contact entre le sol et la motte. Un paillage, après la première irrigation, permettra de maintenir une humidité favorable à la croissance des jeunes racines.

4.4. L'entretien de la plantation

4.4.1. L'irrigation

Les manguiers ont des besoins hydriques assez importants. Il est fréquent que le système racinaire pivotant et très puissant du manguiers lui permette de trouver de l'eau dans les couches profondes. Si la ressource en eau est suffisante, l'irrigation n'est pas nécessaire. Dans le cas contraire, elle peut être pratiquée sous différentes formes : goutte à goutte, microjets, mini-asperseurs, à la cuvette ou à la raie. Ces deux dernières formes d'irrigation gaspillent beaucoup d'eau.

L'estimation des besoins sera établie à partir d'un calcul prenant en compte l'évapotranspiration potentielle (ETP), corrigée d'un coefficient cultural K_c variable selon le stade physiologique. Une autre correction doit tenir compte du développement des arbres pour différencier les besoins d'une jeune plantation de celle d'un verger adulte.



Exemple de l'évolution des valeurs de K_c pour des vergers adultes de manguiers

Tommy Atkins au Brésil (Silva 2000.)

La consommation d'un verger variera fortement au cours de la saison sous la double influence de l'augmentation de l'ETP et de celle de Kc qui varie lui-même du simple au double. L'irrigation pendant les 3 à 4 premières années après plantation ne peut être correctement pilotée en utilisant comme référence uniquement des données climatiques. La partie aérienne est très peu développée à la plantation. Tout en restant réduite, elle connaîtra proportionnellement de très fortes variations de volume. Tout en prenant en compte d'évolution de la demande climatique globale mesurée par l'ETP, il est souhaitable de piloter des irrigations en se basant sur l'humidité du sol à proximité des jeunes plants (observation de l'humidité du sol entre 15 et 30 cm, sondes tensiométriques, ...). Le choix d'une technique et la conduite de l'irrigation doivent tenir compte de la demande climatique et du développement des arbres, de la capacité de rétention en eau du sol, du débit du système d'irrigation et de la qualité de l'eau. La fréquence des apports est fortement liée au choix de la technique. Le « goutte à goutte » est basé sur des apports fréquents mais limités. Une conduite correcte devrait se traduire par plusieurs irrigations par jour couvrant les besoins quotidiens. Avec la mini-aspersion ou les microjets, la fréquence sera moindre, 2 à 3 irrigations hebdomadaires couvrant les besoins de plusieurs jours.

4.4.2. Le rôle des différents éléments de fertilisation

4.4.2.1. L'azote

Il l'élément majeur pour la croissance des arbres. En raison de sa forte solubilité, l'azote est généralement appliqué de façon fractionnée durant l'année. Apporté en excès, l'azote a un effet défavorable sur la qualité des mangues. Les déséquilibres du rapport Ca/N, sont mis en cause dans les désordres physiologiques regroupés sous le nom d'internal breakdown*.

Il convient donc d'éviter les apports d'azote trop importants pendant toute la phase de grossissement du fruit et en les positionnant majoritairement des la récolte à l'arrêt de végétation.

* voir description dans le chapitre des maladies physiologiques.

4.4.2.2. Le phosphore

Le phosphore favorise le développement du système racinaire, l'initiation florale et la tenue du fruit sur l'arbre. Les engrais phosphatés sont peu solubles, leur migration dans le sol est très lente. Certains engrais, comme le superphosphate, sont toutefois un peu plus soluble. Pour cet élément, la fumure de fond doit être privilégiée. Par la suite, les apports peuvent être réalisés tous les deux ou trois ans, localisés à l'aplomb de la frondaison et légèrement enfuis. Un pH bas et un fort taux de fer, particulièrement dans les sols latéritiques, peuvent réduire l'efficacité du phosphore.

4.4.2.3. Le potassium

Cet élément est fortement exporté par les fruits. Il joue un rôle important sur la qualité organoleptique et la conservation après la récolte. Les engrais potassiques seront apportés tous les ans en tenant compte du niveau de productivité du verger.

4.4.2.4. Le calcium

Le calcium peut être apporté dans des sols acides sous forme de dolomie, de phosphate naturel (ou tricalcique) et sous forme de gypse. Les déficiences en calcium sont caractérisées par une mauvaise qualité et une mauvaise conservation des fruits.

4.4.2.5. Le magnésium

Le magnésium joue un rôle important dans la formation des pigments chlorophylliens. Les carences en magnésium affectent surtout les vieilles feuilles. Les zones internervaires sont jaunâtres, la base du limbe présente souvent un chevron vert. Un excès de magnésium entraîne un déséquilibre potassium / calcium. Le magnésium est appliqué sous forme de dolomie en pH acide et de sulfate de magnésium en pH élevé.

4.4.2.6. Le bore

Le bore joue un rôle important lors de la pollinisation des fleurs et de la croissance du fruit. Il est parfois nécessaire d'effectuer des pulvérisations foliaires à la floraison pour satisfaire les besoins instantanés en bore.

4.4.2.7. Le zinc

Le zinc est associé au fer et au manganèse dans la formation de la chlorophylle. Des excès de phosphore peuvent provoquer des carences en zinc. Cette carence se manifeste par l'apparition, à l'extrémité des nouvelles pousses, de jeunes feuilles de plus petite taille dont le limbe est décoloré entre les nervures.

4.4.3. La fumure minérale

Pour établir un plan de fumure, les producteurs doivent disposer d'informations sur les teneurs en éléments minéraux majeurs contenues dans le sol et dans les feuilles. Il est également nécessaire de connaître le niveau de production du verger pour évaluer les exportations par les fruits. Pendant les premières années après plantation, les apports annuels seront progressivement augmentés pour atteindre un plafond vers 10 ans.

Il est difficile d'établir une grille de fumure de référence, valable dans des situations variées. Aussi, nous indiquerons, ci-après, les fourchettes dans lesquelles se situent les apports pratiqués dans différentes régions de production pour des densités de plantations comprise entre 150 et 350 arbres /ha.

FUMURE EN KILOGRAMMES PAR HA

| Age | Azote (N) | Phosphore (P2O5) | Potassium (K2O) |
|-------------|-----------|------------------|-----------------|
| 1 - 3 ans | 10 - 15 | 5 | 10 |
| 4 - 5 ans | 20 - 30 | 10 - 15 | 20 - 30 |
| 6 - 7 ans | 25 - 45 | 15 - 20 | 25 - 50 |
| 8 - 9 ans | 30 - 60 | 15 - 25 | 30 - 70 |
| 10 ans et + | 40 - 100 | 20 - 45 | 40 - 120 |

Ces fumures indicatives devront être adaptées suivant les résultats des analyses de sol et de feuilles.

L'époque d'application et le fractionnement de la fumure sont importants, ils sont modulables en fonction de la saison des pluies dans les systèmes non irrigués.

| Élément | Proportion de la fumure annuelle | Forme d'apport | Epoque de l'apport |
|-----------|----------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Azote | 50% | au sol | après récolte |
| Azote | 30% | au sol | floraison - nouaison |
| Azote | 20% | au sol | grossissement du fruit |
| Potassium | 50% | au sol | après récolte |
| Potassium | 50% | au sol | floraison - nouaison |
| Phosphore | 100% | au sol | avant saison de pluies |
| Bore | 100% | pulvérisation foliaire | avant floraison |
| Zinc | 100% | pulvérisation foliaire | sur jeunes pousses végétatives |

4.4.4. Le désherbage - la protection contre le feu

Les jeunes manguiers sont sensibles aux herbicides, surtout aux herbicides de position. Il est préférable de désherber manuellement la proximité des plants. Pour l'application des herbicides de contact ou systémique, l'usage d'un cache protecteur est impératif pour éviter la projection d'embrun sur le tronc ou les feuilles. En zone irriguée, il est fréquent d'associer une culture intercalaire les premières années. Elle permet de maintenir la propreté du jeune verger et facilite la surveillance des plants et leur entretien.

5. La protection phytosanitaire

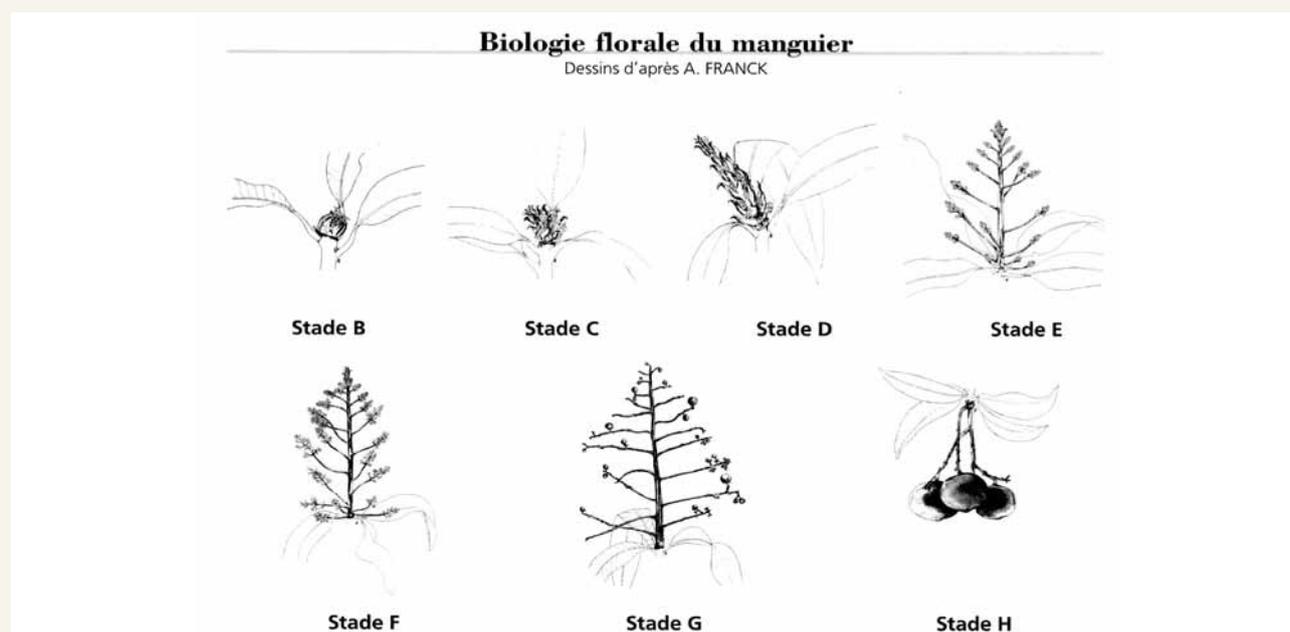
Aujourd'hui, la protection phytosanitaire est raisonnée. Elle s'appuie sur une bonne connaissance du verger et une observation fine de l'évolution du parasitisme.

5.1. La démarche à suivre pour une protection phytosanitaire raisonnée

| QUE FAIRE ? | COMMENT ? | QUAND ? | POURQUOI ? |
|------------------------------|--|--|---|
| IDENTIFIER | <ul style="list-style-type: none"> ➤ en contrôlant visuellement les différents organes ➤ en effectuant des battages sur les inflorescences ➤ en installant des pièges contre les mouches des fruits | Chaque semaine de la floraison à la récolte | Pour repérer les maladies ou les ravageurs dès leur apparition dans le verger et avant que les dégâts ne soient trop importants |
| ESTIMER et QUANTIFIER | <ul style="list-style-type: none"> ➤ échantillonner correctement ➤ évaluer précisément par comptage | Mensuellement, de la récolte à la floraison suivante, voire plus fréquemment, si un risque est identifié | Pour disposer de l'information nécessaire à la prise de décision. Un traitement ne doit être réalisé que lorsque la culture est réellement menacée, pas avant, ni après |
| DECIDER et CHOISIR | <ul style="list-style-type: none"> ➤ adapter la stratégie en fonction d'un risque clairement identifié et évalué | Après chaque tournée d'inspection dans les vergers | Pour intervenir à temps dans le cadre d'une lutte raisonnée, en utilisant la méthode la plus adaptée au contrôle de la maladie ou du ravageur et aux auxiliaires utiles |

5.2. Identification des périodes à risque en fonction du stade phénologique

Il est nécessaire de savoir à quel stade de la culture un ennemi de la culture est susceptible d'apparaître. Ceci est développé plus loin dans le document. Pour information, nous donnons ci-dessous les stades du développement floral.



5.3. La répartition géographique des différentes maladies et insectes

| Maladies | Afrique Ouest | Afrique Australe Océan indien | Caraïbes | Contexte écologique pour une forte expression |
|---------------------------|---------------|----------------------------------|----------|--|
| Anthrachnose | X | X | X | Toutes zones |
| Oïdium | X | X | X | Zones fraîches |
| Alternaria | X | | | Alternance périodes sèches et légèrement pluvieuses. |
| Pourritures pédonculaires | X | X | X | Toutes zones |
| Bactériose | | X | | Zone tropicale humide |

| Ravageurs | Afrique Ouest | Afrique australe et Océan indien | Caraïbes | Contexte écologique pour une forte expression |
|--|---------------|-------------------------------------|----------|--|
| Mouches des fruits <i>Ceratitis</i> spp. | X | X | X | |
| Mouches des fruits <i>Bactrocera</i> spp. | | X | | |
| Mouches des fruits | | | | |
| Anastrepha spp. | | | X | |
| Cochenille farineuse | X | | | Contrôle biologique délicat en zones continentales |
| Cochenilles diaspines | X | X | X | |
| Termites | X | | | |
| Fourmis oecophylles | X | | | |
| Thrips | X | X | X | |
| Acridiens | X | | | Zone Soudano-Sahélienne |
| Cécydomyies | X | X | | |
| Aleurodes | X | X | | |
| Punaises | X | X | | |

5.4. La réalisation des traitements

En fonction de l'objectif visé, le mode d'application des produits pesticides sera différent. Le contrôle de certains ravageurs, comme les cochenilles, nécessite l'application de volumes importants de bouillie associés à l'usage d'une forte pression afin d'obtenir la pénétration de l'insecticide dans la totalité de la frondaison (usage de lances). Dans d'autres cas, la dispersion de fines gouttelettes sur la surface des jeunes feuilles et des inflorescences sera suffisante (usage d'atomiseurs). Il faudra donc privilégier la formation d'un brouillard dense et s'assurer que sa dispersion par un flux d'air sera correctement réalisée sur l'ensemble du feuillage et des inflorescences, y compris les extrémités hautes et basses.

Avant tout traitement, il convient donc de définir le mode d'application et, donc, de choisir le matériel de traitement le plus adapté à la situation, puis, de vérifier son réglage. Un test préalable à l'eau claire permet de définir le nombre d'arbres traités avec une cuve pleine. Cette donnée associée à la densité de plantation, permet de définir la dilution du pesticide pour respecter la dose de matière active à l'hectare.

Chaque produit doit être appliqué en respectant la dose recommandée par le fabricant figurant sur l'emballage ou la notice. Cette dose permet, outre une bonne efficacité du traitement, d'éviter tout problème de phytotoxicité et de s'assurer de l'innocuité des fruits. Il convient également de vérifier si les mélanges de matières actives sont compatibles.

Une balance et un verre doseur sont indispensables pour réaliser correctement la bouillie dans la cuve de traitement.

Quels sont les pulvérisateurs à utiliser :

Le produit sera pulvérisé sur la culture avec :

- Soit un pulvérisateur pneumatique à dos équipé d'une pompe centrifuge pour permettre de disperser de façon régulière et homogène un produit y compris sur les parties hautes des arbres.
- Soit par un pulvérisateur (tracté ou porté sur tracteur d'une capacité de 200 à 1000 l) à pression avec des jets portés qui dispersent de façon régulière et homogène un produit actif dilué dans un liquide sous formes de gouttelettes portées par un puissant courant d'air sur les organes des végétaux à traiter.
- Il existe des cuves de traitement équipées de lances pour réaliser les traitements exigeant à la fois une forte pression et un débit important. Equipement recommandé dans le cas des traitements pour la cochenille farineuse.

Conseils pratiques :

- éviter de traiter lorsque les températures sont trop élevées pour éviter les phénomènes de brûlure.
- traiter par temps calme pour éviter la formation importante d'embruns dérivant vers les cultures voisines.
- éviter de traiter par temps menaçant, car toute pluie d'au moins 25 mm lessivera les produits de contact ou les produits systémiques appliqués depuis moins de 3 heures.
- alterner les familles de matière active le plus souvent possible pour éviter l'apparition de phénomènes de résistante.

Pulvérisation des arbres :

Les doses de pesticides sont généralement données de deux manières. L'une s'exprime par quantité de produit à appliquer par hectare, l'autre par quantité de produit par volume d'eau, en supposant que le volume mentionné couvre un hectare.

Les recommandations sur les quantités de produits à appliquer supposent que les arbres de la culture en question aient une taille et un âge moyen, et que toute la surface du verger soit pulvérisée (et non un arbre par ci par là). Le calibrage d'appareil délivrant une quantité constante de bouillie par hectare quelque soit le développement de la culture n'est pas difficile. Les appareils à dos sont plus difficiles à calibrer car le volume de bouillie utilisée par hectare dépend de la taille (volume) des arbres et le nombre d'arbres par hectare.

Pour calibrer un appareil à dos et déterminer la concentration de la bouillie d'un pesticide donné, il convient de suivre les étapes suivantes:

1. Choisir une ligne de plantation ou une surface où les arbres ont une taille « moyenne » et un écartement représentatifs de la plantation ayant atteint un stade de pleine production.
2. Remplir le réservoir avec une quantité d'eau déterminée (par exemple 20 litres).
3. Pulvériser les arbres de manière à couvrir convenablement la végétation pour lutter contre le ravageur ou la maladie ciblée.
4. Après avoir pulvérisé les 20 litres d'eau, compter le nombre d'arbres pulvérisés (par exemple 12 arbres).
5. Déterminer ensuite quelle surface a été traitée avec les 20 litres.

$$\frac{12 \text{ arbres}}{120 \text{ arbres/hectare (densité de plantation)}} = 0.10 \text{ hectare}$$

6. Déterminer le volume litres/hectare utilisé en divisant le volume par la surface

$$\frac{20 \text{ litres}}{0.10} = 200 \text{ litres/hectare}$$

7. Enfin, déterminer la dilution à appliquer pour respecter la dose de produit par hectare.

Par exemple, pour un produit en formulation solide :

$$\frac{1 \text{ kg/hectare}}{200 \text{ litres/hectare}} = 5 \text{ g/l}$$

Ou, pour un produit en formulation liquide:

$$\frac{1 \text{ l/hectare}}{200 \text{ litres/hectare}} = 5 \text{ ml/l}$$

Cette dilution doit être maintenue pour le pulvérisateur calibré et le ravageur ciblé à tous les stades de la culture afin d'éviter tout problème de phytotoxicité.

Les tableaux de correspondance ci-après indiquent quelques cas fréquents de préparation des solutions de pesticides au départ de formulations liquides.

TRAITEMENT À 1000 L/HA

| | Surface traitée 1 hectare | Surface traitée 1000 m² | Surface traitée 100 m² |
|-------------------------------|--|---|--|
| Dose homologuée | Produit à diluer dans 1000 litres d'eau | Produit à diluer dans 100 litres d'eau | Produit à diluer dans 10 litres d'eau |
| 0,5 l/ha = 0,05 l/hl | 500 ml | 50 ml | 5 ml |
| 1 l/ha = 0.1 l/hl | 1 l | 100 ml | 10 ml |
| 1,25 l/ha = 0,125 l/hl | 1,25 l | 125 ml | 12,5 ml |

TRAITEMENT À 500 L/HA

Les doses de produits par unité de surface sont les mêmes que pour un traitement à 1000l/ha. Par contre, les volumes d'eau utilisés changent. La bouillie sera donc 2 fois plus concentrée.

| | Surface traitée 1 hectare | Surface traitée 1000 m² | Surface traitée 100 m² |
|------------------------------|---|---|--|
| Dose homologuée | Produit à diluer dans 500 litres d'eau | Produit à diluer dans 50 litres d'eau | Produit à diluer dans 5 litres d'eau |
| 0,5 l/ha = 0,1 l/hl | 500 ml | 50 ml | 5 ml |
| 1 l/ha = 0,2 l/hl | 1 l | 100 ml | 10 ml |
| 1,25 l/ha = 0,25 l/hl | 1,25 l | 125 ml | 12,5 ml |

TRAITEMENT À 2000 L/HA

Les doses de produits par unité de surface sont les mêmes que pour un traitement à 1000l/ha. Par contre, les volumes d'eau utilisés changent. La bouillie sera donc 2 fois plus diluée.

| | Surface traitée 1 hectare | Surface traitée 1000 m ² | Surface traitée 100 m ² |
|-------------------------|--|---|--|
| Dose homologuée | Produit à diluer dans 2000 litres d'eau | Produit à diluer dans 200 litres d'eau | Produit à diluer dans 20 litres d'eau |
| 0,5 l/ha = 0,025 l/hl | 500 ml | 50 ml | 5 ml |
| 1 l/ha = 0,05 l/hl | 1 l | 100 ml | 10 ml |
| 1,25 l/ha = 0,0625 l/hl | 1,25 l | 125 ml | 12,5 ml |

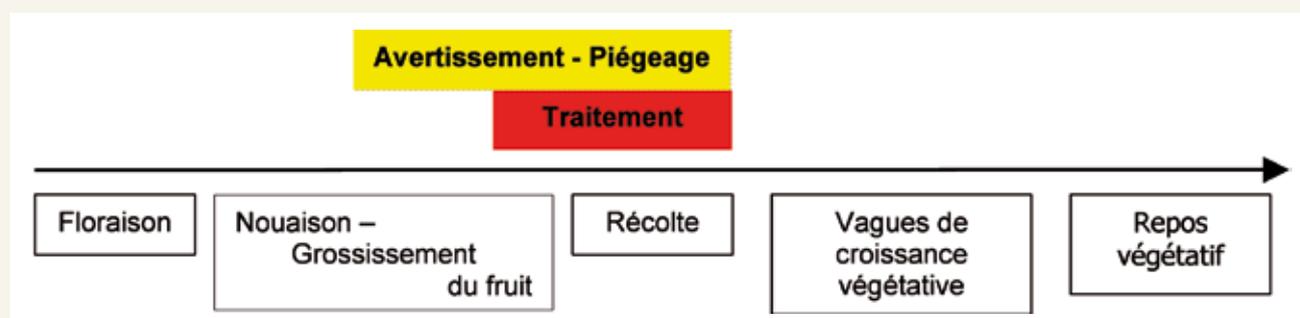
$$\text{Dose de produit} = \frac{\text{Dose de matière active (g/ha)}}{\text{Concentration du produit commercial en matière active (g/litre ou g/kg)}}$$

5.5. les ravageurs

5.5.1. La mouche des fruits : *Bactrocera invadens* : *Ceratitis cosyra*, *C. fasciventris*, *C. quinaria*

Stade sensible de la culture : Fruits en phase finale de développement, principalement de la véraison à la récolte.

Sensibilité : Les mangues Amélie, Brooks, Davis Haden, Miami late figurent parmi les plus sensibles.



Autres plantes hôtes : Très nombreux arbres fruitiers dont les goyaviers, les agrumes à petits fruits, les annones, les badamiers, les anacardes, le karité, etc., mais également des plantes maraîchères comme les cucurbitacées. Le spectre des plantes hôtes varie d'une espèce à l'autre.

Période utile d'intervention : Seul un système de piégeage permet de caractériser les seuils de population de mouches et de définir les modalités de traitement les plus adaptées. Cette surveillance devrait être opérationnelle 1 mois après la floraison et se poursuivre jusqu'à la fin de la récolte.

Symptômes et dégâts : Les mouches femelles adultes, dont la taille varie de 3,5 à 10 mm environ selon l'espèce, réalisent deux types de piqûres sur les fruits :

- des piqûres alimentaires qui se traduisent par de petites taches superficielles sur l'épiderme. Ces dégâts ne déprécient que très partiellement le fruit et ont peu de conséquence.

- des piqûres de ponte de la taille d'une épingle, visibles, sur l'épiderme des fruits non récoltés, sous forme de petites taches brunes associées à un léger écoulement de gomme.

Après éclosion des œufs dans les fruits piqués, les asticots se développent et creusent des galeries en se nourrissant de la pulpe. Le processus de maturation des parties endommagées est très rapide. Les fruits, atteints précocement, chutent et pourrissent sur le sol. Les fruits peu touchés ou piqués tardivement peuvent être présents sur l'arbre lors de la récolte.

En raison de l'augmentation des populations de mouches au cours de la saison, les variétés tardives sont souvent plus piquées. La présence de nombreuses plantes hôtes dans le voisinage peut se traduire parfois par l'existence de fortes populations dès le début de la saison de récolte.

Les mouches étant classées « insecte de quarantaine », aucun fruit piqué refermant une larve ne peut être exporté sous peine du rejet et de destruction totale du lot de mangues par les services phytosanitaires européens. Les fruits portant des traces de piqûre doivent donc être impérativement repérés et écartés lors de la récolte et du tri en station.

Cycle de développement et conditions favorables à l'infestation :

Après l'accouplement, la femelle pond des œufs (1 mm) en paquet sous l'épiderme des fruits proches de la maturité. Après 2 à 5 jours, ces œufs vont éclore et donner des larves. Après un séjour dans le fruit qui durera de 9 à 15 jours, l'asticot (7 à 9 mm), correspondant au troisième stade larvaire, s'éjectera du fruit et se transformera en pupe dans le sol. De cette pupe (4 à 5 mm) émergera une mouche adulte après un temps variable, fortement influencé par les conditions climatiques (température, pluviométrie / sécheresse). En condition humide, sans excès, avec des températures comprises entre 25 et 30°C, la durée du cycle variera de 15 à 20 jours pour *Ceratitis capitata* et jusqu'à 30 jours pour *Ceratitis cosyra*. Les cératites sont polyphages et multivotines (plusieurs générations par an). Elles migrent d'une espèce à l'autre selon la saison et le stade de maturité des fruits. La proximité de plantes hôtes, dont les fruits arrivent à maturité avant les mangues, augmente considérablement le risque d'infestation dans les vergers de manguiers.

Méthodes d'observation – Système de Piégeage :

Actuellement, le piégeage est principalement utilisé pour le suivi des populations de mouches. Il ne s'agit pas d'une méthode de lutte. Cette méthode utilise 2 types d'attractifs :

- des attractifs sexuels, ou paraphéromones, qui attirent les mâles uniquement,
- des attractifs alimentaires, hydrolysât de protéine le plus souvent, qui attirent les mouches des deux sexes.

Ces attractifs ont permis de mettre au point des systèmes de piégeage pour capturer les mouches adultes et évaluer les niveaux d'infestation. Outre l'attractif, le piège renferme une plaquette insecticide. Le choix de l'attractif, ou des attractifs, à utiliser sera fonction des espèces présentes.

Pour une meilleure efficacité, il est souhaitable qu'une partie du piège soit colorée en jaune (couleur attractive). Chaque région de production doit établir expérimentalement la relation existante entre le niveau d'infestation indiqué par le système de piégeage et le niveau de nuisibilité, ceci afin de définir les seuils d'infestation pour le déclenchement des traitements (voir ci-après exemple de l'île de la Réunion).

Choix des pièges : Il existe plusieurs types de piège, les plus utilisés sont les pièges Addis, Mac Phail et Tephritrap.

CHOIX DES ATTRACTIFS ET INSECTICIDES POUR UN SYSTEME DE SURVEILLANCE PAR PIEGEAGE :

| Attractifs sexuels | Efficace vis à vis | Remarques |
|-----------------------|--|--|
| Triméd lure | <i>C. fasciventris</i> , <i>C. anonae</i> mâles | Changer l'attractif tous les 1 à 2 mois |
| Terpinyl | <i>Ceratitis cosyra</i> , <i>C. sylvestrii</i> , <i>C. quinaria</i> , <i>C. fasciventris</i> mâles | |
| Méthyl eugénol | <i>Bactrocera invadens</i> mâles | |
| Insecticide | Efficace vis à vis | Remarques |
| Ceratitis dichlorvos | Toutes les mouches | Changer l'insecticide tous les mois |
| Attractif alimentaire | Efficace vis à vis | Remarques |
| 3 composants | Toutes les mouches de fruits femelles ou mâles | Changer l'attractif tous les 15 jours à 1 mois |

Lutte préventive : Les méthodes préventives pour limiter les populations de mouches de fruits sont limitées.

Elles concernent la plantation et la totalité de son environnement :

- ramassage et destruction des fruits tombés et piqués, aussi bien dans le verger que dans les vergers environnants. Les fruits peuvent être rassemblés dans des sacs plastiques étanches et placés en plein soleil pour obtenir une destruction des larves par la chaleur.
- destruction des plantes hôtes non utiles.

Lutte non chimique : Les fourmis et d'autres insectes détruisent certaines larves dans les fruits et certaines pupes dans le sol, mais le parasitisme naturel des mouches est faible. Le contrôle des populations ne peut reposer sur une méthode de lutte biologique. Il existe quelques programmes nationaux, menés en collaboration avec l'AIEA (Agence Internationale de l'Énergie Atomique, basée à Vienne en Autriche), utilisant les mâles stériles pour perturber la reproduction des mouches. Pour être efficaces, de tels programmes ne peuvent être que coordonnés et conduits sur de très vastes zones.

Lutte chimique : Il existe deux modes d'intervention dont la mise en œuvre dépend du niveau d'infestation révélé par le système de piégeage et de la pression parasitaire liée à l'environnement du verger. Leur mise en œuvre pratique nécessite la validation dans chaque zone de production de leur mode d'utilisation.

- **Traitement localisé** : un attractif alimentaire (hydrolysate de protéine) est associé à un insecticide. L'ensemble est appliqué sous forme de grosses gouttes sur une portion limitée du feuillage ne portant pas de fruit (environ 1 m² / arbre). L'efficacité du traitement est de l'ordre de 8 jours. Il doit être renouvelé après une pluie de plus de 25 mm. Ce mode d'application localisée, effectuée avec des pulvérisateurs à dos, permet de réaliser un traitement juste avant la récolte, voire pendant, car il est possible d'éviter de toucher les fruits.

Sur les grands vergers, les applications par jets projetés à l'aide de pulvérisateurs portés peuvent être réalisées sur une seule face d'un nombre restreint de lignes de plantation (un rang sur 3 ou 4).

- **Traitement généralisé** : un insecticide est appliqué en pleine surface, à raison de 800 à 1000 l de solution/ha dans le cas d'un verger adulte. Voir les tableaux des annexes pour les substances actives utilisables et les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) à respecter pour être en conformité avec les LMR européennes actuelles. Certaines substances actives peuvent être utilisées en période de récolte en respectant un Délai Avant Récolte de 7 jours.

NB : les traitements localisés peuvent être décevants dans plusieurs cas :

- vergers entourés de plantations fruitières, elles même infestées de mouches,
- très forte pression parasitaire suite à un mauvais contrôle préalable du ravageur (nombreux fruits piqués présents au sol, pas de traitement généralisé de début de saison pour éviter les pullulations précoces des mouches, etc.).

A titre indicatif, valeurs seuils utilisées à la Réunion pour définir la nature et la date de traitement (contexte tropical, cultures fruitières : agrumes et manguiers dominants).

| Niveau d'infestation | Relevé hebdomadaire Nb de mouches/piège | Type de traitement |
|----------------------|--|-----------------------|
| nul à faible | moins de 25 | pas de traitement |
| moyen | de 25 à 120 | traitement localisé |
| fort | plus de 120 | traitement généralisé |

Voir en annexe, le tableau des substances actives utilisables.

5.5.2. Les cochenilles

Insectes homoptères de type piqueur-suceur. Les cochenilles se nourrissent de la sève du plant et injectent parfois une salive toxique qui provoque une réaction : des jaunissements des feuilles et, en cas de fortes attaques, des dessèchements de rameaux entiers.

Elles peuvent être classées en deux grandes catégories :

- Les cochenilles à carapace cireuse, comme les diaspines et certaines lécanines. Citons des ravageurs importants comme : *Coccus mangiferae*; *Aulacapsis tubercularis*; *Lepidosaphes gloverii*; *Pseudonidia tritibiformis*, etc.
- Les cochenilles à corps mou et velu, comme *Icerya* sp., *Pseudococcus* sp., *Rastrococcus* sp.. Citons deux cochenilles ravageurs importants du manguiier : *Icerya seychellarum* ; *Rastrococcus invadens*.

Lutte chimique : La lutte contre les cochenilles à carapace est basée sur des applications d'huile blanche de pétrole qui agissent par asphyxie.

Les cochenilles à corps mou et velu sont contrôlées chimiquement par des pulvérisations à base d'organo-phosphoré, chloronicotinoïdes ou autres (voir tableau en annexe).

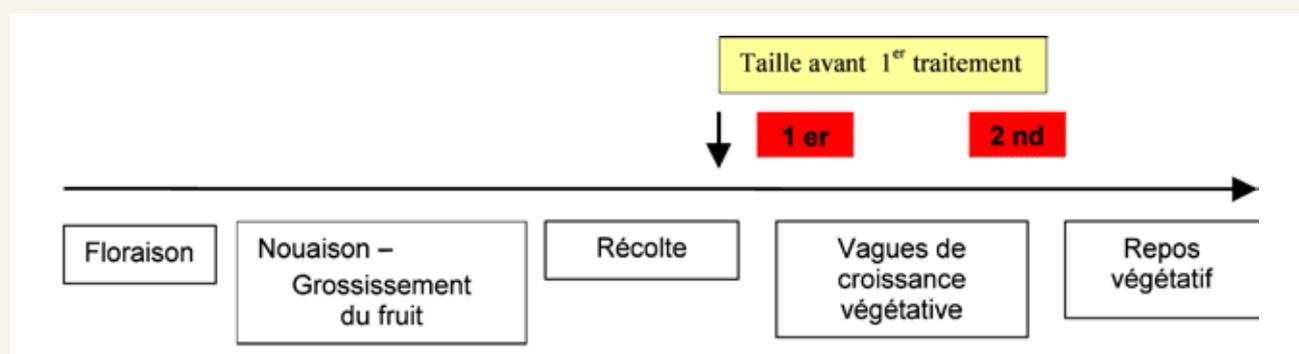
Les cochenilles sont plus vulnérables au stade de jeunes larves mobiles, les traitements sont les plus efficaces à ce stade du cycle de développement. Voir en annexe, le tableau des substances actives utilisables.

5.5.3. La Cochenille farineuse du manguiier : *Rastrococcus invadens*

Stade sensible de la culture : Colonisation des nouvelles pousses végétatives, puis développement et pullulation pendant toute la période de forte activité physiologique, de la floraison à la récolte.

Autres plantes hôtes : Nombreux fruitiers dont les agrumes, les goyaviers, les arbres à pain, les papayers, et les plantes ornementales comme : les frangipaniers, les rosiers, certains ficus, les crotons...

Période utile d'intervention : Suite à la récolte et après une éventuelle taille d'éclaircie, et avant l'émission des nouvelles pousses végétatives.



Symptômes et dégâts : Les premiers stades de développement de la cochenille peuvent passer inaperçus. Pendant la phase de croissance végétative des manguiers et avec le développement des populations de cochenilles, apparaissent des écoulements de miellat. Ces écoulements sont suffisamment intenses pour être qualifiés de « pluies ». Ils recouvrent la surface des feuilles inférieures. Dans un deuxième temps, un champignon se développe sur ce miellat, formant une couche superficielle opaque, de couleur noire, la fumagine. Le fonctionnement photosynthétique des arbres est très fortement perturbé. L'intensité des floraisons et la production en seront fortement perturbées.

Importance du ravageur suivant les régions de productions :

Conditions favorables à l'infestation : La cochenille, originaire d'Asie, a été introduite accidentellement en Afrique de l'Ouest sans son cortège de parasites naturels ce qui a causé sa pullulation. L'ampleur des dégâts dans chaque nouvelle zone touchée s'explique par l'absence de ce parasitisme naturel, insuffisamment développé dans un premier temps.

Leur introduction en régions maritimes a permis un excellent contrôle biologique du ravageur. Dans les régions continentales, les populations de parasitoïdes baissent fortement avec les chutes de températures en saison d'harmattan. Avec les remontées de températures, les populations de cochenilles se développent beaucoup plus rapidement que celles de leur parasites. Les dégâts sont alors très visibles, ils se stabiliseront plus tard en raison d'un meilleur contrôle parasitaire.

Méthodes d'observation : Dans une zone contaminée, la présence de très nombreux manguiers couverts de fumagine constitue le premier indice. Le repérage des arbres atteints est aisé : zone « mouillée » sous la frondaison, présence de fumagine. L'observation de la face inférieure des feuilles révèle la présence des cochenilles farineuses caractérisées par la présence de longues soies.

Lutte préventive : Les zones portuaires sont très souvent en cause dans l'introduction accidentelle de ravageurs exogènes. Les camions et camionnettes participent activement à la propagation de la cochenille. Il faudrait éviter de garer les véhicules sous des arbres des zones infestées et, de la même façon, éviter de stationner en zone saine sous des manguiers lorsque l'on vient de zones infestées.

Lutte non chimique : Le contrôle biologique est possible avec des parasitoïdes originaires d'Asie comme : *Anagyrus mangicola* et *Geranusodea tebegy* et dans une moindre mesure avec de parasites naturels endémiques. Aussi, il faut éviter d'engager trop rapidement une lutte chimique généralisée qui détruirait l'entomofaune parasite.

Si le contrôle biologique a donné d'excellents résultats en zone maritime, il semble plus problématique dans les situations continentales (zone sahélienne).

Lutte chimique : La lutte chimique ne doit être envisagée qu'après avoir constaté les limites d'un contrôle biologique naturel.

Les traitements doivent être réalisés après la fin des récoltes et avant l'émission des nouvelles pousses végétatives pour ne pas hypothéquer la future floraison.

En cas de contrôle partiel, le traitement peut éventuellement être renouvelé de 1 à 3 mois plus tard, en début de saison sèche. Il est préférable de tailler les manguiers avant l'intervention pour faciliter la pénétration des produits. L'emploi de tracteurs équipés de lances est indispensable pour obtenir un mouillage suffisant de l'ensemble de la frondaison : deux faces des feuilles, l'intérieur et l'extérieur de l'arbre.

Voir en annexe, le tableau des substances actives utilisables et les BPA à respecter pour être en conformité avec les LMR européennes.

5.5.4. Les thrips

***Scirtothrips aurantii* (thrips des agrumes et du manguier) ; *Selenothrips rubrocinctus*.**

S. aurantii est un tout petit insecte piqueur, très mobile, qui s'attaque à de nombreux végétaux. Sur manguier, il recherche abri et nourriture sur les jeunes pousses riches en sève. Les jeunes feuilles prennent un aspect gaufré caractéristique. Les jeunes fruits (moins de 3 cm de diamètre) se recouvrent d'un voile liégeux. En cas de forte attaque, leur croissance cesse et les fruits chutent. Les risques de pullulation sont plus importants par temps chaud et sec. Des battages réguliers des extrémités des rameaux au-dessus d'une feuille blanche permettent d'évaluer les populations présentes.

Le contrôle chimique est difficile, aussi la stratégie de lutte doit veiller à préserver la faune auxiliaire dont le rôle est très utile. Dans ce cadre, le spinosad a donné des résultats satisfaisants pour les manguiers et agrumes. L'usage répété d'une matière active pouvant provoquer des accoutumances, il convient de changer de famille chimique régulièrement. Il faudrait ne pas dépasser 3 traitements annuels.

Voir les tableaux des annexes pour les substances actives utilisables et les BPA à respecter pour être en conformité avec les LMR européennes actuelles. Certaines substances actives peuvent être utilisée en période de récolte en respectant un Délai Avant Récolte de 7 jours.

5.5.5. Cécydomyies de fleurs (*Erosomyia mangiferae*) et des feuilles (*Procontarinia matteiana*)

Les cécydomyies sont de minuscules moucheron (diptères) qui piquent les hampes florales en développement ou les très jeunes feuilles pour y déposer leurs œufs. Sur inflorescences, les asticots, en se développant, provoquent des malformations ou des taches nécrosées brunes. En cas de faible floraison, il faut redouter une concentration des piqûres sur les panicules florales existantes avec un effet néfaste plus marqué. L'observation des panicules florales est la seule façon d'estimer les niveaux d'infestation. Dans les zones à risque, à partir de 5 piqûres observées par hampe sur 100 panicules par verger, il faut envisager rapidement un contrôle chimique. Les jeunes feuilles réagissent aux piqûres en développant des gales très caractéristiques. Le fonctionnement des arbres adultes est peu perturbé. Par contre, les jeunes arbres en pépinière ou nouvellement plantés doivent faire l'objet d'une protection. Il est très difficile dans ce cas de fixer un seuil d'intervention car l'observation des dégâts est toujours postérieure à leur réalisation. La notion de zone à risque et de stade de sensibilité (émission de nouvelles pousses feuillées) servent de guide.

Lutte chimique : Voir en annexe, le tableau des substances actives en distinguant les deux types de ravageur.

5.5.6. L'aleurode : *Aleurodicus dispersus*

Insecte homoptère de la famille des aleurodidae, communément appelée mouche blanche spiralante en raison du positionnement des pontes en spirales sur la face inférieure du limbe, très caractéristique de l'espèce.

Ce ravageur polyphage attaque de nombreuses espèces végétales cultivées ou non. Parmi les espèces fruitières outre le manguier, citons : l'avocatier, le safoutier, et dans une moindre mesure certains agrumes comme les pomelos. La femelle adulte pond ses œufs sur la face inférieure du limbe de jeunes feuilles matures. Environ 8 jours plus tard, ils donneront naissance à des larves qui accompliront leur développement en 25-30 jours. Les pluies ont un effet défavorable sur la survie et le développement des œufs et des larves. La sécrétion de miellat par les larves se traduit par le développement de fumagine sur la face supérieure des feuilles. Ce miellat est très préjudiciable au fonctionnement physiologique des manguiers. Les risques de pullulation se situent en saison sèche prolongée. Des parasitoïdes comme *Encarcia haitiensis* (hyménoptère) se nourrissent de ces larves et assurent un contrôle biologique.

La lutte chimique : Voir les tableaux des annexes pour les substances actives utilisables et les BPA à respecter pour être en conformité avec les LMR européennes actuelles. Certaines substances actives peuvent être utilisée en période de récolte en respectant un Délai Avant Récolte de 7 jours.

5.5.7. Les punaises : *Anoplocnemis curvipes*, *Lygus* spp.

Elles infestent les jeunes pousses en piquant les bourgeons ce qui provoque des déformations caractéristiques. Ce ravageur est redoutable car il peut détruire les jeunes pousses en très peu de temps : quelques jours, voire quelques heures. La réactivité en cas d'attaque est primordiale.

La lutte chimique : Voir les tableaux des annexes pour les substances actives utilisables et les BPA à respecter pour être en conformité avec les LMR européennes actuelles. Certaines substances actives peuvent être utilisée en période de récolte en respectant un Délai Avant Récolte de 7 jours.

5.5.8. Les acridiens

Les attaques d'acridiens sont redoutables pour les jeunes plants en pépinière ou en verger. Les jeunes sont grégaires et peu mobiles. C'est à ce stade, avant que les dégâts ne soient importants, que le contrôle chimique est le plus aisé et son efficacité la plus grande. La lutte ne doit pas se limiter à un espace restreint, mais à toute la zone de culture.

Lutte chimique : Contrôle généralement par des traitements à base de pyréthrinoïdes de synthèse (deltaméthrine, lambda-cyhalothrine...), d'organophosphorés (fénitrothion, malathion...), ou autres insecticides comme le fipronil... L'usage massif des pesticides a conduit à l'apparition de phénomène de résistance. Aussi, convient-il pour chaque région de vérifier, auprès des services de la protection de végétaux, l'efficacité de matières actives.

Voir les tableaux des annexes pour les substances actives utilisables et les BPA à respecter pour être en conformité avec les LMR européennes actuelles. Certaines substances actives peuvent être utilisée en période de récolte en respectant un Délai Avant Récolte de 7 jours.

5.5.9. Les termites

Il existe de nombreuses espèces.

Stade sensible de la culture : tous les stades

Autres plantes hôtes : nombreuses plantes ligneuses ou semi-ligneuses

Période utile d'intervention : Il n'existe pas de stade précis bien défini pour intervenir. Il est préférable de réaliser des traitements juste après la récolte pour minimiser les effets secondaires des pesticides sur la qualité des fruits.

Symptômes et dégâts : Il faut distinguer deux types de symptômes.

- Des encroûtements visibles sur les troncs et les parties basses des branches charpentières. Ces attaques restent très superficielles, elles sont souvent temporaires et assez faciles à combattre.
- Des dépérissements sectoriels puis généralisés de manguiers, progressifs sur plusieurs mois. Ces cas, qui peuvent être assez fréquents, sont rarement attribués aux effets des attaques souterraines des termites qui détruisent le système racinaire. La réalisation d'excavations à proximité des manguiers dépérissant permet de vérifier facilement si les termites sont en cause.

Conditions favorables à l'infestation : Les attaques de termites se manifestent dans toute l'Afrique de l'Ouest. L'importance du phénomène est beaucoup plus marquée en zone sahélienne qu'en zone maritime, car les arbres stressés, en raison du déficit hydrique, par exemple, attirent les termites et supportent moins bien les agressions.

Méthodes d'observation : Repérage des encroûtements sur les troncs et les branches charpentières. Recherche de nids dans le verger, particulièrement à proximité d'arbres manifestant des signes de dépérissement. Réalisation d'un profil racinaire pour vérifier si les termites sont en cause.

Lutte préventive : Les termites font partie de la biocénose des vergers. Leur activité est utile pour la transformation des débris ligneux. Il faut éviter de favoriser l'implantation de trop nombreuses colonies en laissant les débris ligneux volumineux ou des arbres morts dans le verger. L'utilisation de lait de chaux en badigeon sur les troncs limite l'activité des termites aériens.

Lutte non chimique : Des études sont en cours pour tester l'efficacité de champignons entomopathogènes comme : *Metarhizium anisoplae*.

Lutte chimique : La gamme de matière active utilisable est limitée. La lutte contre les termites s'inscrit dans le registre spécifique du traitement localisé des sols. Les doses sont généralement indiquées en gramme de matière active par m². Il est préférable de réaliser les traitements après la récolte pour éviter tous résidus sur les fruits. Par exemple, au Mali traiter après les dernières récoltes en début de saison des pluies et ensuite deux mois après, vers le fin de saison des pluies.

Le produit doit être appliqué à proximité de la termitière et à l'aplomb des arbres touchés. Un léger grattage du sol et application juste avant la saison des pluies permet d'obtenir une bonne pénétration du produit.

Le fipronil est considéré comme une des substances actives les plus efficaces. Il agit de deux façons :

- directement par ingestion,
- indirectement, de proche en proche, par contact entre les termites dont le corps est imprégné.

Son absence d'odeur et son action retardée lui permettent d'être véhiculé à l'intérieur des colonies de termites sans difficulté. Ces modes d'action expliquent son efficacité et sa durée d'action.

Voir en annexe, le tableau des substances actives utilisables et les BPA à respecter pour être en conformité avec les LMR européennes.

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES PÉRIODES D'OBSERVATION ET DE TRAITEMENT POUR LE CONTRÔLE DES PRINCIPAUX RAVAGEURS DU MANGUIER (RÉFÉRENCE AU CYCLE PHÉNOLOGIQUE)

| | Floraison | Nouaison Grossissement du fruit | Récolte | Croissance végétative | Repos végétatif |
|--|---|---------------------------------------|---------|---|--------------------|
| Mouche des fruits | | Piégeage | | | |
| | | ■ | ■ | ■ | |
| Cochenilles farineuse & diaspines | | | | Taille avant traitement | |
| | | | | ■ | ■ |
| Termites | | | | ■ | |
| Punaises | Surveillance par battages | | | | |
| | ■ | ■ | | | |
| Thrips | | ■ | ■ | | |
| Cécydomyie des fleurs | Surveillance visuelle la cécydomyie des fleurs est plus dommageable que celle des feuilles | | | | |
| | | ■ | | | |
| Cécydomyie des feuilles | | | | ■ | |
| Aleurodes | | | | ■ | ■ |
| Acridiens | Suivant les regroupements d'acridiens dans la zone | | | | |
| | | | | | |
| | Remarques | Traitements des périodes critiques | | Traitements facultatifs selon infestation | |

5.6. Les Maladies fongiques

5.6.1. Maladies fongiques se développant en verger, mais connues surtout par les pourritures qu'elles provoquent en post-récolte

Les mêmes pathogènes provoquent des dégâts sur la plante à différents moments de son cycle et sur différents organes. En règle générale, les jeunes tissus sont très sensibles, ce qui explique l'importance des dégâts observés sur jeunes feuilles, jeunes pousses, les inflorescences et les tout petits fruits. La différenciation des tissus va de pair avec une plus grande résistance aux infections.

En fin de cycle, les fruits proches de la maturité ou matures sont eux aussi particulièrement vulnérables. Par ailleurs, à la sénescence des tissus et durant la conservation des fruits, certaines infections quiescentes depuis des stades précédents peuvent reprendre leur développement et conduire à des dépérissements de branches ou des taches de pourriture sur les fruits, avec parfois un retard important par rapport au moment d'infection. Certaines maladies très répandues et redoutées, comme l'antracnose par exemple, sont souvent mises en cause de façon excessive dans le cadre d'une démarche approximative et précipitée d'identification. Sur fruits, elles provoquent l'apparition de pourritures qui prennent dans un premiers temps l'apparence de taches noires (Figure 1 – annexe 3). Mais, toute tache noire visible sur l'épiderme ne provient pas nécessairement d'une attaque d'antracnose. D'autres champignons ou bactéries pathogènes et d'autres altérations physiques peuvent provoquer des symptômes similaires (Figure 2 à 5 – annexe 3). Ci-dessous, le tableau synthétique des champignons qui produisent des lésions en post-récolte sur mangues après incubation dans le pays producteur ou lors de l'importation en Europe révèle par ailleurs des différences importantes de prévalence. Il est donc nécessaire de redonner à l'identification des pathogènes toute la place qui lui revient en amont de toute stratégie de contrôle des maladies.

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DE LA PRÉVALENCE DE CHAMPIGNONS ASSOCIÉS ENTRE JUILLET ET SEPTEMBRE 2004 AVEC DES POURRITURES POST-RÉCOLTE SUR MANGUES PRODUITES AU SÉNÉGAL ET ANALYSÉES APRÈS INCUBATION À TEMPÉRATURE AMBIANTE AU SÉNÉGAL OU À L'IMPORTATION EN EUROPE

| Type de pourritures Champignon | Fréquence relative | | |
|---|--------------------|----------------------|---------------------------|
| | au Sénégal | | à l'importation en Europe |
| | En juillet | En août et septembre | De juillet à septembre |
| Taches isolées | | | |
| Alternaria | ++ | - | ++++ |
| Cercospora | - | - | ++++ |
| Colletotrichum | - | ++++ | - |
| Curvularia | + | - | - |
| Drechslera | + | + | - |
| Phoma | + | ++ | - |
| Stemphylium | + | - | ++++ |
| Non identifiés | +++ | ++++ | - |
| Pourritures pédonculaires | | | |
| Dothiorella | + | - | ++++ |
| Lasiodiplodia | + | + | - |
| Pestalotiopsis | - | - | + |
| Phomopsis | - | - | ++ |
| Taches diverses avec les saprophytes | | | |
| Aspergillus | ++ | - | ++ |
| Cladosporium & Penicillium | - | - | +++ |
| Fusarium | - | - | + |

- : non détecté ; + détecté sur moins de 10% des fruits ou lésions /lot ; ++ détecté au moins une fois sur 10 à 20% des fruits ou lésions par lot ; +++ détecté au moins une fois sur 21 à 40% des fruits ou lésions par lot ; ++++ détecté au moins une fois sur 41 à 80% des fruits ou lésions par lot.

Nombre de lots de 40 mangues analysés au Sénégal, 7 le 17/07 ; 13 le 14/08 ; 4 le 14/09. Nombre de taches de pourritures analysées sur 10 lots de mangues à l'importation, total 128, variation de 8 à 18 selon les lots.

5.6.1.1. L'Anthracnose : *Colletotrichum gloeosporioides*

Symptômes et dégâts :

Sur feuille, les symptômes sont caractéristiques. Ils ont l'apparence de taches brunes, irrégulières, qui se nécrosent en leur centre. Ces taches peuvent devenir coalescentes. Il se développe alors des plages nécrosées plus étendues \geq à 1 cm de diamètre, toujours de forme irrégulière. Dans certains cas, la partie nécrosée peut tomber. La feuille prend alors un aspect perforé avec des infections centrales, ou haché avec infections latérales. Les jeunes pousses peuvent être infectées en conditions très favorables à l'infestation et dépérir ultérieurement.

Sur inflorescence, les symptômes sont caractérisés par des taches brunes sur la hampe florale et les fleurs, des nécroses précoces, des boutons floraux, la momification de très jeunes fruits juste après la chute des pétales.

Les fortes infestations lors de la floraison peuvent diminuer considérablement le potentiel de production en provoquant la coulure des fleurs et des très jeunes fruits.

A la surface **des fruits**, le cycle d'infection comprend la germination d'une spore puis la formation d'un appressorium externe. Celui-ci germera peu après. L'hyphe en résultant traversera les premières couches de la cuticule et de l'épiderme sans utiliser des orifices préexistants : lenticelle ou blessure. Sa pénétration sera bloquée par la présence de substances inhibitrices, les résorcinols, présentes chez les fruits immatures. Les appressoria en cours de germination resteront quiescents jusqu'à la récolte. Les symptômes apparaissent sous forme de taches épidermiques juste avant la récolte, mais plus souvent seulement après, lors de la conservation. Ces taches sont fréquemment alignées, suivant une disposition caractéristique dite « en traînée de arme » (Figure 1 – annexe 3). Elles peuvent devenir coalescentes, provoquant des taches plus larges. A un stade plus avancé, la pourriture s'étend progressivement à la chair. En phase finale, il est possible d'observer des sporulations orangées à roses au centre des taches noires.

Conditions favorables à l'infestation : L'eau joue un rôle central dans le processus de contamination, car les spores sont toujours véhiculées par une phase liquide. En condition d'humidité élevée, des masses de spores mucilagineuses sont produites en abondance à la surface d'anciennes lésions sur les feuilles et les inflorescences, brindilles, etc. Des précipitations répétées, éventuellement de fortes rosées avec ruissellement sont nécessaires pour la dissémination des spores depuis ces organes vers des organes sains réceptifs (inflorescences, jeunes feuilles, fruits) situés à proximité. Après un épisode pluvieux, une hygrométrie élevée \geq 95 % et des températures comprises entre 10 et 30°C, optimales vers 25°C, sont des conditions très favorables pour la germination des spores et pour la formation des appressoria (forme quiescente). C'est la contamination de la surface des fruits par ruissellement de suspensions de spores qui conduit à la disposition des taches en « traînée de larmes ».

Stade sensible de la culture : Les jeunes feuilles, les inflorescences et les très jeunes fruits sont particulièrement sensibles. Il en est de même pour les fruits après la récolte. Les micro-blessures occasionnées à l'épiderme des fruits par la récolte, le conditionnement et le transport peuvent favoriser le réveil des infections quiescentes ou encore l'infection directe par les conidies présentes sur les fruits durant la saison de pluie.

Autres plantes hôtes : De nombreuses espèces fruitières sont attaquées par *Colletotrichum gloeosporioides* : avocatiers, agrumes, anacardiés, bananiers, caféiers, papayers... D'autres espèces très diverses peuvent également être atteintes : canne à sucre, luzernes, piments... Les populations du pathogène qui colonisent ces divers hôtes et en particulier le manguiers sont néanmoins très hétérogènes. Des différences de spectre d'hôte ou d'agressivité, ainsi que de sensibilité aux fongicides, ont été mises en évidence.

5.6.1.2. Pourriture en taches rondes causées par d'autres pathogènes du manguiers

Une vaste gamme de champignons pathogènes sur les feuilles ou les branches du manguiers peut conduire à des infections quiescentes sur fruits. Ces infections vont s'extérioriser plus ou moins rapidement après la récolte en taches de pourriture distribuées souvent de manière aléatoire à la surface des mangues. Ces taches peuvent être confondues aisément avec celles provoquées par l'anthracnose.

L'alternariose : *Alternaria alternata*

Symptômes et dégâts :

Sur feuille, de nombreuses petites taches rondes noires, de 1-3 mm en diamètre sont dispersées régulièrement sur le limbe. Les symptômes sont plus évidents à la face inférieure des feuilles qu'au-dessus.

L'attaque des inflorescences, 2-3 semaines après l'éclosion des bourgeons, conduit à une diminution importante de la mise à fruit.

Des petites lésions peuvent également se former sur les brindilles.

Sur fruits, le mycélium issu de la germination des spores pénètre par les lenticelles et colonise de manière intercellulaire les tissus. Il devient quiescent avant l'apparition de symptômes. Sur fruits mûrs la croissance de ce mycélium reprend et conduit à la formation de petites taches noires, rondes, superficielles, se développant autour des lenticelles. Les taches sont souvent concentrées dans la région pédonculaire vu l'abondance de lenticelles dans cette partie du fruit (Figure 2 – annexe 3). Ces taches peuvent croître, confluer en de larges plages noires et s'étendre dans la pulpe. Les lésions d'alternariose sur fruits sont généralement plus limitées, foncées et fermes que celles causées par l'antracnose. Le centre des lésions s'affaisse légèrement et se couvre en conditions d'humidité élevée de spores brunes-olives.

Dans certaines situations, l'infection des inflorescences peut s'étendre de manière endophytique au pédoncule et au fruit. Elle y reste quiescente jusqu'à la maturité et s'exprime alors par le développement d'une pourriture pédonculaire.

Conditions favorables à l'infestation : L'origine de l'infestation des fruits se trouve principalement sur les feuilles et inflorescences infectées, de même que sur les feuilles sénescentes et les brindilles tombées au sol. Les spores formées sur ces sources sont transportées sur les fruits par le vent ou par lessivage lors de pluies ou rosées abondantes. L'établissement d'une infection quiescente requiert le maintien d'une humidité relative de 80% durant 350h et l'intensité des dégâts augmente avec le maintien d'une humidité élevée durant des périodes plus longues. Des longues périodes humides, ainsi qu'une végétation très dense limitant la dissipation de l'humidité favorisent ainsi cette maladie. Ces éléments ainsi que la différence en quantité de spores peuvent expliquer des différences significatives dans le degré d'attaque de vergers d'une même région. *Alternaria* a été une des principales causes de taches de pourriture sur mangue au Mali en 2004. Pour 2/10 lots de mangues récoltées entre juillet et septembre 2004 au Sénégal et analysées lors de leur réception et distribution en Europe, le taux de taches dues à *Alternaria* a été supérieur à 50%.

Stades sensibles de la culture : Les fruits peuvent être infectés durant toute leur période de développement pour autant que les conditions soient favorables.

Autres plantes hôtes : *Alternaria alternata* est associé avec des lésions sur beaucoup de plantes et apparaît souvent aussi comme colonisateur secondaire de lésions produites par d'autres causes. Le pouvoir pathogène et la spécialisation parasitaire de cette espèce sont encore peu caractérisés.

La cercosporiose : *Cercospora* sp.

Pour 3/10 lots de mangues du Sénégal analysées à l'importation, le taux de lésions causées par du *Cercospora* sp. dépassait 33%. Les petites lésions noires causées par ce champignon atteignent rarement le cm en diamètre. D'abord confinée à la pelure du fruit, la pourriture peut s'étendre ensuite à la pulpe du fruit. La surface se creuse alors légèrement (Figure 3 – annexe 3). Dans la littérature *C. mangiferae* est décrit comme pathogène foliaire, mais est très rarement signalé comme agent de taches de pourriture sur fruits.

La stemphyliose : *Stemphylium* spp.

Du *Stemphylium* sp. a été identifié comme la cause de près de 30 % des lésions analysées à la réception en Europe ou lors de la conservation de mangues produites entre juin et septembre 2004 au Sénégal. Pour 4/10 lots le taux de présence de *Stemphylium* dépassait les 75%. Les lésions sont généralement < à 1,5cm en diamètre, rondes, brunnoir (Figure 4). L'épiderme a tendance à s'affaisser. En coupe les tissus infectés sont brun-roux et gardent leur consistance. Malgré la régularité de son observation et la fréquence quelque fois élevée sur fruit, une phase parasitaire pré-récolte éventuelle de *Stemphylium* n'est pas encore documentée. L'entreposage de fruits en atmosphère contrôlée à 13°C peut favoriser le développement de pourriture à *S. vesicarium*.

***Drechslera* sp., *Phoma* sp. et *Bipolaris* sp.**

ont été isolés de manière sporadique de lésions se développant sur des mangues conservées après la récolte au Sénégal. Ils sont quelquefois signalés comme pathogènes foliaires sur mangoier.

5.6.1.3. Les pourritures pédonculaires associées avec les genres *Lasiodiplodia*, *Dothiorella*, *Phomopsis*, *Pestalotiopsis*

Plusieurs champignons sont associés avec des pourritures qui se développent souvent en post-récolte sur les fruits à partir de l'attache pédonculaire. *Lasiodiplodia theobromae* (syns. *Botryodiplodia theobromae*, *Diplodia natalensis*) provoque des pourritures de fruits, tiges et rameaux de beaucoup de plantes en régions tropicales. Cette espèce est souvent considérée comme un pathogène de faiblesse ou un colonisateur de blessures. Elle est caractérisée par la formation des conidies bicellulaires brunâtres dans des pycnides émergentes des tissus colonisés.

Dothiorella dominicana et d'autres espèces de *Dothiorella* se rencontrent fréquemment sur des fruits provenant de régions subtropicales ou de zones élevées en régions tropicales.

Le nom *Dothiorella* s'applique à un stade de reproduction asexué caractérisé par la formation de nombreuses conidies mucilagineuses dans des pycnides. La pluie favorise la dispersion de ces conidies, comme pour le *Colletotrichum*. Le genre *Loculoascomycète Botryosphaeria* a été reconnu comme le stade sexué pour certains taxa de *Dothiorella*. Les pseudopérithèces de ce stade sont formés progressivement sur les rameaux, pousses, inflorescences ou feuilles colonisés par ces champignons et participent à leur survie durant la saison sèche. Les ascospores sont souvent éjectées après une humectation des fructifications lors de brèves pluies ou une rosée abondante et sont dispersées ensuite par le vent.

Divers autres genres de reproduction conidienne comme *Lasiodiplodia*, *Botryodiplodia*, *Diplodia*, *Fusicoccum*, *Natrassia*, *Hendersonia* se rattachent aussi à la reproduction sexuée *Botryosphaeria*. La nomenclature de plusieurs de ces stades conidiens, dont *Dothiorella*, est actuellement remise en question, d'où une confusion importante et de multiples synonymies, particulièrement sur manguier. L'identification précise reste néanmoins importante vu que les différences de développement et de pouvoir pathogène de ces diverses espèces doivent être prises en considération pour l'optimisation de la protection des fruits.

Phomopsis mangiferae présente des similarités avec les *Dothiorella* mais on n'en connaît pas encore de stade sexué.

Pestalotiopsis mangiferae produit des conidies mucilagineuses très foncées dans des fructifications similaires à celles de *Colletotrichum*. Elles sont également dispersées par la pluie.

L'évolution des symptômes sur fruits varie selon les champignons en cause. *Dothiorella* spp. Et *Lasiodiplodia theobromae*, induisent des taches diffuses, translucides aqueuses qui rayonnent à partir du pédoncule en de projections irrégulières (Figure 5A – annexe 3). Une nécrose superficielle sous-cuticulaire apparaît, précédant un envahissement et une pourriture rapide de la pulpe.

Phomopsis mangiferae et *Pestalotiopsis mangiferae* causent des lésions foncées progressant plus lentement à partir du pédoncule.

Stades sensibles et conditions favorables à l'infestation : Plusieurs des champignons responsables de pourritures pédonculaires peuvent coloniser les branches de manguier et entraîner des dépérissements de celles-ci après formation ou non de lésions ou de chancres. Les bourgeons peuvent être infectés avant leur éclosion. Certains champignons de ce groupe colonisent aussi les branches en endophytes sans causer au début des symptômes externes. Cette colonisation peut s'étendre aux inflorescences et de là atteindre le pédoncule du fruit plusieurs semaines après la floraison. Les infections y restent quiescentes jusqu'à la maturité du fruit.

Le pédoncule peut par ailleurs être infecté directement à la récolte, notamment à cause d'une contamination de la blessure par des conidies formées en abondance sur des débris végétaux jonchant ou incorporés dans le sol ainsi que sur les fruits non ramassés en cours de pourriture. Les attaques par *Lasiodiplodia* sont ainsi plus fréquentes sur les fruits prélevés près du sol.

Des taches causées par des champignons associés avec des pourritures pédonculaires peuvent finalement se développer aléatoirement à d'autres endroits du fruit durant la conservation

(Figure 5B – annexe 3) ou encore présenter une distribution en «traînée de larmes». Elles résultent du réveil d'infections quiescentes par des conidies et/ou ascospores durant la formation du fruit, dans des conditions similaires à celles expliquées pour l'antracnose ou l'alternariose, ou encore de la contamination de micro-blessures à l'épiderme lors des manipulations de récolte et de conditionnement.

La formation des pourritures dépend des températures de conservation après la récolte. Les pourritures deviennent visibles 3-7 jours après la récolte à 25°C et 10-20 jours à 13°C. En cas d'infection mixte, *Lasiodiplodia theobromae* va être prédominant par rapport à *D. dominicana* à 30°C, l'inverse s'observant à ≤ 25°C. Entre 13 et 18 °C, *D. dominicana* peut par ailleurs être inhibé par certaines souches de *C. gloeosporioides*.

Autres plantes hôtes : Plusieurs agents de pourriture pédonculaire sont spécifiques au manguier (*D. dominicana*, *Pestalotiopsis mangiferae*, etc.), alors que d'autres comme *Lasiodiplodia theobromae* se multiplient sur divers hôtes. L'identification précise du champignon responsable de la pourriture pédonculaire observée dans un verger est donc importante pour rechercher la source de l'infection.

5.6.1.4. Autres pourritures post-récolte

Divers types de taches se développent sur les fruits après la récolte suite à la contamination de blessures par une série de champignons saprophytes sur débris végétaux: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus*,... Les taches de pourriture se développent à partir du pédoncule (Figure 6A –annexe 3) ou alors de manière aléatoire sur les fruits (Figure 6B – annexe 3), selon l'endroit de contamination. Elles peuvent ressembler à celles résultant de la reprise d'infections quiescentes de champignons pathogènes. Une certaine humidité est nécessaire à la production de spores par ces champignons. Les spores de la plupart de ces champignons sont formées sur des débris légèrement humides, elles sont souvent sèches, présentent une certaine capacité de survie dans le sol et sont dispersées avec la poussière par le vent.

5.6.1.5. Protection des vergers

La protection des vergers de manguier contre les agents de pourritures post-récolte doit se concevoir de manière intégrée, de l'établissement du verger jusqu'à la récolte. Les mesures de lutte préventive et d'entretien phytosanitaire sont précieuses pour favoriser l'état de santé général des arbres, réduire la durée des conditions d'humidité élevée favorables aux infections ainsi que pour diminuer la quantité d'inoculum présente durant les stades sensibles de la culture. Les traitements fongicides pré-récolte doivent être raisonnés pour apporter, seulement si nécessaire, une protection spécifique dans des conditions très favorables aux infections par certains champignons. Seuls ils ne garantissent que rarement un état sanitaire satisfaisant. Le soin apporté à la récolte permet de limiter le risque de blessure et la contamination de celles-ci, ainsi que la reprise de croissance des infections quiescentes qui se sont installées durant le développement des fruits. Des traitements post-récolte inactivent finalement ces infections quiescentes et empêchent leur développement durant le processus de commercialisation. Voir tableau synthétique ci-dessous sur l'intérêt des diverses mesures de protection, des sources d'inoculum et des conditions d'infection et de développement des champignons.

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES PRINCIPAUX CHAMPIGNONS ASSOCIÉS AVEC DES POURRITURES POST-RÉCOLTE EN AFRIQUE DE L'OUEST : SOURCES ET DISPERSION DE L'INOCULUM, DES CONDITIONS D'INFECTION ET DE DÉVELOPPEMENT ET DE L'INTÉRÊT DES MESURES DE PROTECTION

| Champignon | Source d'inoculum | | | Dispersion | | Infection quiescente | | | Développement | | Intérêt des mesures de protection | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|------------|------|----------------------|---------|--------------|---------------|--------|-----------------------------------|-----|---|-----------|-----------------|
| | feuilles | fleurs, rameaux | débris, sol, fruits | pluie | vent | externe | interne | à la récolte | < 24°C | > 24°C | +++ | ++ | + | en verger | en post-récolte |
| <i>Alternaria</i> | ++ | ++ | ++ | ++ | +++ | +++ | + | + | ++ | + | +++ | +++ | + | +++ | +++ |
| <i>Cercospora</i> | ++ | ? | ? | ++ | ++ | +++ | - | ? | ? | ? | +++ | ++ | ? | ++ | ++ |
| <i>Colletotrichum</i> | ++ | ++ | + | +++ | | +++ | - | + | + | +++ | +++ | + | + | +++ | +++ |
| <i>Stemphylium</i> | ? | ? | + | ? | ? | +++ | - | + | +++ | ? | +++ | + | ? | ++ | ++ |
| <i>Dothiorella</i> | + | +++ | +++ | +++ | + | ++ | +++ | +++ | +++ | ++ | +++ | ++ | - | +++ | +++ |
| <i>Lasioidiplodia</i> | - | ++ | +++ | +++ | ? | + | +++ | +++ | +++ | + | +++ | + | - | +++ | +++ |
| <i>Aspergillus</i> | - | - | +++ | - | +++ | - | - | +++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - | +++ | ++ |
| <i>Cladosporium, Penicillium</i> | - | - | +++ | - | +++ | - | - | +++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - | +++ | ++ |
| <i>Fusarium</i> | - | - | +++ | ++ | + | - | - | +++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - | +++ | ++ |

- : non; + légèrement d'application; ++ : moyennement d'application; +++ très important; ? relation inconnue.

5.6.1.5.1 *Les mesures préventives permettent de réduire fortement les risques de contamination :*

Etablissement du verger :

- Choix des plants chez des pépiniéristes maîtrisant parfaitement le contrôle des diverses maladies dans leur pépinière ;
- Plantations avec un espacement suffisant pour favoriser la circulation de l'air.

Entretien du verger :

- Suppression des branches en surnombre pour aérer la frondaison et éviter les ambiances confinées ;
- Limitation de la hauteur des manguiers par la taille afin que les traitements phytosanitaires puissent couvrir l'ensemble de la frondaison.

Avant la floraison :

- Elimination par la taille de toutes les parties mortes et ou partiellement nécrosées, sources des contaminations ultérieures.

Après la floraison :

- Ramassage régulier et destruction par le feu des organes nécrosés ou morts jonchant le sol (restes d'inflorescence, rameaux secs, feuilles mortes, y compris celles de la litière, etc.);
- Tuteurage des branches basses pour éloigner les fruits du sol ;
- Appliquer les mesures de limitation des populations de mouches de fruits (Voir 5.5.1.) ;
- Ramassage régulier des fruits tombés au sol, enfouissement dans une fosse et recouvrement de sol afin d'éviter la dispersion des spores par le vent ou des insectes ;

A la récolte :

- Manipulation des mangues avec soin pour éviter des blessures ;
- Absence de contact entre le sol et le fruit, particulièrement dans le cas des sols sableux abrasifs et boueux en saison des pluies;
- Gestion des écoulements de sève par positionnement des fruits sur des supports faciles à nettoyer (Voir point 6.3.1.).

Toute l'année, avec de manière plus rapprochée durant les périodes de floraison et de nouaison en saison des pluies :

- Suivi épidémiologique simple: observation des stades phénologiques du manguiers, relevés climatiques, notation de l'apparition des symptômes avec évaluation des niveaux de contamination sur les nouvelles pousses, feuilles et inflorescences.

5.6.1.5.2. *La lutte chimique pré-récolte* des vergers peut être justifiée si les mesures préventives se révèlent régulièrement insuffisantes pour limiter le développement de l'une ou l'autre maladie lors de la coïncidence entre des périodes humides (pluies, fortes rosées) avec un stade très sensible du cycle, comme la floraison ou la nouaison. Le moment de cette coïncidence détermine le moment opportun du traitement. La plupart des substances actives actuelles agissent par contact et n'ont qu'un faible effet curatif. Par ailleurs, vu l'absence de métabolisme actif, le mycélium quiescent est peu sensible à l'application de fongicide.

Les traitements doivent donc être programmés de façon préventive à intervalle variable:

- tous les 10 jours, juste avant et pendant la floraison ;
- toutes les 2 à 3 semaines ultérieurement si nécessaire, selon l'échelonnement de la floraison et le lessivage par la pluie des produits appliqués.

Il convient néanmoins de garder à l'esprit que :

- l'efficacité des pulvérisations n'est que très partielle à cause de la difficulté de traiter de manière complète toute la frondaison et du lessivage des produits durant la saison des pluies, propice aux infections ;
- un équipement de protection spécial est requis pour réduire le risque de contamination des applicateurs lors de la pulvérisation des produits ;
- la pulvérisation répétée peut conduire à un dépassement de la LMR et ainsi à un refus à l'importation ;
- la pulvérisation répétée peut conduire à la généralisation de souches résistantes aux produits appliqués, ainsi qu'à ceux qui présentent le même mode d'action. Il en résulte une perte d'efficacité plus ou moins rapide des traitements ;

- la pulvérisation peut avoir un impact négatif sur la microflore antagoniste des agents de pourritures post-récolte et conduire ainsi paradoxalement à une augmentation de celles-ci ;
- le traitement des grands arbres augmente fortement le risque de dérive et de contamination de l'environnement.

Les traitements systématiques doivent donc être évités. Un système d'avertissement basé sur la durée d'humectation et la température durant les stades sensibles a permis de réduire le nombre de traitements en Australie.

Pour traiter un verger adulte, les volumes de solution utilisés sont de l'ordre de 1000 l / ha.

Voir les tableaux des annexes pour les substances actives utilisables et les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) à respecter pour être en conformité avec les LMR européennes actuelles.

Certaines substances actives peuvent être utilisées en période de récolte en respectant un Délai Avant Récolte (DAR) de 7 jours.

Les champignons diffèrent dans leur sensibilité aux divers fongicides (Voir tableau sensibilité à des fongicides ci-dessous). Le choix des produits doit ainsi être réalisé en fonction de la prévalence des problèmes identifiés dans le verger.

SENSIBILITÉ À DES FONGICIDES DE CHAMPIGNONS ASSOCIÉS AVEC DES POURRITURES POST-RÉCOLTE SUR MANGUES

| Champignon | Sensibilité intrinsèque aux fongicides de la famille chimique | | | | |
|-----------------------|---|----------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| | Benzimidazole 1 | Imidazole 2 | Strobilurine 3 | Phtalimide 4 | Dithiocarbamate 5 |
| <i>Alternaria</i> | 0 | ++ | 0 | ++ | ++ |
| <i>Cercospora</i> | ++ | ++ | ++ | / | / |
| <i>Colletotrichum</i> | +++* | ++* | +++ | ++ | ++ |
| <i>Stemphylium</i> | ++ | + | ++ | / | / |
| <i>Dothiorella</i> | ++ | ++ | ++ | / | / |
| <i>Phomopsis</i> | ++ | + | ++ | / | / |
| <i>Aspergillus</i> | +++ | ++ | +++ | / | / |
| <i>Penicillium</i> | +++ | + | ++ | / | / |

0: peu sensible; + légèrement sensible; ++ moyennement sensible, +++ très sensible, / pas d'information

* existence de souches résistantes

Exemples de substances actives :

1. benomyl, carbendazime, thiabendazole, thiophanate-méthyl
2. imazalil, prochloraze
3. azoxystrobine, pryracllostrobine, trifloxystrobine, kresoxim-méthyl
4. captane
5. mancozèbe, manèbe

Alternaria est peu sensible aux benzimidazoles (thiophanate-méthyl, benomyl) et aux strobilurines. Un certain contrôle est obtenu en pré-récolte avec des pulvérisations à base de captane ou d'un dithiocarbamate (mancozèbe, manèbe).

Colletotrichum est intrinsèquement très sensible aux benzimidazoles, qui de ce fait sont souvent recommandées en traitements pré-récolte. Les efficacités en verger sont néanmoins irrégulières, ce qui peut être attribué à la prévalence locale de souches résistantes ou encore à une mauvaise identification des champignons en présence. Des pulvérisations à base de captane ou d'un dithiocarbamate (mancozèbe, manèbe) offrent une certaine protection, inférieure néanmoins à celle des benzimidazoles en situation de souches encore sensibles à ces produits.

Des traitements pré-récolte à base de benzimidazoles contrôlent mieux les pourritures pédonculaires à *Lasiodiplodia* que les traitements à base de captane ou de mancozèbe. Des pulvérisations à base d'oxychlorure de cuivre sont quelque fois conseillées pour prévenir les pourritures pédonculaires. Sur milieu de culture, les *Dothiorella* sont assez sensibles aux benzimidazoles et aux strobilurines mais des données sur l'efficacité de produits à base de ces substances ne sont pas encore disponibles. Il en est de même pour *Cercospora* et *Stemphylium*.

Lors du choix des produits pour les traitements pré-récolte, il convient de prendre en considération les éventuels traitements post-récolte et l'intérêt d'utiliser pour ces deux types de traitements des fongicides avec des modes d'action différents. L'utilisation de benzimidazoles ou de strobilurines en traitement pré-récolte risque en effet de conduire à la sélection de souches résistantes et à la perte d'efficacité de ces fongicides lors de leur utilisation en post-récolte. Vu la plus grande efficacité et facilité de mise en oeuvre de cette dernière, il convient de réserver aux seuls traitements post-récolte les fongicides très performants mais à risque de résistance.

5.6.1.6. Traitements post-récolte

Les traitements post-récolte en station de conditionnement offrent en règle générale une meilleure efficacité que les pulvérisations de fongicides en pré-récolte. Le lavage à l'eau chaude (Voir 6.3.3.1.1.) et l'application de cire permettent d'inactiver et de limiter le développement ultérieur de beaucoup d'infections quiescentes. L'application de fongicides en post-récolte permet un traitement uniforme des fruits et ainsi une meilleure prévision et régularité des résidus. La présence du fongicide au moment où les infections quiescentes reprennent leur développement conduisent souvent à une inhibition efficace de celles-ci. La présence du fongicide protège par ailleurs les blessures contre l'envahissement par des saprophytes, et cela même à des concentrations relativement faibles en substances actives.

5.6.1.6.1. Les traitements thermiques à l'eau chaude sont des traitements curatifs réalisés uniquement en station de conditionnement. Cette technique réclame une haute technicité. Pendant 5 minutes, les fruits sont plongés dans un bain d'eau chaude. La régulation de la température dans l'ensemble du bain, tout particulièrement en début de trempage, et la durée de l'immersion doivent être très rigoureusement contrôlées. La température définie pour une variété (51 °C pour Kent) ne doit pas varier de plus d'un degré. Les températures sont toujours comprises entre 50° C, limite basse d'efficacité du traitement, et 55 °C, au-delà de laquelle les fruits sont endommagés. Les fruits doivent être manipulés avec le plus grand soin aussi bien au champ qu'en station, car un traitement thermique accentuera la moindre lésion de l'épiderme. Cette remarque est particulièrement valable pour les régions à sol sableux. Le traitement thermique permet d'inactiver une grande proportion des infections quiescentes superficielles de *Colletotrichum*, *Alternaria* et *Dothiorella*. Son efficacité peut être augmentée par l'ajout d'hypochlorite de sodium ou de calcium et par l'application d'une cire (cire de carouba, gomme guar, résine acrylique, émulsion de polyéthylène,...). Cette dernière peut retarder la maturation et ainsi le réveil des infections quiescentes.

En cas de forte pression d'infection ou d'infection du pédoncule le traitement thermique est néanmoins insuffisant et est de ce fait très souvent associé à un traitement chimique.

5.6.1.6.2. Lutte chimique en station de conditionnement

Plusieurs types de substance active ayant des propriétés préventives et curatives ont donné des résultats significatifs pour contrôler l'antracnose et d'autres agents de pourriture après la récolte :

- Le bénomyl (benzimidazole) a été très utilisé. Depuis 2003, le bénomyl n'est plus autorisé en Europe, mais son usage n'est pas interdit dans de nombreux pays dont les pays d'Afrique de l'Ouest;
- Le thiabendazole (benzimidazoles);
- L'imazalil et le prochloraz (imidazoles) ;
- L'azoxystrobine (strobilurine).

Pour le contrôle de l'antracnose, l'imazalil et surtout le thiabendazole ont donné des résultats inférieurs à ceux obtenus avec les autres fongicides cités. Dans la pratique, ils sont peu utilisés.

Actuellement, le prochloraz est considéré comme la substance active disponible la plus efficace, tout particulièrement lorsque son usage est associé à un traitement thermique à l'eau chaude. En Afrique du Sud, le prochloraz est utilisé pour traiter les mangues d'exportation à la concentration de 81g de substance active par hectolitre. La concentration est moitié moindre pour les mangues destinées au marché local. Le prochloraz est recommandé en post-récolte à la concentration de 49,5 g de s.a. par hl au Brésil, à 24,75 g de s.a par hl en Australie. En Israël, la combinaison d'un broissage sous une douche d'eau chaude avec un trempage durant 15 à 20 secondes dans 22,5 g/hl de prochloraz s'est révélé être aussi efficace contre l'*Alternaria* qu'une pulvérisation avec 90 g/hl. Cette matière active ne dispose pas d'homologation dans les pays ACP pour un usage sur la mangue. Depuis le 01/08/2003 et pour un usage sur les mangues, une LMR harmonisée au niveau européen a été définie au niveau de 5 mg / kg. Voir en annexe, le tableau des substances actives utilisables.

5.6.2. L'Oïdium : *Oidium mangiferae*

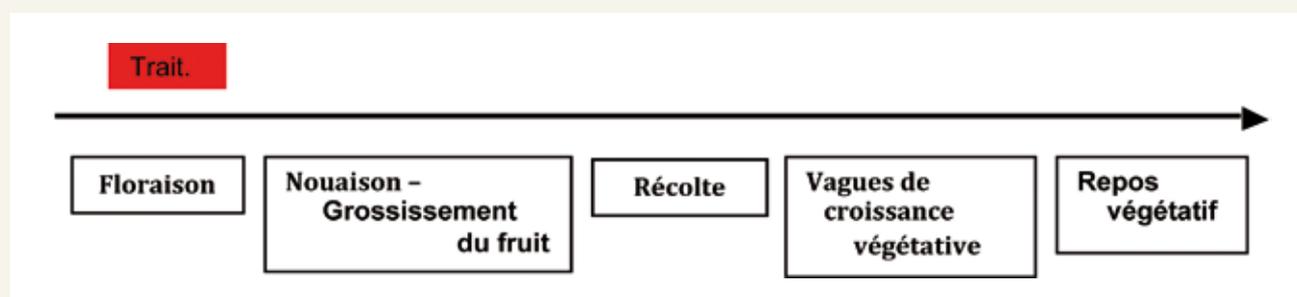
Symptômes et dégâts : Les jeunes tissus attaqués se couvrent d'un feutrage blanchâtre (mycélium). Le mycélium colonise rapidement les inflorescences et provoquent la nécroses des tissus.

Stades sensibles : Ce sont principalement les très jeunes feuilles et les inflorescences qui sont les plus sensibles.

Conditions favorables à l'infestation : La maladie peut être particulièrement sévère lorsque les températures sont douces, l'air humide sans excès (absence de pluie). Les températures élevées et les fortes pluies ne permettent pas la germination des spores dans de bonnes conditions.

Les conidies sont véhiculées par le vent. Elles germent à des températures comprises entre 9 et 32°C (optimales à 23°C) et à des humidités relatives aussi basses que 20%. Ces conditions de températures et d'hygrométrie se rencontrent fréquemment en début de cycle, lors de l'émission de nouvelles feuilles et surtout de nouvelles inflorescences.

Sous les tropiques, les zones d'altitude, plus fraîches, sont plus concernées par cette maladie que les zones littorales, chaudes et humides.



Période utile d'intervention : Dans les zones d'expression de la maladie, les traitements ont pour objet de protéger les fleurs qui représentent le potentiel de production. Ces traitements doivent intervenir tôt, avant la pleine floraison, dès que l'on observe une modification de la couleur des hampes florales.

La lutte chimique : En conditions favorables à l'expression de la maladie, des traitements seront réalisés préventivement sur les fleurs saines, en utilisant des fongicides de contact. Les fongicides de contact sont lessivés par les pluies. Les applications seront renouvelées tous les 8 à 10 jours et plus fréquemment en cas de précipitations supérieures à 25 mm.

Dès l'apparition des premiers symptômes, seuls des traitements curatifs avec des fongicides systémiques pourront bloquer le développement de la maladie. Les différentes familles chimiques seront utilisées en alternance, parfois avec des fongicides de contact, pour éviter de sélectionner des souches résistantes. Le soufre micronisé reste la matière active de base, peu coûteuse, pour les traitements préventifs.

Voir en annexe pour les autres produits utilisables.

5.6.3. Le Scab : *Elsinoe mangiferae*

Cette maladie ne concerne que les régions de production les plus chaudes et humides. L'infection nécessite la présence d'eau libre (pluies).

Symptômes et dégâts : Le scab se manifeste plus particulièrement dans les jeunes vergers et en pépinières. Les jeunes tissus sont sensibles.

Sur feuilles, des taches brunâtres à noires, anguleuses, se développent pour atteindre environ 5 mm de diamètre. Sur jeunes fruits, les lésions sont grises avec une bordure noire irrégulière. Avec la croissance du fruit, ces lésions prennent un aspect plus foncé et forment une croûte légèrement craquelée. Les lésions restent toujours superficielles et n'affectent pas la chair. Elles peuvent recouvrir une part importante du fruit.

La lutte chimique : Des pulvérisations de fongicides appliquées lors de l'émission de nouvelles pousses végétatives ou florales et sur les jeunes fruits, assurent un bon contrôle de la maladie. Les doses utilisées sont comparables à celles appliquées contre l'antracnose.

Voir les tableaux des annexes pour les substances actives utilisables et les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) à respecter pour être en conformité avec les LMR européennes actuelles. Certaines substances actives peuvent être utilisée en période de récolte en respectant un Délai Avant Récolte de 7 jours.

5.6.4. La bactériose : *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*

Cette maladie bactérienne très grave est fréquente en Asie, en Afrique australe, dans l'Océan Indien et en Australie.

La bactérie survit comme épiphyte sur les manguiers, des plantes contaminées ne manifestent pas systématiquement des symptômes visibles. La bactérie est principalement véhiculée par les eaux de pluies, mais également mécaniquement lors des opérations culturales. La contamination des tissus internes se réalise via des ouvertures naturelles (stomates, lenticelles) ou des blessures.

Symptômes et dégâts : les symptômes les plus fréquents se rencontrent sur feuilles et fruits, exceptionnellement sur les organes floraux. Chez les variétés les plus sensibles, des chancres peuvent se développer sur les rameaux en cas d'infection sévère.

Les symptômes foliaires débutent par des petites taches huileuses délimitées par les vaisseaux du limbe. Elles évoluent en taches noires en relief parfois entourées d'un halo chlorotique. A l'origine les taches sont de dimension modeste, elles peuvent devenir coalescentes et former des plages nécrotiques plus étendues. Après plusieurs mois, les lésions sèchent, se décolorent pour devenir brun – gris cendré. Les feuilles peuvent chuter en cas de contamination sévère.

Sur fruits, les premiers symptômes apparaissent sous forme des petites taches centrées sur les lenticelles. Ces taches prennent une forme étoilée en éclatant. Elles laissent échapper une gomme infectieuse. Il est fréquent d'observer la répartition des taches sous forme de « traînées de larmes ». Les contaminations sont toujours externes. Les tempêtes tropicales sont très favorables à dispersion de l'inoculum à des distances dépassant les limites de la plantation. Les très jeunes feuilles ne sont pas sensibles car les stomates ne sont pas encore fonctionnels. Par contre, elles deviennent très sensibles lors de l'élargissement du limbe, les symptômes apparaissent après le redressement des feuilles. La sensibilité des feuilles décroît régulièrement avec le vieillissement. Par contre, la sensibilité des fruits croît avec le temps pour être maximale environ un mois avant la récolte.

Plantes hôtes : plusieurs plantes de la famille des Anacardiacees peuvent héberger la maladie : l'anacardier (Inde), le faux poivrier (Réunion).

Le contrôle de la maladie par la lutte chimique est difficile. Seules des pulvérisations de produits cupriques permettent de réduire le niveau de l'inoculum en l'absence de lésion. Ces traitements ne sont pas curatifs, mais très utiles juste après une tempête tropicale et en saison des pluies. Ces traitements peuvent avoir un double effet contre la bactériose et l'anthracnose. La lutte contre la bactériose doit reposer sur une prophylaxie basée en premier lieu sur la production de matériel végétal sain. Ceci nécessite le respect des règles de quarantaine lors de l'introduction du matériel végétal provenant de régions contaminées.

La conception de vergers doit bien prendre en compte la protection contre le vent par l'implantation d'un réseau de brise-vent adapté. L'élimination rapide des organes touchés (rameaux et fruits) et leur destruction par le feu sont nécessaires pour réduire la pression parasitaire.

Voir les tableaux des annexes pour les substances actives utilisables et les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) à respecter pour être en conformité avec les LMR européennes actuelles. Certaines substances actives peuvent être utilisées en période de récolte en respectant un Délai Avant Récolte de 7 jours.

5.6.5. Les maladies physiologiques

Les coups de soleil

En savanes sèches, les fruits d'arbres stressés, exposés au soleil couchant extériorisent des symptômes de l'épiderme allant de simples taches claires à de véritables nécroses. Dans certains cas, les marques apparentes peuvent être modestes alors que les dégâts internes sont importants en raison d'une fragilisation de la pulpe sous jacente. Les coups de soleil occasionnent de pertes importantes. Il existe des techniques simples permettant de limiter les dégâts. N'étant pas connues, elles ne sont jamais mises en œuvre

Les désordres physiologiques - phénomènes de surmaturité interne

La mangue est susceptible de développer des désordres physiologiques internes pour lesquels aucun pathogène n'a pu être incriminé. Ils sont regroupés sous le terme générique de surmaturité interne (internal breakdown) et ne sont pas toujours détectables extérieurement. Ces désordres peuvent prendre des apparences différentes : surmaturité de l'apex ou nez mou (soft nose), noyau gélatineux (jelly seed), tissus spongieux (spongy tissue), etc., ils détériorent fortement la qualité des fruits.

Ces phénomènes de surmaturité se traduisent par un ramollissement localisé de la pulpe parfois accompagné d'une modification de la couleur de l'épiderme correspondant. Dans la partie affectée, des lacunes peuvent se former et les tissus vasculaires se colorer en brun. Parfois, il est possible d'observer, en dessous de l'attache pédonculaire, des lacunes dans la pulpe entourées de tissus nécrotiques (cavernes). Quand le phénomène est très intense, la pulpe commence à fermenter et dégage une odeur désagréable.

Les divers symptômes sont souvent associés à une sensibilité variétale :

La surmaturité de l'apex se rencontre plus fréquemment chez les variétés "Kent" et "Smith" et très secondairement "Keitt". Elle est parfois associée à la germination des racines dans la pulpe. Le noyau gélatineux (jelly seed) et la présence d'espaces caverneux sont plus fréquents chez la variété "Tommy Atkins".

L'origine de ces désordres est encore mal connue. Actuellement, en dehors de l'aspect variétal, plus grande sensibilité des variétés d'origine indienne ou de leurs hybrides, un déséquilibre de la nutrition calcique est souvent évoqué. A l'emplacement d'anciens parcs à bestiaux au sein de vergers, indemnes par ailleurs, la fréquence des désordres physiologiques confirme l'hypothèse d'un déséquilibre nutritionnel où, outre le calcium, l'excès d'azote serait impliqué. D'autres facteurs environnementaux, comme un micro-climat humide, sont favorables à l'expression des désordres.

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES PÉRIODES D'OBSERVATION ET DE TRAITEMENT POUR LE CONTRÔLE DES PRINCIPALES MALADIES DU MANGUIER (RÉFÉRENCE AU CYCLE PHÉNOLOGIQUE)

| | Floraison | Nouaison Grossissement du fruit | Récolte | Croissance végétative | Repos végétatif |
|--|-----------------------------------|--|-------------------------|----------------------------|--------------------|
| Toutes les maladies nécessitent un contrôle visuel périodique régulier pour déclencher les traitements dès les premiers symptômes si les conditions climatiques sont défavorables | | | | | |
| Antracnose | Très forte sensibilité | Traitements selon précipitations | Post récolte | Protection jeunes feuilles | |
| Alternaria | | | | | |
| Pourritures pédonculaires | | | | | |
| Oïdium | | | | | |
| Bactériose | | | | | |
| Scab | | | | | |
| Remarques | Traitement des périodes critiques | Traitement facultatif selon conditions climatiques | Traitement post récolte | | |

6. Récolte

6.1. Point de coupe

La mangue est un fruit climactérique dont le processus de maturation s'initie sur l'arbre et se poursuit après la récolte :

- récolté trop tôt, le fruit se fripe sans vraiment mûrir.
- récolté trop tardivement, sa durée de conservation sera trop limitée pour supporter un transport sur de grandes distances.

La gestion du point de coupe est une préoccupation majeure pour les exportateurs et doit tenir compte du mode de transport : avion ou bateau. L'avion permet de récolter des fruits plus évolués, le bateau nécessite de récolter plus précocement.

Aujourd'hui, il n'existe pas de méthode fiable, non destructive, pour juger du degré de maturité des mangues au champ. La détermination du point de coupe reste en partie empirique et prend en compte divers critères :

- écart floraison – récolte,
- évolution de la coloration de la chair (couleur jaune clair),
- évolution de la coloration de l'épiderme,
- forme du fruit (en particulier des épaules),
- présence de la pruine sur l'épiderme...

L'observation de la couleur de la chair est le caractère le plus fiable. Sa nature destructrice en limite l'emploi à une évaluation du niveau moyen de maturité des fruits d'une parcelle. Des contrôles périodiques en cours de récolte permettent également d'éviter toute dérive.

La gestion de l'hétérogénéité reste totalement du domaine de l'empirisme et du savoir-faire des cueilleurs. Chaque zone de culture a établi ses références, en utilisant, en totalité ou en partie, les critères cités précédemment.

6.2. Récolte

Avant d'engager le chantier de récolte, une prise d'échantillon sur toute la parcelle permettra d'estimer la qualité des fruits :

- degré de maturité,
- présence et importance de maladies et de ravageurs,
- présence et importance de défauts physiologiques, d'altération physique de l'épiderme : coups de soleil, éraflures...

Pour les marchés d'exportation, les parcelles présentant un taux trop important de défauts seront écartées. On vérifiera qu'aucun traitement n'a été appliqué dans un délai rapproché, non conforme au respect des DAR.

La récolte nécessite l'emploi d'un personnel bien formé, respectueux des consignes données pour :

- différencier les fruits issus de différentes floraisons,
- sélectionner les mangues répondant aux critères définis par la station de conditionnement,
- manipuler les fruits avec soin en évitant les chocs, les griffures, ainsi que leur mise en contact avec toute source de contamination : litière de feuilles mortes, caisses de récolte sales, sol humide et ou sablonneux-graveleux...
- gérer les écoulements de sève et éviter de tacher les fruits avec du latex,
- retriier les fruits avant leur transport en station de conditionnement,
- disposer correctement les fruits dans les caisses de transport.

La sélection des mangues pour l'exportation prendra en compte :

- l'aspect physique externe : au moins une face colorée, pédoncule bien enfoncé et épaules arrondies, absence de blessures, de rayures dues à des frottements, de taches diverses...
- la détection d'une sous ou surmaturité,
- la détection des malformations et des désordres physiologiques : nez mou (souplesse observée à proximité de la partie stylaire), des coups de soleil, ...
- la détection des piqûres de mouche, des morsures de fourmis...

Les fruits seront récoltés manuellement en conservant un long pédoncule, sans faire usage d'outils contendants (bâtons). L'usage d'un cueille fruit muni d'un petit sac permettra de récolte des mangues situées sur les extrémités des branches difficilement accessibles. La récolte ne devra pas engendrer de choc préjudiciable à la conservation. Dans le verger, toutes les opérations de tri et de stockage temporaire des fruits devront être réalisées à l'abri du soleil, sur des emplacements propres pour éviter de souiller les mangues avec des particules terreuses ou de favoriser leur contamination par des pathogènes à partir de feuilles mortes, restes de rameaux ou d'inflorescences nécrosées. Ces aspects, souvent négligés, sont la cause de nombreux problèmes de conservation (attaques fongiques, altérations de la chair).

6.3. Post-récolte

6.3.1. Au champ

Les pédoncules sont rapidement recoupés au niveau de l'anneau (à environ un demi-centimètre du point d'insertion avec le fruit). Pendant cette opération, la mangue est placée tête en bas pour éviter le contact du latex avec l'épiderme. Les fruits resteront dans cette position jusqu'à la fin de l'écoulement de la sève (1/2 heure à une heure). Certains producteurs utilisent des supports rigides (cadre en métal ou en bois soutenant un grillage à grosses mailles) pour disposer les fruits lors de cette opération. Ce dispositif offre l'avantage d'éviter tout contact des fruits avec le sol. Ensuite, les fruits seront placés en caisse plastique, sur deux couches superposées, en veillant à obtenir un bon calage.

6.3.2. Le transport du verger vers la station de conditionnement, agréage

Le transport doit être réalisé rapidement. A la réception, les fruits seront disposés à l'ombre par lot de même origine. L'agréage définitif pourra être réalisé quelques heures après la réception pour permettre la révélation de certains défauts provoqués lors de la récolte ou pendant le transport. Les fruits acceptés sont alors pesés.

6.3.3. Le conditionnement en station

Il faudra disposer d'un local lumineux, bien aéré et suffisamment spacieux pour réaliser toutes les opérations de conditionnement. Les fruits y seront stockés par lot homogène (origine, variété) avant d'être repris un par un.

La station disposera d'équipements en bon état et propres : bacs de lavage, tables de tri et de conditionnement revêtu d'une couche de mousse, éventuellement calibreuse mécanique et bain de traitement.

Le personnel devra être préalablement formé, respecter les consignes de propreté, être rigoureux dans l'exécution des tâches. Toutes les personnes manipulant des fruits auront des ongles courts pour ne pas blesser les mangues.

L'ensemble des opérations de conditionnement comprendra au moins les opérations suivantes :

- 1) pré-lavage des fruits dans un bac dont l'eau est régulièrement renouvelée,
- 2) lavage manuel à l'eau claire,
- 3) nettoyage avec éponges propres,
- 4) essuyage,
- 5) tri pour écarter tout fruit non conforme aux critères d'exportation, avec une attention particulière pour les piqûres de mouche (insecte de quarantaine),
- 6) calibrage (voir en annexe les références calibre/poids du fruit),
- 7) mise en carton,
- 8) pesée et ajustement du poids de chaque carton, généralement,
- 9) stickage,
- 10) mise en palette,
- 11) stockage en chambre réfrigérée.

6.3.3.1. Contrôle des maladies fongiques -Traitements thermiques

Il existe des méthodes de contrôle des mouches de fruits et des maladies fongiques de conservation (anthracnose, pourritures pédonculaires, alternaria, etc.) qui peuvent être mises en œuvre lors du processus de conditionnement en station.

6.3.3.1.1. Les traitements contre les maladies fongiques

Le principe de base consiste à associer un traitement thermique (passage des fruits dans un bain d'eau chaude ou lavage avec une douche d'eau chaude) avec l'application d'une fongicide (bain ou pulvérisation).

Il est indispensable de bien connaître la nature du ou des champignons qui doivent être contrôlés pour mettre en œuvre un protocole adapté. La définition précise de la température de l'eau, trempage ou pulvérisation, durée du traitement . . . sont autant de paramètres qui varieront en fonction du problème à résoudre. De même, en fonction de la nature du pathogène, la nature fongicide sera différente. Pour plus de détails sur les protocoles se reporter au chapitre maladies fongiques.

6.3.3.1.2. Les traitements contre la mouche des fruits

Seuls les USA exigent que les mangues exportées sur son territoire soient systématiquement traitées contre les mouches des fruits. Les pays européens n'ont pas cette exigence.

Il convient de signaler qu'il est possible de détruire œufs et larves de mouches dans le fruit en lui faisant subir un traitement thermique.

La technique la plus utilisée consiste à séparer les mangues en deux catégories en fonction de leur poids : moins ou plus de 450 g. Des lots de calibre homogène seront plongés dans un bain d'eau chaude à 46,1°C pendant respectivement 75 mn pour les plus petits fruits et 90 mn pour les plus gros. Il existe d'autres techniques utilisant des flux de vapeurs développées par la Nouvelle-Zélande.

Toutes ces méthodes sont lourdes à mettre en œuvre et coûteuses. Elles ne sont accessibles qu'à des structures traitant des volumes de mangues importants (plusieurs dizaines, voire centaines de tonnes par jour).

6.3.3.1.3. Le cirage

L'usage des traitements thermiques a un effet défavorable sur l'aspect de l'épiderme. L'application de cire suivie d'un lustrage permet de redonner un aspect brillant aux mangues. Les cires utilisées sont soit produites à partir de produits de synthèse, comme des polyéthylènes, soit des cires naturelles comme la cire de Carnauba.

Outre l'aspect esthétique, ces produits jouent un rôle sur les échanges gazeux. Le film réalisé par l'application d'une cire permet de créer autour de chaque fruit une enceinte dans laquelle la composition (rapport O_2/CO_2) de l'atmosphère est modifiée par rapport à l'atmosphère ambiante. Ces techniques d'enrobage font l'objet d'études plus approfondies pour déterminer leurs effets sur l'évolution de la coloration externe et sur l'amélioration de la durée de conservation des mangues.

6.3.4. La mise en carton et la palettisation

Après tri et calibrage, les fruits sont disposés par calibre identique dans des cartons de 4 ou 5 kg (contenant de 6 à 12 fruits selon leur grosseur).

Les fruits seront couchés et parfois protégés les uns des autres par du papier de soie ou bien dans des gaines en polystyrène afin d'éviter les blessures durant le transport. Les cartons seront placés sur des palettes comportant des cornières et un cerclage horizontal :

- transport par bateau, aux normes ISO (1.2 X 1 m), ces palettes sont souvent plus robustes ;
- transport par avion, 1m X 1m.

Dès la constitution de la palette, les cartons seront marqués individuellement : référence de la variété, du calibre, de la station de conditionnement . . .

Chaque palette sera identifiée par un code faisant référence à son numéro d'ordre et à l'origine du lot ou des lots de fruits qui la constituent. Ces références seront enregistrées dans un inventaire utilisé pour le système de traçabilité.

6.3.5 Stockage au froid – la chaîne du froid

De la récolte à la mise en carton, toutes les manipulations des mangues ont été effectuées à température ambiante, comprise entre 20 et 30 °C. L'action de températures plus basses a un effet très favorable sur la durée de conservation dans des limites qu'il est indispensable de connaître.

Les mangues ne supportent pas les températures trop basses. Les températures inférieures à 10°C sont souvent la cause de dégâts d'ordre physiologique (ponctuation brune de l'épiderme, brunissement de la chair . . .).

Les températures de conservation sont donc comprises entre 10 et 12 °C. Elles dépendent de la variété, du degré de maturité des fruits (les plus mûrs supportent de températures un peu plus basses).

Avec la mise en palette, le volume des fruits à refroidir est important. Les échanges thermiques sont difficiles avec les fruits placés en position centrale dans la palette.

Il existe plusieurs techniques pour faire chuter rapidement la température des mangues :

- l'hydrocooling, qui consiste à plonger pendant quelques instants des fruits dans un bain d'eau froide peu avant la fin du conditionnement et la mise en carton. Cette technique qui mouille les fruits est parfois peu compatible avec les autres interventions. Elle nécessite un système de ressuyage efficace.
- La ventilation forcée, qui consiste à faire passer, à travers tous les cartons de la palette, un flux puissant d'air froid pour refroidir rapidement les mangues. Cette technique est la plus fréquemment utilisée par les grosses stations de conditionnement.

Lorsque les palettes sont refroidies au cœur, elles sont placées dans une enceinte réfrigérée dont la température est comprise entre 10 et 12°C. L'hygrométrie est maintenue à 90% et l'air est renouvelé pour éviter un accroissement de la teneur en CO₂ et en éthylène.

6.3.6. Le transport

Avant l'embarquement, les fruits doivent subir les formalités de contrôle par les services douaniers et ceux de la protection des végétaux.

L'exportation des mangues se fait de deux manières :

- par avion,
- par bateau.

Dans le premier cas, l'acheminement très rapide par la voie aérienne ne nécessite pas de précaution particulière de stockage. La gestion de l'embarquement des fruits de la chambre frigorifique à l'avion doit éviter toute exposition des fruits à des températures élevées (attente des camions en plein soleil) ou prolongée à température ambiante.

Dans le second cas, le transport maritime nécessite une parfaite gestion de la chaîne du froid entre la station de conditionnement et l'importateur en Europe. Le plus souvent les palettes sont placées dans des conteneurs réfrigérés transportés successivement par camion, bateau, puis à nouveau par camion. Cette succession d'opérations de transport nécessite de une à trois semaines en fonction de l'éloignement des lieux de production.

Pendant toute cette phase, il faut veiller à ce que les conditions de température, d'hygrométrie et de composition de l'atmosphère restent stables et conformes aux nécessités du stockage :

- température comprise entre 10 et 12°C (données enregistrées en continu dans chaque conteneur).
- hygrométrie maintenue à environ 90% sans atteindre 95%
- air renouvelé pour éviter un accroissement de la teneur en CO₂ et en éthylène.

Pour des températures de l'ordre de 10°C, la production horaire de CO₂ est comprise entre 12 et 16 ml/kg et celle de d'éthylène entre 0,1 et 0,5 µl/kg. La concentration en CO₂ ne doit jamais dépasser 8% sous peine de dégâts irréversibles, il est préférable de la maintenir proche de 1%.

Des teneurs en éthylène de l'ordre de 100 ppm accélèrent le processus de maturation. Ces contraintes expliquent la nécessité de renouveler continuellement l'air des conteneurs pour éviter toute élévation excessive des taux de CO₂ et d'éthylène. Une ventilation continue, dont le flux horaire correspond au volume du conteneur, permet normalement de satisfaire ces besoins. Les indications de température, hygrométrie et ventilation seront spécifiées au transporteur par l'exportateur. Des enregistreurs embarqués permettent de vérifier la bonne application de ces consignes pour la température, parfois pour l'hygrométrie, mais très rarement pour la composition de l'atmosphère.

Bibliographie

Ouvrages :

- CAMPBELL R.J. 1992., MANGO, a guide to mangos in Florida. Fairchild Tropical Garden
- De CARVALHO GENU P.J. & De QUEIROZ PINTO A.C., 2002. A cultura da Mangueira. Embrapa – Brasilia.
- CHAMBRE d'AGRICULTURE DE LA REUNION, 2002. La Mangue - Dossier Technico-Economique.
- De LAROUSSILHE F., 1979. Le Manguier, Collection des techniques agricoles et productions tropicales, Maisonneuve & Larose.
- GALAN SAUCO V., 1999. El cultivo del Mango. Ediciones Mundi-Prensa.
- LAVILLE E., 1994. La protection des fruits tropicaux après récolte. CIRAD-COLEACP, 189p.
- LITZ R.E. (ed.) 1998. The Mango : Botany, Production and Uses, CAB International.
- MARCHAL J., 1984, les Manguiers, in L=analyse végétale dans le contrôle de l=alimentation des plantes tempérées et tropicales. Col Technique et Documentation Lavoisier, Chap 9, pp 399-411.
- NAKASONE. H.Y. et PAULL. R.E. 1998 Tropical Fruits, CAB International.
- PLOETZ R.C. et al., 1994, Compendium of Tropical Fruit Diseases, APS Press.

Compendium des symposiums internationaux sur le manguier :

- ISHS - Acta Horticulturae N° 231. Second International Symposium on Mango (Vol 1-Vol 2), 1985, Bangalore, India.
- ISHS - Acta Horticulturae N° 291. Third International Mango Symposium, 1989, Darwin, Australia.
- ISHS - Acta Horticulturae N° 341. Fourth International Mango Symposium, 1992, Miami, USA.
- ISHS - Acta Horticulturae N° 455. Proceedings of the 5th international Mango Symposium (Vol 1-Vol 2), 1996, Tel Aviv.
- ISHS - Acta Horticulturae N° 509. Proceedings of the 6th international Mango Symposium (Vol 1-Vol 2), 1999, Pataya Thailand.
- ISHS - Acta Horticulturae N° 645. Proceedings of the 7th international Mango Symposium, 2002, Recife, Brasil.

Sites internet :

- http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_MG216
- http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_PI052
- http://edis.ifas.ufl.edu/scripts/htmlgen.exe?DOCUMENT_IG073
- <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/mango.shtml>
- <http://rics.ucdavis.edu/fnric2/crops/mango.shtml>
- <http://www.agribusinessonline.com/crops/mangophh.asp>
- <http://www.dpi.qld.gov.au/horticulture/5306.html>
- http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/crops/i_mango.htm
- <http://www.freshmangos.com/mangos.html>
- <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Mangiferaindica.pdf>
- http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/mango_ars.html
- <http://www.horticultureworld.net/mango-india2.htm#DISEASES>
- http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/mango2.htm
- <http://www.krishiworl.com/html/mango.html>
- <http://www.mango.co.za/home2.html>
- <http://www.phytoparasitica.org/phyto/pdfs/1998/issue2/rev.pdf>
- http://www.proexant.org.ec/HT_Mango.html

Annexe 1 : Homologations connues en pays ACP et spectre d'activité des substances actives

Les tableaux ci-dessous reprennent les homologations connues du PIP en pays ACP. Le spectre d'efficacité est tiré des homologations existantes, de différents ouvrages sur la mangue et d'informations des firmes de produits phytosanitaires.

| Insecticides | | Spectre d'efficacité connue | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------------|----------|---------------------|--------|------------|-----------|----------|----------|
| Substances actives | Homologations ACP | Mouche des fruits | Cochenille farineuse | Cochenilles à carapace cireuse | Termites | Fourmis Oecophylles | Thrips | Cécydomyie | Aleurodes | Punaises | Acridien |
| Acetamipride | | | X | | X | | X | | X | | |
| Bifenthrine | | X | | | X | X | | | X | X | X |
| Chlorpyrifos-ethyl | Kenya*** | | | | | | | | | | |
| CIV | | X | | X | | | | | | | |
| Deltaméthrine | Kenya*** | | | | | | | | | | |
| Jamaïque | X | | | | | X | | X | X | X | |
| Fenitrothion | CIV*** | | | | | | | | | | |
| Jamaïque*** | X | | | | | | X | | | X | |
| Fipronil | CILSS*** | | | | X | | | | | | X |
| Huile blanche | Jamaïque*** | | | X | | | | | | | |
| Imidaclopride | CILSS*** | X | X | | X | | X | X | X | | |
| Lambda-cyhalothrin | CILSS*** | | | | | | | | | | |
| Ghana | X | | | | | X | | X | X | X | |
| Malathion | Kenya*** | | | | | | | | | | |
| Jamaïque | X | X | | | | X | | | X | X | |
| Spinosad | Kenya | X | | | | | X | | | X | |
| Thiacloprid | | X | | | | | X | | X | | |
| Thiamethoxam | Jamaïque*** | X | X | | | | X | | X | | |

*** Pas spécifique à la mangue, mais peut-être utilisé sur la mangue par homologation sur un type de culture qui inclus la mangue.

CIV = Côte d'Ivoire

Remarque : Il convient pour chaque pays de production de comparer ces informations avec la législation locale en vigueur.

| Fongicides et Bactériides | | Spectre d'efficacité connue | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|------------|
| Substances actives | Homologations ACP | Anthrachnose | Alternaria | Pourritures pédonculaires | Oidium | Scab | Bactériose |
| Azoxystrobine | | X | | | | | |
| Captane | Kenya | X | X | | | | |
| Cuivre | Kenya | | | | | | |
| Jamaïque | X | | X | | X | X | |
| Imazalil | | X | X | X | | | |
| Mancozèbe | Kenya*** | | | | | | |
| Ghana | | | | | | | |
| Jamaïque | X | | | | X | | |
| Manébe | CIV*** | X | X | | | X | |
| Prochloraz | | X | X | X | | | |
| Propiconazole | | X | | | | | |
| Soufre | Kenya*** | | | | X | | |
| Thiabendazole | Kenya | | | X | | | |
| Thiophante-méthyl | Kenya | X | | | X | | |
| Trifloxystrobine | | X | | | | | |

*** Pas spécifique à la mangue, mais peut-être utilisé sur la mangue par homologation sur un type de culture qui inclus la mangue.

CIV = Côte d'Ivoire

Remarque : Il convient pour chaque pays de production de comparer ces informations avec la législation locale en vigueur.

Annexe 2 : Résultats des résidus des pesticides testés par le PIP au Mali et au Sénégal

Des essais de résidus ont été réalisés au Mali et au Sénégal en 2004 sur financement PIP. Les tableaux ci-après donnent la synthèse des résultats et des conseils sur l'utilisation des substances actives afin de se conformer à la réglementation européenne actuelle sur les LMR.

Les informations dans les tableaux sont les suivantes :

- **Colonne 1 – Substance active :** nom de la substance active.
- **Colonne 2 – Statut UE:** statut de la substance active dans la Directive 91/414.
- **Colonne 3 – LMR actuelle :** LMR existantes dans l'Union Européenne.
- **Colonne 4,5 et 6 – BPA testées :** Les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) utilisées dans les essais (dose de matière active/hectare, nombre d'applications et intervalles entre applications) sont indiquées dans ces colonnes.
- **Colonne 7 - DAR (jours) testé qui se conforme à la LMR actuelle et plus haute valeur de résidus détectée (mg/kg):**
 Dans cette colonne, on peut voir si le DAR testé se conforme à la LMR actuelle.
 - Quand une cellule est surlignée en rouge, cela signifie que les résidus sont supérieurs à LMR pour le délai avant récolte testé. Pour les substances actives qui sont dans ce cas, une demande de révision de LMR est souvent requise. Tant que la LMR n'est pas révisée, il est conseillé de ne pas utiliser la substance active correspondante. Le PIP va introduire au niveau de l'UE une demande de révision de LMR (Tolérance Import) avec l'appui des firmes phytosanitaires. Voir colonne 8.
 - Quand une case est surlignée en vert, cela signifie que les résidus sont inférieurs ou égaux à la LMR pour le délai avant récolte indiqué. La substance active peut être utilisée dans les limites des BPA testées avec le délai avant récolte indiquée. La plus haute valeur de résidus détectée avec ce DAR est donnée entre parenthèses. Si le délai avant récolte conforme à la LMR actuelle est trop long pour assurer une bonne protection contre le ravageur ou la maladie, alors il y aura une demande de révision de LMR pour avoir un délai avant récolte plus court. Voir colonne 8.
- **Colonne 8 – TI demandée (mg/kg) :** dans cette colonne, on trouvera **les valeurs des LMR demandées (Tolérance Import) pour pouvoir appliquer le DAR requis.**

L'agriculteur doit premièrement suivre les instructions (doses, intervalles entre traitements, nombre d'application et DAR) fournies sur l'étiquette du produit autorisé localement. Cependant, l'observation de ces instructions ne garantit pas nécessairement de se conformer aux LMR actuelles appliqués par l'UE. Pour se conformer à la réglementation européenne des résidus de pesticides, il est recommandé au producteur d'utiliser les pesticides seulement dans les limites des BPA testées par le PIP. Toute modification d'une ou plusieurs de ces BPA (augmentation de dose, fréquence d'application et nombre d'application, application finale plus proche de la récolte que le DAR) peut mener à un échec pour rester sous la LMR.

Remarque sur l'harmonisation européenne des LMR: la DG SANCO, Direction générale de la Santé et des Consommateurs, a entrepris un processus d'harmonisation des LMR au niveau européen. Chaque état membre de l'UE doit fournir à la DG SANCO une liste complète des LMR nationales. A partir de toutes ces listes, et s'il n'y a pas d'objection d'un état membre, l'UE retient comme LMR critique la valeur la plus haute, comme LMR UE harmonisée temporaire pour une période de 4 ans. Si durant ces 4 ans, aucune demande de modification de cette LMR n'est introduite, elle sera établie comme LMR EU harmonisée finale.

L'accomplissement de la procédure est attendu pour fin 2007. Jusqu'à cette date, le système des LMR nationales reste d'application.

Les LMR harmonisée européennes ou nationales indiquées dans le document ont été mises à jour en février 2007. Faute de LMR spécifique applicable à la mangue, c'est la limite par défaut fixée à 0,01 mg/kg par le Règlement (CE) n° 396/2005 entré en vigueur le 5 avril 2005 qui sera d'application. Cependant cette limite par défaut n'est pas encore en application (elle ne le sera que 6 mois après publication du dernier des règlements concernant les annexes I, II, III et IV (normalement pas avant l'été 2007).

| Insecticides testés au niveau des résidus | | | BPA testées dans les essais du PIP | | | DAR testé qui se conforme à la LMR actuelle (plus haute valeur de résidus détectée à ce DAR) | Demande de révision de la LMR |
|---|---------------------|--------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Substances actives | Statut UE en 2005 | LMR actuelle | Dose s.a (g / ha) | Nombre d'applications | Intervalle entre applications | | |
| Acetamipride | Annexe 1 | 0,01 | 50 (termites) | 2 | 60 jours | 174 jours (<0,01 mg/kg) (résultat pour 4 applications: dernière application termites 233 jours avant récolte et dernière application cochenilles 174 jours avant récolte) | / |
| | | | 75 (cochenilles) | 2 | 30 jours | | |
| Bifenthrine | Notifié Liste 3A | 0,3 | 120 (termites) | 2 | 60 jours | 233 jours (<0,01 mg/kg) | / |
| | | | 50 (mouches) | 2 | 10 jours | 7 jours (0,23 mg/Kg) | |
| Chlorpyriphos-éthyl | Annexe 1 | 0,05 | 1000 (termites) | 2 | 60 jours | 174 jours (<0,01 mg/kg) (résultat pour 4 applications: dernière application termites 233 jours avant récolte et dernière application cochenilles 174 jours avant récolte) | / |
| | | | 1000 (cochenilles) | 2 | 30 jours | | |
| Deltaméthrine | Annexe 1 | 0,05 | 12 (mouches) | 2 | 10 jours | 7 jours (0,03 mg/kg) | / |
| Fipronil | Notifié Liste 2 | 0,01 à 0,02 | 1250 (termites) | 2 | 60 jours | 233 jours (<0,01 mg/kg) | / |
| Imidaclopride | Notifié Liste 3A | 0,05 | 105 (termites) | 2 | 60 jours | 174 jours (<0,01 mg/kg) (résultat pour 4 applications: dernière application termites 233 jours avant récolte et dernière application cochenilles 174 jours avant récolte) | / |
| | | | 210 (cochenilles) | 2 | 30 jours | | |
| | | | 100 (mouches) | 2 | 10 jours | Résidus au-dessus de la LMR jusqu'à 21 jours après le dernier traitement | 0,5 mg/kg (pour 7 jours) |
| Lambda-cyhalothrine | Annexe 1 | 0,1 | 25 (mouches) | 2 | 10 jours | 7 jours (0,07 mg/kg) | / |
| Malathion | Retiré | 0,5 | 1000 (mouches) | 2 | 10 jours | 7 jours (<0,01 mg/kg) | / |
| Spinosad | Annexe 1 | 0,01 | 1 l/30 l d'eau par tâche | 2 | 10 jours | 7 jours (<0,01 mg/kg) | / |
| Thiacloprid | Annexe 1 | 0,05 | 90 (mouches) | 2 | 10 jours | 7 jours (0,02 mg/kg) | / |
| Thiamethoxam | Annexe 1 | 0,05 | 200 (termites) | 2 | 60 jours | 174 jours (<0,01 mg/kg) (résultat pour 4 applications: dernière application termites 233 jours avant récolte et dernière application cochenilles 174 jours avant récolte) | / |
| | | | 200 (cochenilles) | 2 | 30 jours | | |
| | | | 50 (mouches) | 2 | 10 jours | 7 jours (<0,01 mg/kg) | / |

■ LMR européenne

■ LMR Nationales de pays membres de l'UE

DAR = Délai Avant Récolte

* Voir tableau de la page suivante pour le mode d'application et les doses par arbre

DOSES ET MODES D'APPLICATION DES PRODUITS NON PULVÉRISÉS

| CONTRE LES TERMITES | | | | |
|---------------------|-----------------|--------------|-------------------------|--|
| Substances actives | Produit | Dose s.a./ha | Dose produit | Mode d'application |
| Acétamipride | Mospilan 20 SP | 50 g | 3 g/50 l d'eau/arbre | Appliquer les 50 litres au sol sous toute la couronne (environ 50 m ²) |
| Chlopyriphos-éthyl | Dursban 4 | 1000 g | 20 ml/50 l d'eau/arbre | Appliquer les 50 litres au sol sous toute la couronne (environ 50 m ²) |
| Imidaclopride | Confidor 350 SC | 105 g | 2,4 ml/50 l d'eau/arbre | Appliquer les 50 litres au sol sous toute la couronne (environ 50 m ²) |
| Bifenthrine | Talstar 100 EC | 120 g | 12 ml/50 l d'eau/arbre | Appliquer les 50 litres au sol sous toute la couronne (environ 50 m ²) |
| Fipronil | Regent 5 G | 1250 g | 250 g/arbre | Appliquer les granulés au sol sous toute la couronne (environ 50 m ²) |
| Thiamethoxam | Actara 25 WG | 200 g | 8 g/50 l d'eau/arbre | Appliquer les 50 litres au sol sous toute la couronne (environ 50 m ²) |
| CONTRE COCHENILLES | | | | |
| Imidaclopride | Confidor 350 SC | 210 g | 4,8 ml/5 l d'eau/arbre | Appliquer les 50 litres autour du pied de l'arbre |
| Thiamethoxam | Actara 25 WG | 200 g | 8 g/5 l d'eau/arbre | Appliquer les 50 litres autour du pied de l'arbre |

| Fongicides testés au niveau des résidus | | | BPA testées dans les essais du PIP | | | DAR testé qui se conforme à la LMR actuelle (plus haute valeur de résidus détectée à ce DAR) | Besoin de demande de révision de la LMR |
|---|-------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--|---|
| Substances actives | Statut UE en 2005 | LMR actuelle (mg/kg) | Dose s.a (g / ha) | Nombre d'applications | Intervalle entre applications | | |
| Azoxystrobine | Annexe 1 | 0,05 | 100 | 2 | 14 jours | 7 jours (0,02 mg/kg) | / |
| Captane | Annexe 1 | 2 | 2000 | 2 | 14 jours | 7 jours (1,34 mg/kg) | / |
| Cuivre | Notifié Liste 3A | 20 | 5000 | 2 | 14 jours | 7 jours (3,4 mg/kg) | / |
| Fludioxonyl | Notifié Liste 3A | 0,05 | 30* | / | / | Post-récolte (1,5 mg/kg) | / |
| Imazalil | Annexe 1 | 0,02 | 50* | / | / | Post-récolte (5,7 mg/kg) | / |
| Mancozèbe | Annexe 1 | 0,05 | 1600 | 2 | 14 jours | Résidus au-dessus de la LMR jusqu'à 21 jours après le dernier traitement | 0,5 mg/kg (pour 7 jours) |
| Manébe | Annexe 1 | 0,05 | 1600 | 2 | 14 jours | Résidus au-dessus de la LMR jusqu'à 21 jours après le dernier traitement | 0,5 mg/kg (pour 7 jours) |
| Prochloraz | Notifié Liste 3B | 5 | 25* | / | / | Post-récolte (2 mg/kg) | / |
| Propiconazole | Annexe 1 | 0,05 | 50 | 2 | 14 jours | 7 jours (< 0,01 mg/kg) | / |
| Thiabendazole | Annexe 1 | 5 | 50* | / | / | Post-récolte (0,7 mg/kg) | / |
| Thiophanate-méthyl | Annexe 1 | 0,1 | 700 | 2 | 14 jours | Limiter l'utilisation à la période de floraison | / |
| Trifloxystrobine | Annexe 1 | 0,05 | 250 | 2 | 14 jours | Résidus au-dessus de la LMR jusqu'à 21 jours après le dernier traitement | 0,5 mg/kg (pour 7 jours) |

■ LMR européenne

■ LMR Nationales de pays membres de l'UE

DAR = Délai Avant Récolte

* dose par 100 litres d'eau

Annexe 3 – 1 : illustrations des maladies post-récolte sur fruits



A. (Photo P.M. Diédhiou)



B. (Photo FUSAGx)

Figure 1. Taches d'anthracnose dues à *Colletotrichum* sp.

A : Taches rondes distribuées de manière aléatoire. B : Taches en « traînée de larmes »



A



B



C

(Photos P. Gerbaud, identification Clinique des plantes, CORDER)

(Photo P.M. Diédhiou)

Figure 2. Taches causées en post-récolte par *Alternaria* sp.

A et B : Jeunes lésions concentrées dans la région pédonculaire. C : Taches plus développées.



(Photos P. Gerbaud, identification Clinique des plantes, CORDER)



Figure 3. Taches de pourriture associées en post-récolte avec *Cercospora* sp.



(Photos P. Gerbaud, identification Clinique des plantes, CORDER)

Figure 4. Taches de pourriture légèrement concaves associées avec *Stemphylium* sp.



A. (Photo P.M. Diédhiou)



B. (Photos P. Gerbaud, identification Clinique des plantes, CORDER)

Figure 5. Pourritures associées avec *Dothiorella* et *Lasiodiplodia* sp.

A : Pourriture pédonculaire ; B : Taches diffuses se développant de manière aléatoire à la surface des fruits.



A. (Photo P.M. Diédhiou)



B. (Photo P.M Diédhiou)

Figure 6. Taches de pourriture se développant à partir d'une contamination à la récolte du pédoncule (A) ou d'une blessure sur la peau (B) par *Aspergillus* sp.

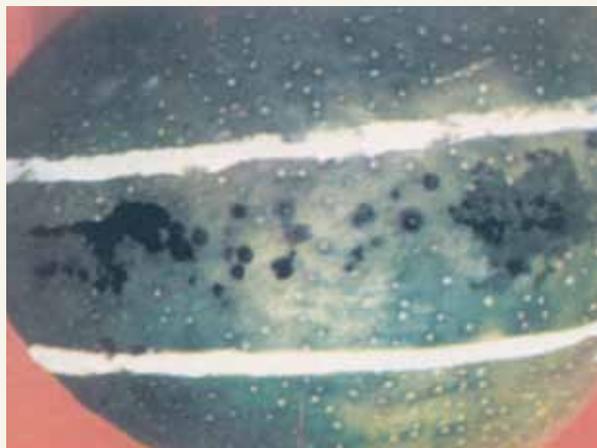
Annexe 3 – 2 : illustrations des maladies en verger

Scab



Fruit attaqué

Xanthomonas



Fruit attaqué

Anthraxnose



Attaque sur inflorescence



Attaque d'anthraxnose à la base de la hampe florale



Attaque sur feuille

Oïdium



Inflorescences attaquées



Feuilles attaquées

Annexe 3 – 3 : illustrations des ravageurs

Mouches des fruits



Ceratitis sp.



Bactrocera invadens



Ponte



Dégâts sur fruit



Larve

Rastrococcus invadens



Larves



Fumagine sur la face supérieure

Cochenilles sur la face inférieurs des feuilles

Cochenilles



Larves

Anoplocnemis



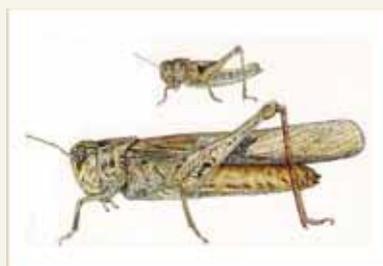
Adulte

Lygus spp.



Adulte et larves

Acridiens



Oedaleus senegalensis

Thrips



Scirtothrips



Selenothrips



Dégâts sur jeunes feuilles

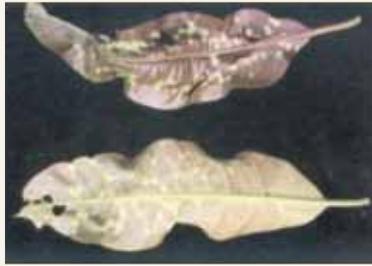


Dégâts sur jeune fruits

Cécidomyie



Erosomyia adulte



Dégâts sur feuilles



Aleurodicus dispersus



Larves



Adultes

Termites



Arbres attaqués dépérissant



Encroûtements sur tronc

ITINÉRAIRES TECHNIQUES

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

GUIDES DE BONNES PRATIQUES PHYTOSANITAIRES

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

