

GUIDE

DE PRODUCTION INTÉGRÉE DE MANGUES
À LA RÉUNION



GUIDE

DE PRODUCTION INTÉGRÉE DE MANGUES À LA RÉUNION

Didier Vincenot et Frédéric Normand

(coordinateurs)

Auteurs

.....

Paul Amouroux(CIRAD)

Ignace Hoarau(ARMEFLHOR)

Jacques Joas(CIRAD)

Mathieu Léchaudel(CIRAD)

Thierry Michels(CIRAD)

Frédéric Normand(CIRAD)

Didier Vincenot ...(Chambre d'Agriculture de La Réunion)

Novembre 2009

SOMMAIRE

INTRODUCTION	9
I. LA DÉFINITION ET LES OBJECTIFS DE LA PRODUCTION FRUITIÈRE INTÉGRÉE (PFI)	
■ De la lutte intégrée dans les vergers au concept de Production Intégrée : un peu d'histoire	11
■ La Production Fruitière Intégrée : un engagement pour la protection de l'environnement et la qualité de la production	13
■ L'accès aux qualifications	17
■ Une charte PFI adaptée à la mangue réunionnaise	18
■ La conditionnalité des aides et les Mesures Agro-Environnementales : un moyen d'inciter localement l'évolution des systèmes de culture vers une démarche PFI	24
II. LE VERGER DE MANGUIERS À LA RÉUNION, INTÉRÊT ÉCONOMIQUE	
■ Historique	27
■ Les zones de production	28
■ La structure des exploitations productrices de mangues	29
■ La composition du système de production des exploitations productrices de mangues	30
■ Les variétés de mangues cultivées	31
■ L'intérêt économique d'un verger de manguiers à La Réunion	33
III. LE MARCHÉ DE LA MANGUE	
■ La production réunionnaise	39
■ Les caractéristiques du marché mondial et européen de la mangue	41

IV. LE MANGUIER

■ Généralités taxonomiques : la famille et le genre du manguiers	45
■ Description, origine et dispersion	46
■ Le cycle phénologique	50
■ Les exigences agroclimatiques	56

V. LES VARIÉTÉS D'INTÉRÊT AGRONOMIQUE

59

VI. LA MISE EN PLACE DU VERGER

■ L'installation des haies brise-vent	65
■ La préparation du terrain	69
■ L'approvisionnement en plants	69
■ Les densités de plantation	70
■ La plantation	70

VII. LE RAISONNEMENT DE LA CONDUITE DU VERGER

■ L'écosystème du verger et les pratiques culturales	75
■ La répartition des temps de travaux	75
■ L'entretien du sol	76
■ La fertilisation	80
■ L'irrigation	85
■ La maîtrise de la floraison	88
■ La taille	89
■ La protection phytosanitaire	90

VIII. LA RÉCOLTE ET LA CONSERVATION

■ Généralités	105
■ Le stade de récolte et la maturation	106
■ La récolte	109
■ La manipulation des fruits	110
■ Le stockage des fruits	112
■ La mise en marché	113
■ Le conditionnement et la présentation	114
■ La composition et la valeur nutritive de la mangue	116

BIBLIOGRAPHIE

119

LES AUTEURS

Paul Amouroux

est ingénieur agronome, entomologiste. Il a travaillé au CIRAD sur les maladies et ravageurs dans les vergers de manguiers de La Réunion.

.....pamourou@yahoo.fr

Ignace Hoarau

est ingénieur agronome, responsable de l'équipe technique "productions fruitières" à l'ARMEFLHOR. Il est chargé d'expérimenter de nouvelles techniques dans le but de développer les productions fruitières à La Réunion.

.....ignace.hoarau@armeflhor.fr

Jacques Joas

est chercheur au CIRAD, spécialisé en physiologie du fruit après-récolte. Il travaille sur la caractérisation et la préservation de la qualité des fruits.

.....jacques.joas@cirad.fr

Mathieu Léchaudel

est chercheur au CIRAD, spécialisé en écophysiologie. Il travaille sur l'élaboration de la qualité des fruits sur l'arbre.

.....mathieu.lechaudel@cirad.fr

Thierry Michels

est chercheur au CIRAD, spécialisé en agronomie système. Il travaille sur l'étude des pratiques des agriculteurs et les conditions d'adoption des innovations.

.....thierry.michels@cirad.fr

Frédéric Normand

est chercheur au CIRAD, spécialisé en horticulture fruitière. Il travaille sur le fonctionnement de l'arbre, en relation avec les modes de conduite du manguiers.

.....frederic.normand@cirad.fr

Didier Vincenot

est ingénieur agronome, chargé de mission à l'environnement à la Chambre d'Agriculture de La Réunion. Il est auteur d'un ouvrage sur les variétés de mangues à La Réunion et coauteur d'un livre sur les auxiliaires des cultures fruitières.

.....didier.vincenot@reunion.chambagri.fr

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les personnes et les organismes qui ont permis le bon déroulement du projet “Approche intégrée de la filière mangue à La Réunion” et la réalisation de ce guide.

Tout d’abord les producteurs de mangues qui ont toujours été disponibles pour répondre aux enquêtes, participer aux réunions, et pour faire partager leur enthousiasme et leurs connaissances sur le manguier et sa culture. Nos plus vifs remerciements vont à MM. Jean-Marie Boyer et Alexandre Law-Yat de Grand-Fond et MM. Raoul et Roland Zitte de Piton Defaud pour l’accueil sur leurs parcelles de production d’essais agronomiques et d’observations sur les maladies et ravageurs du manguier.

Nous remercions également les différents acteurs de la filière mangue, à La Réunion et en métropole, qui se sont montrés disponibles pour répondre à nos enquêtes ou participer aux comités techniques et de pilotage du projet. Leurs points de vue ont été appréciés et ont permis d’enrichir les débats.

Les responsables des organismes impliqués dans le projet l’ont soutenu en mettant à sa disposition des moyens humains et techniques. Qu’ils en soient remerciés, ainsi que les équipes qui ont été sollicitées : l’ARMEFLHOR¹ (Ulrich Chevalier, Pascal Huet), la Chambre d’Agriculture de La Réunion (François Cazin, Guy Ethève, Eric Lucas), le CIRAD² (Philippe Cabeu, Gaëlle Damour, Claire Desvignes, Doralice Jessu, Jean-Patrice Leblé, Jérôme Minier, Emeline Moralès, Emilie Serin, Christian Soria), et l’EPLEFPA³ de Saint-Paul (Xavier Desmulier, Bruno Fontaine, Clotaire Hoareau, Paul-Alix Maillot, Fabrice Payet).

Enfin, le projet et ce guide n’auraient pas vu le jour sans le concours financier du Ministère de l’Agriculture et de la Pêche (CAS DAR⁴) et des contreparties du Conseil Général et du Conseil Régional de La Réunion, du CIRAD et de l’Europe apportées par les différents partenaires.

1. Association Réunionnaise pour la Modernisation de l’Économie Fruitière Légumière et HORTICOLE
2. Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.
3. Établissement Public Local d’Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole
4. Compte d’Affectation Spéciale “Développement Agricole et Rural”.

INTRODUCTION

Les consommateurs sont de plus en plus attentifs à la qualité de leurs aliments et aux conséquences des modes de production sur leur santé et sur l'environnement. De fait, les problèmes environnementaux sont particulièrement prégnants sur un territoire insulaire tropical comme l'île de La Réunion où l'agriculture est un acteur majeur de l'utilisation du milieu. Ces constats imposent une redéfinition des pratiques agricoles, et de nouvelles démarches de production se mettent en place. C'est le cas de la Production Fruitière Intégrée qui repose sur trois piliers : la qualité des fruits, la préservation de l'environnement, et la viabilité économique des exploitations agricoles. Ce concept de Production Fruitière Intégrée est ici décliné pour la culture du manguier.

De larges chapitres sont consacrés aux variétés, à la mise en place du verger et au raisonnement de sa conduite. Une attention particulière est portée à la protection phytosanitaire, en détaillant des mesures préventives et en privilégiant des méthodes de protection alternatives à la lutte chimique.

Mais plus qu'un document technique détaillé, ce guide veut donner des éléments de connaissance et de réflexion sur le manguier, sa culture et sa filière. En un nombre de pages limité, il présente les évolutions récentes des standards de la production fruitière, la filière mangue du local à l'international, le fonctionnement du manguier, les problèmes liés à sa culture, et les techniques de préservation de la qualité du fruit après la récolte.

Ce guide est ainsi une synthèse pratique de connaissances sur le manguier, intégrant notamment celles acquises au cours des trois dernières années par le projet "Approche intégrée de la filière mangue à La Réunion". Ce projet, lauréat en 2006 d'un appel à projet du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, a rassemblé des chercheurs du CIRAD, des ingénieurs et des techniciens de développement agricole de la Chambre d'Agriculture et de l'ARMEFLHOR, des enseignants et des formateurs du Lycée Agricole et du CFPPA¹ de Saint-Paul, et des producteurs de mangues, afin d'identifier les principales contraintes de la filière qui pénalisent la production, et de proposer des solutions.

1. Centre de Formation Professionnelle et de Promotion Agricoles.

Loin de constituer un aboutissement, ce document est une mise à jour des connaissances. Beaucoup reste à faire pour proposer des modes de conduite du verger de manguiers plus respectueux de l'environnement, et améliorer la qualité des fruits commercialisés.



I. LA DÉFINITION ET LES OBJECTIFS DE LA PRODUCTION FRUITIÈRE INTÉGRÉE (PFI)

Par Thierry MICHELS et Didier VINCENOT

La Production Fruitière Intégrée, ou PFI, n'est pas un concept nouveau. Dès la fin de la seconde guerre mondiale, l'agriculture européenne s'est orientée vers un mode de production intensif afin de satisfaire au plus vite les besoins alimentaires des populations. En 1948, grâce à l'assistance économique du plan Marshall, le secteur agro-alimentaire connaît un développement sans précédent : modernisation du matériel agricole, production de semences, fabrication d'engrais et de pesticides. Le danger potentiel que représente ce modèle de développement agricole vis à vis de l'environnement et de la santé humaine est très vite pressenti par de nombreux agronomes et scientifiques.

DE LA LUTTE INTÉGRÉE DANS LES VERGERS AU CONCEPT DE PRODUCTION INTÉGRÉE : UN PEU D'HISTOIRE...

La recherche d'alternatives aux traitements chimiques contre les bio-agresseurs des cultures démarre dès le début des années 50 sur différents continents (Boller *et al.*, 2009). Il s'agit de travaux déconnectés les uns des autres, réalisés

par des chercheurs travaillant sur les effets néfastes des pesticides sur les bio-agresseurs et leurs ennemis naturels.

Le 10^e Congrès International d'Entomologie qui se tient à Montréal en 1958 marque

un tournant. Les premiers travaux de terrain menés simultanément en Amérique du Nord et en Europe y sont présentés (Pickett *et al.*, 1958). Le terme de lutte intégrée est alors accepté par la communauté scientifique internationale. Les entomologistes travaillant sur les ravageurs des vergers de pommiers sont à l'origine de ce concept. Ils sont en effet confrontés avant les autres spécialistes, dès les années 40, à une succession de problèmes résultant de l'intensification de la conduite des vergers modernes.

Deux ans plus tôt (1956) est fondée l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB). Cette organisation regroupe des scientifiques d'origines diverses, essentiellement entomologistes. Sa première assemblée générale se tient à Paris en 1958. Dès 1959, cette organisation établit un groupe de travail "Lutte intégrée dans les vergers" composé de scientifiques européens (néerlandais, allemands, suisses et français). Son objectif est de coordonner, d'orienter et de stimuler les recherches réalisées au sein des équipes membres. Des outils de surveillance des populations de ravageurs et des seuils économiques visant à limiter le nombre de traitements chimiques sont mis au point. Ces résultats donnent lieu à la publication de documents techniques destinés aux producteurs.

En 1973, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et l'OILB définissent le concept de Protection Intégrée des Plantes comme "*l'ensemble des méthodes pertinentes sur les plans économique, écologique et toxicologique appliquées afin de maintenir les organismes nuisibles en-deçà de niveaux d'impact économique tandis qu'est favorisée l'exploitation consciente des facteurs de lutte naturels*". En 1976, lors d'un meeting émanant du groupe de travail "Lutte intégrée dans les vergers" dans un village alpin en Suisse, cinq chercheurs (Suisse, Allemand et Italien) rédigent "le message d'Ovronnaz" où ils font état de la nécessité d'abandonner la vision isolée de la protection de la plante pour la replacer dans le contexte du fonctionnement global de l'exploitation agricole. Dès lors, la protection des plantes ne peut plus être déconnectée de la qualité de la production et de l'effet des pratiques sur l'écosystème. Elle doit être raisonnée dans le contexte global de la production, des attentes de la mise en marché, de l'agro-industrie et du consommateur (Steiner, 1977). Ainsi est né le concept de Production Agricole Intégrée (Figure 1). Pour la première fois en 1993, l'OILB publie une définition de la Production Intégrée "*La Production Intégrée est un système agricole de production d'aliments et autres produits de haute qua-*

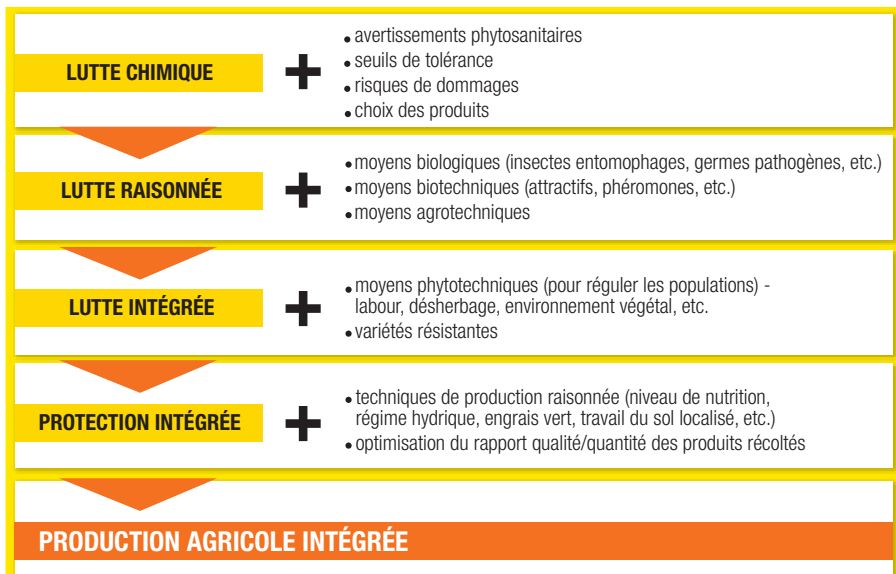


FIGURE 1 - ÉVOLUTION DES CONCEPTS : DE LA LUTTE CHIMIQUE À LA PRODUCTION INTÉGRÉE
(D'APRÈS GENDRIER *ET AL.*, 1999).

lité, système qui utilise des ressources et des mécanismes de régulation naturels pour remplacer des apports dom-

mageables à l'environnement et qui assure à long terme une agriculture viable" (El Titi *et al.*, 1993).

LA PRODUCTION FRUITIÈRE INTÉGRÉE : UN ENGAGEMENT POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET LA QUALITÉ DE LA PRODUCTION

Le terme "intégré" s'avère lourd de conséquences sur la manière de penser les relations entre agriculture et nature. Il ne s'agit plus en effet de comprendre pour dominer la nature, mais plutôt de comprendre pour s'intégrer à elle (Bonny, 1997). En se ba-

sant sur la définition de 1993, le groupe de travail "lutte intégrée dans les vergers" de l'OILB définit la PFI comme "*une production économique de fruits de haute qualité, donnant priorité à des méthodes écologiquement sûres, minimisant les effets secondaires*

indésirables et l'utilisation d'intrants agrochimiques, afin d'améliorer la protection de l'environnement et la santé humaine“ (Cross, 2002).

A travers cette définition, la Production Fruitière Intégrée vise un certain nombre d'objectifs parmi lesquels :

- promouvoir une production de fruits qui respecte l'environnement, qui est économiquement viable, et qui met en valeur les multiples fonctions de l'agriculture, notamment sociales, culturelles et de loisir ;

- garantir une production durable de fruits sains de haute qualité avec des teneurs minimales en résidus de pesticides ;
- protéger la santé des producteurs lors de la manipulation des pesticides ;
- promouvoir et maintenir une grande diversité biologique dans l'écosystème des vergers et dans son environnement.

Cette définition repose sur trois piliers indissociables que sont le respect de l'environnement, la qualité de la production et la viabilité économique des solutions techniques proposées.



FIGURE 2 -

L'ENVIRONNEMENT JOUE UN RÔLE DÉTERMINANT SUR L'ÉTAT DU VERGER
(PHOTO D. VINCENOT).

La PFI ne se limite pas à l'ensemble des pratiques se rapportant à la gestion des bio-agresseurs, mais bien à l'ensemble de l'itinéraire technique pré et post-récolte. Chaque étape de l'itinéraire technique de production doit être réfléchi en fonction de l'impact recherché sur l'agro-écosystème et sur la qualité de la production. "L'intégration" des techniques suppose que ces dernières ne soient plus juxtaposées, mais plutôt articulées entre elles pour former un ensemble cohérent (Hilderbrand, 1990).

La mise en œuvre de ce concept d'agriculture suppose pour bon nombre de producteurs une remise en cause profonde des manières de produire. Le verger ne peut plus désormais être vu comme une composante isolée du reste de l'exploitation. Il est au contraire situé au milieu d'un paysage, celui de l'exploitation agricole. Cet environnement commence à l'intérieur même de la parcelle (les lignes et interlignes) et se poursuit par son environnement direct ou indirect : les haies, les surfaces cultivées, les surfaces boisées, les friches. Chacune de ces composantes du paysage est susceptible de jouer un rôle déterminant sur la présence de bio-agresseurs (maladies, ravageurs) et de leurs ennemis naturels (les auxiliaires des cultures) (Figure 2).

Entrer dans une démarche de Production Fruitière Intégrée suppose donc de la part du producteur d'adopter une telle vision et de mettre en œuvre les pratiques qui en découlent : observation des parcelles, de leur biodiversité, modification du paysage (enherbement, mise en place de haies multi-spécifiques, ...), en vue de favoriser l'installation d'habitats pour les auxiliaires des cultures. Dans le concept de PFI, la diversité biologique est en effet considérée comme l'une des principales ressources naturelles de l'exploitation pour minimiser l'apport de pesticides. Elle fait l'objet d'une préconisation qui fixe à au moins 5% de la surface totale de l'exploitation (forêt exclue) les "surfaces de compensation écologique" ou SCE (Figure 3) ne recevant ni pesticides ni engrais (El Titi *et al.*, 1993). Enfin, les surfaces de l'exploitation agricole sont elles-mêmes placées sous l'influence d'un environnement plus vaste qui peut, lui aussi, être caractérisé par sa diversité biologique.

De ce point de vue, l'agriculture suisse, restée longtemps une des plus intensives au monde, constitue un exemple intéressant (de Sainte Marie *et al.*, 2003). Elle connaît un virage au début des années 90 lorsque les aides publiques sont désormais justifiées par des "prestations écologiques" fournies en contrepartie par les agriculteurs. Ces derniers doi-



FIGURE 3 -

SURFACE DE COMPENSATION ÉCOLOGIQUE (PHOTO D. VINCENOT).

vent inscrire toute la surface de leur exploitation dans un "Programme national de production écologique". Ils ont le choix entre l'agriculture biologique ou la Production Intégrée. Dans ce dernier cas, outre diverses mesures de désintensification, les producteurs doivent affecter 7% (3,5% dans le cas des exploitations en culture spécialisée) de leur exploitation aux SCE. Ces SCE font l'objet de suivis auxquels participent activement les associations de protection de la nature. Les principales centrales d'achat accompagnent ce mouvement en mettant en place des labels "PI" et "AB" reconnus, permettant de valoriser la démarche lors de la mise en marché

des productions. Cette politique est renforcée en 2002 avec l'entrée en vigueur de l'Ordonnance sur la Qualité Écologique (OQE). Cette dernière vise à récompenser les producteurs qui placent leur SCE dans des zones où se développent des milieux naturels intéressants tout en favorisant la mise en réseau des habitats d'espèces sensibles. Cette ordonnance vise dès lors une meilleure efficacité des SCE en les replaçant à l'échelle du territoire, plus à même de répondre aux enjeux initiaux de la PFI.

L'ACCÈS AUX QUALIFICATIONS

En 1993, l'OILB définit les principes et les objectifs de la Production Intégrée, ouvrant la possibilité de différenciation de la production sur la base d'une "qualité écologique" (El Titi *et al.*, 1993).

L'année suivante est créé le Forum de l'Agriculture Raisonnée Respectueuse de l'Environnement (FARRE), association formée par les principales organisations professionnelles agricoles et les firmes de l'agrofourniture. Elle se présente comme la branche française de l'actuelle "European Initiative for Sustainable Development in Agriculture". La démarche proposée aux adhérents du réseau FARRE relève essentiellement de l'adoption, à l'échelle globale de l'exploitation, des "codes de bonnes pratiques agricoles". L'agriculture raisonnée (AR) est avant tout vue comme *"une agriculture compétitive qui prend en compte de manière équilibrée les objectifs de l'agriculture et le respect de l'environnement"*. En pratique, ce référentiel diffère de celui de la PFI proposé par l'OILB par l'abandon du principe de suppression maximale des apports d'intrants agrochimiques, et par une importance moindre accordée aux SCE et à leur rôle dans le contrôle des bio-agresseurs des cultures.

L'émergence des concepts AR et PFI a suscité en France un nombre important de demandes de certification dès le milieu des années 90, de la part des producteurs, mais aussi d'enseignes de la grande distribution. Devant cette situation, la Commission Nationale des Labels et de la Certification (CNLC) se devait de disposer de définitions réglementaires relatives à des pratiques ou des modes de production. Les travaux qui ont suivi ont abouti à une assimilation des concepts de PFI et d'AR, proposant comme définition : *"L'AR vise à maîtriser l'impact de l'activité de production agricole sur l'environnement"*. Dès lors, l'AR ne se présentait pas comme une obligation de résultat mais plutôt comme une obligation de moyen, interdisant toute mention valorisable sur l'étiquetage des produits (Bellon *et al.*, 2006). Il existe cependant aujourd'hui une mention valorisante permettant de communiquer sur la démarche de l'association FARRE. Elle stipule que le produit est *"issu d'une exploitation qualifiée au titre de l'agriculture raisonnée"*.

Cette situation fait que la démarche de PFI n'est aujourd'hui utilisée que pour communiquer entre professionnels de la filière. Répondre à un cahier des charges se réclamant de la PFI consti-

tue un moyen d'accéder aisément au marché de la grande distribution. En effet, les denrées alimentaires vendues sous les marques de distributeurs font aujourd'hui l'objet d'une certification privée (GlobalGap, BRC, IFS...) dont les référentiels reposent généralement sur les codes des bonnes pratiques agricoles (voir site internet quapa.com). De même, l'adhésion à un cahier des charges type PFI facilite sensiblement l'obtention d'un signe officiel de qualité tel que le Label Rouge.

Afin de promouvoir le concept d'agriculture durable, et suite au Grenelle de l'environnement de juillet à octobre 2007,

une nouvelle certification a été lancée à l'échelle expérimentale dès 2008 : la Haute Valeur Environnementale (HVE). Il s'agit d'une démarche de certification environnementale volontaire des exploitations fondée sur un référentiel simple constitué d'indicateurs de résultats. Ce dispositif de certification environnementale vise à développer et à mettre en valeur des modes de production plus durables. De par sa dimension environnementale, une démarche de PFI est à même d'améliorer le résultat de l'évaluation de l'exploitation agricole, notamment sur le plan phytosanitaire et celui de la biodiversité, facilitant ainsi l'accès à cette nouvelle certification.

UNE CHARTE PFI ADAPTÉE À LA MANGUE RÉUNIONNAISE

En France métropolitaine, bon nombre de filières de production horticole sont organisées en "section nationale". C'est notamment le cas de la pomme, de la poire, de la tomate, du concombre, de la fraise... Les missions de ces sections sont diverses et couvrent généralement les domaines de l'accompagnement technique

et économique des producteurs. Ce dernier point comprend l'élaboration de po-



FIGURE 4 -

EXEMPLE D'IDENTIFICATION DE CHARTE PFI SUR EMBALLAGE
(PHOTO D. VINCENT).

litiques de contractualisation avec les agro-industries, de développement des marchés à l'export, et la mise en œuvre d'actions de marketing visant à promouvoir le produit auprès du grand public.

En matière d'appui technique, ces sections nationales sont généralement des relais de vulgarisation de méthodes de

production innovantes. Elles proposent notamment des chartes nationales de production se réclamant du concept de la PFI (Figure 4). Ces chartes nationales agréent à leur tour les cahiers des charges des Organisations de Producteurs (OP) ou les chartes régionales multi-produits respectant le cadre qu'elles imposent.

Les principes actuels d'une charte "PFI"

En nous basant sur les grands principes des chartes nationales de production se réclamant du concept de PFI, nous présentons ici les principaux domaines d'exigence qui pourraient figurer dans une charte PFI pour la mangue réunionnaise. Le contenu de ces cahiers des charges affiche une certaine distance au concept initial de PFI (Toubon *et al.*, 2001). Ils sont généralement en retrait sur la préservation des auxiliaires des cultures et sur la rubrique "diversité biologique et paysage" qui prévoit la présence et l'entretien de SCE. L'assimilation qui s'est opérée en France entre AR et PFI, est probablement en partie à l'origine de cette dérive.

Afin d'être opérationnelle, une telle démarche nécessite l'engagement de l'ensemble des maillons de la filière. Le producteur, la station de conditionnement et la structure de commercialisa-

tion sont en possession du cahier des charges agréé, ainsi que de ses annexes, et s'engagent à en respecter les exigences. Une telle charte affiche cinq grands objectifs :

- engager les producteurs à produire des fruits de qualité en respectant les itinéraires culturels compatibles avec la préservation de l'environnement ;
- garantir au consommateur des fruits sains et de bonne qualité gustative ;
- démarquer cette production auprès des acheteurs intermédiaires en valorisant l'atout qualité-santé-environnement ;
- établir un partenariat commercial confiant et durable entre les producteurs et les réseaux de distribution en adoptant les règles de traçabilité qu'implique cette démarche ;
- permettre à l'agriculteur d'accéder facilement à d'autres qualifications pouvant faire l'objet de communication auprès des consommateurs (AR, labels...).

Les principaux domaines d'exigence d'une charte PFI

1. La déclaration par le producteur des surfaces en PFI

Le producteur déclare pour chaque campagne les parcelles qui composent sa plantation et qu'il conduit dans le respect du cahier des charges PFI et des préconisations techniques délivrées par les structures relais. Un plan d'exploitation identifie toutes ces parcelles.

2. La traçabilité

Un système de traçabilité est mis en place afin de prouver l'origine PFI des lots. Ce système doit permettre, dès réception de la marchandise par l'acheteur, de remonter au cahier de culture du producteur et donc à la parcelle.

Le cahier de culture est obligatoirement tenu par le producteur et doit être conservé pendant une période minimale de 5 ans (Figure 5). Il contient les informations permettant :

- le suivi et le pilotage de l'itinéraire technique mis en œuvre pour chaque parcelle : plantation, fertilisation, irrigation, traitements phytosanitaires, dates de récolte (permettant de s'assurer du respect des délais d'application des produits phytosanitaires avant récolte) ;
- le raisonnement et la justification des interventions sur l'ensemble des facteurs de production.



FIGURE 5 -

**LA TENUE D'UN CAHIER DE CULTURE
EST OBLIGATOIRE**
(PHOTO G. ROSSOLIN).

3. La santé et la sécurité au travail

Les salariés de l'exploitation doivent avoir accès à des sanitaires en bon état (douches, lavabos, toilettes). Les équipements de protection pour les utilisateurs de produits phytosanitaires sont fournis par l'exploitant, les produits phytosanitaires sont rangés dans un local approprié (Figure 6).

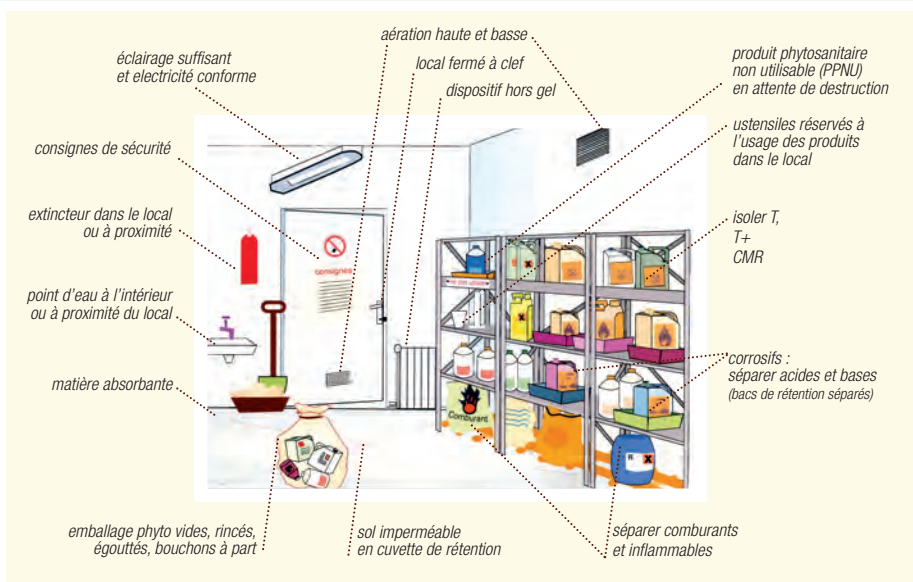


FIGURE 6 - LES BONNES CONDITIONS DE STOCKAGE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES
(D'APRÈS LE MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE).

4. L'encadrement technique

Les producteurs de mangues engagés dans la démarche PFI bénéficient de l'appui d'un conseiller technique indépendant des fournisseurs d'intrants, en l'occurrence des techniciens spécialisés en productions fruitières de la Chambre d'Agriculture.

5. La formation et l'actualisation des connaissances

Le chef d'exploitation et/ou le personnel chargé du suivi des plantations s'engage à actualiser leurs connaissances en fonction des avancées techniques par les différents moyens à leur disposition : formations, suivi technique personnalisé, voyages techniques, documents technico-économiques, guide de Production



FIGURE 7 -

**FORMATION DES AGRICULTEURS
À LA RECONNAISSANCE DES AUXILIAIRES**
(PHOTO M. M. BEULIER).

Intégrée. Les formations concernent la conduite des plantations, l'entretien des bordures, la connaissance des bio-agresseurs, l'identification et le rôle de la faune auxiliaire, la manipulation et l'application des produits phytosanitaires, l'utilisation d'engrais, la mécanisation, ainsi que tout autre thème concernant la mise en œuvre de la PFI (Figure 7).

6. L'itinéraire technique de production

L'itinéraire technique de production mis en œuvre est celui qui est détaillé dans le Guide de Production Intégrée du manguier. Ce document présente les différentes techniques à mettre en œuvre depuis la plantation jusqu'à la commercialisation des fruits. Ces choix techniques doivent contribuer à préserver l'environnement du verger tout en garantissant la qualité sanitaire et gustative des fruits de la récolte à la mise en marché. Le guide est remis à chaque agriculteur engagé dans la démarche PFI.

7. La maîtrise de la qualité à la récolte

La maîtrise de la qualité à la récolte est garantie par l'utilisation d'outils de mesure ou de suivi de paramètres objectifs : couleur de l'épiderme du fruit, indice réfractométrique, mesure de fluorescence (sous réserve de validation de la technique). Le niveau minimum d'exigence requis par critère observé est appréhendé par chaque producteur en concertation avec le service technique et commercial de son groupement et en fonction du positionnement commercial recherché.

8. Le conditionnement et le stockage des fruits

Les mangues sont placées sur une couche en plateau plastique ou carton. Sur chaque plateau doit figurer : le n° de lot (traçabilité), le nom de la variété, le calibre et la référence du producteur. Les lots sont stockés dans des chambres froides.

9. L'agrément PFI

L'obtention de l'agrément PFI est soumise d'une part à une procédure de demande d'habilitation, et d'autre part à un processus de contrôle.

Dans le cas d'une demande de nouvelle adhésion à la démarche, une année probatoire est nécessaire afin de valider les pratiques de la structure. Au terme de la campagne probatoire, une commission technique, chargée d'instruire les dossiers de demande d'agrément, autorisera ou non l'utilisation du logo PFI par le producteur sur la base des résultats du contrôle externe.

Habilitation des producteurs

En début de chaque campagne, le producteur s'engage à satisfaire les modules du cahier des charges PFI, transcrits sous la forme d'une check-list.

Organisation du contrôle

Le processus de contrôle intègre deux niveaux : un contrôle interne à la filière et un contrôle externe réalisé par un organisme régional. Le recoupement de ces deux niveaux de contrôle offre une garantie optimale quant au respect de la démarche.

**** Contrôles internes***

Le service technique de la Chambre d'Agriculture contrôle annuellement 100% des exploitations sous cahier des charges PFI. Ce contrôle est réalisé sur la base de la check-list de contrôle. Un rapport d'audit est alors remis au producteur. Ce rapport souligne les éventuelles non-conformités. Chacune des parties s'assurera alors de la mise en place d'actions correctives dans un délai imparti.

**** Contrôles externes***

L'organisme de contrôle externe contrôle chaque année 10% des producteurs sous cahier des charges PFI. A titre d'information, il est aussi amené à contrôler 100% des services des OP souscrivant à une démarche PFI (structure d'animation chargée du suivi des producteurs, structure de commercialisation ou bureaux de vente), ainsi que 33% des stations de conditionnement collectives.

Le résultat de l'audit externe réalisé chez le producteur pourra entraîner, en fonction de la gravité des écarts constatés, la mise en place d'actions correctives. Ces actions seront alors suivies par l'organisme de contrôle externe. L'absence de réponses satisfaisantes remet en cause l'habilitation du producteur. Une commission d'appel formée des membres de la commission technique est chargée de régler les éventuels litiges entre le producteur et le système de certification.

10. L'analyse des résidus de pesticides

Chaque producteur sera soumis à un contrôle annuel de résidus de pesticides sur un lot de mangues agréé PFI. Ces analyses sont réalisées par des laboratoires reconnus par l'Etat (méthodes accréditées COFRAC ou équivalent).

En cas de dépassement de la limite maximale en résidus (LMR), l'opérateur procède à un déclassement PFI du lot et s'engage à attendre les résultats d'une prochaine analyse laboratoire avant de commercialiser les fruits.

LA CONDITIONNALITÉ DES AIDES ET LES MESURES AGRO-ENVIRONNEMENTALES : UN MOYEN D'INCITER LOCALEMENT L'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES DE CULTURE VERS UNE DÉMARCHE PFI

.....

La relative autonomie concédée aujourd'hui aux Régions, au travers des collectivités locales et des Directions de l'Agriculture et de la Forêt (DAF), offre l'opportunité d'appuyer des démarches à caractère agro-environnemental comme la PFI. Les Régions ont en effet en charge la définition de normes locales visant à fixer les conditionnalités d'obtention des aides nationales et européennes.

Dans le cadre de la conditionnalité des aides de la PAC, la DAF et ses services ont élaboré un dispositif local qui conditionne le versement des aides agricoles au respect d'exigences de base, ou Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales à La Réunion (BCAE).

Ces exigences à La Réunion concernent :

- la lutte contre l'érosion des sols (défrichement, mise en culture et pâturage interdits aux abords des cours d'eau et dans les pentes abruptes) ;

- la lutte contre les espèces végétales envahissantes listées et le maintien d'une couverture végétale sur les abords des parcelles (voir chapitre VI) ;
- le maintien de la matière organique des sols (non-brûlage des résidus de culture et suivi des épandages de matières organiques sur un registre) ;
- la bonne gestion par les « irrigants » de la ressource en eau (fourniture des autorisations de prélèvement d'eau et équipement des points de prélèvements en compteurs d'eau) ;
- le respect des règles d'entretien minimum des terres mises en culture (cultiver au moins 80% de la SAU et lutter sur la surface en culture contre les espèces végétales envahissantes listées).

Les Mesures Agro-Environnementales (MAE) visent à orienter les exploitations vers une agriculture durable et multifonctionnelle qui va au-delà des Bonnes Pratiques Agricoles. Au travers de dispositifs contractuels d'engagement (respect du cahier des charges) sur 5 ans, les MAE inscrivent les exploitants agricoles dans cette

voie en contrepartie d'une rémunération annuelle. Celle-ci correspond aux coûts supplémentaires, aux manques à gagner et aux coûts induits liés à la mise en œuvre des pratiques agro-environnementales.

La mise en place d'une démarche PFI pourrait s'appuyer sur ces deux types

de dispositifs afin d'inciter les producteurs à faire migrer leurs pratiques de production vers des modes de conduite plus respectueux de l'environnement et de la qualité des fruits. Le concept de PFI, et notamment la mise en place de SCE, pourrait intégrer les conditionnalités requises pour l'obtention des aides à contreparties environnementales.



II. LE VERGER DE MANGUIERS À LA RÉUNION, INTÉRÊT ÉCONOMIQUE

Par Thierry MICHELS et Didier VINCENOT

HISTORIQUE

L'introduction des premiers manguiers à La Réunion en provenance de l'Inde remonte à 1770. Mais ce n'est qu'à partir de 1970 qu'est observée une intensification des plantations (Figure 8). L'objectif visé par l'encadrement de la filière est de satisfaire aux besoins de la population locale et de développer le marché de l'exportation haut de gamme par avion (Plan quinquennal de recherche et de développement ; Gaillard, 1985). Afin d'étendre la gamme variétale essentiellement composée de variétés d'origine indienne hybridées naturellement à La Réunion, le CIRAD a introduit

et testé diverses variétés d'origine floridienne. C'est ainsi que la variété Cogshall (ex-Early Gold) a été retenue. Son développement à La Réunion a bénéficié d'aides financières à la plantation du Conseil Général de 1987 à 1992. L'implantation de vergers de manguiers s'est stabilisée au début des années 2000 en raison d'une production trop regroupée de décembre à février. Toutefois, l'introduction par le CIRAD de nouvelles variétés précoces ou tardives a permis de relancer la dynamique de plantation dès 2008.

LES ZONES DE PRODUCTION

La production de mangues à La Réunion est, pour des raisons essentiellement climatiques et sanitaires, cantonnée à la façade Ouest de l'île, depuis la commune de La Possession au Nord, jusqu'à la commune de Petite-Ile au Sud (Figure 9). Cette filière de production totalise environ 329 ha répartis sur près de 80 exploitations. On distingue trois zones de production : le Nord-Ouest, l'Ouest et le Sud. La zone Nord-Ouest est historiquement la première zone de production. Les communes de La Possession et de Saint-Paul totalisent aujourd'hui encore près de 50% du nombre des exploitations productrices de l'île et près de 70% des surfaces de vergers de manguiers (Tableau 1). Les ex-

ploitations productrices de mangues dans cette zone affichent aussi des tailles de verger supérieures à la moyenne (6,1 ha, pour une moyenne générale de 4,1 ha par verger). Dans les deux autres zones, la surface moyenne des vergers de manguiers par exploitation est de 2,6 ha. Ces chiffres reposent sur une étude réalisée par le CIRAD en 2008 (Lemarié, 2008), sur un échantillon d'exploitations représentant près de 50% de l'ensemble des producteurs de mangues et couvrant les trois principales zones de production. Cette étude permet de donner ici les principales tendances du secteur de la production de mangues.

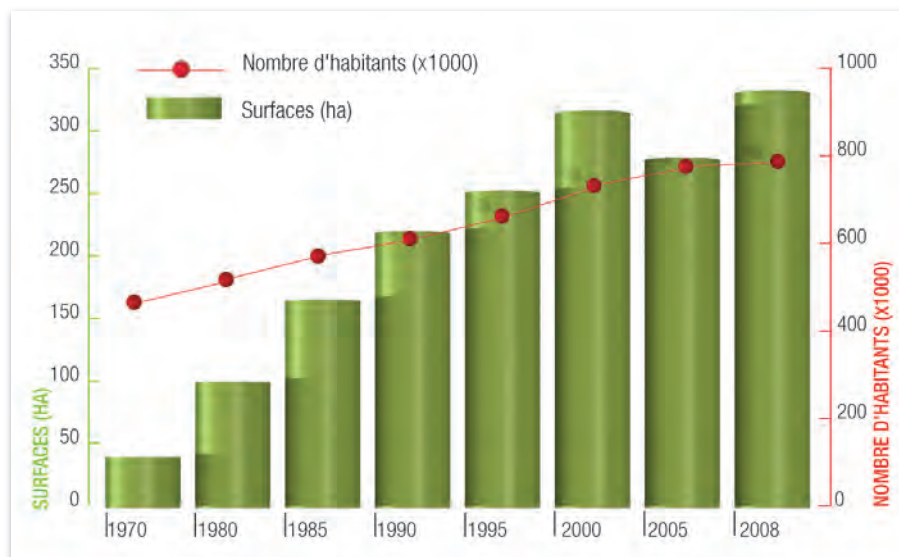


FIGURE 8 - ÉVOLUTION DES SURFACES EN MANGUIERS ET DE LA POPULATION RÉUNIONNAISE.

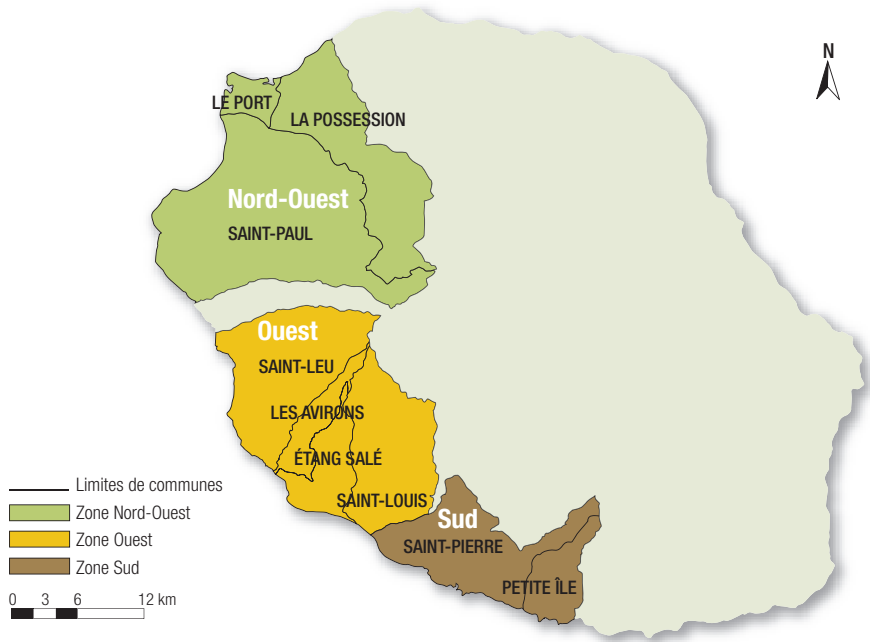


FIGURE 9 - LES TROIS ZONES DE PRODUCTION DE MANGUES À LA RÉUNION.

Tableau 1

Spécificité de chaque zone en termes de surfaces de vergers de manguiers et de nombre d'exploitations agricoles productrices de mangues (Lemarié, 2008).

Zone	% nombre d'exploitations productrices de mangues	% surfaces de vergers en mangue	Surfaces moyennes par exploitation
Nord-Ouest	48	67	6,1
Ouest	25	13	2,1
Sud	27	20	3,1

LA STRUCTURE DES EXPLOITATIONS PRODUCTRICES DE MANGUES

La production de mangues concerne en majorité de petites exploitations agricoles. En effet, près de 50% des exploitations affichent une SAU n'excédant pas 6 ha (Figure 10). A quelques exceptions près, la surface des vergers de manguiers est généralement modeste. Plus de 60% des vergers ne dépassent

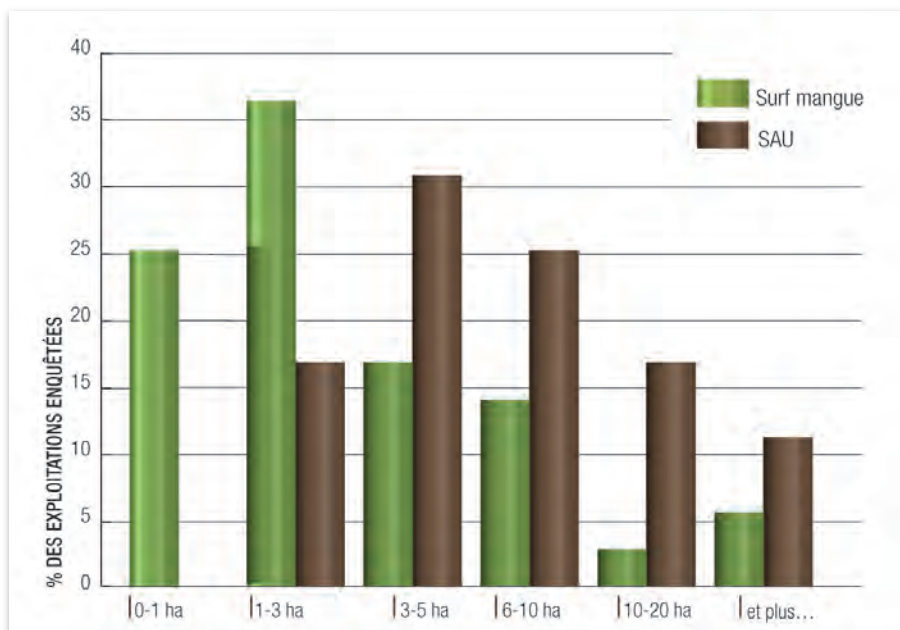


FIGURE 10 - LA SURFACE AGRICOLE UTILE (SAU) ET LA SURFACE DU VERGER DE MANGUIERS DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DE LA FILIÈRE (LEMARIÉ, 2008).

pas 3 ha. Cette situation, associée à l'implantation de la filière tout le long de la façade Ouest de l'île, souligne l'importance des risques inhérents à une conduite non raisonnée de cette culture. En effet, même si les surfaces en

production restent aujourd'hui encore modestes, chaque verger, s'il est conduit de manière conventionnelle, voire intensive, constitue autant de sources de pollution potentielles pour l'environnement.

LA COMPOSITION DU SYSTÈME DE PRODUCTION DES EXPLOITATIONS PRODUCTRICES DE MANGUES

Il est intéressant de noter qu'une grande majorité des exploitations productrices de mangues affiche un système de production diversifié (Figures 11 a et b). En

effet, seulement 19% des exploitations enquêtées en 2008 affichent la mangue comme unique production. La majorité des exploitations affichent entre 3 et

4 espèces cultivées. Cette diversification se fait, pour plus de la majorité, en faveur d'autres productions fruitières (ligneuses ou pas). On note cependant l'importance occupée par le maraîchage, la canne à sucre (notamment dans les zones Ouest et Sud) et par l'élevage (Figure 11b). La nature alternante de la mangue plaide probablement en faveur de cette diversification. Cette dernière vise en effet à sécuriser le revenu du producteur au cours du temps, limitant les baisses de revenu

les années de faible rendement. Cette diversité cultivée s'avère aussi bénéfique à une démarche de PFI dont une partie du concept repose sur l'entretien d'une biodiversité à l'échelle de la parcelle, mais aussi de l'exploitation agricole.

Sur le plan économique, la mangue semble cependant tenir une place de choix au sein des exploitations agricoles concernées. En effet, 50% des producteurs enquêtés affirment que la mangue constitue leur principal revenu.

LES VARIÉTÉS DE MANGUES CULTIVÉES

Si La Réunion totalise un nombre important de variétés cultivées de mangues (Vincenot, 2004), deux d'entre elles occupent actuellement plus de 80% du verger : les variétés José et Cogshall (Figure 12). La première est une variété locale très appréciée par la population réunionnaise. Elle occupe 50% des surfaces plantées. Elle est destinée au marché local. En effet, sa fragilité et ses caractéristiques sensorielles ne correspondent pas aux standards du marché international.

La variété Cogshall occupe quant à elle plus de 30% de la surface plantée. Cette mangue d'origine américaine cor-

respond davantage aux standards internationaux, tant par sa coloration qui, à maturité varie du vert au rouge, que par ses caractéristiques sensorielles. Enfin, certains producteurs maintiennent dans des proportions plus anecdotiques des variétés relevant du patrimoine réunionnais. Certaines d'entre elles (Lise, Caro...) présentent de véritables atouts sur le plan commercial et trouvent naturellement leur place sur des marchés de niche locaux, entretenus par quelques producteurs passionnés.

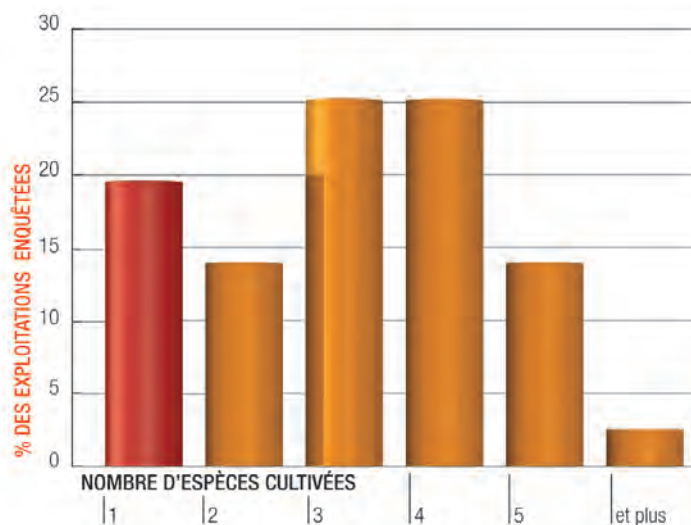


FIGURE 11a - NOMBRE DES DIFFÉRENTES COMPOSANTES DU SYSTÈME DE PRODUCTION DES EXPLOITATIONS PRODUCTRICES DE MANGUES À LA RÉUNION (LEMARIÉ, 2008).

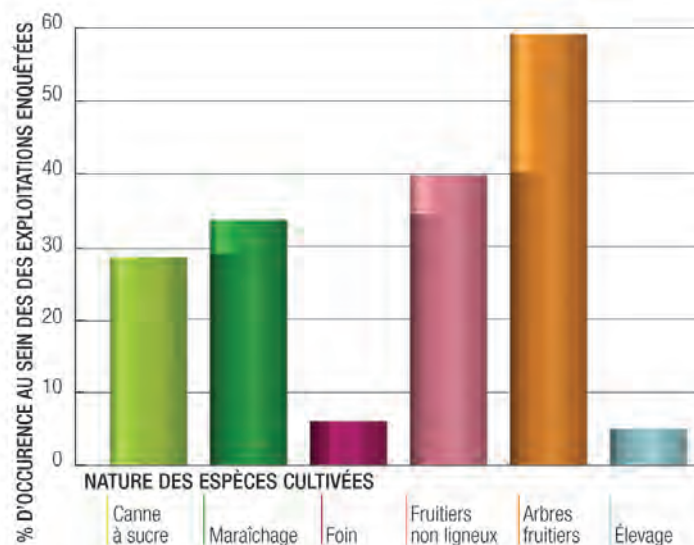


FIGURE 11b - NATURE DES DIFFÉRENTES COMPOSANTES DU SYSTÈME DE PRODUCTION DES EXPLOITATIONS PRODUCTRICES DE MANGUES À LA RÉUNION (LEMARIÉ, 2008).

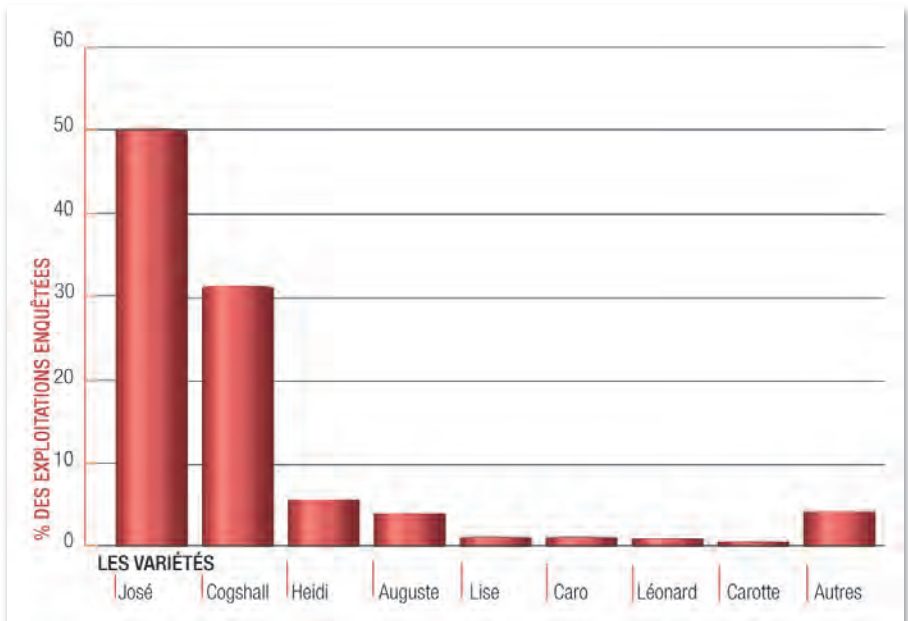


FIGURE 12 - POURCENTAGE DES SURFACES PLANTÉES PAR VARIÉTÉ DE MANGUE AU SEIN DES EXPLOITATIONS ENQUÊTÉES (LEMARIÉ, 2008).

L'INTÉRÊT ÉCONOMIQUE D'UN VERGER DE MANGUIERS À LA RÉUNION

Après la plantation d'un verger de manguiers, il faut attendre 6 années avant de dégager une marge de trésorerie bénéficiaire (Tableaux 2 à 6). Il est donc intéressant, pendant cette période, de pratiquer une culture intercalaire permettant de bénéficier d'un revenu subsidiaire (papayer, cultures maraîchères). La marge brute annuelle à partir de la neuvième année se stabilise à une

moyenne de 9 000 euros par hectare pour une production moyenne de 9 t/ha, soit un revenu mensuel brut de 750 euros/ha. Sachant que le SMIC brut mensuel est de 1 321 euros, il faut 1,8 ha de manguiers pour dégager l'équivalent d'un SMIC. La culture du manguiers fournit un revenu moyen supérieur à la plupart des autres productions fruitières pérennes (Tableau 2). De par sa qualité,

Tableau 2

Comparaison des surfaces équivalentes au SMIC en fonction de l'espèce cultivée.

Espèce	Rendement moyen (t / ha)	Cours moyen (€ / kg)	Produit brut (€ / ha / an)	Marge brute (€ / ha / an)	Revenu brut mensuel (€ / ha)	Surface équivalente SMIC (ha)
Agrumes	15	0,70	10 500	4 977	415	3,2
Letchi	8	1,50	12 000	6 860	572	2,3
Pêche	10	1,50	15 000	6 328	527	2,5
Mangue	9	1,50	13 500	9 000	750	1,8

et son goût typiquement local, la mangue présente l'avantage de pouvoir être commercialisée en grande quantité et n'est pas soumise à la concurrence de l'importation. Cependant, le développement de nouvelles variétés est une nécessité pour permettre d'améliorer l'étalement de la production.

Pour l'ensemble des calculs, le coût de la main-d'oeuvre est établi d'après le taux horaire du SMIC au 1^{er} juillet 2008 : 8,71 euros. Le coût des interventions mécanisées est basé sur le tarif des SICA : 50 euros par heure. Les différentes charges d'exploitation sont calculées pour une densité de plantation de 230 arbres/ha. L'option de calcul retenue correspond à l'emploi d'une main-d'oeuvre saisonnière.

Différents éléments économiques présentés dans le Tableau 6 permettent de

se faire une idée plus précise de la rentabilité d'un verger de manguiers.

■ Les rendements annuels :

ils peuvent varier considérablement d'une année à l'autre et selon la variété cultivée. Les données retenues sont basées sur une moyenne observée au cours des 10 dernières années pour les variétés les plus communes (Cogshall et José), soit 9 t/ha.

■ Le prix de vente moyen au kg :

c'est la moyenne de prix payée au producteur en pleine saison de récolte (de décembre à février). Ce prix est représentatif de la majorité du tonnage produit à La Réunion. Les récoltes précoces ou tardives bénéficient d'un prix plus avantageux (jusqu'à 10 euros/kg en mai 2008 pour la variété José), mais les quantités vendues à ce prix restent minimes et ne sont pas représentatives du prix d'achat

moyen payé au producteur. A l'inverse, des cours inférieurs à 1 euro/kg peuvent être observés les années de forte production en pleine saison. Le prix moyen de 1,50 euros/kg a donc été retenu pour réaliser notre étude de coût de production. Ce prix s'applique dorénavant de manière indifférente aux deux variétés prédominantes (Cogshall et José).

■ Le chiffre d'affaire du producteur :

c'est le revenu brut issu de la vente de la production, soit le prix moyen payé au kilo multiplié par le tonnage récolté.

■ Le coût de production/kg :

ce coût permet de connaître le prix de revient pour chaque kilo de fruit produit et d'apprécier la marge bénéficiaire par

Tableau 3

Coût de plantation d'un hectare de verger de manguiers.

	Quantité/ha	Prix unitaire (€)	Total/ha (€)
INTRANTS			
Chaux magnésienne	1 200 kg	0,80	960
Fumier	10 t	50,00	500
Analyse sol	1	90,00	90
Plants manguiers	230	8,00	1 840
Réseau irrigation (frais d'installation compris)	forfait	5 000,00	5 000
		Total intrants	8 390
MAIN-D'OEUVRE			
Epandage fertilisants (mécanisé)	4 h	50,00	200
Préparation du sol (mécanisé)	7 h	50,00	350
Trouaison (mécanisé)	6 h	50,00	300
Piquetage	8 h	8,71	69
Semis brise-vent	1 h	8,71	9
Plantation manguiers	25 h	8,71	218
Plantation brise-vent	24 h	8,71	209
		Total main-d'œuvre	1 295 €
		COUT TOTAL	9 685 €

rapport aux différents facteurs de production. Les charges de main-d'oeuvre sont les plus influentes sur le coût de production. Elles sont simulées pour une exploitation équipée d'un tracteur, d'un pulvérisateur à turbine et d'un giro-broyeur.

■ La marge brute annuelle :

elle correspond au solde de trésorerie du producteur après déduction des coûts de production (frais d'intrants et de main-d'oeuvre) du chiffre d'affaire. Les charges correspondant aux frais d'amortissement pour les investisse-

ments en bâtiments et matériel agricole ne sont pas prises en compte, de même que les taxes et les frais de fonctionnement. La marge brute devient positive à partir de la quatrième année de plantation pour le manguiier.

■ Le solde de trésorerie cumulé :

il représente le cumul des marges brutes en tenant compte des coûts de plantation. Il permet de connaître le délai pour parvenir à un solde positif (à partir de la sixième année pour le manguiier, Tableau 6)

Tableau 4

Coût de production en intrants par ha (€).

Année Nature	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fertilisation	123	177	249	318	382	453	529	0	0	0
Pesticides	0	0	442	838	1 173	1 173	1 173	1 509	1 509	1 509
Emballages (14€/caisse)	0	0	0	560	560	0	1 050	1 050	0	0
Irrigation (0,0625 €/m3)	26	52	84	105	131	147	157	168	187	187
Total intrants	149	229	775	1 821	2 246	1 773	2 909	2 727	1 696	1 696

Tableau 5

Coût de production en main d'œuvre et coût total de production par ha (€).

Année Nature	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Surveillance phyto	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218
Traitements phyto	0	0	125	200	200	225	225	300	300	300
Fauche, gyrobroyage	300	300	300	300	300	200	200	200	200	200
Désherbage	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Fertilisation	39	39	39	52	52	52	52	0	0	0
Récolte	0	0	62	374	746	871	995	1 244	995	1 244
Taille	0	61	100	143	204	204	309	410	518	618
Total main-d'œuvre	682	743	969	1 412	1 846	1 896	2 125	2 646	2 356	2 705
Coût total de production	831	972	1 744	3 233	4 092	3 669	5 034	5 223	4 052	4 401

Tableau 6

Synthèse des coûts de production et des résultats économiques par ha (€).

Année Nature	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rendement (t)	0	0	0,5	3	6	7	8	10	8	10
Prix de vente moyen/kg	-	-	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Chiffre d'affaire	0	0	750	4 500	9 000	10 500	12 000	15 000	12 000	15 000
Coût production/kg	-	-	3,49	1,08	0,68	0,52	0,63	0,52	0,51	0,44
Marge brute annuelle	-831	-972	-994	1 267	4 908	6 831	6 966	9 777	7 948	10 599
Solde trésorerie cumulé (coût plantation inclus)	-10 552	-11 524	-12 519	-11 252	-6 344	487	7 453	17 230	25 178	35 777



III. LE MARCHÉ DE LA MANGUE

Par Ignace HOARAU, Thierry MICHELS et Didier VINCENOT

LA PRODUCTION RÉUNIONNAISE

Le potentiel de production de mangues peut dépasser 3 000 tonnes par an les années de bonne récolte, ce qui représente à peine 4 kg de mangues par réunionnais. Cette production modeste est regroupée de décembre à février. Les productions précoces d'octobre à novembre sont particulièrement intéressantes en raison de prix de vente plus attractifs et de conditions climatiques encore très favorables. Les récoltes précoces sont surtout observées dans les secteurs aux conditions pédo-climatiques bien spécifiques : sols caillouteux capables d'accumuler de la

chaleur rapidement, ensoleillement important. Les vergers de la région de Grand-Fond à St-Gilles et de la Rivière des Galets sont généralement les premiers récoltés. Les récoltes tardives sont souvent consécutives à une deuxième, voire troisième floraison. Elles sont d'autant plus tardives que le verger est situé en altitude. Certaines variétés présentent des floraisons très étalées, mais pas forcément tous les ans (voir chapitre V). Le caractère variable des périodes de floraison de ces variétés ne facilite donc pas l'organisation prévisionnelle des marchés.

Le marché local (sources : Chambre d'Agriculture et CIRAD, 2008) _____

Deux variétés se partagent le marché local : la mangue américaine Cogshall (ex Early Gold) et la mangue locale José. Cogshall représente le quart de la production (750 t) et José un peu plus de la moitié (1 700 t). Le reste de la production (550 t) provient de quelques variétés anciennes commercialisées en vrac sous le nom de « mangues greffes » : Auguste, Léonard, Lise. La « mangue verte » (généralement la mangue Carotte) est récoltée pour la confection de rougail, d'achard ou de chutney. D'ici quelques années, de nouvelles variétés feront leur apparition sur le marché : Heidi, Nam Doc Mai, Caro (voir chapitre V).

Une enquête réalisée par le CIRAD (Lemarié, 2008) auprès de la moitié des

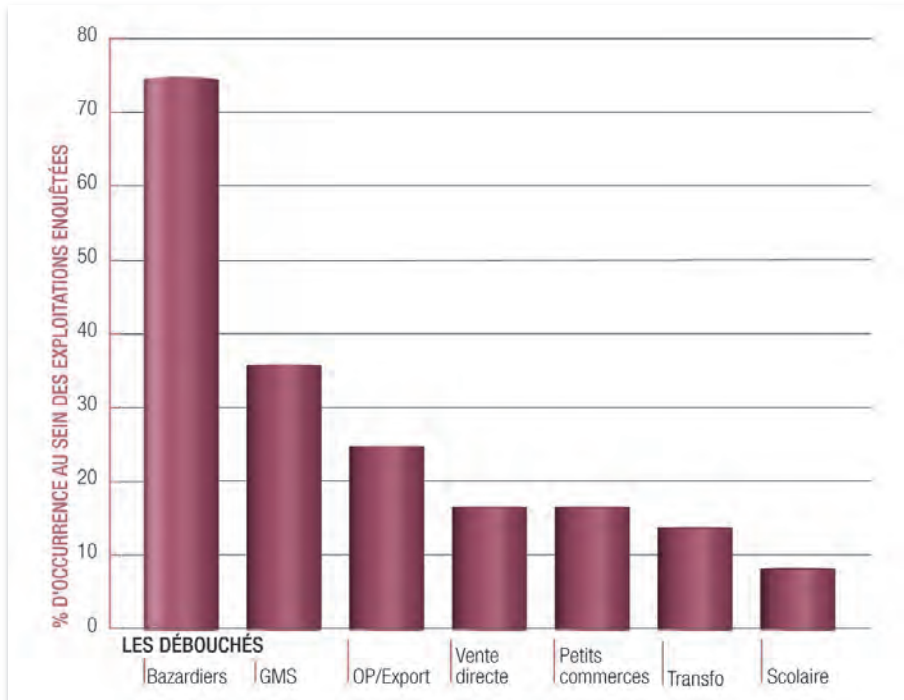
producteurs de mangues montre que l'approvisionnement en mangues du marché réunionnais s'articule autour de différents acteurs (Figure 13) : les bazarriers constituent le mode de commercialisation le plus fréquent. La vente se fait alors directement au champ ou au Marché de Gros ; suivent les Grandes et Moyennes Surfaces (GMS), les Organisations de Producteurs (OP), la vente directe à la ferme ou sur les marchés de producteurs, la vente aux petits commerces de primeurs, et les unités de transformation (rougails, confitures, sorbets, jus de fruits). Les collectivités ne représentent qu'un marché minoritaire en raison d'une structuration insuffisante de la filière et d'une offre encore trop saisonnière.

Le marché de l'exportation (sources : DAF Réunion, 2009) _____

La mangue Cogshall est la principale variété exportée par les coopératives fruitières de La Réunion. Cette variété répond aux critères du marché de l'exportation (forme, calibre, couleur) et reste emblématique puisqu'elle n'est pas cultivée à grande échelle en dehors de La Réunion. L'exportation se stabilise autour de 110 tonnes par an depuis 2006.

La mangue est le troisième fruit exporté après l'ananas Victoria (1 372 t) et le letchi (337 t). Comme pour ces autres espèces tropicales, la mangue est expédiée par avion afin d'offrir des garanties de fraîcheur et de qualité gustative. C'est un marché de niche haut de gamme qui est visé en raison des coûts de production et de transport aérien.

FIGURE 13 - MODES DE COMMERCIALISATION DES MANGUES RÉUNIONNAISES (LEMARIÉ, 2008).



LES CARACTÉRISTIQUES DU MARCHÉ MONDIAL ET EUROPÉEN DE LA MANGUE (SOURCES : FAO, 2007 ; EUROSTAT, CODE 080450)

Le marché mondial

Avec une production totale de plus de 33 millions de tonnes et un commerce international de 800 000 tonnes, le mangui est l'une des espèces fruitières les plus cultivées dans le monde. L'Inde à elle seule en produit plus de 13 millions de tonnes (Figure 14), mais sa production est essentiellement transformée ou vendue sur le marché national. Dans

beaucoup de régions tropicales, la mangue occupe une place importante dans l'alimentation des populations. Le botaniste Popenoe (1920) écrit dans un de ses livres que *“sous les tropiques la mangue joue, pour des milliers de personnes, un rôle plus grand que celui de la pomme dans les régions du nord de l'Amérique”*.

Le marché européen

Les principaux pays fournisseurs de l'Europe sont le Brésil (83 025 t), le Pérou (36 854 t), Israël (15 006 t), la Côte d'Ivoire (14 706 t) et le Pakistan (13 225 t) (Gerbaud *et al.*, 2009).

En 2007, 211 944 tonnes de mangues ont été importées en Europe, soit plus du quart du marché mondial. L'approvisionnement est quasi permanent grâce aux différentes latitudes des pays producteurs (Tableau 7). Les Pays-Bas (74 018 t), la France (17 499 t) et l'Espagne (14 348 t) sont les principaux pays européens importateurs.

La production européenne de mangues est principalement d'origine espagnole : 10 000 t qui sont écoulées sur le marché européen de septembre à novembre. Elles bénéficient de conditions de commercialisation très favorables à cette période de l'année. La qualité et le prix sont très compétitifs par rapport aux variétés transportées par avion. Les régions ultrapériphériques (îles Canaries, Madère, Guyane, Guadeloupe, Martinique et Réunion) sont également productrices de mangues. Leur production est essentiellement vendue sur les marchés locaux.

FIGURE 14 - PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS DE MANGUES (FAO, 2007).

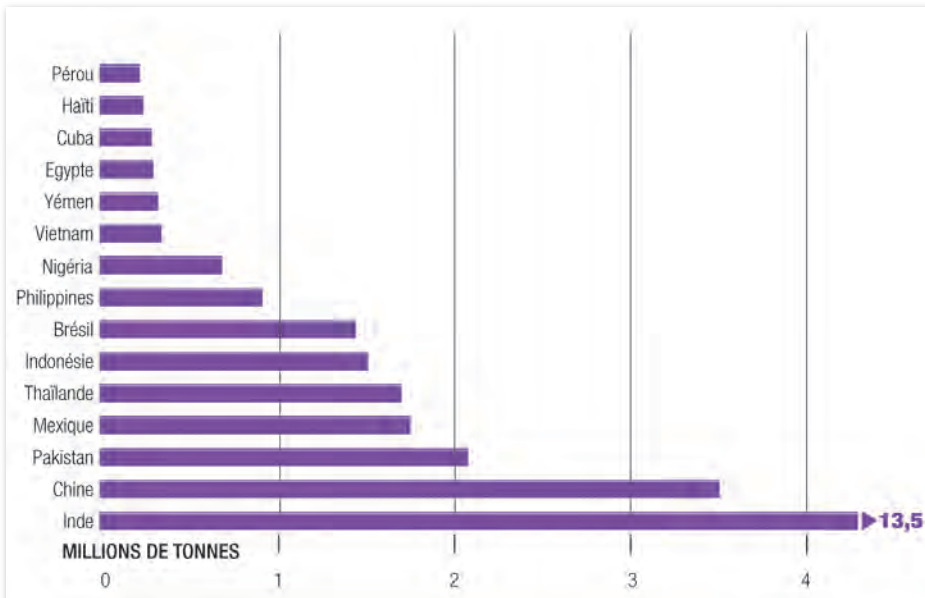


Tableau 7 Calendrier d'approvisionnement en mangues de l'Union Européenne – Principales origines (Gerbaud, *et al.*, 2009).

[illegible]



IV. LE MANGUIER

Par Frédéric NORMAND

GÉNÉRALITÉS TAXONOMIQUES : LA FAMILLE ET LE GENRE DU MANGUIER

Le nom d'espèce du manguiier est *Mangifera indica*. Il appartient à la famille des Anacardiaceae. Selon Watson & Dallwitz (1992), cette famille comprend environ 600 espèces réparties en 70 genres. Ce sont des arbres ou des arbustes largement présents dans les régions tropicales et subtropicales, et que l'on trouve aussi dans des régions tempérées du bassin méditerranéen. Plusieurs genres de cette famille sont d'importance économique :

- le genre *Anacardium*, auquel appartient l'anacardier (*Anacardium occidentale*) qui produit la noix de cajou et la pomme cajou, cette dernière étant le pédoncule charnu et comestible qui

porte la noix ;

- le genre *Spondias*, dont plusieurs espèces produisent des fruits comestibles : prune de Cythère (*Spondias dulcis*), prunes mombin jaune et rouge (*S. mombin* et *S. purpurea*) ;
- le genre *Pistacia* dont l'espèce *Pistacia vera* produit les pistaches, et *Pistacia terebinthus* contient de fortes teneurs en térébenthine ;
- les genres *Rhus* et *Toxicodendron* qui comportent des espèces ornementales ou productrices d'huiles, de tanins ou de résines ;
- le genre *Schinus* dont l'espèce *Schinus terebinthifolius*, ou faux-poivrier, est mellifère et produit les baies roses, recherchées comme épice ;

- enfin, le genre *Mangifera* dont plusieurs espèces produisent des fruits comestibles, le plus connu et le plus cultivé étant le manguiier, *Mangifera indica*.

Quatre genres de cette famille sont présents à La Réunion, avec des espèces ayant un intérêt économique : *Mangifera*, *Schinus*, *Anacardium*, et *Spondias*.

DESCRIPTION, ORIGINE ET DISPERSION

Description



FIGURE 15 -

PORT NATUREL D'UN MANGUIER ISOLÉ (PHOTO D. VINCENOT).

Le manguiier est un arbre pouvant atteindre 30 à 50 m de hauteur et vivre plus de 100 ans. En l'absence de taille, la forme générale de l'arbre, appelée le port, change selon les variétés (Figure 15). Certaines ont un port érigé et donnent des arbres hauts et peu étalés (Tommy Atkins, Kent). A l'opposé, cer-

taines variétés ont un port globulaire et donnent des arbres en boule (Cogshall, Irwin). Entre ces deux extrêmes existent différentes formes, par exemple en gobelet (José). Le feuillage est persistant, et les feuilles peuvent vivre 3 à 4 ans avant de tomber.

Elles sont simples,

de forme oblongue ovale à lancéolée, et de couleur verte plus ou moins foncée (la variété José a des feuilles plutôt vert clair). Elles sont arrangées en spirale le long des branches.

Le système racinaire est caractérisé par une ou plusieurs racines pivotantes



FIGURE 16 -

INFLORESCENCE DE COGSHALL (PHOTO F. NORMAND).

qui s'enfoncent verticalement et profondément dans le sol. Leur rôle est l'ancrage de l'arbre et la recherche d'eau en profondeur. Ce pivot est complété par de grosses racines latérales qui partent du collet de l'arbre, entre 0 et 40 cm de profondeur, avec une orientation horizontale. Ces grosses racines sont ramifiées en racines moyennes, puis fines, qui forment un dense chevelu racinaire dans les 30 premiers centimètres de profondeur. Les grosses racines horizontales jouent aussi un rôle dans l'ancrage de l'arbre, tandis que le chevelu racinaire a une fonction d'absorption de l'eau et des éléments minéraux dans le sol.

La floraison est groupée en inflorescences qui apparaissent à l'extrémité des branches. Les inflorescences sont des structures ramifiées avec une forme le plus souvent pyramidale. Leur taille, leur forme et leur couleur dépendent de la variété. Le nombre de fleurs qu'elles contiennent aussi ; il varie de plusieurs centaines à plusieurs milliers. Les fleurs sont petites, de 5 à 10 mm de diamètre,

avec 4 à 5 sépales pubescents et 4 à 5 pétales colorés (Figure 16). Le disque floral est formé de 4 à 5 lobes charnus



FIGURE 17 -

FLEUR HERMAPHRODITE (A. FRANCK).

situés au-dessus des pétales. Deux types de fleurs coexistent dans l'inflorescence : les fleurs mâles dont le pistil est avorté et qui portent une étamine fonctionnelle, et les fleurs parfaites, ou hermaphrodites, dont le pistil est fonc-

peu mellifères. Elles sont fécondées principalement par des mouches, des thrips, et les abeilles. Bien que certaines variétés de manguiers soient auto-incompatibles, celles cultivées à La Réunion semblent auto-compatibles puisqu'elles fructifient en vergers monovariétaux.



FIGURE 18 -

NOYAU POLYEMBRYONNÉ (PHOTO D. VINCENOT).

tionnel (Figure 17). Seules ces dernières peuvent former un fruit. La proportion de chaque type de fleur dans une inflorescence est influencée par la variété, les conditions environnementales et les opérations culturales. Les fleurs du manguiers produisent peu de nectar et sont

Le fruit est une drupe. Sa forme, sa couleur et sa taille varient fortement avec la variété (Vincenot, 2004). La forme de la mangue peut être globulaire ou allongée, et plus ou moins aplatie latéralement. Les variétés originaires du Sud-Est asiatique ont souvent une forme allongée (Nam Doc Mai par exemple, voir chapitre V). La peau du fruit peut être unicolore ou multicolore, avec une palette allant du vert au violet, en passant par différents jaunes, oranges et rouges. Les mangues d'origine indienne sont souvent moins colorées, de vert à jaunâtre, même à maturité. C'est par exemple le cas de la variété José. Le poids moyen d'une mangue est compris entre 200 g et plus de 1 000 g selon la variété. Les caractéristiques de la pulpe du fruit varient aussi avec la variété. Couleur, épaisseur, goût, arômes, caractère juteux, présence de fibres sont autant d'aspects qui déterminent la typicité et la qualité du fruit.

La graine est contenue dans une enveloppe fibreuse et dure. Elle peut contenir un ou plusieurs embryons, qui

donneront de nouvelles plantules (Figure 18). C'est une particularité propre à chaque variété. On parle alors de variété monoembryonnée ou de variété polyembryonnée.

Les graines polyembryonnées contiennent un embryon sexué, issu de la fécondation, et des embryons dits nucellaires qui donneront des plantules identiques à la plante mère. Cela permet de multiplier ces variétés par semis, alors que les variétés monoembryon-

nées nécessitent une multiplication végétative (greffage, marcottage). En particulier, les variétés utilisées comme porte-greffe, par exemple Maison Rouge à La Réunion, sont polyembryonnées de façon à disposer de porte-greffes de semis homogènes. La graine de manguiier est dite récalcitrante : elle perd rapidement son pouvoir germinatif car elle ne supporte pas la dessiccation et doit être semée sans tarder après la récolte.

Origine et dispersion

La zone d'origine du manguiier semble être la région Indo-Birmane. Le nom d'espèce *indica* signifie d'ailleurs « de l'Inde ». La mangue a une grande importance culturelle et religieuse en Inde et elle y est cultivée depuis au moins 4 000 ans (De Candolle, 1884). Les variétés monoembryonnées sont originaires de zones subtropicales de l'Inde, alors que les variétés polyembryonnées proviennent de zones tropicales du Sud-Est asiatique.

Les premières mangues cultivées avaient probablement des petits fruits avec peu de pulpe et beaucoup de fibres, proches des mangues sauvages. La sélection de plants de semis avec

des fruits de meilleure qualité durant plusieurs siècles a permis d'obtenir des variétés à fruits plus gros et à pulpe plus épaisse. Ce n'est cependant qu'avec l'arrivée des portugais à la fin du 15^{ème} siècle, que les arbres avec les meilleures caractéristiques de production ont pu être multipliés végétativement et devenir des variétés dont certaines sont encore cultivées de nos jours (Mukherjee, 1997). En effet, les européens apportèrent les techniques de multiplication végétative (marcottage, greffage) qui permirent de multiplier à l'identique les manguiers monoembryonnés indiens.

La diffusion du manguiier à l'ensemble du monde tropical est récente et date

des expéditions et des installations coloniales portugaises et espagnoles du 15^{ème} et du 16^{ème} siècle. Les portugais ont transporté le manguiier de leurs colonies indiennes à leurs colonies africaines, puis de ces dernières au Brésil. De leur côté, les espagnols ont transporté des variétés polyembryonnées des Philippines vers leurs colonies du Nouveau Monde, Mexique et Panama, à travers le Pacifique. Le manguiier a été introduit dans les Caraïbes dans la seconde moitié du 18^{ème} siècle, probablement à partir du Brésil. C'est à cette époque qu'il a aussi été introduit à La Réunion (1770) par M. Deguigne de la Bérangerie, en provenance de Goa en Inde (Le Bellec et Renard, 1997).

En dehors de sa zone asiatique d'origine, un important centre de diversifi-

cation variétale, beaucoup plus récent, est la Floride. Le premier manguiier y a été introduit en 1861 depuis Cuba. Puis le Département de l'Agriculture des Etats-Unis a mené une politique d'introduction de variétés indiennes et du Sud-Est asiatique jusqu'au début du 20^{ème} siècle. De nombreuses variétés ont été créées ou sélectionnées par des centres de recherche ou par des particuliers amateurs de fruitiers tropicaux. Les principales variétés commerciales actuelles sont ainsi nées en Floride : Tommy Atkins, Kent, Keitt, Irwin, Zill, Haden, Palmer, Cogshall.... (Campbell, 1992). Elles sont caractérisées par des fruits de couleur vive et attractive, avec une proportion de pulpe importante, et peu ou pas de fibres.

LE CYCLE PHÉNOLOGIQUE

La définition de la phénologie la plus courante dans les dictionnaires est : *“l'étude de l'apparition d'événements périodiques, le plus souvent annuels, dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat”*. D'après cette définition, seules les variations climatiques déterminent la phénologie. Il s'agit, dans le cas du manguiier, de la température et

de la pluviométrie. Or, des travaux récents menés à La Réunion (Magne, 2004 ; Renard, 2005 ; Pambo Bello, 2006 ; Normand et al., 2009) montrent que des facteurs propres à la plante ont aussi une influence sur le déroulement du cycle phénologique. Ainsi, la charge en fruits de l'arbre l'année précédente, la position ou l'âge des unités de croissance peuvent modifier le dé-

roulement du cycle phénologique du manguiier et affecter la réussite de la floraison, et donc la production. Cette connaissance est importante car la réussite du cycle phénologique n'est pas alors seulement liée aux caprices de la météorologie, mais elle peut aussi être manipulée dans une certaine mesure par des opérations techniques adaptées.

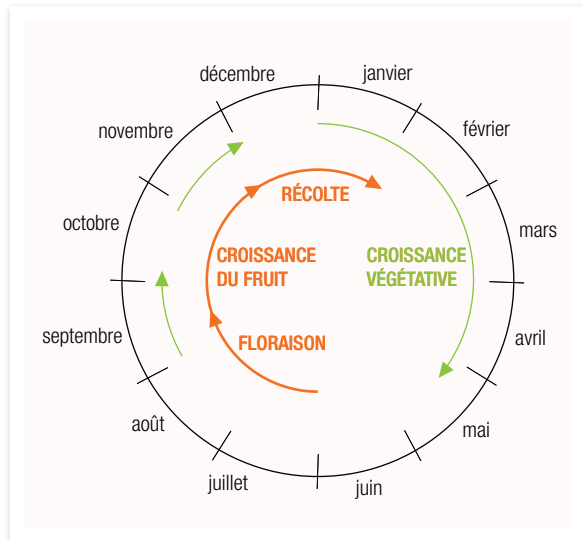


FIGURE 19 - CYCLE PHÉNOLOGIQUE DU MANGUIER À LA RÉUNION (COGSHALL À SAINT-PIERRE).

Pour le manguiier, les événements périodiques de la phénologie sont la croissance végétative, le repos végétatif, la floraison et la récolte. Ils sont appelés stades phénologiques, et leur enchaînement au cours de l'année constitue le cycle phénologique. Ce dernier peut être représenté, pour une variété et un lieu donnés, en superposant les stades phénologiques au calendrier de l'année (Figure 19). Ainsi, pour la variété Cogshall à Saint-Pierre, la floraison a lieu durant l'hiver austral, de juillet à septembre, et la récolte s'étale de début décembre à fin janvier. La croissance végétative commence dès la fin de la floraison, et elle s'intensifie après la récolte, au cours de la saison chaude et humide. Elle se termine en avril-mai. Elle est suivie d'une période de repos végétatif au

début de l'hiver austral, repos qui précède la floraison.

Trois stades phénologiques importants du manguiier, la croissance végétative, le repos végétatif et la floraison vont être présentés, ainsi que les facteurs susceptibles de les affecter. Le dernier stade important, la récolte, est présenté au chapitre VIII.

■ La croissance végétative

La croissance végétative du manguiier est rythmique, par opposition à une croissance continue. Chaque bourgeon donne naissance à une structure ap-

pelée unité de croissance, constituée d'une portion de tige et de feuilles (Figure 20). L'unité de croissance s'allonge durant la phase de croissance végétative. Puis la croissance cesse et est suivie par une période de repos de quelques semaines à plusieurs mois. Si les conditions sont favorables, les bourgeons de cette nouvelle unité de croissance peuvent alors débourrer et donner de nouvelles unités de croissance. L'ensemble de l'arbre est ainsi formé par un empilement d'unités de croissance, que l'on peut distinguer le long des branches par les cicatrices circulaires qui les séparent.



FIGURE 20 -

UNITÉS DE CROISSANCE DU MANGUIER
(PHOTO P. E. LAURI).

La croissance végétative du manguiier n'a pas lieu de façon simultanée sur tous les arbres d'un verger, ni même au sein de chaque arbre. On parle alors d'asynchronisme de croissance, respectivement entre les arbres et sur les arbres. Ainsi, des pousses végétatives sont présentes quasiment tout au long de l'année dans un verger. Ces asynchronismes, faibles sur de jeunes arbres, augmentent avec l'âge du verger. C'est un problème majeur par rapport aux maladies et ravageurs des feuilles (voir chapitre VII) qui trouvent presque en permanence des stades sensibles pour se reproduire ou se nourrir. Des traitements phytosanitaires fréquents seraient nécessaires pour protéger la végétation des manguiers, ce qui n'est pas compatible avec la Production Intégrée de fruits (limitation des pesticides et préservation de l'environnement).

La croissance végétative du manguiier est affectée par des facteurs climatiques, par les opérations culturales, et par des facteurs internes à l'arbre. La température et la pluviométrie sont les principaux facteurs climatiques qui affectent la croissance végétative. Les températures élevées et la disponibilité en eau favorisent une croissance

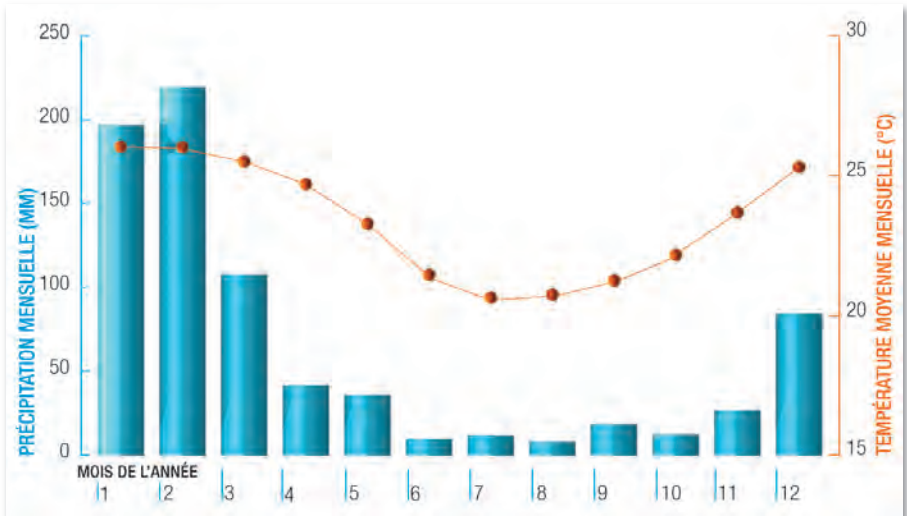


FIGURE 21 - PLUVIOMÉTRIE ET TEMPÉRATURE MOYENNES AU LYCÉE AGRICOLE DE SAINT-PAUL (PÉRIODE 1997-2008).

végétative active, alors que les températures fraîches et la sécheresse la stoppent. La durée du jour, ou photopériode, ne semble pas jouer un rôle sur la croissance végétative du manguiers (Nuñez-Elisea et Davenport, 1995). Les opérations culturales qui favorisent la croissance végétative sont l'irrigation, la fertilisation azotée, la taille, la défoliation des unités de croissance terminales, ou un passage de températures fraîches à des températures élevées (Davenport et Nuñez-Elisea, 1997). Les facteurs internes à l'arbre qui affectent la croissance végétative sont de différentes natures et permettent d'expliquer les asynchronismes de croissance végétative sur et entre les manguiers.

■ Le repos végétatif

La période de croissance végétative du manguiers se termine en avril ou mai. Elle est suivie par une période de repos végétatif apparent où rien de visible ne se passe sur l'arbre. L'arrêt de la croissance est lié à des conditions climatiques qui deviennent défavorables : baisse des températures et de la pluviométrie (Figure 21). Les températures mensuelles commencent à baisser à partir de mars, et les mois les plus frais vont de juin à septembre. La fin de la saison des pluies en avril laisse la place à la saison sèche avec des précipitations très limitées.

Le repos végétatif est très important pour la floraison qui lui fait suite. Sans repos végétatif, la floraison n'a pas lieu pour la plupart des variétés. D'une part, cette période de repos permet aux unités de croissance de « mûrir » et d'acquiescer la maturité pour fleurir. D'autre part, cette période est favorable à l'accumulation de sucres de réserve par l'arbre grâce à la photosynthèse, sucres qui sont nécessaires à la floraison et à la fructification.

Des facteurs climatiques ou des opérations culturales inappropriées peuvent briser ce repos végétatif et avoir des conséquences négatives sur la floraison à venir. Si la température est peu susceptible de varier brusquement pour relancer la croissance végétative, le verger n'est pas à l'abri d'une pluie tardive importante, en mai ou juin, qui peut permettre le redémarrage de la croissance végétative, et ce d'autant plus facilement que les manguiers subissent un stress hydrique. Les opérations culturales favorables à la croissance végétative sont à éviter durant cette période : fertilisation azotée, irrigation importante, taille, défoliation.

■ La floraison

La floraison a lieu au cours de l'hiver austral, de juin à octobre, suivant les variétés et les zones écologiques. La floraison peut être caractérisée par son intensité et par la façon dont elle se déroule dans le temps. Ces deux aspects sont d'importance agronomique pour la conduite du verger et vont être abordés, en évoquant les facteurs susceptibles de les affecter.

L'intensité de la floraison dépend de l'importance de l'induction florale, c'est-à-dire de l'acquisition par les bourgeons de la capacité à se transformer en inflorescence. L'induction florale nécessite, chez la plupart des variétés, une période de repos des unités de croissance et des températures fraîches. D'où la nécessité du repos à la fin de la saison de croissance végétative, et la floraison hivernale du manguiier. Les seuils de température induisant la floraison ne sont pas connus avec précision et dépendent des variétés. On admet généralement que des températures nocturnes de 10 à 15°C pendant au moins 3 à 5 semaines sont inductives de la floraison (Davenport et Nuñez-Elisea, 1997). Cependant, des températures inférieures à 15°C entraînent une altération du pollen qui perd ses facultés germinatives. La floraison ne produit alors pas de fruit par manque de fécondation. La floraison

dépend aussi de l'âge des unités de croissance au moment de l'induction florale : plus elles sont apparues tôt au cours de la saison de croissance végétative, et sont donc âgées, plus elles ont des chances de fleurir (Pambo Bello, 2006). Un âge minimal de 7 semaines, dépendant des variétés, serait nécessaire pour que l'unité de croissance puisse être induite à fleurir (Nuñez-Elisea et Davenport, 1995).

Comme la croissance végétative, la floraison n'a pas lieu de façon simultanée sur chaque arbre, ni entre les arbres d'un verger. Ces asynchronismes de floraison sont peu marqués sur de jeunes manguiers, mais le sont sur des manguiers âgés. Cela conduit à un étalement de la floraison différent entre vergers d'âges contrastés : de 10-11 semaines pour de jeunes arbres (4 ans) à 16-18 semaines sur des arbres plus âgés (8 ans) de la variété Cogshall par exemple (Figure 22). Ces asynchronismes de floraison sont en

grande partie liés aux asynchronismes de croissance végétative.

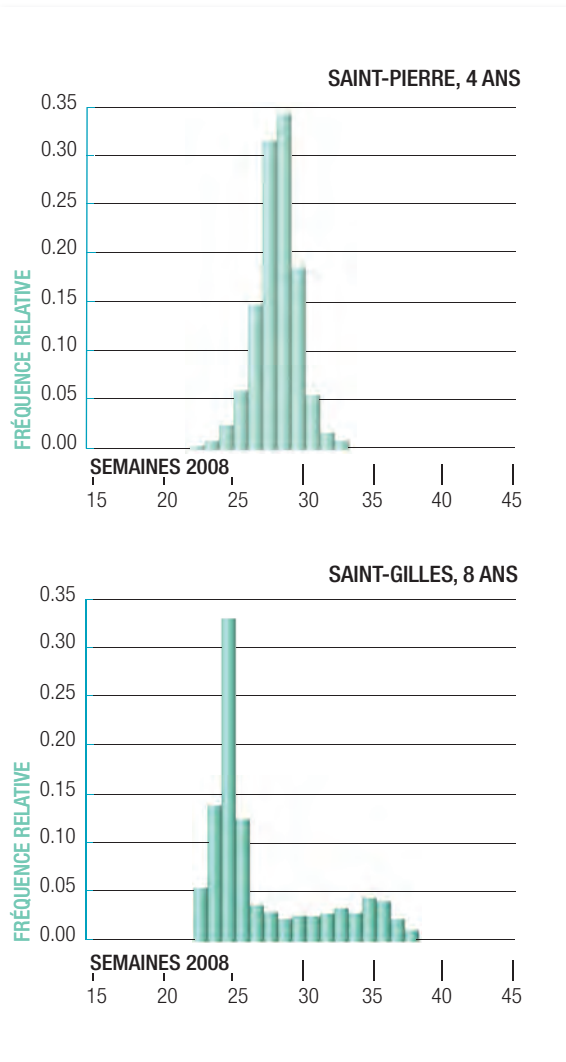


FIGURE 22 - ÉTALEMENT DE LA FLORAISON SUR DEUX VERGERS D'ÂGE DIFFÉRENT DE LA VARIÉTÉ COGSHALL.

Si ces asynchronismes peuvent être vus comme avantageux en étalant la floraison et la récolte, ils représentent un problème majeur pour la production intégrée de mangues. En effet, la floraison est soumise à diverses maladies et ravageurs pouvant la détruire complètement (voir chapitre VII). Une floraison étalée demande plus de traitements phytosanitaires qu'une floraison groupée à l'échelle du verger. De plus, une floraison étalée entraîne une récolte également étalée dans le temps, avec le même problème phytosanitaire pour la gestion des mouches des fruits. L'étalement de la récolte est également source d'hétéro-

généité de la maturité et de la qualité des fruits. Il apparaît donc plus compatible avec une conduite intégrée de la production de mangues d'essayer de concentrer dans le temps la floraison. Cette concentration doit se faire à l'échelle de la parcelle ou d'une partie de la parcelle, et non pas à l'échelle de tout le verger d'une exploitation, de façon à ne pas conduire à un pic de récolte qui pourrait être néfaste pour la commercialisation (surcharge ponctuelle de travail, débouchés limités, ...). Les opérations culturales favorisant la concentration de la floraison sont présentées dans le chapitre VII.

LES EXIGENCES AGROCLIMATIQUES

.....

■ Climat

Le climat favorable à la culture du manguiier est celui de la zone tropicale semi-aride, non gélive, présentant une alternance très nette de période sèche et de période humide. Une saison sèche de deux à trois mois entraîne le repos végétatif et favorise la floraison (induction florale), ce phénomène se trouvant d'ailleurs accentué par une baisse de température. En période de floraison, les températures minimales doivent être supérieures à 15°C pour que le pollen

puisse germer dans de bonnes conditions. Cela explique, à La Réunion, la très faible productivité des manguiiers dans les zones où l'altitude excède 400 mètres.

Outre les problèmes de pollinisation, le climat a une grande influence sur le développement des attaques parasitaires. Ainsi, au-delà de 1 500 mm de précipitations annuelles, les problèmes phytosanitaires deviennent presque insurmontables pour la plupart des variétés commerciales.

■ Sols

Le manguiier pousse dans des sols très divers, au pH variant de 5,5 à 7,5. Il supporte les sols assez lourds à condition qu'ils soient bien drainés et suffisamment profonds pour pouvoir y installer ses racines pivotantes. On trouve également de très beaux vergers dans des

sols à texture très caillouteuse où l'irrigation est parfaitement maîtrisée.

L'ensemble de ces exigences explique la situation géographique des vergers de manguiers à La Réunion : Côte sous le vent, de La Possession à Saint-Pierre, du littoral jusqu'à 400 m d'altitude.



V. LES VARIÉTÉS D'INTÉRÊT AGRONOMIQUE

Par Didier VINCENOT

Il existe de par le monde plus de mille variétés de mangues différentes. Localement, une cinquantaine de variétés ont pu être identifiées dans les vergers de production (Vincenot, 2004), mais seulement deux variétés sont bien représentées sur le marché réunionnais : José et Cogshall. Leur production prédomine de décembre à février. Afin d'étendre les périodes de production, il devient nécessaire de proposer aux producteurs une gamme variétale plus diversifiée et bien adaptée aux conditions pédoclimatiques réunionnaises.

Les variétés proposées dans ce guide répondent à des critères bien précis :

- acceptation sur les marchés par l'aspect attractif et la qualité du fruit ;
- résistance au transport et aux manipulations ;
- capacité de conservation ;
- production précoce ou tardive ;
- tolérance aux attaques parasitaires ;
- productivité satisfaisante, supérieure à 10 t/ha.

Il est évident qu'il est quasiment impossible de trouver toutes ces qualités pour une seule et même variété. C'est pour cette raison qu'il est recommandé de planter plusieurs de ces variétés en proportion judicieuse.

PHOTO : D. VINCENOT



CARO

Provient d'un semis à la Rivière St-Louis. Fruit à peau épaisse ayant une bonne aptitude au transport et à la conservation. Chair jaune-orangé, fondante, sucrée et parfumée, de très bonne qualité gustative. La floraison est groupée, caractérisée par des panicules allongées et blanchâtres. La récolte, plutôt abondante, peut être très étalée certaines années. Poids moyen : 200 g.

PHOTO : D. VINCENOT



CAROTTE

Mangue polyembryonnée réunionnaise naturalisée dans de nombreux secteurs de l'île et très productive. Variété la plus hâtive et mangue "Rougail" par excellence, sa chair est très fibreuse à maturité. Intéressante pour la transformation et les marchés forains. Poids moyen : 200 g.

PHOTO : D. VINCENOT



COGSHALL (ex EARLY GOLD)

Originare de Floride, cette variété représente le tiers des surfaces en manguiers à La Réunion et répond aux critères commerciaux de l'exportation. Cette variété est intéressante pour ses qualités agronomiques : récolte avant la période cyclonique, moyennement sensible à l'anthracnose, à la bactériose et aux piqures de mouches des fruits. La nouaison est assez groupée, le fruit est jaune-vert-rouge, à chair orangée au goût de pêche et d'abricot, sans fibre et fondante. Floraison groupée mais sensible à l'oïdium. Alternance marquée dans certains secteurs. Craint la sécheresse et l'oïdium. Poids moyen : 350 g.

HEIDI

Heidi est issue d'un croisement entre Kent et Sensation réalisé à Nelspruit en Afrique du Sud (Institute for Tropical and Subtropical Crops). Le fruit se récolte tardivement (mars à Saint-Pierre), résiste bien aux manipulations car sa chair est très ferme, et ne chute pas facilement. Ses qualités gustatives sont très bonnes : chair sans fibre, juteuse, aromatique, de goût très agréable. Les possibilités d'exporter ce fruit sont également intéressantes vu sa potentialité de conservation et sa tenue aux transports. La production est alternante et reste exposée aux risques cycloniques. Poids moyen : 500 g.

PHOTO : D. VINCENTOT



JOSÉ

PHOTO : F. NORMAND



Originaire de La Réunion, cette variété occupe plus de la moitié des vergers de l'île et ne doit être plantée que dans les régions chaudes et sèches à basse altitude (inférieure à 400 m). La floraison est souvent hétérogène sur le même arbre (on parle de première, deuxième, troisième floraison), ce qui accentue l'étalement des récoltes. Un minuscule orifice situé à l'apex du fruit caractérise cette variété. Chair ferme, sucrée, juteuse et très parfumée. Cependant sa culture est délicate et pose souvent des problèmes

physiologiques sur fruit difficiles à maîtriser : éclatement, taches liégeuses, problème de maturation. Les pertes de récolte peuvent être importantes. Sensible à l'antracnose et aux cécidomyies. Poids moyen : 250 g.

KENSINGTON PRIDE

Principale variété cultivée en Australie, Kensington Pride a été introduite par le CIRAD à La Réunion en 2000. Cette variété est vigoureuse et produit des arbres de grandes dimensions. Kensington Pride est de bonne qualité gustative : chair fondante et légèrement fibreuse, très juteuse et sucrée, au parfum de carotte et d'abricot. Les feuilles froissées dans la paume de la main rappellent l'odeur de la mangue « Carotte » bien connue à La Réunion. Le fruit se récolte 10 jours après Cogshall. Poids moyen : 450 g.

PHOTO : F. NORMAND



PHOTO : D. VINCENOT



MAISON ROUGE

Cette variété d'origine mauricienne se multiplie fidèlement par semis grâce à sa polyembryonie. Elle est cultivée essentiellement pour ses qualités de portegreffe du fait de son enracinement pivotant. Celui-ci assure un excellent ancrage et une bonne résistance au vent. La chair du fruit est juteuse mais très fibreuse. Poids moyen : 300 g.

PHOTO : D. VINCENOT



LISE

Variété réunionnaise à floraison groupée. Le fruit est décentré, légèrement aplati, de coloration rouge dans la zone pédonculaire, de belle présentation. La chair, de couleur jaune-orangé, est fondante, sucrée et juteuse, mais peu parfumée. Intéressante pour sa précocité et sa rusticité. Poids moyen : 200 g

NAM DOC MAI

Traditionnellement cultivée en Thaïlande, cette mangue appartient au groupe des mangues de type asiatique (polyembryonnée) et se récolte généralement verte, avant maturité, pour être consommée en salade, séchée, en condiment ou en sauce pour accompagner les plats thaïlandais. Introduite par le CIRAD en 2000 à La Réunion, cette variété présente l'intérêt d'être précoce et rustique et de se prêter à tous les types de consommation. Sa chair est de très bonne qualité, fine, sans fibre et délicatement parfumée. Poids moyen : 340 g.

PHOTO : F. NORMAND



ORPHÉE

Peu de données agronomiques existent sur cette mangue d'origine mauricienne, mais les quelques arbres cultivés à Saint-Paul révèlent une bonne productivité et une précocité très marquée (récolte d'octobre à novembre). Le fruit, de forme arrondie, est rouge vif avec de belles lenticelles blanches. Chair de bonne qualité, agréable et parfumée. Poids moyen : 170 g.

PHOTO : F. NORMAND



TOMMY ATKINS

Variété sélectionnée en Floride en 1922 à partir d'un semis de Haden. Elle a été introduite par le CIRAD à La Réunion en 2000. C'est la principale variété cultivée en Afrique du Sud et au Brésil pour l'exportation. Le fruit, peu sensible à l'antracnose, de très belle présentation, se conserve bien après la cueillette. La récolte groupée et de saison est également un atout majeur dans la culture de cette variété. Poids moyen : 600 g.

PHOTO : D. VINCENOT



VIOLETTE

Variété issue d'un semis réalisé à La Réunion, Violette donne un beau fruit à la coloration attrayante. Très productive, elle trouve sa place dans un verger professionnel grâce à la qualité de sa chair et à sa belle présentation. Cette mangue mériterait d'être développée à plus grande échelle afin d'être diffusée sur le marché local et celui de l'exportation. Poids moyen : 350 g.



Tableau 8

Récapitulatif des périodes de production des variétés décrites.

	PRECOCE		DE SAISON		TARDIVE	
	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Caro						
Carotte						
Cogshall						
Heidi						
Kensington						
José						
Lise						
Nam Doc Mai						
Orphée						
Tommy Atkins						
Violette						

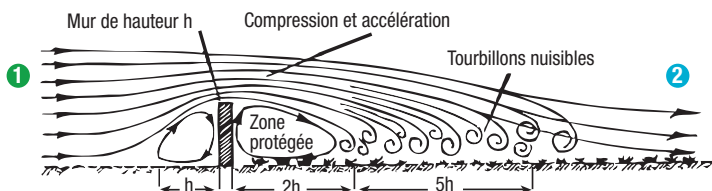
VI. LA MISE EN PLACE DU VERGER

Par Didier VINCENOT

L'INSTALLATION DES HAIES BRISE-VENT

Les haies plantées autour et à l'intérieur du verger sont indispensables pour les raisons suivantes :

- le vent provoque un stress sur les arbres fruitiers pouvant altérer leur développement et la qualité de leur
- production ; les haies jouent le rôle de barrière physique contre le vent et améliorent de ce fait la productivité et la qualité des fruits ;
- les haies constituent un refuge pour la faune auxiliaire et les pollinisateurs ;
- elles limitent la pollution générée par



- ① A l'avant, les filets d'air y rencontrent une masse d'air comprimé qui leur sert de rampe ; ils escaladent l'obstacle, sur lequel ils se compriment et accélèrent.
- ② A l'arrière, une seconde masse d'air sert de rampe de descente. Entre $2h$ et $5h$ se forme une zone tourbillonnaire très défavorable aux cultures, l'air y est agité et séchant.

FIGURE 23 - EFFET D'UN MUR IMPERMÉABLE AU VENT SUR LES FLUX D'AIR
(D'APRÈS A. MAZERAND, IN SOLTNER, 2000).

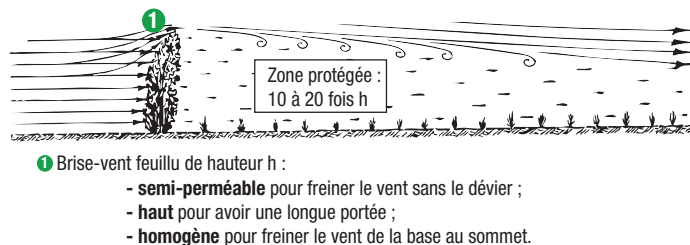


FIGURE 24 - EFFET D'UNE HAIE BRISE-VENT SEMI-PERMÉABLE SUR LES FLUX D'AIR
(D'APRÈS A. MAZERAND, IN SOLTNER, 2000).

les intrants fertilisants et phytosanitaires des parcelles voisines et agissent comme un véritable filtre naturel ;

- elles protègent contre l'érosion du sol en évitant le ruissellement de l'eau ;
- elles contribuent à une meilleure fixation des nitrates du sol ;
- elles réduisent l'évapotranspiration du verger et permettent ainsi d'économiser l'eau d'irrigation.

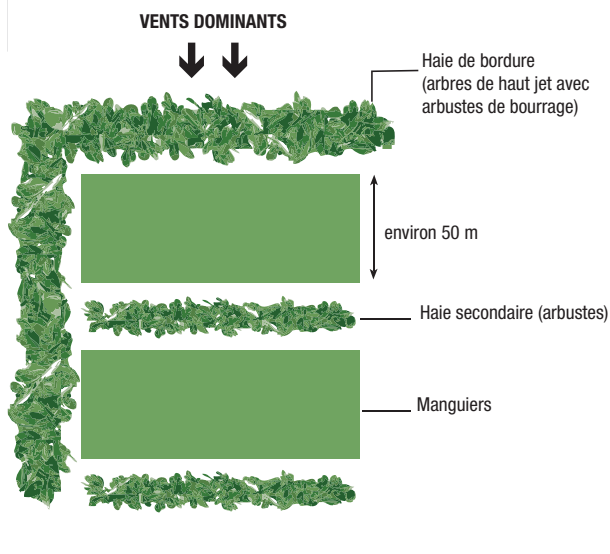


FIGURE 25 - DISPOSITION DES BRISE-VENTS PRIMAIRES ET SECONDAIRES DANS LE VERGER.

Pour être efficace contre le vent, une haie ne doit pas être trop touffue au risque de provoquer de violents tourbillons sur la zone à protéger (effet « mur », Figure 23). Une haie semi-

perméable présente la capacité de « filtrer » le vent et protège sur une distance équivalant à dix fois sa hauteur (Figures 24 et 25). Cette distance est d'autant plus grande que la haie occupe une largeur importante (double ou triple

Exemple d'espèces adaptées à la plantation de haies primaires en verger de manguiers ;
la distance moyenne de plantation entre ces arbres est de 7 m.

Tableau 9

Nom commun	Genre espèce	Caractéristiques
Arbre à miel	<i>Inga laurina</i>	Fruits comestibles.
Bois noir	<i>Albizia lebbek</i>	Feuillage consommé par le bétail, très mellifère.
Bois rouge	<i>Cassine orientalis</i>	Endémique, très bonne résistance au vent, croissance lente.
Cassia du Siam	<i>Cassia siamea</i>	Production de bois de chauffe et d'ébénisterie.
Grévillaire	<i>Grevillea robusta</i>	Ornemental et mellifère, supporte l'élagage.
Jacquier	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Production de fruits.
Lilas de Perse (margosier)	<i>Melia azedarach</i>	Feuillage aux propriétés insecticides.
Longani	<i>Dimocarpus longan</i>	Production de fruits.
Macadamia	<i>Macadamia integrifolia</i>	Production de noix, très mellifère.
Neem	<i>Azadiracta indica</i>	Feuillage aux propriétés insecticides.
Tamarin des Bas	<i>Tamarindus indica</i>	Production de fruits, très mellifère.

Exemple d'espèces adaptées à la plantation de haies secondaires en verger de manguiers ;
la distance moyenne de plantation entre ces arbres est de 1,50 m.

Tableau 10

Nom commun	Genre espèce	Caractéristiques
Cassia	<i>Cassia bicapsularis</i>	Légumineuse, bonne fixation de l'azote.
Chapeau chinois	<i>Holmskioldia sanguinea</i>	Floraison hivernale.
Cytise	<i>Cassia fistula</i>	Légumineuse, bonne fixation de l'azote.
Durandha	<i>Durandha repens</i>	Croissance rapide.
Epine du Christ	<i>Euphorbia milii</i>	Haie défensive (épineux), croissance lente.
Esquine	<i>Euphorbia lactea</i>	Haie défensive (épineux).
Flamboyant nain	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Fleurs décoratives, tiges épineuses.
Jasmin de nuit	<i>Cestrum nocturnum</i>	Plante odorante la nuit.
Jasmin trompette	<i>Tecomaria capensis</i>	Floraison décorative toute l'année.
Mapou	<i>Cordia sebestena</i>	Floraison hivernale.
Plumbago	<i>Plumbago capensis</i>	Dragonne abondamment.

rang, voire haie bosquet). En fonction de la longueur de la parcelle à protéger, les haies sont constituées d'arbres de haut jet pour les haies primaires (au moins 8 m de hauteur), et d'arbustes, soit pour les haies secondaires (3 à 6 m de hauteur), soit plantés entre les arbres de haut jet afin de présenter un rideau homogène sur toute la hauteur (Tableaux 9 et 10). Afin d'offrir un abri

efficace pour la faune auxiliaire, les haies doivent occuper au moins 5% de la surface du verger. Elles doivent être irriguées les trois premières années. Les haies sont implantées un an avant les arbres du verger pour que ceux-ci bé-



FIGURE 26 -

HAIE DE JACQUIERS ET ALIGNEMENT DE MANGUIERS PLANTÉS
À BONNE DISTANCE (PHOTO D. VINCENOT).

néficient de leur protection dès la plantation. Un espace d'au moins 7 mètres est laissé entre la haie et le premier rang de plantation pour favoriser l'ensoleillement et éviter les compétitions racinaires (Figure 26).

Espèces concurrentielles des manguiers

Certaines espèces ne doivent pas être plantées en haie à proximité des vergers en raison des effets concurrentiels très marqués avec les manguiers : eucalyptus, ficus, filaos, *Acacia auriculiformis*. Les racines de ces espèces entrent en forte compétition avec celles

des manguiers en consommant de grandes quantités d'eau et d'éléments nutritifs. D'autre part, les feuilles d'eucalyptus et les aiguilles de filaos acidifient le sol et ne fournissent pas de matière organique adaptée aux manguiers.

Rappel des espèces interdites à la plantation (pestes végétales)

L'annexe 3 de l'arrêté préfectoral n° 3006 du 10 août 2006 mentionne les espèces végétales exotiques envahissantes dont l'implantation est interdite, à savoir : *Lantana camara* (galabert), *Syzgium jambos* (jambrosade), *Schinus terebinthifolius* (baie rose ou faux poivrier), *Psidium cattleianum* (goyavier), *Acacia*

mearnsii (acacia de Mearns), *Spathodea campanulata* (tulipier du Gabon), *Schefflera actinophylla* (arbre ombrelle, araignée), *Strobilanthes hamiltonianus* (califon), *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (passiflore banane ou curuba), *Tecoma stans* (bois pissenlit).

LA PRÉPARATION DU TERRAIN

Si la plantation est réalisée derrière une défriche de terrain boisé ou après arrachage d'un ancien verger, le terrain devra être très soigneusement débarrassé de tout débris de souche ou de racine. En effet, ces débris permettent aux pourridiés (champignons s'attaquant au tronc et aux racines) de se propager dans le sol et de détruire progressivement la

plantation. En tout état de cause, il vaut mieux cultiver le terrain défriché pendant un ou deux ans avec des cultures maraîchères avant d'y implanter le verger.

Avant d'apporter la fumure de fond, il est conseillé d'analyser des échantillons de sol afin de raisonner au mieux les fertilisations minérales et organiques et de planter les arbres dans un sol équilibré.

L'APPROVISIONNEMENT EN PLANTS

La qualité des plants, commandés au moins un an à l'avance chez le pépiniériste, doit être irréprochable. Il est nécessaire que l'agriculteur convienne avec le pépiniériste des conditions de production des plants : date de semis, date de greffage, date de sortie, choix du porte-greffe et des variétés.

Le porte-greffe recommandé à La Réunion est « Maison Rouge ». Son bon ancrage

dans le sol lui assure une bonne résistance aux vents cycloniques. La variété est choisie suivant le type de marché ciblé (voir chapitre V).

À la livraison des plants, il faut vérifier :

- la variété et le porte-greffe (mentionnés sur l'étiquette et la facture) ;
- l'homogénéité du matériel végétal ;

- l’humidité suffisante de la motte (arroser la motte avant plantation si elle est trop sèche pour que la terre ne s’effrite pas lors de l’enlèvement du plastique) ;
- l’absence de symptômes de maladie bactérienne, de cochenilles ou de piquûres de cécidomyie sur le feuillage ;
- le bon état du système racinaire (absence de col de cygne).

LES DENSITÉS DE PLANTATION

Les densités de plantation varient en fonction de la nature du sol, de la zone d’implantation du verger, de la vigueur de chaque variété et du porte-greffe associé, de l’espace nécessaire au passage des machines agricoles (Tableau 11).

Tableau 11 Densités moyennes de plantation recommandées en fonction des conditions pédo-climatiques.

Nature du sol	Altitude	Distances de plantation	Densité arbres/ha
Sol profond et fertile	0 – 200 m	6 x 8 m	208
	200 – 400 m	6 x 7m	238
Sol pauvre et caillouteux	0 – 200 m	5 x 7 m	285
	200 – 400 m	5 x 6 m	333

LA PLANTATION

Le piquetage

Certains terrains n’offrent aucune difficulté au tracé de la plantation. D’autres, par contre, demandent une certaine pratique. Rappelons qu’il est utile d’avoir à sa disposition des cordeaux, un double décamètre, une latte métrée, des jalons d’arpenteur, des piquets de tête de ligne et des piquets indiquant l’emplacement des arbres. Une équerre d’arpenteur rend

service ou, à défaut, élever une perpendiculaire (angle droit) sur le terrain. Pour ce faire, construire un triangle dont un côté A mesure 3 ou 6 m de long, un autre côté B mesure 4 ou 8 m de long, et le troisième C mesure 5 ou 10 m de long. Alors l’angle entre les côtés A et B est droit (Figure 27).

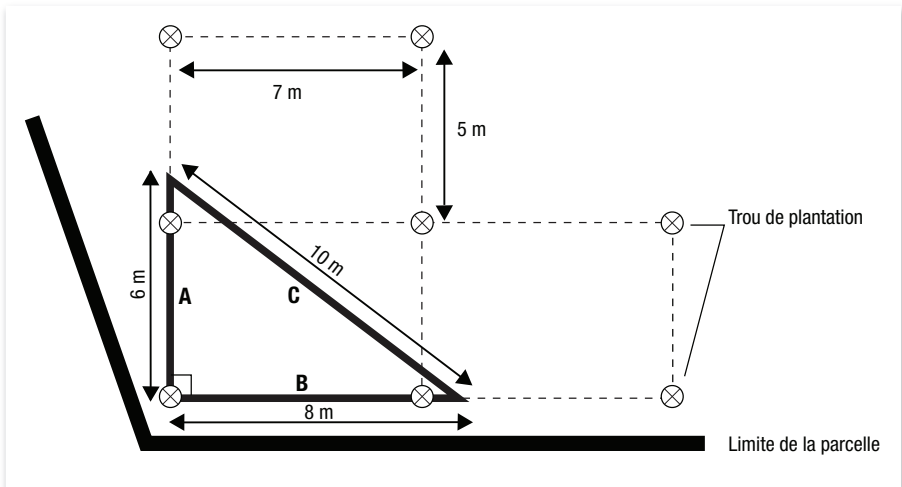


FIGURE 27 - RÉALISATION DE LIGNES PERPENDICULAIRES PAR LA MÉTHODE DU TRIANGLE POUR UNE PLANTATION À 5 X 7 M.

Plantation dans un sol déjà travaillé et fertilisé

Une meilleure reprise est assurée si la plantation a lieu pendant la saison des pluies. Pour mettre en place le jeune plant, on creuse une cavité de la taille de la motte, on enlève le sac plastique qui l'entoure et on place la motte sans la casser dans le trou. Le plant est disposé avec l'aide de la règle à planter et des piquets repères. On remplit le trou de bonne terre fine en tassant bien avec le talon autour de la motte. Le point de greffe ne doit pas être enterré (Figure 28). Il est important d'apporter 30 litres d'eau par arbre juste après sa mise en place afin de tasser correctement la terre et de supprimer les



FIGURE 28 -

PLANTATION CORRECTE D'UN MANGUIER AVEC POINT DE GREFFE À 20 CM DU SOL
(PHOTO D. VINCENOT).

poches d'air. Durant la saison sèche, on paille le pied des arbres pour diminuer l'évaporation en évitant de mettre

en contact le paillage avec le tronc pour prévenir des pourridiés.

Plantation dans un sol non préparé (plantation au trou)

Dans un sol meuble ou préalablement cultivé, le trou de plantation est de 60 cm de côté sur 60 cm de profondeur. Dans un sol caillouteux ou compact, il faut prévoir un trou de 1 m de côté sur 1 m de profondeur. Mélanger la terre extraite du trou avec 10-15 kg de fumier de ferme

bien décomposé puis planter les arbres comme expliqué précédemment. La fumure minérale de fond, qui est mélangée à la terre de la même façon que le fumier, est déterminée en fonction du résultat de l'analyse de sol.

Associations de cultures possibles au cours des quatre années suivant la plantation

Après la plantation, il est tout à fait envisageable d'occuper le terrain entre les rangées de manguiers en pratiquant une culture intercalaire maraîchère ou fruitière. Les espèces recommandées sont : le papayer, le haricot, diverses cucurbitacées (Figure 29), l'arachide, la tomate. Ces cultures profitent également aux jeunes manguiers : apports d'eau et d'éléments fertilisants, aération du sol. L'entrée en production des manguiers restreint les possibilités d'associer d'autres cultures. Cependant, des cultures maraîchères à cycle court peuvent être

envisagées sur une partie du cycle de production, entre la fin de la récolte et le



FIGURE 29 -

EXEMPLE DE CULTURE INTERCALAIRE DE CITROUILLES
DANS UN JEUNE VERGER DE MANGUIERS
(PHOTO F. NORMAND).

début de la récolte suivante, dans les cas où l'interligne des manguiers reste suffisamment éclairée. Afin de garder une certaine cohérence, il est important de veiller à ce que les cultures menées dans l'interligne du verger de manguiers (immature ou adulte) répondent aussi à une démarche de production intégrée.



VII. LE RAISONNEMENT DE LA CONDUITE DU VERGER

Par Paul AMOUROUX, Frédéric NORMAND et Didier VINCENOT

L'ÉCOSYSTÈME DU VERGER ET LES PRATIQUES CULTURALES

Un écosystème est représenté par un ensemble d'êtres vivants (biocénose) associé à un environnement bien spécifique (biotope). Un verger est un écosystème présenté de manière simplifiée dans le Tableau 12.

L'entretien d'un verger doit être réalisé en respectant au mieux les interactions existant entre les différentes composantes de l'écosystème. En fonction des

conditions climatiques, l'agriculteur doit s'ingénier à maintenir un équilibre dans son verger en choisissant des techniques de culture peu agressives pour l'écosystème et, au final, plus économiques. Les différentes opérations culturales pratiquées dans un verger, leurs conséquences sur l'équilibre de l'écosystème et sur la production du verger sont résumées dans le Tableau 13.

LA RÉPARTITION DES TEMPS DE TRAVAUX

Les interventions culturales les plus importantes en vergers de manguiers concernent la récolte et la taille

(Figure 30). Elles ont lieu principalement de décembre à mai (Tableau 14). Les traitements phytosanitaires ont lieu

Les principales composantes de l'écosystème d'un verger,
leurs rôles et leurs conséquences sur la production.

Tableau 12

	Composantes de l'écosystème	Rôles	Conséquences sur la production
BIOCÉNOSE	Haies	Protection contre l'érosion, le vent et les attaques parasitaires.	Amélioration de la qualité et du rendement, diminution des intrants.
	Plantes de couverture	Protection contre l'érosion, maintien de la fertilité, abri pour les auxiliaires.	Amélioration de la qualité et du rendement, diminution des intrants.
	Bio-agresseurs	Diminution de la croissance et de la reproduction des végétaux.	Au-delà d'un seuil d'infestation, risque économique et perte de qualité pour la production.
	Auxiliaires	Régulation des bio-agresseurs.	Amélioration de la qualité et du rendement, diminution des intrants.
BIOTOPE	Climat	Croissance et développement des végétaux, des bio-agresseurs et des auxiliaires.	Qualité et rendement des récoltes, risque phytosanitaire.
	Sol	Réserve en eau et en éléments nutritifs pour les végétaux.	Qualité et rendement des récoltes, résistance des arbres aux bio-agresseurs.

ponctuellement, en fonction de la présence des bio-agresseurs, des stades phénologiques sensibles et des variétés cultivées. La surveillance phytosanitaire est continue toute l'année. Elle consiste à surveiller l'écosystème du verger et à vérifier si le seuil de nuisibilité pour chaque espèce de ravageur n'est pas atteint (voir protection phytosanitaire, page 90).

Les temps de travaux à prévoir pour l'entretien et la récolte d'un hectare de manguiers sont d'environ 72 jours Unité de Travail Humain/ha (Figure 30). Ces données sont valables pour un agriculteur équipé d'un pulvérisateur à turbine et d'un girobroyeur utilisé pour le fauchage de l'herbe et le broyage des bois de taille.

L'ENTRETIEN DU SOL

Pendant les deux premières années suivant la plantation

Le sol autour des arbres doit rester propre pour que l'eau profite entièrement aux jeunes plants. Le binage reste la meilleure méthode de désherbage : aucun risque

Tableau 13

Opérations culturales, conséquences sur l'écosystème et conséquences agronomiques.

Opérations culturales	Conséquences sur l'écosystème	Conséquences agronomiques
Travail du sol	Destruction des auxiliaires, évaporation réduite mais risque d'érosion et de pollution diffuse.	Augmentation des attaques parasitaires, économie d'eau, blessures sur les racines des arbres.
Désherbage chimique, destruction d'une haie	Destruction des gîtes des auxiliaires et de la faune du sol, risque de pollution diffuse.	Perte de la fertilité du sol, érosion, carences, recours aux fertilisants, augmentation des attaques parasitaires.
Maintien d'une couverture herbacée, culture intercalaire	Installation de la faune auxiliaire, préservation du sol, protection contre les pollutions diffuses, absence d'érosion.	Régulation naturelle des bio-agresseurs, fertilisation réduite à nulle pour les arbres.
Fauche	Destruction des gîtes des auxiliaires.	Risque de recrudescence des bio-agresseurs si fauches répétitives, restitution de matière organique.
Fertilisation minérale	Risque de pollution diffuse.	Risque de croissance excessive, de développement d'attaques parasitaires et de mauvaise qualité des fruits.
Micro-irrigation sous frondaison	Meilleure préservation des ressources en eau.	Feuillage et fruits protégés des maladies fongiques et bactériennes.
Irrigation sur frondaison	Forte consommation d'eau.	Feuillage et fruits exposés aux maladies fongiques et bactériennes.
Protection phytosanitaire chimique	Risque de pollution diffuse, destruction de la faune auxiliaire.	Développement de résistances et pullulations des bio-agresseurs, risques de résidus dans les fruits et conséquences pour la santé humaine.
Protection phytosanitaire intégrée ¹	Réduction des risques de pollution et préservation de la faune auxiliaire.	Production saine et conforme au cahier des charges PFI.
Taille et broyage des bois	Restitution de matière organique.	Aération des arbres, réduction des attaques parasitaires, amélioration de la qualité de la production.

1. En respectant les méthodes proposées dans ce guide.

de phytotoxicité n'est à craindre et le travail superficiel du sol limite les phénomènes d'évaporation. Cependant, il ne

doit pas être pratiqué trop profond pour ne pas abîmer les racines superficielles des manquiers.

Dans un verger de plus de trois ans

La meilleure pratique consiste à maintenir une couverture végétale spontanée sur l'ensemble du verger afin de préserver l'écosystème (Tableau 13). Une couverture végétale présente de multiples avantages :

- elle protège le sol contre l'érosion, et, en freinant le ruissellement de l'eau, favorise son absorption dans le sol ;
- elle constitue un refuge pour la faune auxiliaire ;
- elle facilite le passage du matériel et réduit le tassement du sol ;

- elle fournit de la matière organique lors des fauches ;
- elle limite les risques d'infiltration des pesticides dans le sol, les cours d'eau et la nappe phréatique.

Le fauchage du verger ne doit pas être trop répétitif pendant l'année, au risque de perturber l'activité de la faune auxiliaire. Il doit être réalisé avant la récolte pour faciliter la circulation dans le verger, puis pendant la saison humide pour permettre une bonne aération des arbres.

Tableau 14

Interventions culturelles en verger de manguiers (dessins A. Franck, CIRAD).

[illegible]

Le désherbage chimique

Le désherbage chimique sur la ligne de plantation est envisageable mais ne doit pas être appliqué sur plus du quart de la surface du verger (respect du cahier des charges PFI, Figure 31). Seuls les désherbants à base de glyphosate sont autorisés en vergers de manguiers. L'application des désherbants doit se faire à l'aide de matériel correctement réglé et muni d'un cache entourant la buse. Ne pas traiter par temps venteux : le

produit, en séchant trop vite, perd de son efficacité, et les risques de brûlures sur le feuillage des manguiers sont à craindre.

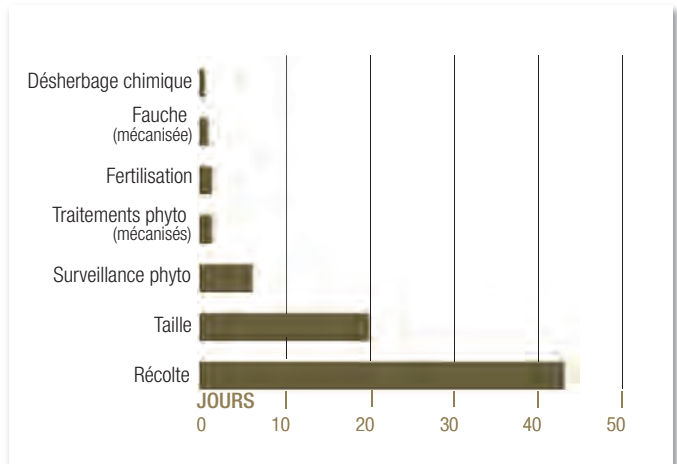


FIGURE 30 - RÉPARTITION DES TEMPS DE TRAVAUX POUR 1 HA DE MANGUIERS.

Utilisation d'un paillage naturel au pied des arbres



FIGURE 31 -

LE DÉSHERBAGE CHIMIQUE NE DOIT PAS EXCÉDER 25%
DE LA SURFACE DU VERGER (PHOTO D. VINCENOT).

Le paillage du sol sous la frondaison avec différentes matières (pailles, herbes coupées, broyats de végétaux, Figure 32) maintient l'humidité du sol, gêne la croissance des mauvaises herbes et enrichit le sol en matière organique. Il pourrait également limiter l'émergence des adultes de la cécidomyie des fleurs s'il est installé avant le

début de la floraison (voir protection phytosanitaire p. 90). Ses effets sont donc extrêmement positifs. Lors de son installation, il faut veiller à laisser un espace dégagé autour de la base du tronc pour assurer une bonne aération et limiter les risques de pourridiés.



FIGURE 32 -

LA RÉCUPÉRATION DE BROYATS DE VÉGÉTAUX CONSTITUE UN BON PAILLAGE DU SOL (PHOTO D. VINCENOT).

LA FERTILISATION

Afin de mieux connaître les besoins réels des arbres, il est indispensable de réaliser une analyse de sol avant plantation et une analyse foliaire tous les trois ans. Les résultats de ces analyses permettent de raisonner la fertilisation et, bien souvent, de réaliser des économies substantielles grâce à la diminution, voire à la suppression totale, des engrais chimiques dans les vergers de plus de dix ans. A cet âge, les manguiers possèdent un puissant système

racinaire qui leur permet de trouver l'eau et les éléments nutritifs nécessaires à leur développement. Plusieurs analyses de sol et de feuilles effectuées dans des vergers non fertilisés montrent que les manguiers ne présentent pas de carence notoire à La Réunion (Tableau 15). Des apports de fumures au-delà des besoins des manguiers sont susceptibles de favoriser les pullulations de ravageurs comme les cochenilles (*Ceroplastes* sp).

La fertilisation chimique

Elle fait appel aux engrais minéraux solubles (poudres de roches traitées par l'industrie chimique). Elle doit être fractionnée en trois fois et apportée à des périodes précises afin d'assurer un apport optimal en fonction des besoins nutritionnels des arbres (Tableau 16).

On notera que l'apport de phosphore a lieu en une seule fois au moment de la floraison. L'emploi d'engrais composés est déconseillé puisqu'il ne permet pas d'effectuer un dosage séparé et précis de chaque élément.

Les formulations d'engrais minéraux les mieux adaptées au manguier sont les suivantes :

- azote apporté sous forme d'urée (46% de N) ;
- phosphore apporté sous forme de superphosphate (45% de P₂O₅) ;
- potassium apporté sous forme de sulfate de potassium (50% de K₂O).

Ces formulations, de bonne solubilité, sont facilement assimilables par les arbres à condition de les appliquer sur sol propre et d'arroser après l'épandage.

Avant l'entrée en production des arbres, la fertilisation doit permettre un développement optimal des jeunes plants. Les engrais chlorés sont à proscrire en raison de l'action dépressive du chlore sur la végétation. Les quantités d'engrais proposées au Tableau 16 sont des moyennes qui peuvent varier en fonction du pH du sol et de sa richesse en éléments nutritifs. Les engrais solides doivent être épandus autour des arbres, à l'aplomb du feuillage, sans toucher le tronc.

Tableau 15

Bilan nutritionnel foliaire de 26 vergers de manguiers à La Réunion (Vincenot, 2003)

	Macro-éléments (% matière sèche)					Micro-éléments (ppm)			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
Mini-maxi vergers analysés	1,06-2,32	0,10-0,31	0,42-1,29	1,15-3,38	0,18-0,46	58-2240	65-955	13-42	4-330
Valeurs référence ¹	1,0-1,5	0,08-0,18	0,3-1,2	2,0-5,0	0,15-0,47	38-120	92-182	20-120	10-35
% vergers < mini	0%	0%	0%	27%	0%	0%	25%	45%	20%
% vergers > maxi	50%	11%	7%	0%	0%	75%	40%	0%	50%
Moyenne vergers analysés	1,57	0,14	0,77	2,38	0,26	293	220	22	73
Médiane vergers analysés	1,51	0,13	0,70	2,40	0,25	191	128	20	34
Ecart-type	0,30	0,05	0,26	0,62	0,07	470	209	7,4	87
Niveau global des vergers analysés ²	+	=	=	-	=	++	=	-	+

1 - Références foliaires d'après Young et Koo, 1971 ; Kernot *et al.*, 1998.

2 - Niveau d'après médiane : = niveau correct ; - insuffisant ; -- très insuffisant ; + élevé ; ++ très élevé.

BILAN DES ANALYSES FOLIAIRES**RÉALISÉES DANS 26 VERGERS DE MANGUIERS À LA RÉUNION (Tableau 15)**

(Vincenot, 2003)

Les symptômes de carences sont assez difficiles à déterminer par simple observation visuelle ; il est donc important de pratiquer une analyse foliaire tous les 3 ans. Les feuilles sont prélevées sur des pousses âgées de 6 mois après la récolte. Prélever 4 feuilles sur le pourtour de chaque arbre. Le prélèvement est réalisé sur 10 arbres d'une même variété répartis sur l'ensemble de la parcelle.

AZOTE//

L'azote se trouve en quantité suffisante dans tous les vergers, même si les arbres sont cultivés dans des sols pauvres jamais fertilisés. De fortes teneurs en azote sont relevées dans la moitié des vergers. Les attaques de cochenilles y sont particulièrement virulentes, notamment sur la variété Cogshall. On y observe parfois des problèmes de maturité sur fruit : une partie du fruit (l'apex pour Cogshall, une des faces pour José) atteint sa maturité prématurément, se colore en jaune et se ramollit anormalement. Il s'agit d'un problème d'ordre physiologique lié à l'excès d'azote et parfois au manque de calcium. La fertilisation azotée n'est pas recommandée dans ces conditions : grâce à leur couverture végétale importante, les vergers de manguiers assurent une bonne restitution de la matière organique au sol par les feuilles et les bois morts.

PHOSPHORE//

Il n'y a pas de carence en phosphore au niveau du feuillage, bien que les sols contiennent peu de phosphore assimilable ; 11% des vergers sont même au-dessus des valeurs de référence. Des apports de superphosphate au sol peuvent être justifiés en cas de teneur insuffisante dans les feuilles.

POTASSIUM//

Le bilan est très équilibré au regard des valeurs de référence. Aucune carence n'a été relevée dans les vergers étudiés.

CALCIUM

Plus du quart des vergers présente des valeurs inférieures aux valeurs minimales de référence, même si le sol est bien pourvu en calcium. Les problèmes d'assimilation du calcium, notamment dans les sols argileux ou à tendance acide (Soltner, 2000), peuvent se traduire par des altérations physiologiques sur les fruits (voir bilan azoté). L'apport de calcium sous forme de chaux est recommandé dans ces vergers pour rétablir de bonnes conditions d'assimilation du calcium.

MAGNÉSIUM

L'ensemble des vergers est bien pourvu en magnésium.

FER

Les teneurs en fer présentent une grande variabilité d'un verger à l'autre et atteignent souvent des niveaux extrêmement élevés, notamment dans les sols de nature ferralitique.

MANGANÈSE

Comme pour le fer, le manganèse peut atteindre des niveaux très variables d'un verger à l'autre. Quelques carences ont déjà été observées sur feuillage, mais de manière sporadique.

ZINC

Le zinc est un élément déficient dans de nombreux vergers. Toutefois, les symptômes de carence se manifestent très rarement sur manguiers à La Réunion. Cet élément peut être apporté en pulvérisation foliaire sous forme de sulfate de zinc en période de poussées végétatives (Kernot *et al.*, 1998).

CUIVRE

Cet élément est déficient dans certains vergers peu traités aux produits cupriques. L'apport de cuivre en tant que fongicide permet de pallier cette carence. Des teneurs excessives sont à craindre en cas de traitements répétitifs.

Doses moyennes d'engrais à apporter par manguier (g/arbre) ;
ces apports sont à raisonner en fonction des résultats d'analyses de sol et de feuilles.

Tableau 16

Age du verger (ans)	Janvier (après récolte)		Juillet-août (floraison)			Octobre (fin nouaison)
	N	K20	N	P205	K20	K20
1-2	100	40	50	20	40	40
3-4	150	75	75	75	75	75
5-7	160	120	80	160	120	120
8-10	200	150	100	200	150	150
>11	240	180	120	240	180	180

La fertigation

Cette technique consiste à injecter directement les engrais dans le réseau d'irrigation (Figure 33). L'apport se fait en micro irrigation combinée à un matériel d'injection. La fertigation possède les avantages suivants :

- intervention possible à tout moment ;
- localisation des apports à proximité des racines ;
- meilleur contrôle des quantités apportées ;
- risques de pollution diffuse réduits ;
- réduction des temps de travaux.

Deux engrais simples sont à privilégier : l'azote sous forme d'urée et le sulfate de potassium sous forme de

Solu-Potasse. Les doses ainsi que les fréquences d'apports sont les mêmes qu'en fertilisation classique.



FIGURE 33 -

IRRIGATION AVEC SYSTÈME DE DOSEUR DOSATRON
POUR L'APPORT DES ÉLÉMENTS FERTILISANTS
(PHOTO D. VINCENOT).

La fertilisation organique

Elle provient de la transformation des déchets végétaux et animaux (compost, fumier...). Elle est complémentaire de la fertilisation minérale car elle assure l'apport de la plupart des oligo-éléments nécessaires à l'équilibre nutritionnel des arbres, et elle améliore la structure du sol. Il est préférable d'utiliser cette fertilisation sur jeune plantation, avant l'entrée en production. En effet, la mi-

néralisation de la matière organique, c'est-à-dire sa transformation en éléments assimilables par les végétaux, est difficile à évaluer dans le temps. En cas d'assimilation trop tardive, à l'approche d'une récolte par exemple, la qualité de la production risque d'être fortement compromise : fruits peu sucrés et peu colorés, développement de cochenilles.

L'IRRIGATION

Le manguiier est cultivé en climat chaud et sec, dans des sols souvent caillouteux et peu profonds. La mise en place d'un réseau d'irrigation est indispensable pour assurer une bonne reprise des jeunes plants, mais également pour assurer une production conséquente et de bonne qualité. Durant les deux premières années, les jeunes plants doivent être arrosés toute l'année pour favoriser leur croissance et l'absorption des fumures (Tableau 17). A partir de leur entrée en production, une période de repos végétatif est nécessaire pour favoriser l'induction florale (voir chapitre IV). **Une diminution d'environ 50% de l'irrigation d'avril à juillet** est très importante pour faciliter le repos végétatif et donc l'induction florale (Tableau 18). Attention, il ne s'agit pas de sevrer complètement

Tableau 17 Besoins journaliers en eau sur jeune plantation non productive.

Age	1 an	2 ans
Besoins (l/arbre)	5	10
Total/arbre/an (l)	1 825	3 650

le verger en eau. Bien que le manguiier soit endurant à la sécheresse, un stress trop prononcé risque de perturber le bon fonctionnement de l'arbre et de le fragiliser face aux attaques parasitaires (insectes xylophages, cécidomyies, thrips, cochenilles). Cette remarque est d'autant plus vraie pour la variété Cogshall qui est moins résistante à la sécheresse que la variété José. Les apports d'eau normaux doivent reprendre dès le début de la floraison du verger.

Besoins journaliers en eau sur manguiers en production (litres par arbre).
Besoins journaliers = ETP journalière x Surface du sol recouverte par le feuillage (SF).

Tableau 18

Mois	Moyenne ETP (l/m ² /jour)	SF = 5 m ²	SF = 10 m ²	SF = 15 m ²	SF = 20 m ²
Janvier	5,5	27	55	82	110
Février	4,8	24	48	72	96
Mars	4,6	23	46	69	92
Avril (-50%) ¹	3,8	9	19	28	38
Mai (-50%) ¹	3,0	7	15	22	30
Juin (-50%) ¹	2,6	6	13	20	26
Juillet (-50%) ¹	2,8	7	14	21	28
Août	3,2	16	32	48	64
Septembre	4,0	20	40	60	80
Octobre	4,8	24	48	72	96
Novembre	5,2	26	52	78	104
Décembre	5,2	26	52	78	104
Total/arbre/an		6 536	13 193	19 760	26 387

1. Les besoins journaliers en eau sont réduits de 50% d'avril à juillet afin de faciliter le repos végétatif et l'induction florale.

Raisonnement de l'irrigation

Les pertes en eau se font par évaporation au niveau du sol et par transpiration de la plante ; on parle de l'évapotranspiration (ETP). L'évapotranspiration est variable selon la taille des arbres, la nature de la couverture végétale et les conditions climatiques. Les doses journalières d'irrigation que nous proposons sont calculées en fonction de

l'ETP moyenne relevée à Pierrefonds (58 m) et à Ligne Paradis (150 m). Elles sont données à titre indicatif pour un système d'irrigation par goutte à goutte ou par micro-aspiration et doivent être modulées en fonction de la pluviométrie (voir exemple ci-dessous). Un apport d'eau journalier est vivement recommandé dans la plupart des sols afin de

maintenir une réserve en eau facilement assimilable par l'arbre et de réduire les à-coups de l'irrigation qui peuvent induire des phénomènes d'éclatement des fruits. L'installation d'un pluviomètre est indispensable pour assurer une irrigation optimale et économiser l'eau (voir exemple de calcul). De même, l'utilisation de sondes tensiométriques est très pratique pour suivre l'évolution de la réserve en eau du sol et ajuster l'irrigation si nécessaire (Figure 34).

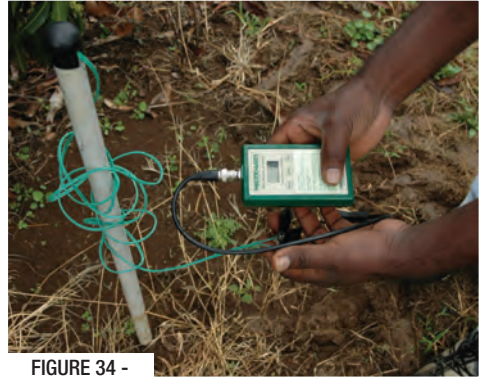


FIGURE 34 -

CONTRÔLE DE L'ÉTAT HYDRIQUE DU SOL
À L'AIDE D'UNE SONDE TENSIMÉTRIQUE
(PHOTO D. VINCENOT).

■ **Exemple de raisonnement de l'irrigation pour une journée en novembre pour des arbres dont la surface moyenne du sol recouverte par le feuillage (SF) est de 15 m².**

- Pluviométrie relevée :
10 mm, soit $10 \text{ l/m}^2 \times 15 \text{ m}^2 = 150 \text{ l/arbre}$.
- ETP : $5,2 \text{ l/m}^2$.
- Dose journalière théorique : 78 l/arbre ($5,2 \times 15 \text{ m}^2$).
- En tenant compte de la pluviométrie, on constate un excès d'eau de 72 l par arbre ($150-78$).
Inutile d'irriguer ce jour là.
- Les tensiomètres permettent de vérifier les jours suivants l'état hydrique du sol et de déterminer la date de reprise de l'irrigation.

■ **Exemple de raisonnement de l'irrigation pour une journée en août pour des arbres dont la SF moyenne est de 20 m².**

- Pluviométrie relevée :
2 mm, soit $2 \text{ l/m}^2 \times 20 \text{ m}^2 = 40 \text{ l/arbre}$.
- ETP : $3,2 \text{ l/m}^2$.
- Dose journalière théorique : 64 l/arbre ($3,2 \text{ l} \times 20 \text{ m}^2$).
- En tenant compte de la pluviométrie, on constate un déficit de 24 l par arbre ($40-64$) qu'il faut apporter par le réseau d'irrigation.

Méthode d'arrosage

L'irrigation localisée sous frondaison est la mieux adaptée au manguier : outre l'économie d'eau qu'elle repré-

sente (au moins 30%), elle assure une efficacité optimale de l'eau employée en évitant de mouiller la frondaison où

de nombreuses maladies, favorisée par l'humidité, risquent de se développer. De plus, les produits phytosanitaires sont à l'abri du lessivage et restent actifs plus longtemps. Deux systèmes sont à privilégier :

- le goutte à goutte, économe en eau et bien adapté les quatre premières années après la plantation ;
- les micro-jets, disposés de part et d'autre du tronc ; en arrosant sous l'ensemble de la frondaison, ils assurent un apport optimal pour les arbres de grand volume.

LA MAÎTRISE DE LA FLORAISON

La maîtrise de la floraison du manguiier peut être envisagée de deux façons : soit pour augmenter la floraison les années où elle est faible et limiter ainsi l'alternance de production, soit pour grouper la floraison à l'échelle du verger afin de limiter les traitements phytosanitaires et grouper également la récolte. Dans les deux cas, il n'y a pas de recette miracle, et les techniques proposées ici permettent de tendre vers les objectifs que se fixe l'agriculteur vis-à-vis de la floraison de ses manguiers.

Pour limiter l'alternance de production d'une année sur l'autre, il est indispensable les années de forte production :

- **de réduire la charge en fruits des arbres** en particulier pour les variétés alternantes comme José ou Heidi. Pour cela, retirer des jeunes fruits, en cours de croissance (octobre-novembre) de façon homogène sur l'en-

semble de chaque arbre, en évitant de conserver trop de fruits groupés sur une même branche. La perte de rendement qui va en résulter est en général faible, mais la floraison de l'année suivante s'en trouve renforcée.

- **de favoriser la croissance végétative précoce** : en taillant dès la fin de la floraison les unités de croissance qui n'ont pas fructifié, en apportant une fertilisation azotée dès la fin de la récolte, en maintenant l'irrigation si les pluies ne sont pas suffisantes après la récolte.

Par ailleurs, il est conseillé de pratiquer la taille d'entretien des manguiers après la récolte les années de faible production car cela limitera le rendement, attendu élevé, l'année suivante.

Pour grouper la floraison dans le temps à l'échelle du verger, plusieurs tech-

niques sont possibles, à moduler selon les variétés :

- **reprise brutale et importante de l'irrigation** dès que les premières inflorescences apparaissent. Attention, si cet apport d'eau est réalisé trop tôt en saison fraîche sur une variété comme Cogshall, des pousses végétatives vont apparaître et la floraison sera compromise sur l'arbre. Pour une variété comme José qui n'a pas besoin de froid pour fleurir, la reprise de l'irrigation peut être réalisée, sans attendre les premiers bourgeons floraux, après une période de stress hydrique.

- **favoriser une croissance végétative précoce et homogène** au début de l'année, par les techniques préconisées ci-dessus.

- **supprimer sur chaque arbre les inflorescences trop précoces ou trop tardives**, pour ne conserver que celles qui sont apparues sur une courte période de pleine floraison. Le rendement n'est pas affecté par la suppression des inflorescences, et cette technique a tendance à grouper la floraison l'année suivante. En supprimant la floraison précoce, on obtient une seconde floraison groupée et tardive qui peut être intéressante commercialement.

LA TAILLE

La taille reste une intervention très légère sur manguiers. Il ne faut garder que 4 charpentières principales sur le jeune plant, si possibles différées les unes des autres (ne partant pas du même point) afin de renforcer la résistance de l'arbre aux vents (Figure 35, 1). La frondaison est régulièrement éclaircie en supprimant un certain nombre de rameaux sur les verticilles

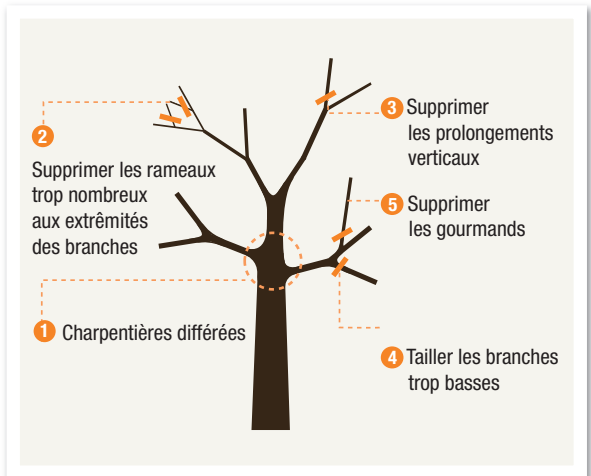


FIGURE 35 - REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA TAILLE ANNUELLE DU MANGUIER.

aux extrémités des branches (2). Cette taille d'éclaircie diminue légèrement le potentiel de production de l'arbre mais a un effet bénéfique sur l'alternance.

Pour ouvrir la charpente de l'arbre et éviter qu'il ne se développe trop vite en hauteur, on peut supprimer les prolongements verticaux des branches principales (3). Les branches trop basses sont taillées pour faciliter l'entretien du sol et éviter que les fruits qu'elles por-

tent ne traînent à terre (4). Enfin, les gourmands se développant à l'intérieur de la couronne sont éliminés (5).

Ces travaux de taille doivent être réalisés une fois par an dès la fin de la récolte, et en aucun cas en fin de période de croissance végétative (avril-mai). La taille limite le phénomène d'alternance de production et améliore la pénétration et l'efficacité des traitements phytosanitaires.

LA PROTECTION PHYTOSANITAIRE

La mise en œuvre de la protection intégrée en verger de manguiers

Le concept de protection intégrée n'est pas nouveau puisqu'il est déjà défini en 1967 par la FAO comme étant "(...) *un système de régulation des populations des ennemis d'une culture qui, compte tenu du milieu particulier et de la dynamique des populations des ennemis présents, utilise toutes les techniques et méthodes appropriées de manière aussi compatible que possible et maintient les ennemis à des niveaux où ils ne causent pas de dommages économiques*".

tosanitaire par une seule méthode de lutte. La lutte exclusivement chimique en est un exemple significatif : le recours régulier à certaines spécialités phytosanitaires entraîne rapidement une résistance des bio-agresseurs aux produits, détruit la faune auxiliaire, dégrade l'environnement, altère la qualité des récoltes et présente un risque d'intoxication important pour les utilisateurs. Dans cet esprit, la mise en œuvre de la protection intégrée se déroule en trois étapes successives (Tableau 19) :

La protection intégrée est basée sur le constat qu'il est illusoire de vouloir résoudre durablement un problème phy-

- appliquer des mesures préventives défavorables aux bio-agresseurs ;
- localiser et quantifier le risque dans

l'espace et le temps, ce qui permet de prendre une décision d'intervention opportune (appréciation du seuil de nuisibilité) ;

- choisir entre plusieurs possibilités de protection qui peuvent parfois être associées entre elles : protection mécanique, protection biologique, protection chimique localisée, protection chimique généralisée, sachant que la

prise en compte des organismes auxiliaires reste le facteur décisif de la réussite d'un programme de protection intégrée.

Deux périodes propices aux attaques parasitaires sont observées en vergers de manguiers : pendant la floraison et la nouaison, puis en période de récolte, surtout pendant les mois chauds et humides (Tableau 20).

Tableau 19

La protection intégrée contre les ravageurs : démarche à suivre en trois étapes.

QUE FAIRE ?	COMMENT ?	POURQUOI ?
IDENTIFIER : de la floraison à la récolte, et durant la croissance végétative, observer 2 fois par semaine les organes sensibles (fleurs, jeunes pousses, fruits)...	- en contrôlant visuellement les différents organes... - en effectuant des battages sur inflorescences... - en utilisant le piégeage...	pour identifier les maladies et les ravageurs présents sur la culture, ainsi que la faune auxiliaire associée.
ESTIMER : en fonction des observations, estimer le risque encouru par la culture...	en suivant l'évolution des ravageurs et des auxiliaires d'une semaine à l'autre...	pour vérifier l'efficacité des auxiliaires et décider de traiter si la menace se précise (dépassement du seuil de nuisibilité).
CHOISIR : après estimation du risque, intervenir en conséquence...	en choisissant la méthode de protection la mieux adaptée à la situation...	pour détruire les ravageurs tout en préservant les auxiliaires, la santé de l'utilisateur, l'environnement et la qualité de la récolte (résidus).

L'utilisation des produits phytosanitaires sur manguiers

Excepté certaines spécialités à base de lambda-cyhalothrine et de glyphosate homologuées sur manguiers, la législation n'autorise pas l'utilisation d'autres produits phytosanitaires sur cette culture. De nouvelles règles d'homologa-

tion pour les usages mineurs en France et dans les DOM devraient permettre d'étendre l'utilisation de quelques spécialités phytosanitaires au manguiers. Dans ce cadre, deux matières actives, déjà utilisées en Agriculture Biologique

et pour lesquelles des essais sont en cours en vue d'une homologation pour le contrôle de l'oïdium et des mouches des fruits sur manguiers, peuvent être citées (Tableau 21). Rappelons que pour pouvoir être appliquée en toute légalité, une spécialité phytosanitaire doit

être homologuée contre un bio-agresseur précis et pour une culture spécifique. En cas de doutes, et pour davantage d'informations, nous recommandons de consulter le site du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche : e-phy.agriculture.gouv.fr

Tableau 20 Périodes propices aux attaques parasitaires en vergers de manguiers (dessins A. Franck, CIRAD).

Mois	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05
Stades phénologiques	Floraison			Croissance des fruits			Maturité production croissance végétative			Repos		
												
Cécidomyie des fleurs												
Cécidomyie des feuilles												
Punaise												
Thrips												
Cochenilles												
Mouches des fruits												
Oïdium												
Anthraxnose												
Bactériose												

Les principaux bio-agresseurs du manguiers et faune auxiliaire associée

On regroupe sous le nom de bio-agresseurs l'ensemble des organismes pouvant infliger des dégâts au manguiers. Ces organismes peuvent être des ravageurs (insectes, acariens), mais aussi des champignons et des bactéries. Les

ravageurs sont la proie d'autres organismes dénommés auxiliaires. Ces derniers assurent un contrôle naturel des populations de ravageurs. Deux groupes d'auxiliaires sont à distinguer :

- les prédateurs, qui capturent et dévorent leurs proies ; leur observation est facile par la technique du battage (Figure 38) ;
- les parasitoïdes, qui se développent à l'intérieur ou à l'extérieur du ravageur en entraînant à terme la mort de celui-ci ; les parasitoïdes sont généralement des guêpes de très petite taille (inférieure à 2 mm) et restent difficiles à observer.

Les auxiliaires sont d'autant plus efficaces qu'ils s'attaquent spécifiquement à un ravageur (auxiliaire spécifique). Le Tableau 22 présente les principaux ravageurs du manguiier à La Réunion et la faune auxiliaire associée. Une échelle de 0 à 2 est proposée afin d'apprécier l'efficacité de ces auxiliaires.

Tableau 21

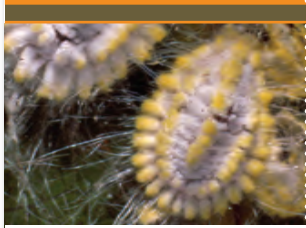
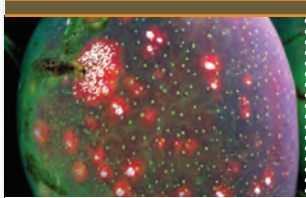
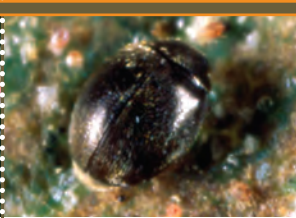
Choix des interventions phytosanitaires sur manguiier.

Problèmes rencontrés	Type d'intervention	Concentration matière active	Dose
Usages homologués			
Désherbage	Désherbage localisé sur la ligne de plantation.	Glyphosate 360 g/l Glyphosate 480 g/l Glyphosate 680 g/l	12 l/ha 6 l/ha 4,2 l/ha
Anthraxnose	Elimination des organes contaminés par taille et brûlage (rameaux, feuilles, fruits).		
Bactériose	Elimination des organes contaminés par taille et brûlage (rameaux, feuilles, fruits).		
Cécidomyie des fleurs	Solutions alternatives en cours d'étude (couverture du sol, produits répulsifs,...).		
Cochenilles	Contrôle naturel par les auxiliaires, bonnes pratiques de fertilisation.		
Punaise	Si dépassement du seuil de nuisibilité, pulvérisation aérienne en plein sur fleurs.	Lambda-cyhalothrine 100 g/l	12,5 ml/hl
Thrips	Pulvérisation aérienne en plein sur fleurs et petits fruits si apparition de dégâts.	Lambda-cyhalothrine 100 g/l	17,5 ml/hl
Usages en cours d'étude			
Mouches des fruits	Traitement localisé par tache si plus de 2% de fruits piqués. Pour 250 arbres/ha, diluer 1,5 l de Synéis Appât dans 30 l d'eau. Pulvériser sur une partie du tronc ou du feuillage de chaque arbre (environ 10 cl/arbre).	Spinosad 0,02%	1,5 l/ha
Oïdium	Pulvérisation en début de floraison.	Soufre micronisé 80% Soufre micronisé 825 g/l	750 g/hl 800 l/hl

Tableau 22 Principaux ravageurs du manguiers à La Réunion et quelques auxiliaires associés (Quilici *et al.*, 2003).

- 0 = Pas d'auxiliaire connu efficace.
1 = Auxiliaire non spécifique, dont l'efficacité n'est pas toujours suffisante pour maintenir le ravageur en dessous du seuil de nuisibilité.
2 = Auxiliaire spécifique dont l'efficacité est suffisante pour maintenir le ravageur en dessous du seuil de nuisibilité.

RAVAGEURS	FAUNE AUXILIAIRE ASSOCIÉE	
	PRÉDATEURS	PARASITOÏDES
 Larve de cécidomyie des fleurs <i>Procontarinia mangiferae</i>	0	 Hyménoptères <i>Eulophidae</i> (1)
 Larve de cécidomyie des feuilles <i>Procontarinia matteliana</i>	0	 Hyménoptère <i>Chrysonotomia pulcherrima</i> (1)
 Punaïse <i>Taylorilygus palus</i>	0	0
 Thrips <i>Scirtothrips aurantii</i>	 Acarien <i>Bdellodes</i> sp. (1)	0

	0	
Mouche des fruits exemple : <i>Ceratitis rosa</i>		Hyménoptère <i>Fopius arisanus</i> (1)
		
Cochenille <i>Icerya seychellarum</i>	Coccinelle <i>Rodolia chermesina</i> (2)	Hyménoptère <i>Aprostocetus toddallae</i> (2)
		
Cochenille <i>Aulacaspis tubercularis</i>	Coccinelles <i>Lindorus lophantae</i> (à gauche) (2) et <i>Sticholotis madagassa</i> (à droite) (2)	Hyménoptères <i>Aphelinidae</i> (2)
		
Cochenille <i>Ceroplastes</i> sp.	Chenille de lépidoptère prédatrice (2)	Hyménoptères <i>Pteromalidae</i> (2)
		0
Tétranyque <i>Oligonychus mangiferus</i>	Coccinelle <i>Stethorus histrio</i> (2)	

■ Les principaux ravageurs

la cécidomyie des fleurs, *Procontarinia mangiferae* //

■ Description

La cécidomyie des fleurs est un moucheron (diptère) d'une longueur de 2 mm. Les adultes, qui ont une durée de vie de 2 à 3 jours, émergent de cocons présents dans le sol (Figure 36, 1). Les femelles pondent sur les inflorescences en débourrement ou directement sur les boutons floraux (2). Les larves pénètrent et minent l'inflorescence ou le bouton floral où elles restent 7 à 12 jours (3). Elles entraînent la destruction partielle ou totale de l'inflorescence par dessèchement. Ensuite, les larves s'éjectent (4) pour atteindre le sol où elles s'enfouissent (5). Une partie des individus donne

une nouvelle génération (6) tandis que l'autre partie reste dans le sol. Les attaques les plus importantes ont lieu durant la première floraison.

Les jeunes inflorescences sont les plus sensibles aux attaques. A partir de la pleine floraison, les inflorescences peuvent supporter, sans conséquence pour la production, des galles de cécidomyies des fleurs. Les dégâts les plus importants sont constatés dans l'Ouest de l'île, entre Saint-Leu et Saint-Paul (climat chaud et sec).

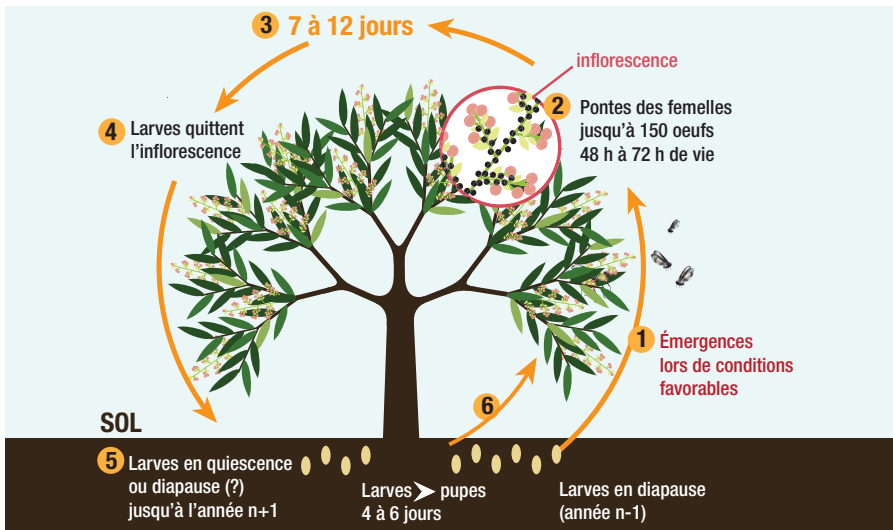


FIGURE 36 - CYCLE BIOLOGIQUE DE LA CÉCIDOMYIE DES FLEURS (D'APRÈS P. AMOUREUX).

■ Méthodes de protection

Deux espèces de parasitoïdes de la famille des Eulophidae s'attaquent à la cécidomyie des fleurs, mais leur action reste insuffisante pour limiter la nuisibilité de l'espèce (Quilici *et al.*, 2003) (Tableau 22). La protection doit intervenir sur les inflorescences en débourrement. Lorsque les dégâts sont observés sur les inflorescences, il est trop tard

pour traiter puisque les adultes ne sont plus présents et que les larves sont protégées à l'intérieur de l'inflorescence. Des techniques de protection alternatives à la lutte chimique sont en cours d'étude : protection physique des inflorescences par un produit couvrant (pulvérisation de kaolinite), paillage ou bâchage du sol, etc...

la cécidomyie des feuilles, *Procontarinia matteiana*

■ Description

A la différence de la cécidomyie des fleurs, l'ensemble du cycle de la cécidomyie des feuilles se déroule en totalité dans la feuille. Deux vagues d'émergence sont observées : la première lors de la poussée végétative à la fin de la floraison et la deuxième lors des poussées végétatives à la fin de la récolte. Les dégâts les plus importants sont constatés durant l'été sur les jeunes feuilles encore tendres. A l'échelle de la parcelle, les émergences d'adultes depuis les galles présentes sur les feuilles

ont lieu environ trois semaines après le premier flush végétatif de l'été. Si le flush est très regroupé dans le temps, les dégâts peuvent être considérables avec plus de 10 galles par cm² de limbe. En cas de flush étalé dans le temps, les attaques ne présentent pas de pic et restent à un niveau acceptable. La cécidomyie des feuilles favorise l'apparition d'anthracnose sur les feuilles et pourrait être un vecteur de la bactériose.

■ Méthodes de protection

Les populations sont en partie régulées par un hyménoptère parasitoïde : *Chrysonotomia pulcherrima* (Tableau 22). La suppression des unités de croissance présentant le plus de galles per-

met, en éliminant une partie des larves, de réduire les attaques l'année suivante. Cette opération peut avoir lieu en même temps que la taille.

La punaise, *Taylorilygus palus*////////////////////////////////////

■ Description

La biologie de cette punaise est peu connue. Elle pique les bourgeons, les jeunes pousses et les inflorescences afin d'en extraire la sève pour se nour-



FIGURE 37 -

DÉGÂTS DE PUNAISE SUR JEUNE POUSSE
(PHOTO D. VINCENOT).

rir . Les nombreuses piqûres provoquent des déformations caractéristiques (Figure 37). Ce ravageur est redoutable car il peut détruire une floraison à 100% en quelques jours (dessèchement total des inflorescences). On ne connaît pas de faune auxiliaire associée efficace pour contrôler la punaise.

■ Méthodes de protection

L'estimation des populations de punaises est réalisée par « battage » en tapotant une inflorescence sur une feuille de papier format A4 (Figure 38). Ce contrôle doit s'effectuer sur 10 arbres répartis sur toute la parcelle. Tapoter 2 inflorescences par arbre, compter le nombre de punaises recueillies par arbre et calculer la moyenne des 2 battages : au-delà d'une moyenne de 3 punaises (seuil de nuisibilité), l'arbre est en danger et doit être protégé (traitement localisé). Si plus de 5 arbres sont en danger, il faut traiter l'ensemble de la parcelle (traitement généralisé). Les traitements sont autorisés avec un produit à base de

lambda-cyhalothrine (Tableau 21).
Attention, cette matière active est
toxique pour la faune auxiliaire.



FIGURE 38 -

BATTAGE D'UNE INFLORESCENCE POUR LE CONTRÔLE DE LA PUNAISE (PHOTO D. VINCENOT).

Les thrips, *Scirtothrips aurantii* et *Selenothrips rubrocinctus***■ Description**

Les thrips sont de petits insectes piqueurs ne dépassant guère 1 mm de long et de grande mobilité (ils peuvent être transportés par le vent sur des dizaines de kilomètres). Ils s'attaquent à de nombreux végétaux. Sur manguier, les périodes de pullulations occasionnelles s'étendent d'août à novembre. Les thrips recherchent abri et nourriture sur les inflorescences et sur les jeunes pousses très riches en sève. Leur incidence sur la fécondation des fleurs n'est certainement pas négligeable et leur rôle est plutôt bénéfique dans la plupart des cas. Quelques rares pullulations dans les secteurs chauds et secs peuvent endommager sérieusement la floraison (dessèchement et apparition de liège sur les inflorescences). Les fruits inférieurs à 40 mm de diamètre se recou-



FIGURE 39 -

DÉGÂTS DE THRIPS SUR JEUNE MANGUE
(PHOTO D. VINCENTOT).

vrent rapidement d'une croûte liégeuse, restent petits et finissent par chuter (Figure 39). Les jeunes feuilles prennent un aspect gaufré caractéristique.

■ Méthodes de protection

Certains acariens prédateurs de la famille des Bdellidae s'attaquent aux thrips (Tableau 22). Mais tout traitement chimique détruit ces auxiliaires et favorise la pullulation des thrips. L'application d'un produit à base de lambda-cyhalo-

thrine ne présente qu'une efficacité de courte durée. Ce traitement est à réaliser si des dégâts apparaissent sur les inflorescences et les fruits. La lambda-cyhalothrine est toxique pour la faune auxiliaire.

**Les mouches des fruits : la mouche du Natal, *Ceratitis rosa* ;
la mouche méditerranéenne, *Ceratitis capitata* ;
la mouche de la pêche, *Bactrocera zonata***.....

■ Description.....

Trois espèces de mouches des fruits piquent les mangues à La Réunion. Les mangues de couleur jaune et à chair tendre sont les plus attaquées. Les attaques sont beaucoup plus importantes en saison chaude et humide, de janvier à mars. Les mouches déposent leurs œufs sous l'épiderme des mangues à l'aide de leur ovipositeur. Après éclo-

sion, les larves se nourrissent de la chair du fruit et le rendent impropre à la commercialisation. Les fruits ne tardent pas à chuter. Les larves quittent le fruit et s'enfouissent légèrement dans le sol où elles se transforment en pupe avant de passer au stade adulte. Ce cycle biologique s'étale sur quatre semaines pendant la saison chaude.

■ Méthodes de protection.....

Le ramassage des fruits piqués tombés au sol est l'opération la plus efficace pour briser le cycle biologique des mouches des fruits. Les fruits doivent être entassés dans un abri fermé appelé "augmentorium" (Deguine *et al.*, 2008) (Figure 40). Grâce à la moustiquaire cousue à son sommet, l'augmentorium emprisonne la nouvelle génération de mouches des fruits mais permet au parasitoïde des œufs et des pupes de mouches des fruits, *Fopius arisanus*, de s'échapper (Tableau 22). L'augmentation de la population du parasitoïde contribue à réguler naturellement les populations de mouches des fruits.

En période chaude et humide, dès la fin janvier, il est parfois nécessaire de renforcer la protection

contre les mouches des fruits lorsque plus de 2% de la production est piquée, en appliquant le traitement par taches à base de Spinosad (Tableau 21). Ce traitement est efficace pendant huit jours mais doit être renouvelé en cas de pluie excédant 20 mm.



FIGURE 40 -

L'AUGMENTORIUM ADAPTÉ À LA RÉUNION PAR LE CIRAD
(PHOTO J.P. DEGUINE).

Les cochenilles, *Icerya seychellarum* ; *Coccus mangiferae* ;
Aulacaspis tubercularis ; *Pseudaonidia trilobitiformis* ; *Ceroplastes* sp.//

■ Description

Plusieurs espèces de cochenilles s'attaquent au manguiier. Elles sont toutes relativement bien contrôlées par de nombreux auxiliaires (Tableau 22). Leur pullulation résulte de mauvaises pra-

tiques agronomiques : plantation trop dense (manque d'ensoleillement), absence de taille, fertilisation excessive, destruction des auxiliaires par des traitements insecticides inappropriés.

Le tétranyque, *Oligonychus mangiferus* //

■ Description

La présence de tétranyques (ou araignées rouges) ne pose pas de problème majeur sur manguiier grâce à

l'action conjuguée de plusieurs espèces d'auxiliaires prédateurs, dont la coccinelle *Stethorus histrio* (Tableau 22).

■ Les principales maladies dues à des champignons

L'oïdium, *Oidium mangiferae* //

■ Description

Ce champignon se développe principalement pendant l'hiver austral où les conditions climatiques lui sont favorables (nuits fraîches, pluviométrie réduite). Par conséquent, les floraisons précoces de juin à août sont toujours les plus attaquées (Figure 41). Les dégâts se caractérisent par l'apparition

d'un feutrage blanc (mycélium) sur les inflorescences et également sur les feuilles. Mais ce sont prioritairement les fleurs qui doivent être protégées. Le mycélium envahit rapidement l'ensemble de l'inflorescence et empêche la nouaison. La variété la plus sensible à l'oïdium à La Réunion est Cogshall.

■ Méthodes de protection

Le recours à un fongicide de contact à base de soufre micronisé reste la meilleure méthode préventive pour entraver le développement de l'oïdium. Il faut appliquer le premier traitement dès l'apparition des inflorescences et renouveler l'application 10 jours plus tard. Deux traitements suffisent à protéger la floraison. Le soufre est toxique pour de nombreux auxiliaires, notamment les larves de coccinelles. Cette matière active

est en cours d'étude pour l'obtention d'une homologation sur manguier.



FIGURE 41 -

OIDIUM SUR INFLORESCENCE (PHOTO D. VINCENOT).

L'anthraxose, *Colletotrichum gloeosporioides*

■ Description

Les attaques sont favorisées par l'humidité et par les piqûres de cécidomyies sur inflorescences et feuilles, qui sont des portes d'entrée pour le champignon. Sur les inflorescences, des taches circulaires noirâtres se développent rapidement autour des piqûres de cécidomyie. Les inflorescences se recroquevillent, noircissent et se dessèchent entièrement. Sur les feuilles, des petites taches circulaires noires au pourtour vert clair se développent (Figure 42). La partie nécrosée du limbe finit par tomber et laisse un

petit trou dans la feuille. L'épiderme des fruits contaminés présente des taches circulaires noires sous lesquelles la pulpe brunit et pourrit à l'approche de la maturité (Figure 43).



FIGURE 42 -

ANTHRACNOSE SUR FEUILLE (PHOTO D. VINCENOT).

■ Méthodes de protection.....

La meilleure méthode de protection reste la prophylaxie : taille annuelle des arbres pour maintenir une bonne exposition à la lumière et chasser l'humidité de l'intérieur de l'arbre ; ramassage et stockage des fruits dans l'augmentorium (en cas de piqûres de mouches), ou enfouissement des fruits recouverts préalablement de chaux.

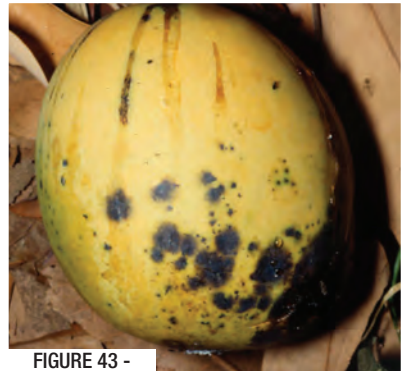


FIGURE 43 -

ANTHRACNOSE SUR FRUIT (PHOTO D. VINCENOT).

■ Maladie bactérienne

La bactériose, *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*

■ Description.....

La bactériose se développe particulièrement par temps chaud et humide. Sa propagation est grandement favorisée par le vent qui provoque des blessures sur les feuilles et les rameaux, et dissémine les bactéries qui viennent les infecter. Sur les rameaux, elle cause des pustules en forme de boutonnière pouvant servir de point de départ à des pourritures de l'écorce. Sur les feuilles, les attaques prennent la forme de taches polyédriques noires, légèrement en relief sur les deux faces du limbe, auréolées de jaune

(Figure 44). Les feuilles attaquées chutent prématurément. La manifestation la plus apparente touche les fruits dont les stomates et les lenticelles se né-

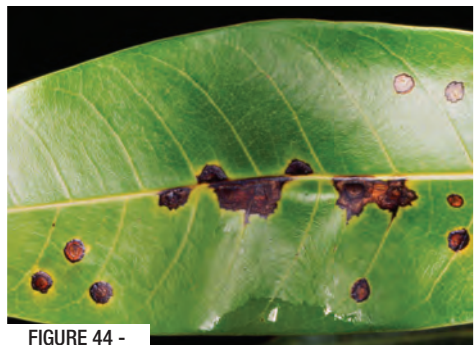


FIGURE 44 -

BACTÉRIOSE SUR FEUILLE (PHOTO D. VINCENOT).

croissent. Ces nécroses évoluent en taches noires d'où s'écoule une gomme chargée de bactéries qui se propagent à la faveur des vents et des pluies (Figure 45). Les fruits atteints ne sont pas commercialisables. La résistance à la bactériose est un critère important pour la sélection des variétés de mangoiers. Les variétés les plus résistantes sont à privilégier dans les parties du verger les plus ventées.



FIGURE 45 -

BACTÉRIOSE SUR FRUIT (PHOTO D. VINCENOT).

■ Méthodes de protection

Elles sont identiques à celles préconisées contre l'antracnose. La taille permet d'éliminer les organes infectés

(feuilles, rameaux, fruits) qui doivent être brûlés pour détruire l'inoculum.

VIII. LA RÉCOLTE ET LA CONSERVATION

Par Jacques JOAS et Mathieu LÉCHAUDEL

GÉNÉRALITÉS

Les fruits et les légumes frais présentent des caractéristiques bien particulières qui vont définir les conditions et la durée de leur conservation.

- Ce sont des produits vivants, et leur durée de survie dépend des conditions de récolte et des précautions d'accompagnement en conservation.
- Ce sont des produits qui respirent, en ce sens qu'ils consomment de l'oxygène et dégagent du gaz carbonique. Ils sont également parfois sensibles à la présence d'éthylène, qui va, dans le cas de la mangue, provoquer la maturation et accélérer la sénescence.
- Ce sont des produits qui dégagent de la chaleur (chaleur de respiration), qu'il faut éliminer lors de la conservation.
- Ce sont des produits sensibles aux pertes en eau. Outre le préjudice commercial direct (perte de masse), le niveau de pertes en eau va aussi accélérer la maturation et la sénescence.
- Ce sont des produits sensibles aux altérations microbiennes. Ces altérations sont l'aboutissement de contaminations qui peuvent avoir lieu sur l'arbre (pré récolte) ou lors de la mise en marché (post récolte). Il est donc important de réduire le risque de contamination à tous les niveaux de la filière.

- Enfin, ce sont des produits sensibles aux chocs et meurtrissures, éléments majeurs de dépréciation commerciale. Les précautions de manipulation pendant toutes les étapes, de la récolte à la mise en marché sont donc essentielles.

La maîtrise de ces différents points permet de réduire les pertes, de préserver au mieux la qualité, et de réussir la mise en marché.

LE STADE DE RÉCOLTE ET LA MATURATION

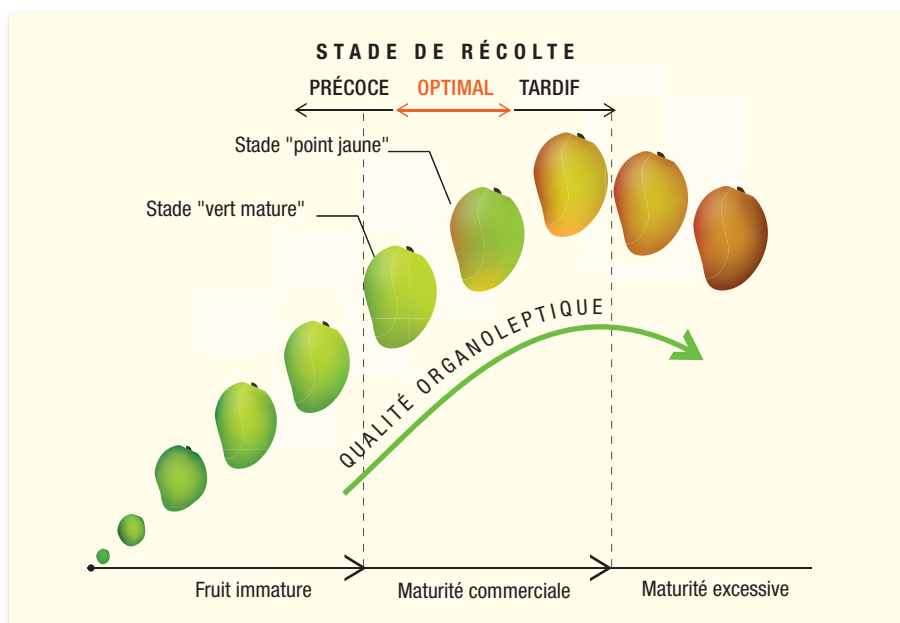


FIGURE 46 - ÉVOLUTION DES CARACTÉRISTIQUES QUALITATIVES D'UN FRUIT EN FONCTION DE SA CROISSANCE ET DE SA MATURATION.

La mangue est un fruit qui a la capacité de mûrir après la récolte. Cette caractéristique la classe dans la catégorie des fruits dits "climactériques". C'est en la récoltant en début de maturation

que la mangue offre le maximum des caractéristiques énergétiques et nutritionnelles qui définissent la qualité d'un fruit (teneur en amidon, en sucres solubles, en acides organiques, en méta-

bolites divers tels que vitamines, minéraux, précurseurs d'arômes,...). Cependant, un fruit qui commence à mûrir a une durée de conservation limitée, et il n'est pas toujours facile d'identifier un fruit en début de maturation. Pour certaines variétés, dont la mangue Cogshall, l'apparition de la couleur jaune au niveau de l'apex du fruit (stade "point jaune") est un critère qui indique son entrée en maturation. Pour avoir une durée minimale de conservation pour l'export et le marché local, le fruit doit donc être récolté à un stade physiologiquement mature, mais non mûr, généralement dénommé "vert mature" (Figure 46).

Très souvent, la récolte est basée sur des critères approximatifs de calibre, d'aspect du pédoncule ou de couleur, selon les espèces fruitières et les variétés. Les mangues présentent généralement la morphologie illustrée par la Figure 47. Certains indicateurs tels que le remplissage de l'épaule, le dégagement du bec, l'aspect du pédoncule et la coloration du fruit sont des critères physiques non destructifs d'évaluation de la maturité, mais supposent une expérience acquise sur le terrain. Ces critères restent empi-

riques, avec une équivalence très approximative du stade de maturité réel (ou état physiologique). Les fruits peuvent alors être récoltés à un stade inadapté, et dans le cas d'un stade de récolte trop précoce, ne peuvent pas atteindre une bonne qualité après maturation.

Pendant la maturation, la composition du fruit évolue, et en phase de sénescence, il perd une partie de ses caractéristiques énergétiques et nutritionnelles (dégradation des sucres, des acides, des vitamines). Aussi, indépendamment du stade de maturité à la récolte, un fruit consommé trop mûr présente moins d'intérêt qu'un fruit consommé au bon stade (généralement

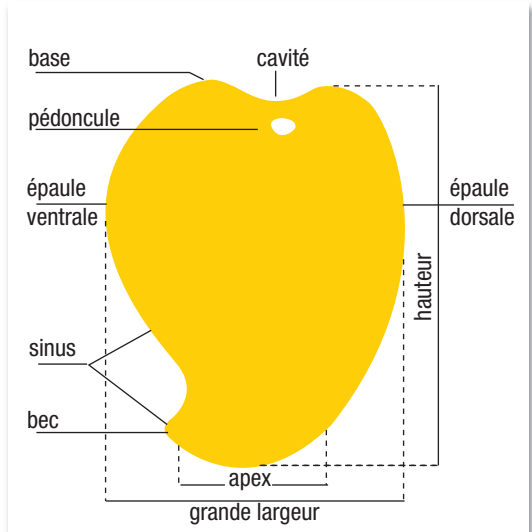


FIGURE 47 - DESCRIPTEURS DE LA MANGUE
(d'après de Laroussilhe, 1980).

texture souple mais encore ferme). Comme il est fréquent de trouver sur le marché des fruits "sur-mûrs", nous voyons bien les enjeux liés aux conditions de commercialisation. Il faut donc à la fois pouvoir maîtriser le stade de récolte, mais aussi le niveau de maturation du fruit lors de la mise en marché, pour garantir la qualité optimale des mangues. C'est pourquoi il est important de définir un critère de récolte en concertation avec l'aval de la filière.

L'objectif est bien de trouver un compromis entre le stade de récolte, la durée de conservation et le type de mise en marché prévu pour satisfaire pleinement l'attente des consommateurs. Une attention particulière doit donc être portée au choix du point de coupe et à l'acte de récolte afin d'opti-



FIGURE 48 -

FRUIT DE LA VARIÉTÉ COGSHALL AU STADE DE RÉCOLTE POINT JAUNE (PHOTO J. JOAS).

miser la durée de conservation du fruit, les conditions de son mûrissement, et sa qualité une fois mûr.

Critères de récolte : cas de la mangue Cogshall

Pour cette variété, le stade de récolte "point jaune" (Figure 48), précédemment évoqué, correspond à un stade climactérique déjà avancé. En d'autres termes, la mangue est en phase de maturation et aura une durée de conservation réduite, de deux à cinq jours à 20°C. Cette durée est bien souvent trop faible vu les délais de transport et de stockage nécessaires à la mise en mar-

ché. Mais surtout, une récolte basée sur ce seul critère visuel conduit à des lots hétérogènes.

Un indicateur objectif de la maturité de la mangue, indépendant des conditions de culture et de croissance a été testé sur la variété Cogshall, et son intégration dans un appareil de récolte et une chaîne de tri est en cours de réalisation. L'estimation de la maturité de la

mangue est basée sur une mesure non destructive et rapide de la fluorescence de la chlorophylle de la peau du fruit. Cette mesure permet une récolte plus précoce, avant le stade "point jaune", tout en conservant une qualité optimale

du fruit. Elle garantit l'homogénéité des lots de fruits pour une meilleure gestion de la mise en marché. Son application pour la variété José et d'autres variétés américaines est en cours d'évaluation.

LA RÉCOLTE

La récolte débute entre 110 et 130 jours après la floraison. Cet intervalle peut varier en fonction de la variété, du climat, de l'altitude, des caractéristiques du sol et des pratiques culturales, ce qui rend difficile l'utilisation du nombre de jours pour prédire la récolte. Comme rappelé précédemment, à défaut de disposer d'un critère de récolte objectif avant tout changement de couleur qui traduit un début de maturation du fruit, il est préférable de récolter les fruits :

- soit dès l'apparition des premiers signes indiquant l'approche de la maturité (début du "point jaune" pour la mangue Cogshall par exemple) ;
- soit quand le fruit est totalement coloré (du jaune à l'orange-rouge selon les variétés), comme point de coupe maximal. Nous verrons

par la suite que ce choix limite les possibilités de conservation, mais est judicieux pour éviter tout problème de qualité.



FIGURE 49 -

LES MANGUES RECOLTÉES DOIVENT ÊTRE MANIPULÉES AVEC PRÉCAUTION (PHOTO D. VINCENOT).

Quelques préconisations lors de la récolte du fruit sont à intégrer dans une démarche PFI afin de garantir une qualité optimale. Pour une variété et un critère de récolte donnés, le cueilleur doit respecter les points suivants :

- privilégier les récoltes tôt le matin, pendant les heures encore fraîches ;
- ne pas prendre de fruits dont l'état sanitaire laisse à désirer (présence évidente de piqûres de mouches des fruits, anthracnose, ...), ou présentant des blessures (occasionnées par exemple

par l'outil de récolte, ou un choc lors de la récolte) ;

- ne pas ramasser de fruits tombés au sol ;
- lors de la récolte, il arrive souvent que le latex coule sur le fruit et le tache. En coupant au sécateur le pédoncule au dessus de son point d'abscission, puis en enlevant le pédoncule en orientant le fruit vers le bas pour favoriser l'écoulement du latex, le risque de tache est réduit au minimum.

LA MANIPULATION DES FRUITS

Tout comme l'acte de récolte, la manipulation postrécolte doit être réalisée avec précaution pour garantir une qualité optimale des fruits (Figure 49). Il est conseillé de :

- ne pas lancer les fruits, que ce soit dans les seaux ou dans les caisses ;
- déposer les fruits délicatement dans les caisses ou les plateaux et, dans la mesure du possible, sur une seule couche (Figure 50).

Lancer ou simplement lâcher un fruit dans un seau ou une caisse peut entraîner :

- des blessures franches provoquées par les pédoncules des autres fruits ;
- des meurtrissures provoquées par la chute du fruit (au fond du seau ou de la caisse, sur les rebords, ou plus simplement le choc direct des fruits entre eux) ;
- des meurtrissures liées à la compression : les fruits des rangées inférieures



FIGURE 50 -

CONDITIONNEMENT EN MONOCOUCHE
(PHOTO D. VINCENOT).

supportent le poids des rangées supérieures, ce qui peut amener des lésions internes au niveau des zones de contact ;

- des abrasions provoquées par exemple par la friction sur les rebords des emballages, qui peuvent abîmer partiellement la peau ; l'emploi de caisses à bords arrondis, ou en bois raboté s'il s'agit de caisses en bois, est souhaitable.

Si dans le cas de blessures ou de chocs visibles il est possible d'éliminer les fruits, toute meurtrissure est par définition traumatique et les effets secondaires sont plus conséquents qu'il n'y paraît : la détérioration partielle ou marquée de

plusieurs cellules du fruit va accélérer la maturation de la zone concernée, et par extension celle du fruit. Dans le cas de fruits déjà mûrs, ces lésions sont parfois visibles. Dans le cas de fruits récoltés à un stade "vert-mature", ces lésions ne vont vraiment se révéler qu'après maturation, avec des pertes de fermeté fonction de l'intensité des lésions, et des brunissements sous jacents.

En conclusion, la manipulation des fruits ne s'arrête pas simplement au geste de récolte. Elle sous-entend l'ensemble des gestes de manutention que vont subir les fruits, que ce soit le transfert des fruits en caisses, le transfert des caisses elles-mêmes, le reconditionnement en vue de la mise en marché et la mise en marché. A quoi sert une récolte réalisée avec soin si le transfert du champ au hangar se fait sans ménagement (chemin abîmé par exemple, conduite chaotique des véhicules), ou si au niveau de la vente au détail les cartons sont vidés sans précaution ? L'attention portée à la manipulation des fruits doit donc être raisonnée tout le long de la filière, de façon indivisible, et être prise en compte dans l'élaboration des cahiers des charges liant production et distribution.

LE STOCKAGE DES FRUITS

Au champ

Il faut stocker les fruits dans une zone ombragée et aérée en attendant les trai-

tements ultérieurs (mise en marché ou transfert en chambre froide).

A la station

Pour une mise en marché différée, il est souhaitable de conserver les fruits en chambre froide, en portant une attention particulière sur les points suivants :

■ La circulation de l'air dans la chambre froide

Elle doit être la plus homogène possible. Une bonne circulation de l'air favorise une réfrigération rapide et homogène. A défaut de disposer d'unité de réfrigération (tunnel d'air forcé), entreposer les cartons ou les caisses en veillant à une bonne circulation de l'air pour faciliter la réfrigération : les rangées internes de cartons dans une palette sont celles qui vont refroidir le plus lentement, car la surface d'échange avec l'air extérieur est quasiment inexistante, comparées aux rangées externes exposées au circuit d'air froid. Dans le cas de chambre froide avec une puissance frigorifique moyenne, l'accolement des palettes entre elles réduit encore la facilité de passage de l'air et il est préférable de laisser un petit espace entre les pa-

lettes pour que l'air ait une chance de circuler correctement.

■ L'aération de la chambre froide

Un renouvellement d'air à intervalles réguliers est souhaitable pour éliminer l'éthylène présent dans la chambre et libéré par les fruits. Par renouvellement, on entend un renouvellement du volume total de la chambre vide. L'ouverture de la porte de la chambre ne suffit pas pour assurer un tel renouvellement. L'idéal est de disposer d'une entrée d'air, qui doit se situer au niveau de l'évaporateur (afin de refroidir l'air entrant avant de l'envoyer dans la chambre). Raisonnablement, pour le stockage de la mangue, deux à trois renouvellements d'air par jour permettraient de minimiser significativement l'action de l'éthylène.

■ La température de stockage

Elle est de 10 à 13°C pour les fruits tropicaux. En général, les fruits verts sont plus sensibles au froid que les fruits

mûrs. La résistance au froid dépend aussi des variétés, ce qui complique le choix de la "bonne température" si l'on stocke ensemble différentes variétés de mangues. La mise en froid de fruits mûrissant est également problématique car la mangue est en phase de maturation, et le froid va perturber celle-ci. La qualité du fruit en sortie de stockage peut en être affectée (fermeté évoluant très vite, qualité gustative globalement plus faible, fruit plus fragile,...). D'où l'importance du choix du stade de maturité à la récolte, privilégiant soit des fruits non mûrissant, avec un potentiel de conservation déjà défini pour la variété Cogshall (14 jours à 12°C), ou mûrs, et dans ce cas, la durée de

conservation au froid doit être réduite au délai d'organisation de la commercialisation (quelques jours au plus).

■ Les conditions d'hygiène

Les fruits peuvent être contaminés à tout moment et des précautions élémentaires vis-à-vis des microorganismes doivent être prises. Les zones de manipulation des fruits doivent être propres et nettoyées (lavage des caisses, des outils, ...). Les chambres froides doivent également faire l'objet d'un nettoyage poussé en début et en fin de saison (sol et parois lessivés avec un produit contenant des composés antimicrobiens : javel, produits industriels type "Bacterisel").

LA MISE EN MARCHÉ

.....

La gestion des lots

Lors de la commercialisation finale, quelques précautions sont à respecter :

- éviter la rupture de la chaîne de froid pour des fruits stockés en chambre froide ; le délai d'attente doit être réduit au minimum entre la sortie de la chambre et le transport ; l'utilisation de véhicules réfrigérés est idéal ;
- dans le cas d'une commercialisation en GMS, éviter les allers-retours entre

le linéaire et les chambres de stockage. Malheureusement, la plupart des distributeurs n'ont qu'une température de stockage, de l'ordre de 6-7°C, et il faut dans la mesure du possible réduire la durée de stockage à cette température pour éviter les risques d'altération dus au froid.

LE CONDITIONNEMENT ET LA PRÉSENTATION

Pour préserver au mieux la qualité des fruits, il faut privilégier une présentation en monocouche. Si les ventes sont différées en GMS, les fruits auront évolué en maturité (les fruits en sortie de froid évoluent très rapidement en maturation). La mise en vrac des fruits sur un linéaire peut être attractive, mais pour des fruits déjà mûrs, ce type de présentation augmente la probabilité de chocs et de compressions, et au final la quantité de fruits perdus peut être importante.

L'emballage des mangues en barquettes ou en plateaux est une option innovante pour la mise en marché et présente un intérêt pour la protection des fruits contre les chocs directs. L'emballage peut aussi être couplé à des stades de maturités contrastés des fruits. Des tests de commercialisation de fruits de différentes maturités ont été réalisés avec des barquettes en bois de trois ou six fruits, présentées avec un poster de communication sur l'état de maturité des fruits (Figures 51 à 53). Ce choix de conditionnement permet de définir une stratégie de mise en marché : par exemple, fruits

de maturité homogène pour une barquette de 3 fruits, fruits de maturité différente pour une barquette de 6 fruits, l'acheteur pouvant ainsi étaler leur consommation.

Une autre alternative est la commercialisation de plateaux de 3 à 5 kg, technique déjà éprouvée par quelques producteurs de mangues pratiquant la vente directe.

Il est également intéressant de noter que l'utilisation d'un emballage ne va pas à l'encontre d'une démarche PFI. En effet la tendance actuelle est à l'éco-emballage et de nombreuses sociétés s'intéressent soit à des matériaux re-



FIGURE 51 -

CONDITIONNEMENT DE MANGUES DE DIFFÉRENTES MATURITÉS
EN BARQUETTES FILMÉES EN GMS (PHOTO J. JOAS).



FIGURE 52 -

POSTER DE COMMUNICATION SUR LA MATURITÉ DES MANGUES ET LEUR DURÉE DE CONSERVATION (PHOTO J. JOAS).

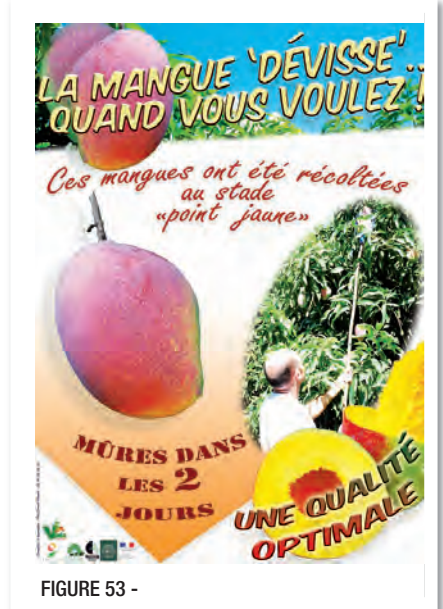


FIGURE 53 -

POSTER DE COMMUNICATION SUR LA MATURITÉ DES MANGUES ET LEUR DURÉE DE CONSERVATION (PHOTO J. JOAS).

cyclés, soit à des matériaux dégradables (à base d'amidon de maïs, de fibres de canne à sucre), qui peuvent ensuite être recyclés ou compostés.

Si de nombreux acheteurs sont toujours attachés à la présentation en vrac des fruits sur les rayons, il ne faut pas pour autant négliger le potentiel qui peut être apporté par ces différentes alternatives de conditionnement. Elles doivent être discutées entre producteurs et distributeurs pour définir une stratégie de marketing, comme le choix du type de

conditionnement par rapport au prix de vente, la mise en œuvre de campagnes de communication pour valoriser les produits, etc.

Par la réduction du taux de pertes, aujourd'hui difficilement chiffrable, tous les acteurs de la filière seront gagnants, et la mise en marché de mangues de qualité ne peut que favoriser l'augmentation de leur consommation.

LA COMPOSITION ET LA VALEUR NUTRITIVE DE LA MANGUE

La composition des mangues dépend de la variété, mais aussi des conditions de culture, du stade de récolte, et du stade de maturité. La table jointe, extraite d'une base de données du Département de l'Agriculture des Etats-Unis (USDA), présente des valeurs moyennes (voir liste p. 117).

Sur la base de cette table et des mesures réalisées à La Réunion, nous retiendrons les points suivants :

- La teneur en eau de la mangue est de l'ordre de 82 à 86%.
- Les variétés de mangues ont toutes des caractéristiques spécifiques. Ainsi, **la teneur en sucres** varie de 9 à 16% selon les variétés. La variété Cogshall se situe dans la moyenne, avec une teneur de l'ordre de 11 à 13%. La variété José a une teneur en sucres plus élevée, de 12 à 15%. Le sucre principal est le saccharose (environ 75% du total des sucres), suivi du fructose (20% du total) et du glucose (5%). Les teneurs en protides et lipides sont faibles, respectivement de l'ordre de 0,6% et 0,1%. La valeur énergétique de la mangue vient donc essentiellement de sa teneur en sucres, correspondant à une **valeur calorique**

de l'ordre de 60 à 65 kcal/100g de pulpe, ce qui classe la mangue dans les fruits moyennement caloriques. A titre de comparaison, les agrumes se situent entre 30 et 50 kcal, les ananas et les pommes à environ 50 kcal, les cerises à 80 kcal, et les bananes à 90 kcal.

- La teneur en **acides organiques** se situe aux environs de 0,6 g/100g de pulpe en général (et 0,8 à 1 g/100g pour les variétés à saveur un peu plus acidulée). Il s'agit surtout d'acide citrique qui représente plus de la moitié du total des acides organiques du fruit.
- Deux vitamines sont présentes en quantités importantes dans la mangue : **la provitamine A**, ou β -carotène, et **la vitamine C**.
- **Le taux de provitamine A de la mangue est l'un des plus élevés qui soit pour un fruit frais.** Les principaux caroténoïdes de la mangue sont l' α -carotène, le β -carotène et les cryptoxanthines, précurseurs de la vitamine A. Le β -carotène est le précurseur principal qui peut représenter jusqu'à 30% des caroténoïdes présents. La teneur totale en

caroténoïdes varie largement d'une variété à l'autre, avec une valeur minimale de 3 mg/100g (ce qui est un taux supérieur à celui du melon ou de l'abricot, les deux fruits tempérés les plus riches). Les mangues à la pulpe orangé foncé sont les plus riches en provitamine A. Par exemple, pour un stade de récolte et un stade de maturation comparables, la variété Cogshall est sensiblement plus riche que la variété José, mais moins riche que la variété Kent.

- **La mangue est assez riche en vitamine C** (acide ascorbique), de 25 à 50 mg/100g. Pour comparaison, l'orange se situe entre 40 et 80 mg/100g.

La mangue assure donc un "apport de sécurité" pour ces deux vitamines. Il suffit d'une demi-mangue, environ 180 g, soit 120 g net, pour recevoir la totalité de l'apport quotidien recommandé en provitamine A, et les deux tiers du total conseillé pour la vitamine C.

Constituant	Teneur pour 100 g pulpe fraîche
Eau	81.7 g
Energie	272 kJ (= 65 kcal)
Protéines	0.51 g
Fibres	1.8 g
Sucres	14.8 g
Minéraux	
Calcium, Ca	10 mg
Fer, Fe	0.13 mg
Magnésium, Mg	9 mg
Phosphore, P	11 mg
Potassium, K	156 mg
Sodium, Na	2 mg
Zinc, Zn	0.04 mg
Cuivre, Cu	0.11 mg
Manganèse, Mn	0.027 m
Sélénium, Se	0.6 µg
Vitamines	
Vitamine C, acide ascorbique total	27.7 mg
Thiamine (B1)	0.058 mg
Riboflavine (B2)	0.057 mg

Niacine (B3)	0.584 mg
Acide pantothénique (B5)	0.16 mg
Pyridoxine (B6)	0.134 mg
Folate, total	14 µg
Choline, total	7.6 mg
Vitamine A,	765 UI
Retinol	0 µg
Vitamine E (alpha-tocophérol)	1.12 mg
Vitamine K (phylloquinone)	4.2 µg

Lipides

Acides gras saturés	0.066 g
Acides gras insaturés	0.152 g

Acides aminés

Tryptophane	0.008 g
Thréonine	0.019 g
Isoleucine	0.018 g
Leucine	0.031 g
Lysine	0.041 g
Méthionine	0.005 g
Phénylalanine	0.017 g
Tyrosine	0.01 g
Valine	0.026 g
Arginine	0.019 g
Histidine	0.012 g
Alanine	0.051 g
Acide Aspartique	0.042 g
Acide Glutamique	0.06 g
Glycine	0.021 g
Proline	0.018 g
Sérine	0.022 g

Caroténoïdes (précurseurs vitamine A)

Carotène, beta (β)	445 µg
Carotène, alpha (α)	17 µg
Cryptoxanthine, beta (β)	11 µg

Unités : g = gramme, mg = milligramme, µg = microgramme, kJ = kilo-joules,
kcal = kilo-calories, 1UI (unité internationale) = 0,30 µg équivalent rétinol.
(Source : USDA Nutrient data base for standard reference, 2008).

BIBLIOGRAPHIE

Références citées dans le guide

- Bellon, S., C. de Sainte Marie, J. Fauriel, P.E. Lauri, M. Navarette, T. Nesme, D. Plenet, J. Pluvinage, 2006.
La Production Fruitière Intégrée en France : innovation ou rénovation ? In Agronomes et Innovation. L'Harmattan ed., 267-286.
- Boller, E.F., A.K. Minks, J.V. Cross, J.C. van Lenteren, 2009.
February 2009 : The Working Group "Integrated Protection of Fruit Crops" is celebrating its 50th Anniversary.
Historic review, OILB-SROP, http://www.iobc-wprs.org/pub/History_Orchard_WG_20090317.pdf, 23 p.
- Bonny, S., 1997.
L'agriculture raisonnée, l'agriculture intégrée et Farre - Forum de l'agriculture raisonnée respectueuse de l'environnement.
Nature Sciences et Sociétés 5, 64-71.
- Campbell, R.J., 1992.
A guide to mangos in Florida.
Fairchild Botanical Garden, Miami - USA, 227 p.
- Cross, J.V., 2002.
Guidelines for Integrated Production of Pome Fruits in Europe. Technical Guideline III. 3rd edition 2002.
WPRS Bull., 25 (8), 45 p.
- DAF, 2009.
Agreste Réunion, données agricoles et rurales.
n°45. DAF Réunion, Saint-Denis, 2p.
- Davenport, T.L., R. Nuñez-Elisea, 1997.
Reproductive Physiology. In The Mango - Botany, production and uses. R. E. Litz ed. CAB International, Wallingford, UK, 69-146.
- de Candolle, A., 1884.
Origin of cultivated plants. K. Paul, Trench, London, 468 p.
- de Laroussilhe, F., 1980.
Le Manguier. Maisonneuve et Larose, Paris, 312 p.
- de Sainte Marie, C., J.P. Chabert, P. Morier-Genoud, 2003.
Re nullius in ager. Montagnes Méditerranéennes 18, 47-58.
- Deguine, J.-P., M. Duval, S. Quilici, M.-L. Moutoussamy, C. Ajaguin-Soleyen, P. Laurent, 2008.
The augmentorium: a sanitation technique for controlling Tephritid Fruit Flies in Réunion Island.
Endure Network International Conference, Diversifying Crop Protection, La Grande-Motte, France, 12-15 October 2008.
- El Titi, A., E.F. Boller, J.P. Gendrier, 1993.
Integrated production : principles and technical guidelines. WPRS Bull., 16, 97 p.
- Gaillard, J.P., 1985.
Recherche agronomique et productions fruitières à La Réunion, bilan et nouvelles perspectives.
CIRAD - Réunion, 65 p.
- Gendrier, J.P., J. Lichou, O. Baudry, R. Orts, S. Rondeau, P. Soing, J.F. Mandrin, 1999.
Outils de pilotage. Bonnes pratiques en arboriculture fruitière: production raisonnée, intégrée. CTIFL, Paris, 202 p.
- Gerbaud, P., A. Moulin, A. Faverol, 2009.
La Mangue. FruiTrop 164, 7-39.
- Hilderbrand, P.E., 1990.
Agronomy's role in sustainable agriculture: integrated farming systems. J. Prod. Agric 3, 285-288.
- Kernot, I., N. Meurant, R. Holmes, N. Maclead, G. Fullelove, I. Bally, 1998.
Mango information kit, In Agrilink series (ed.).
Queensland Horticulture Institute, Department of Primary Industries, Queensland, Australia.
- Lebellec, F., V. Renard, 1997.
Le grand livre des fruits tropicaux.
Editions Orphie, 189 p.

- Lemarié, M., 2008.
Caractérisation des pratiques culturales et identification des profils de fonctionnement des exploitations agricoles productrices de mangues.
Mémoire de stage AgroParisTech, CIRAD Réunion, 60 p.
- Magne, C., 2004.
Effet de la charge en fruits sur la croissance végétative de plusieurs variétés de manguiers à l'île de La Réunion.
Mémoire de stage ENITA Clermont-Ferrand, CIRAD Réunion, 41 p.
- Mukherjee, S.K., 1997.
Introduction: Botany and importance.
In *The Mango - Botany, production and uses.* R. E. Litz ed. CAB International, Wallingford, UK, 1-19.
- Normand, F., A.K. Pambo Bello, C. Trottier, P.-E. Lauri, 2009.
Is axis position within tree architecture a determinant of axis morphology, branching, flowering and fruiting ? An essay in mango.
Annals of Botany 103, 1325-1336.
- Nuñez-Elisea, R., T.L. Davenport, 1995.
Effect of leaf age, duration of cool temperature treatment, and photoperiod on bud dormancy release and floral initiation in mango.
Scientia Horticulturae 62, 63-73.
- Pambo Bello, A.K., 2006.
Étude et modélisation des facteurs affectant les processus élémentaires de ramification et de croissance végétative chez le manguiers cv. Cogshall à La Réunion.
Mémoire de stage Université Claude Bernard Lyon 1, CIRAD Réunion, 79 p.
- Pickett, J.H., W.L. Putman, E.J. Le Roux, 1958.
Progress in harmonizing biological and chemical control of orchard pests in eastern Canada.
10th Int. Congr. Entomol., Montreal 3, 169-174.
- Popenoe, W., 1920.
Manual of tropical and subtropical fruits.
Hafner Presse, 474 p.
- Quilici, S., D. Vincenot, A. Franck, 2003.
Les auxiliaires des cultures fruitières à La Réunion.
CIRAD - Chambre d'Agriculture de La Réunion, 18 Editions, 168 p.
- Renard, A., 2005.
Effet de la charge en fruits sur la croissance végétative au cycle suivant de sept variétés de manguiers à La Réunion.
Mémoire de stage INH Angers, CIRAD Réunion, 41 p.
- Soltner, D., 2000.
Les bases de la production végétale, tome 1: Le sol.
Sciences et techniques agricoles, Angers, 472 p.
- Steiner, H., 1977.
An approach towards Integrated Agricultural Production through Integrated Plant protection.
H. Steiner (ed.), WPRS Bull., 4, 163 p.
- Toubon, J.F., B. Sauphanor, C. de Sainte Marie, D. Plenet, S. Bellon, R. Habib, 2001.
Bassin Rhône-Méditerranée. Quel statut pour la production de pommes ?
L'Arboriculture Fruitière 549, 59-62.
- Vincenot, D., 2003.
Élaboration et développement d'un programme de lutte intégrée en vergers d'agrumes et de manguiers à l'île de La Réunion.
Mémoire d'ingénieur diplômé par l'Etat, École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 85 p.
- Vincenot, D., 2004.
Mangues de La Réunion – origines, histoire, caractéristiques, usages culinaires.
Océan Éditions (ed.), 118 p.
- Watson, L., M.J. Dallwitz, 1992 onwards.
The Families of Flowering Plants: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval.
[Online] <http://delta-intkey.com>
(posted Version: 9th september 2009).
- Young, T.W., R.C.J. Koo, 1971.
Variations in mineral content of Florida mango leaves.
Proc. Florida State Hort. Soc. 84, 289-303.

Autres références sur le manguiers et références générales

- Aubert, B., 1975.
Possibilités de production de mangues greffées à La Réunion. Fruits 30, 447-479.
- Chaballier, P.F., V. van de Kerchove, H. Saint-Macary, 2006.
Guide de la fertilisation organique à La Réunion., C. Editions, 302 p.
- Chambre d'Agriculture de La Réunion, 2002.
Dossier technico-économique - La mangue. Chambre d'Agriculture de La Réunion, 32 p.
- Etienne, J., 1977.
Note sur les cécidomyies du manguiers à La Réunion. IRAT - Réunion, Saint Denis, 27 p.
- Galan Sauco, V., 1999.
El cultivo del mango. Ediciones Mundi-Prensa, 291 p.
- Grover, P., 1979.
Biology of Erosomyia indica with special reference to extent of damage. Congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical, Marseille, France, 13-16 mars 1979.
- Hugon, R., 1979.
Complexe gallicole et cécidomyie du manguiers à l'île de La Réunion. Congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical, Marseille, 13-16 mars 1979.
- Laville, E., 1994.
La protection des fruits tropicaux après récolte. CIRAD/COLEACP, 190 p.
- Mourichon, X., 1987.
L'antracnose à Colletotrichum gloeosporioides des mangues, avocats et papayes ; quelques données sur la biologie et le contrôle de cette maladie. Réunion annuelle IRFA, DOC IRFA, 52, CIRAD, 6 p.
- Ploetz, R.C., G.A. Zentmyer, W.T. Nishijima, K.G. Rohrbach, H.D. Ohr, 1994.
Compendium of Tropical Fruit Diseases. APS PRESS, St Paul - USA, 88 p.



Ce guide a pour principal objectif d'orienter les producteurs de mangues vers de nouveaux itinéraires de production compatibles avec le respect de l'environnement, et répondant aux attentes des consommateurs et de la société. Qu'il soit en projet d'installation ou producteur de mangues confirmé, l'arboriculteur trouvera dans ce guide les éléments qui lui permettront de mieux comprendre les caractéristiques techniques et économiques des différentes étapes de la production, de la création du verger à la commercialisation de ses fruits.

Ce guide s'adresse également aux personnes désireuses de cultiver cette espèce dans leur jardin, mais aussi à tous les acteurs de la filière : distributeurs de fruits, techniciens d'encadrement agricole, étudiants en agriculture, services agricoles des collectivités, et décideurs politiques. Chacun pourra y trouver des éléments de réponse ou de décision, des références bibliographiques, et des contacts locaux pour obtenir plus d'information.

