

BURKINA FASO
Unité - Progrès - Justice

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE, SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE
DE BOBO-DIOULASSO

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT ET DE
RECHERCHES AGRICOLES

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

CENTRE REGIONAL DE RECHERCHE
ENVIRONNEMENTALES ET AGRICOLES DE
L'OUEST. STATION DE FARAKO-BA

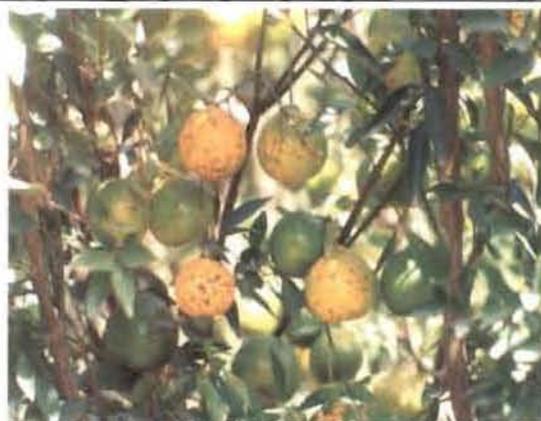
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : AGRONOMIE

Etude diagnostique des problèmes phytosanitaires du manguier (*Mangifera indica* L.), de l'oranger (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) et du mandarinier (*Citrus reticulata* Blanco) dans la province du Kéné Dougou.



Directeur de mémoire : Dr SOMDA Irénée (U.P.B)

Maîtres de stage : Dr DABIRE Rémy (I.N.E.R.A)

Dr SOMDA Irénée (U.P.B)

Juin 2002

OUEDRAOGO Sylvain Nafiba

DÉDICACE**A LA MÉMOIRE DE PAPA ;****A MAMAN ;****A MA SŒUR LAETITIA ET À MES FRÈRES CYRILAQUE ET
ALFRED ;****A TOUS LES PARENTS ;****A TOUS CEUX QUI ONT CONTRIBUÉ À MON ÉDUCATION ET À
MA FORMATION ;****A TOUTES LES PERSONNES DE BONNE VOLONTÉ ;****C'EST AVEC HUMILITÉ QUE NOUS VOUS DÉDIONS CE TRAVAIL
FRUIT DE VOS EFFORTS ET DE VOTRE ENGAGEMENT À MES
COTES.**

REMERCIEMENTS

Notre stage s'est déroulé à l'IN.E.R.A avec l'appui de l'U.F.M.B..

A Mr ARISTE Claude le coordonnateur de cette union qui a défendu avec succès le projet d'étude que nous lui avons soumis auprès des partenaires financiers nous devons une reconnaissance particulière. C'est avec un réel plaisir que nous lui témoignons toute notre gratitude. Pour votre constante disponibilité, vos conseils, votre engagement qui nous a ouvert beaucoup de portes et surtout pour votre patience à notre endroit, nous voudrions vous remercier de tout cœur. A vous, à votre conseil d'administration ainsi qu'à tout le personnel de l'U.F.M.B., nous adressons nos sincères remerciements pour l'appui qui nous a été accordé et qui nous a permis d'arriver au bout de cette étude.

Guider un étudiant n'est pas chose facile surtout dans un domaine aussi peu fréquenté que l'arboriculture fruitière.

Dr. DABIRE Rémy chargé de recherche à l'IN.E.R.A / C.M.F.P.T, Dr. SOMDA Irénée maître assistant à l'I.D.R., vous avez malgré vos activités de recherche et d'enseignement accepté de vous livrer à cette tâche en nous encadrant. Nous vous exprimons notre gratitude. Vos conseils ont permis la conception et la réalisation de ce travail. Votre implication dans ce travail avec l'analyse statistique des données, l'identification des insectes et des champignons ainsi que pour votre appui matériel tout au long de notre stage nous ont assuré son bon déroulement. Nous ne saurions non plus vous remercier assez pour cette ambiance sympathique qui a régné tout au long de notre stage grâce à laquelle nous avons pu supporter le poids du travail et des moments difficiles qui l'ont accompagné. Recevez donc vous et vos équipes l'expression de notre profonde gratitude.

Grâce au soutien financier de la coopération danoise, nous avons pu conduire à terme les travaux de cette étude. Qu'elle en soit vivement remerciée.

Mme Noura, vous nous avez accueilli et hébergé durant tout mon séjour à Orodara, c'est un réel plaisir pour nous aujourd'hui de vous témoigner toute notre reconnaissance pour cet accueil mais aussi pour vos conseils, les contacts que vous nous avez fournis, ainsi que pour la documentation que vous avez mise à notre disposition.

Sans le soutien matériel de la S.N.V. / Boutique d'Information de Orodara cette étude allait connaître une très difficile mise en œuvre. Nous nous devons de lui témoigner toute notre reconnaissance et c'est de gaieté de cœur que nous le faisons à l'endroit de la boutique à

travers ces responsables, Mme KONE Awa et M. BARRO Abdoulaye. A l'endroit du personnel de la boutique d'information de Orodara, nous adressons nos sincères remerciements pour tant d'attention et toute la sympathie a notre égard. Votre soutien nous a tout le temps remonté le moral et permis de surmonter la fatigue du terrain.

Ta constante disponibilité, ton ouverture et surtout ton engagement dans cette étude avec les multiples contacts que tu nous as donnés, tes conseils et ton aide dans la recherche bibliographique nous ont été d'un grand apport durant notre période de stage. Alessandra, c'est avec une vive émotion que nous t'exprimons notre profonde gratitude. Par toi, Nous voudrions dire notre reconnaissance à la S.N.V./ Boutique d'Information de Koloko pour son soutien matériel au cours de cette étude. A Mme Léonie, la responsable de la boutique et à tout le personnel, nous exprimons notre reconnaissance pour leur soutien moral.

Confronté souvent à certaines difficultés techniques, nous avons bénéficié de l'expertise de certaines personnes à qui nous voudrions adresser nos sincères remerciements.

Ces remerciements vont à l'endroit du Pr. RAGZZI Alessandro pour ses conseils et sa disponibilité pour l'identification de certains isolats, à M. TOU Fadoua également pour ses conseils et l'identification des insectes capturés. La manipulation du logiciel Epi info a été possible grâce au concours précieux d'Hermann SORGHO que nous ne saurons remercier assez pour sa disponibilité, et son soutien pendant les moments difficiles.

Grâce à la disponibilité des producteurs qui nous ont ouvert les portes de leurs vergers, au soutien des organisations membres de l'U.F.M.B de la zone (COOPAKE, Faso Jigui, Jigui semen) ainsi qu'à l'appui du service provincial de l'agriculture~en particulier ses agents de Orodara et Koloko, nous avons pu mener à terme la partie terrain de cette étude. Nous voudrions par-là leur adresser nos vifs remerciements.

Aux chercheurs et au personnel de l'IN.E.R.A. nous exprimons notre gratitude pour leurs conseils et la mise à notre disposition de certains matériels au cours de nos travaux de laboratoire.

A tous les amis (es) dont nous ne pourrions citer les noms pour leur soutien tout au long de cette période de stage, avec les réponses favorables à certaines sollicitations aux allures quelques fois des fois dérangeantes, nous leur exprimons toute notre gratitude.

Enfin à tout Seigneur tout honneur. C'est à Dieu seul que revient toute action de grâce pour tant de bienveillance à notre endroit. A lui louange et gloire à jamais.

Sommaire

Dédicace.....	i
Remerciements.....	ii
Sigles et abréviations	iv
Liste des tableaux.....	v
Liste des figures.....	vi
Liste des photos.....	vi
Résumé.....	vii
Introduction générale.....	1
Première partie : Généralités	
Chapitre 1 : Contexte de l'arboriculture fruitière au Burkina Faso	
1.1 Organisation du secteur de l'arboriculture fruitière.....	3
1.2 Contraintes et potentialités.....	6
Chapitre 2 : Le manguier et les agrumes	
2.1 Généralités sur le manguier.....	9
2.2 Généralités sur les agrumes.....	13
Chapitre 3 : Maladies et ravageurs du manguier et des agrumes	
3.1 Maladies du manguier.....	19
3.2 Ravageurs du manguier.....	22
3.3 Maladies des agrumes.....	25
3.4 Ravageurs des agrumes	28
Deuxième partie : Etude diagnostique des problèmes phytosanitaires du manguier (<i>Mangifera indica</i> L.), de l'oranger (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck) et du mandarinier (<i>Citrus reticulata</i> Blanco)	
Chapitre 4 : Matériels et méthodes	
4.1 Caractéristiques du matériel végétal et présentation du cadre de l'étude.....	32
4.2 Analyse des pratiques culturales.....	36
4.3 Diagnostique des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers.....	37
4.4 Identification d'agents pathogènes et des insectes capturés.....	38
4.5 Traitement et analyse des données.....	44
Chapitre 5 : Résultats – Discussion	
5.1 Analyse qualitative et quantitative des problèmes phytosanitaires.....	46
5.2 Analyse de corrélation entre les problèmes phytosanitaires.....	60
5.3 Analyse de l'influence de quelques facteurs sur la répartition des problèmes phytosanitaires dans les vergers.....	68
5.4 Identification des champignons isolés et des insectes capturés.....	80
5.5 Conclusion partielle et proposition de lutte contre les problèmes phytosanitaires rencontrés.....	88
Conclusion générale et perspectives.....	91
Références bibliographiques.....	93
Annexes	

Sigles et abréviations

A.P.I.P.A.C. : Association des Professionnels de l'Irrigation Privée et des Activités Connexes

C.D.C. : Cercle Des Sécheurs

C.M.F.P.T : Programme Cultures Maraîchères, Fruitières et Plantes à Tubercules

C.N.P.E.L – B : Comité National de Promotion des Exportations de Fruits et Légumes du Burkina

C.R.F.G : “California Rare Fruit Growers”

C.R.R.E.A. : Centre Régional de la Recherche Environnementale et Agronomique

C.T.V. : “*Citrus Tristeza Virus*”

D.R.E.P. - Ouest : Direction régionale de l'Economie et du Plan de l'Ouest

F.A.O. : Organisation des Nations Unies Pour l'Alimentation et l'Agriculture

I.D.R. : Institut du Développement Rural

IN.E.R.A. : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

M.A.R.A : Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales

P.D.A. : Potato Dextrose Agar

S.A.S. : “Statistical Analysis System”

S.N.V. : Organisation Néerlandaise des Volontaires

U.C.O.B.A.M. : Union des Coopératives Agricoles et Maraîchères du Burkina

U.F.M.B. : Union Fruitière et Maraîchère du Burkina

U.R.C.A.B.O : Union Régionale des Coopératives Agricoles de Bobo

Liste des tableaux

Titres	Numéros de page
Tableau I : Superficies et productions de quelques spéculations fruitières du Burkina.....	12
Tableau II : Evolution des exportations de mangues de 1994 à 1998.....	13
Tableau III : Evolution des exportations d'agrumes du Burkina entre 1995 et 1996.....	18
Tableau IV : Importance des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers de manguiers.....	59
Tableau V : Importance des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers d'agrumes.....	59
Tableau VI : Problèmes phytosanitaires du manguiier présentant des corrélations significatives.....	62
Tableau VII : Problèmes phytosanitaires des agrumes présentant des corrélations significatives.....	63
Tableau VIII : Répartition des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers de manguiers suivant différents facteurs.....	78
Tableau IX : Répartition des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers d'agrumes suivant différents facteurs.....	79
Tableau X : Résultats de l'identification des champignons au laboratoire de l'IN.E.R.A.....	81
Tableau XI : Résultats de l'identification des insectes capturés.....	86

Liste des Photos

Titres	Numéros de page
Photo 1 : Point d'exsudation de gomme sur manguier.....	48
Photo 2 : Termites sur manguier.....	48
Photo 3 : Croûtes sur feuilles de manguier.....	48
Photo 4 : Taches (noires) sur feuilles de manguier.....	48
Photo 6 : Taches grises sur feuilles.....	50
Photo 7 : Exsudations de gomme sur oranger.....	50
Photo 8 : Dessèchement des branches et rameaux d'agrumes.....	50
Photo 9 : Termites sur agrumes	50
Photo 10 : Dégâts de criquet puant.....	53
Photo 11 : Dégâts sur végétation.....	53
Photo 12 : Dégâts de mineuse.....	53
Photo 13 : Taches rouges sur fruits.....	57
Photo 14 : Décoloration de fruits.....	57
Photo 15 : Chutes de fruits sur mandarinier.....	57
Photo 16 : Tapinanthus sur oranger.....	57

Liste des figures

Figure1 :Localisation des zones d'étude et des villages sites.....	35
---	----

Résumé

Dans le cadre de la recherche de solutions aux problèmes phytosanitaires vécus par les producteurs de mangues, d'oranges et de mandarines de la province du Kéné Dougou, une étude a été initiée par l'U.F.M.B. en collaboration avec l'IN.E.R.A. et l'I.D.R.

Destinée à mieux appréhender la nature exacte, l'importance et les conditions de manifestation de ces problèmes, cette étude a couvert 5 zones productrices de fruits de la province à savoir les départements de Djigouèra, Koloko, Kourignon, Orodara et Samogohiri.

Fondée sur l'observation dans les vergers des symptômes et dégâts, avec l'isolement et l'identification de champignons, la capture et l'identification d'insectes ainsi que l'analyse des pratiques culturales des producteurs, cette étude a mis en évidence l'existence dans les vergers de divers problèmes phytosanitaires dont certains peuvent être associés à des champignons et d'autres à des insectes ravageurs.

Elle a révélé, l'existence de corrélations significatives entre certains problèmes qui traduisent les liens qui existent entre eux. L'influence de la localité, de la variété, de certains facteurs pédologiques (nature du sol, situation topographique) ainsi que de certaines pratiques culturales (association des cultures et état d'enherbement du sol) dans la répartition qualitative et quantitative des problèmes rencontrés dans les vergers est aussi mise en évidence par cette étude.

L'identification des champignons et des insectes capturés confirment la nature fongique et entomologique de certains problèmes rencontrés dans les vergers.

A l'issue de cette étude, des solutions sont proposées pour combattre ces problèmes et des pistes de recherche ont été dégagées.

Mots clés : Problèmes phytosanitaires, Manguiers, Orangers, Mandariniers, Kéné Dougou.

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

La production fruitière au Burkina Faso à travers la mangue et les agrumes contribue aux exportations de notre pays constituant ainsi une source d'entrée de devises. De ce fait et en plus de son rôle dans l'alimentation des populations, elle occupe une place non négligeable dans l'agriculture et l'économie du pays. Ceci fait que des quantités de plus en plus importantes de fruits répondant à certains critères de qualité sont demandées à la production.

A cette demande de plus en plus croissante de produits de qualité, les vergers du Burkina essentiellement localisés dans les régions Sud et Ouest du pays opposent une baisse non seulement de la quantité mais aussi de la qualité de leurs productions. Cette situation peut être la conséquence de plusieurs facteurs parmi lesquels on peut citer l'épuisement des sols, le problème variétal, des pratiques culturales inadéquates et les problèmes phytosanitaires.

Selon l'Union Fruitière et Maraîchère du Burkina (U.F.M.B), une organisation paysanne regroupant environ 2 500 producteurs répartis dans sept (7) provinces du Burkina (Balé, Comoé, Houet, Kéné Dougou, Kossi, Léraba, Mouhoun), les problèmes parasites sont de loin les plus importants dans la baisse qualitative et quantitative de la production fruitière au Burkina. De cela, témoigne la destruction au cours de la campagne 2001 de plusieurs tonnes de mangues de cette organisation exportées vers l'Europe pour cause de parasitisme. Quels sont ces problèmes phytosanitaires et leur importance ? Ces problèmes sont-ils liés à certaines pratiques culturales ou aux variétés ? Comment combattre ces problèmes ? Voici autant de questions que l'on se pose de nos jours et auxquels les ministères chargés de l'agriculture et de la recherche ne disposent pas de réponses.

Compte tenu de l'importance des problèmes rencontrés, il est impérieux dans la perspective d'apporter des solutions durables, de faire une étude diagnostique de la culture des espèces fruitières sus-citées. Cette étude devrait permettre de mieux appréhender l'importance, la nature et les conditions de manifestation des problèmes auxquels sont confrontés les producteurs dans le Kéné Dougou.

L'UFMB soucieuse de préserver la qualité de la production et dans le but de renforcer les intérêts de ses membres à travers l'exportation vers l'Europe d'importantes quantités (par bateau) de fruits de qualité est lancée dans la recherche de solutions à ces problèmes phytosanitaires. C'est ainsi, qu'avec l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (I.N.E.R.A.) et l'Institut du Développement Rural (I.D.R.), une étude diagnostique des

problèmes phytosanitaires du manguier, de l'oranger et du mandarinier dans la province du Kéné Dougou a été initiée.

Cette étude qui se veut contributive a « l'ambition » d'apporter quelques éléments de réponse permettant d'aboutir à des propositions de solutions pour assurer une production fruitière de qualité et de quantité d'une part, et d'autre part, l'amélioration des conditions de vie des producteurs contribuant ainsi à l'autosuffisance et à la sécurité alimentaire.

Le présent rapport qui fait l'économie des activités et résultats de cette étude présente dans sa première partie, les données générales sur le manguier et les agrumes (oranger et mandarinier). Sa deuxième partie est consacrée à l'étude du sujet à travers la présentation des matériels et méthodes mis en œuvre au cours de l'étude, des résultats obtenus ainsi que des propositions de solutions et des perspectives de recherche.

PREMIERE PARTIE

GENERALITES

**CHAPITRE 1 : CONTEXTE DE
L'ARBORICULTURE
FRUITIERE AU BURKINA
FASO**

Introduction

Depuis l'introduction des arbres fruitiers exotiques au Burkina pendant la période coloniale, l'arboriculture fruitière a évolué en dents de scie.

Activité peu organisée sans encadrement technique, elle a connu un essor particulier dans les années 1980 avec le projet fruitier FLEX FASO qui a introduit de nouvelles espèces et variétés et porté le Burkina parmi les pays africains qui exportaient des produits de qualité vers l'Europe. Cet essor a malheureusement été de courte durée suite à la privatisation non réussie de FLEX FASO en 1994 et au manque d'encadrement des producteurs. Toutefois, cette activité persiste et tente de retrouver ses marques.

Avec le manque de suivi du secteur, il existe assez peu de données y relatives qui, par ailleurs, varient d'une source à l'autre. Selon le Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales (M.A.R.A.) cité par SICAREX (2000), les productions fruitières du Burkina s'étendent sur 24 760,60 ha et les productions de ce secteur en tonnes de produits frais s'élèveraient à 287 407,50 tonnes.

Dans la filière fruits et légumes, le secteur de l'arboriculture fruitière trouve sa place dans l'économie nationale. En effet, selon le Comité National de Promotion des Exportations de Fruits et Légumes au Burkina Faso (C.N.P.E.F.L-B), cette filière procure à l'économie nationale, plus de 5 milliards de francs C.F.A. .

Les performances de ce secteur dépendront beaucoup de son organisation tant au niveau de la production qu'au niveau des acteurs.

1.1 Organisation du secteur de l'arboriculture fruitière

1.1.1 Spéculations

Le verger national est essentiellement dominé par deux spéculations à savoir le manguiers qui occupe 57,73 % des superficies et fournit 55,78 % de la production fruitière suivi des agrumes qui occupent 30,23 % des superficies et fournissent 35,10 % de la production fruitière nationale (SICAREX, 2000). Outre ces deux spéculations, d'autres espèces fruitières sont cultivées au Burkina.

Parmi ces spéculations, on peut citer 4 principales en raison de leur importance dans l'activité économique : il s'agit du manguiers, des agrumes, du bananier et de l'anacardier.

De nombreuses variétés de ces espèces sont rencontrées dans le verger national. Au niveau du manguier, le verger est dans sa majorité constitué de deux variétés non colorées : l'Amélie qui est une variété de saison et la Brooks qui est une variété tardive. Il existe cependant, des variétés colorées dont certaines ont été introduites par le projet fruitier et qui sont en train de gagner du terrain en ce moment, à l'exemple de Kent, Keitt, Lippens. Au niveau de la recherche, une trentaine de variétés a été identifiée et placée dans un parc à bois à la station de recherche de Banfora.

Au niveau des agrumes, l'oranger domine le verger national. La variété saint Michel du groupe des oranges blondes est la plus répandue avec souvent des pieds de la variété Bahia navel du groupe des navels. Des introductions variétales ont été faites par le projet fruitier mais n'ont pas été vulgarisées au niveau des producteurs. Pour ce qui est des mandariniers, la plupart des variétés appartiennent au groupe des mandariniers communs.

Le bananier est aussi une des principales espèces fruitières du Burkina. Les principales variétés produites sont : La Poyo, la grande naine, la petite naine, et l'Américani.

1.1.2 Zones de production

La plantation d'arbres fruitiers est une activité secondaire pour la plupart des producteurs du Burkina. Ainsi, un peu partout dans le pays et généralement dans les zones de bas-fond, on rencontre ici et là quelques pieds d'arbres fruitiers suivant les aptitudes de la zone en question. Il existe néanmoins des zones où la production fruitière occupe une place importante dans les activités agricoles et économiques et qui fournissent l'essentiel de la production fruitière du pays.

Pour le manguier, les principales zones de production sont les provinces du Bulkiémdé et du Sanguié (zones de variétés de primeurs et de saison), du Houet, de la Comoé et de la Léraba (zone de variétés de primeurs, de saison et tardives) et enfin du Kéné Dougou (zone de variétés de saison tardives) (C.N.P.E.F.L – B., 1999)

A l'opposé du manguier, la zone de production des agrumes est plus restreinte. Elle occupe surtout la province du Kéné Dougou et dans une moindre mesure les provinces de la Léraba, de la Comoé et du Houet (C.N.P.E.F.L – B., 1999).

La culture du bananier se développe généralement le long des cours d'eau. Ses principales zones de culture se situent dans les provinces du Houet, du Mouhoun et de la Comoé.

La culture de l'Anacardier est concentrée dans les provinces du Houet, de la Comoé, de la Léraba et du Kéné Dougou.

1.1.3 Acteurs du secteur

Les activités de ce secteur mettent en relation de nombreux intervenants. Selon C.N.P.E.F.L – B.(1999), on distingue plusieurs acteurs qui interviennent dans ce secteur.

1.1.3.1 Producteurs

Leur nombre est très difficile à estimer. Selon SICAREX (2000), il y aurait entre 7 500 et 10 000 producteurs fruitiers dans la province du Kéné Dougou. Parmi eux, on distingue des producteurs individuels et ceux regroupés dans des associations et organisations paysannes (groupements de producteurs, coopératives...). Parmi ces regroupements, on peut citer l'U.F.M.B qui entend se spécialiser dans la filière fruits et légumes. Tous ces regroupements n'assurent pas l'écoulement de la production de leurs membres et sont généralement des cadres de concertation des producteurs.

1.1.3.2 Commerçants

Ce sont généralement des personnes physiques (commerçants individuels) ou morales (sociétés et établissements de commercialisation). Directement ou par l'intermédiaire de courtiers, ils achètent les fruits aux producteurs et se chargent de les acheminer sur différents marchés à l'intérieur ou à l'extérieur du pays. Ils travaillent en collaboration avec les transporteurs pour l'enlèvement de la production. De plus en plus, des commerçants d'origine malienne ou ivoirienne s'investissent dans la filière.

1.1.3.3 Exportateurs

On distingue deux types d'exportateurs :

- les producteurs exportateurs : les producteurs regroupés en coopérative assurent eux même l'exportation de leur production. Il s'agit de l'Union des Coopératives Agricoles et Maraîchères du Burkina (U.CO.B.A.M.), l'Union Régionale des Coopératives Agricoles de Bobo Dioulasso (U.R.C.A.BO), et l'U.F.M.B.

- les sociétés et établissements : ce sont des organismes privés basés essentiellement à Ouagadougou et à Bobo Dioulasso qui assurent l'exportation des produits frais ou transformés.

1.1.3.4 Transformateurs

Ils sont individuels ou regroupés dans des structures dont la plus importante est le Cercle Des Sécheurs (C.D.S.). Les produits transformés sont principalement destinés à l'exportation vers l'Europe (France, Belgique, Suisse...).

1.1.3.5 Structures Etatiques

Il a mis en place en 1994 le Comité National de Promotion des Exportations de Fruits et Légumes par voie aérienne du Burkina (C.N.P.E.F.L-B) dont le but est de relancer la filière fruits et légumes. Il intervient aussi au niveau de la recherche avec le programme Culture Maraichères, Fruitières et Plantes à Tubercules (C.M.F.P.T) de l'IN.E.R..A. .

1.1.3.6 Organismes d'appui

Au niveau de la filière fruits et légumes, ils agissent dans le domaine de la formation et de l'appui conseil. On peut citer des organisations comme l'Organisation Néerlandaise de Développement (S.N.V), l'Association des Professionnels de l'Irrigation Privée et des Activités Connexes (A.P.I.P.A.C) .

1.1.3.7 Partenaires financiers et techniques

Au niveau national, il s'agit des institutions bancaires de la place. Au niveau multilatéral, ce sont des institutions comme la Banque Mondiale, la Banque Africaine de Développement. Au niveau bilatéral, on peut citer les Coopérations Danoise, Néerlandaise, Française, Suisse et Canadienne.

1.2 Contraintes et potentialités

1.2.1 Contraintes

Elles peuvent se situer à trois niveaux, à savoir au niveau de la production, au niveau de la commercialisation et enfin au niveau organisationnel.

1.2.1.1 Contraintes de production

Au niveau de la production, les principales contraintes répertoriées sont :

- l'insécurité foncière qui constitue un frein aux investissements et à la programmation de la production agricole;

- le faible niveau de maîtrise des techniques culturales qui constitue un sérieux handicap pour l'obtention de produits de qualité exigés à l'exportation;
- les difficultés d'accès aux zones de production et l'inexistence de moyens de transport adaptés qui provoquent des pertes et détérioration d'une partie de la production;
- le coût élevé des intrants et des équipements agricoles qui constitue un frein à la modernisation des exploitations;
- l'insuffisance du contrôle de la qualité et de l'introduction des intrants qui s'avèrent souvent inefficaces.

1.2.1.2 Contraintes liées à la commercialisation

Au niveau de la commercialisation, on peut citer comme contraintes majeures :

- la non maîtrise des normes de récolte, de stockage et de conditionnement,
- la méconnaissance du marché;
- l'insuffisance d'infrastructures de transformation pour absorber les excédents de production;
- l'insuffisance et le coût onéreux du fret aérien pour l'exportation de la production,
- les difficultés d'accès au crédit qui limitent la marge de manœuvre aussi bien des producteurs que des exportateurs

1.2.1.3 Contraintes organisationnelles

Au niveau organisationnel, on peut citer comme contraintes principales :

- la rivalité entre différents acteurs du secteur;
- l'absence de vocation et d'objectifs clairs des organisations.

1.2.2 Potentialités

La conjoncture actuelle favorable à l'organisation des filières agricoles et l'investissement des acteurs de la recherche sont autant de facteurs pouvant contribuer à la dynamisation du secteur fruits et légumes au Burkina Faso.

Les conditions pédo-climatiques favorables, le potentiel humain existant, la disponibilité des partenaires techniques et financiers et les marchés extérieurs porteurs constituent un gage pour le développement de la filière fruits au Burkina pour peu que certaines contraintes majeurs soient levées.

Conclusion partielle

La production fruitière du Burkina constituée de la mangue à 55,78 % et des agrumes à 35,10 % est essentiellement localisée dans les régions sud et ouest du pays. Malgré l'existence de quelques potentialités, le développement de ce secteur reste limité par certaines contraintes. La non maîtrise des techniques de production est entre autres, une des contraintes du développement de la filière mangue au Burkina. La levée de cette contrainte nécessite des connaissances précises sur la plante cultivée et les conditions favorables à sa culture. Quelques aspects de ces connaissances pour le manguier et les agrumes sont présentés dans le prochain chapitre.

CHAPITRE 2 : LE MANGUIER ET LES AGRUMES

2.1 Généralités sur le manguiier

2.1.1 Origine et systématique

Le manguiier est originaire de l'Asie du sud, précisément de la Birmanie et de l'Est de l'Inde. Il s'est rapidement répandu en Malaisie, dans l'Est de l'Asie et en Afrique orientale (California Rare Fruit Growers : C.R.F.G, 1996). Son introduction au Burkina Faso remonte à la période coloniale. Selon SAWADOGO *et al.* (2001), ses premières diffusions au Burkina ont été faites dans l'ouest du pays à partir de la station agricole de Banfora.

La classification du manguiier dans le règne végétal est résumée comme suit :

Règne	:	Végétal
Embranchement	:	Spermaphytes
Classe	:	Dicotylédones
Ordre	:	Sapindales
Famille	:	Anacardiacees
Genre	:	<i>Mangifera</i>
Espèce	:	<i>Indica</i>

On rencontre de très nombreuses variétés de manguiiers qui sont rassemblées en 4 grands groupes par de LAROUSSILHE (1980) :

- les variétés Indiennes : elles sont de forme tortueuse et peu répandue en Afrique. C'est l'exemple des variétés Alphonse et Pahiri ;
- les variétés Floridiennes : elles sont de forme élancée. C'est le cas des variétés Keitt, et Kent ;
- les variétés des Antilles françaises : leur forme est arrondie. C'est l'exemple des variétés Amélie et Julie ;
- les variétés cultivées en Inde, au Pakistan et au Bengladesh de forme intermédiaire entre les variétés américaines et indiennes. Elles sont élancées et légèrement tortueuses. C'est l'exemple de la variété Langra.

Au Burkina Faso, une trentaine de variétés a été jusque là répertoriée à la station de recherche de Banfora et les plus appréciées sur le plan commercial sont: Amélie, brooks, Glazier, kent, Keitt, Lippens et Springfield (SAWADOGO *et al.*, 2001) .

2.1.2 Description

Le manguiier est un arbre à grande cime étalée, arrondie et dense atteignant 30 m de hauteur (ARBONNIER, 2000).

2.1.2.1 Système racinaire

Le manguiier dispose d'un système racinaire pivotant qui ne donne à sa formation que quelques ramifications pour assurer l'ancrage de l'arbre dans le sol. Il semble bien adapté à la recherche d'une nappe phréatique qui lui permet de subsister même en cas de déficit pluvial (F.A.O., 1999).

2.1.2.2 Partie aérienne

Le feuillage est vert foncé à la partie supérieure de l'arbre, pale à sa partie basale et d'ordinaire rouge au stade jeune (C.R.F.G., 1996). Simples et persistantes, les feuilles entières ont une disposition alterne avec un limbe elliptique et un pétiole pouvant atteindre 5 cm de long. Les nervures sont pennées et les nervures secondaires se raccordent à une nervure principale saillante sur les deux faces (ARBONNIER, 2000).

Le manguiier est caractérisé par une croissance rythmique nette qui fait que la tige du jeune manguiier s'allonge régulièrement suivant un même axe. De ce fait, le manguiier forme un tronc monopode bien individualisé. La fin de croissance des rameaux est marquée par la floraison apicale. En fonction du climat, le nombre de poussées végétatives varie de 2 à 5 par an (F.A.O., 1999).

L'inflorescence du manguiier est une panicule terminale qui contient environ 1000 fleurs munies d'un pédicelle de 2 à 3 millimètres de long. Les fleurs jaunâtres deviennent orangées et comportent 5 sépales et 5 pétales. Les fleurs du manguiier sont soit hermaphrodites, soit mâles avec en général une étamine par fleur parfaite. Le manguiier fleurit pour la première fois à l'âge de 5 à 7 ans. Cette durée a été ramenée à 3 à 4 ans par la sélection et le greffage. La floraison a lieu après un repos végétatif de 2 à 3 mois causé par une période sèche en climat semi-aride ou par un excès de pluviosité accompagné d'un rafraîchissement de l'atmosphère en climat équatorial.

Le fruit est une drupe ovoïde de taille et de couleur variables selon les variétés. De l'extérieur vers l'intérieur, on distingue :

- l'épicarpe de couleur et de texture variables selon les variétés;

- le mésocarpe qui est une pulpe fibreuse pour certaines variétés comme Spingfield et fondante pour d'autres comme l'Amélie;
- l'endocarpe fibreux et large, plus ou moins plat et cannelé dans sa largeur. Il contient la semence (amande) qui peut être mono ou poly embryonnée avec plus de deux cotylédons dans le cas des semences poly-embryonnées. La semence est sans période de dormance et son pouvoir de germination diminue après extraction du noyau (F.A.O., 1999). Le nombre de chromosomes des cellules du manguiers est $2n = 48$ (de LAROUSSILHE, 1980).

2.1.3 Propriétés et usages

Le manguiers possède de nombreuses propriétés et ses différentes parties sont utilisées par l'homme depuis plus de 4000 ans (ARBONNIER, 2000).

Dans l'alimentation, ses fruits sont utilisés verts ou mûrs pour leurs propriétés nutritionnelles. La pulpe de la mangue contient de nombreux éléments nutritifs comme les glucides, les lipides, les protéines et des éléments minéraux ainsi que des vitamines, dont la teneur varie selon l'état de maturité du fruit. Les mangues vertes sont utilisées pour la fabrication de condiments comme le « chutneys » et les « pickles » très connus en Afrique australe et en Inde (de LAROUSSILHE, 1980). Les fruits mûrs sont utilisés comme desserts, sorbets ou entrent dans la préparation de boissons et confitures. Les mangues jouent un rôle important dans l'alimentation des populations locales dans des pays producteurs comme le nôtre.

Les fleurs, les feuilles, les fruits, l'écorce et les noyaux du manguiers sont largement utilisés en pharmacopée, où ils permettent de soigner de nombreuses maladies et affections (ARBONNIER, 2000).

Le bois du manguiers peut être utilisé comme source d'énergie et l'arbre est par ailleurs utilisé pour l'ombrage et l'embellissement.

2.1.4 Ecologie

Le manguiers, pour un bon développement et une bonne fructification, exige certaines conditions dans son milieu de vie.

Plante de climat tropical, il pousse dans des régions à pluviosité comprise entre 600 et 1200 mm (de LAROUSSILHE, 1980).

Les manguiers se comportent bien dans l'intervalle de température + 2,2°C à + 43,5°C (SINGH, cité par de LAROUSSILHE, 1980). Selon WOODROW cité par de

LAROUSSILHE (1980), la température optimale de croissance du manguier est comprise entre +23°C et +27°C.

Les sols assez légers ou de structure moyenne sans croûte ni carapace à faible profondeur ou les sols profonds (au moins 2 m de profondeur) avec un pH compris entre 5,5 et 6,5 sont les mieux indiqués pour la culture du manguier (de LAROUSSILHE , 1980)

2.1.5 Place de la culture du manguier au Burkina Faso

2.1.5.1 Dans l'agriculture

Le manguier, constitue la principale culture fruitière du Burkina. Les superficies et les productions de quelques cultures fruitières du Burkina Faso sont présentées au tableau I.

Tableau I : Superficies et productions de quelques spéculations fruitières du Burkina

Spéculations	Superficies (en ha)	Pourcentage de la superficie totale	Productions (en tonnes de produits frais)	Pourcentage de la production totale
Manguier	13 552,00	57,73	160 314,00	55,78
Agrumes (90 % d'orangers)	7 484,00	30,23	100 875,00	35,10
Bananier	753,10	3,04	13743,50	4,78
Goyavier	899,00	3,63	6 069,00	2,11
Anacardier	1 610,00	6,50	1 610,00	0,56
Papayer	129,50	0,52	1569,00	0,55

Adapté de SICAREX (2000)

Avec 57,73 % des superficies occupées et 55,78 % de la production fruitière, le manguier constitue la première culture fruitière au Burkina Faso. Dans le Kéné Dougou, le manguier constitue la deuxième culture fruitière après les agrumes. Il occupe environ 4,44 % des superficies cultivées de la province, 44,78 % environ de la superficie du verger de la province et fournit 17,9 % de la production fruitière du Kéné Dougou (SICAREX, 2000).

2.1.5.2 Dans l'économie

Selon le C.N.P.E.F.L-B (1999), la production marchande de fruits et légumes frais commercialisée sur le marché intérieur ne fait pas l'objet de suivi et est de ce fait très difficile à

appréhender. Cette filière revêt une importance pour l'économie du Burkina dans la mesure où elle emploie plus de 30 000 producteurs et génère une valeur ajoutée estimée à 5 milliards de francs CFA.

La mangue fait fonctionner de petites unités de transformation (séchage, fabrique de jus et de confiture). Une partie de la production fraîche est exportée vers certains pays d'Afrique, d'Asie et d'Europe. La quantité de mangues exportée varie d'une année à l'autre en témoignent les données de 1994 à 1998 qui sont présentées dans le tableau II.

Tableau II : Evolution des exportations de mangues de 1994 à 1998

Années	Quantités exportées en tonnes	Valeurs en millions de F CFA
1994	1 460,3	181,3
1995	714,1	48,2
1996	976,7	107,4
1997	2 480	90,63
1998	1 157	200

Source : Adapté de SICAREX 2000

2.2 Les agrumes

Selon KOUATE (2001), dans la famille des Rutacées, on désigne sous le terme « agrumes », les espèces utilitaires des genres *Citrus*, *Poncirus* et *Fortunella*. Les principaux agrumes cultivés pour la production de fruits sont les orangers, les mandariniers, les citronniers et les pomelos (dont le fruit est mieux connu du consommateur sous le nom de pamplemousse (LOUSSERT, 1989a)

2.2.1 Origine et systématique

2.2.1.1 Origine

Les agrumes sont originaires des pays du Sud Est asiatique. Répandus sur les côtes orientales de l'Afrique depuis le 10^{ème} siècle, les agrumes furent diffusés dans le monde à partir du Bassin Méditerranéen (LOUSSERT, 1989a)

Tout comme les manguiers, l'introduction des agrumes au Burkina Faso remonte à la période coloniale et leur diffusion initiale a été faite à partir de la station agricole de Banfora.

2.2.1.2 Systématique

La classification des agrumes dans le règne végétal est présentée comme suit selon LOUSSERT, (1989a) :

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Geraniales
Famille	Rutacées
Genres	<i>Fortunella; Poncirus; Citrus</i>
Espèces	<i>F. japonica; F. margarita; P. trifoliata; Citrus spp*</i>

L'oranger et le mandarinier sont les principales espèces commerciales « d'agrume » au Burkina Faso et comptent de nombreuses variétés. Les principales variétés d'oranger et de mandariniers décrites par LOUSSERT (1989a) sont les suivantes :

a) Les orangers

La forme et la coloration variables de leurs fruits permettent de classer les orangers en 4 grands groupes :

- les oranges blondes navel (*Citrus aurantium*) avec à l'extrémité pistillaire des fruits, un fruit rudimentaire appelé navel ;
- les oranges blondes parmi lesquelles on distingue les oranges blondes communes multipliées traditionnellement par semis et les blondes fines sélectionnées pour la qualité de leurs fruits ;

* Le genre Citrus compte 145 espèces

- les oranges sanguines (*Citrus sinensis*) avec d'une part les demi-sanguines dont l'épiderme et la pulpe du fruit sont très légèrement colorés par quelques pigments et d'autre part, les oranges sanguines franchement colorées à maturité au niveau de l'épiderme et de la pulpe par de nombreux pigments ;

- les oranges sans acidité.

b) Les mandariniers

Ce sont en fait un ensemble d'espèces. On distingue :

- les mandariniers satsuma (*Citrus unshiu*) originaires du Japon ;
- les mandariniers communs (*Citrus deliciosa*), originaires de la Méditerranée ;
- les clémentiniers (*Citrus clementina*) d'origine encore controversée ;
- Les autres mandariniers qui sont généralement des mandariniers hybrides avec des espèces comme la mandarine ortanique, la mandarine murcott, et la mandarine wilking.

2.2.2 Description

Les agrumes sont de petits arbres branchés à 1 m (arbres semés) ou plus (arbres greffés), pouvant atteindre 5 m de hauteur.

2.2.2.1 Système racinaire

L'enracinement des Citrus est d'abord fortement pivotant. Le pivot, simple ou multiple s'enfonce à plus de 1,5 m et n'émet de racines secondaires que dans sa partie supérieure, entre 0,15 m et 0,80 m avec le maximum à 0,50 m de profondeur. Les racines secondaires les plus longues (6 à 7 m) sont les plus superficielles (F.A.O., 2000).

2.2.2.2 Partie aérienne

La morphologie générale des agrumes est déterminée par le fonctionnement des bourgeons. On note la présence dans le tronc et les branches, de bourgeons adventices endogènes. L'arbre a un seul tronc presque cylindrique avec un port buissonnant plus ou moins sphérique ou conique.

Le feuillage des agrumes est généralement vert foncé et les feuilles contiennent des glandes à huile. Selon F.A.O. (2000), les feuilles des agrumes sont normalement trifoliolées, même si ce caractère n'est apparent que dans le genre *Poncirus*. Elles sont persistantes sauf pour le genre *Poncirus* où elles sont caduques.

Dans les conditions normales de milieu (température et humidité), les agrumes manifestent dans l'année trois flux végétatifs nettement marqués.

Les fleurs axillaires des agrumes sont généralement seules ou en petits groupes sur les jeunes pousses. Elles peuvent être ou non accompagnées d'une ou de quelques feuilles petites ou grandes (LOUSSERT, 1989a) ; ces fleurs se composent de 3 à 5 sépales, 4 à 8 pétales, 20 à 40 étamines plus ou moins soudées entre elles par groupe de 3 et d'un ovaire de 5 à 18 loges. La floraison chez les agrumes peut être abondante et suivie d'une chute importante des boutons et des fleurs même après nouaison.

Les fruits des agrumes sont des baies de forme, de taille, de coloration et de composition variables selon l'espèce et la variété. Selon F.A.O. (2000), les fruits de forme oblongue à sphérique et de couleur jaune verdâtre à orange foncé brillant comportent les parties suivantes :

- l'écorce en général assez épaisse et constituée de deux parties, une externe colorée, le flavédo (épicarpe) et une interne blanche et spongieuse, l'albédo (mésocarpe) ;
- l'endocarpe, constitué de poils à jus, contenus dans une mince membrane qui délimite les quartiers dont le nombre varie de 5 à 18 suivant les variétés. Il contient les graines (pépins) dont le nombre dépend de l'espèce et de la taille du fruit.
- Les graines de la plupart des espèces d'agrumes sont polyembryonnées et le nombre de chromosomes de leurs cellules est $2n = 18$.

Le développement de fruit normal, mais dépourvu de graines (aspermie) à partir de fleurs non fécondées (parthénocarpie) est un phénomène fréquent chez les agrumes.

2.2.3 Propriétés et usages

Les agrumes ont des fruits riches en vitamines A, B, C et P et en éléments minéraux (Ca, P_2O_5). Ils peuvent être consommés frais ou transformés.

La transformation permet d'extraire des jus (frais naturel, concentré, dilué), d'obtenir des fruits confits en éliminant l'écorce et en conservant intacts les segments dans des solutions concentrées. On obtient également par transformation des agrumes, des marmelades qui sont des confitures contenant en plus de l'endocarpe, la peau.

On extrait également des agrumes, des huiles essentielles utilisées en pharmacie, en cosmétique et dans les brasseries.

Les écorces servent aussi d'aliment pour bétail tandis que les pectines qui y sont extraites (pour certaines espèces comme le Cédratier) sont utilisées dans les confiseries et les brasseries.

Les graines quant à elles, sont utilisées pour la production de porte-greffes.

2.2.4 Ecologie

Les agrumes originaires de l'Asie du Sud-Est sont par conséquent issus d'un milieu chaud et humide. Dans ces zones, la pluviosité moyenne est de 1200 mm. De nos jours, ils se sont adaptés à des régions plus sèches et fraîches que leur région d'origine.

La culture des agrumes est possible à des températures minimales et maximales de 13 °C et 39 °C respectivement. Ils peuvent supporter sans dommage des températures atteignant 50 °C. Toutefois, ces températures sont à redouter surtout au moment de la floraison lorsqu'elles sont accompagnées de vents chauds et desséchants. L'arbre peut supporter des gels légers (jusqu'à -2 °C) et cela selon l'état de l'arbre, l'espèce, la variété, la durée du froid ainsi que d'autres facteurs climatiques. La température peut influencer la croissance des fruits, leur aspect et leur qualité.

Les agrumes se développent dans des sols de nature, de texture ou de structure très variées. Pour LOUSSERT (1989a), un sol agrumicole doit avoir :

- une bonne homogénéité au niveau du sol et sous-sol sur une profondeur minimale de 0,80 m avec une structure et une texture assurant une bonne perméabilité et une aération suffisante ;
- une teneur suffisante en matière organique et des teneurs en K_2O et P_2O_5 assimilables satisfaisantes ;
- un pH neutre ou légèrement acide (pH 6,5) ;
- une faible teneur en calcaire actif ;
- une absence ou une teneur minimale en sels dissous en particulier en chlorure de sodium.

2.2.5 Place de l'agrumiculture au Burkina Faso

2.2.5.1 Dans l'agriculture

Avec 30,23 % de la superficie des vergers au niveau national et 35,10 % de la production fruitière nationale, les agrumes et principalement les orangers constituent la 2^{ème} culture fruitière au Burkina après le manguier.

Dans le KénéDougou, les agrumes sont la première spéculation fruitière avec 47,88 % de la superficie des vergers locaux, 4,74 % de la superficie cultivée dans la province, 47,88 % de la production fruitière locale. La province contribue pour 56 % à la production nationale d'agrumes (SICAREX, 2000).

2.2.5.2 Dans l'économie

Les agrumes constituent les principales productions fruitières exportées. La production d'agrumes est commercialisée sous forme de produits frais sur les marchés locaux ou exportée dans la sous région (Mali, Niger). La production d'agrumes exportée de 1995 – 1996 est présentée dans le tableau III.

Tableau III : Evolution des exportation d'agrumes du Burkina entre 1995 et 1996

Années	Quantités exportées en tonnes	Valeurs en millions de F. CFA
1995	205,5	10,85
1996	11,0	0,54

Source : C.N.P.E.F.L – B (1999).

Conclusion partielle

L'évolution des exportations de mangues et d'agrumes du Burkina montre une baisse des exportations entre 1997 et 1998, et entre 1995 et 1996 respectivement pour la mangue et les agrumes. Cette baisse peut avoir pour origine les problèmes phytosanitaires vécus dans les vergers qui provoquent des pertes en rendements et la dépréciation de la qualité des produits. Les problèmes phytosanitaires précisément les maladies et les ravageurs qui attaquent le manguier et les agrumes au champ constituent l'objet du chapitre 3.

**CHAPITRE 3 : MALADIES ET
RAVAGEURS DU
MANGUIER ET DES
AGRUMES**

Introduction

Comme toutes les autres spéculations agricoles, le manguier et les agrumes sont l'objet d'attaques diverses de maladies et de ravageurs. Celles-ci peuvent avoir lieu sur différentes parties des arbres (feuilles, fleurs, fruits, racines, tronc et branches ...) et leur importance varie d'une région à l'autre suivant les conditions de l'environnement et les pratiques culturales.

Des champignons, des bactéries, des virus et mycoplasmes, sont à l'origine de maladies biotiques ou parasitaires. Des nématodes, des insectes et acariens organismes animaux infligent aussi des dégâts aux plantes. Il en est de même que pour certaines plantes parasites, de nombreuses mauvaises herbes et certaines algues. Des conditions du milieu défavorables peuvent aussi être à l'origine de troubles sur les plantes également appelés maladies non parasitaires ou maladies physiologiques ou encore maladies abiotiques.

Dans ce chapitre, nous présenterons quelques maladies et insectes ravageurs observés sur le manguier et les agrumes.

3.1 Maladies du manguier

Principalement d'origine fongique et bactérienne dans certains cas, aucune maladie du manguier ne semble avoir une origine virale reconnue (de LAROUSSILHE, 1980).

Certaines maladies du manguier sont causées par des algues comme la rouille rouge ou « Red-Rust » causée par *Cephaleuros viriscens* qui attaque les rameaux et les feuilles. En plus des maladies parasitaires, des maladies non parasitaires ou des accidents divers peuvent endommager l'arbre ou affecter sa production. C'est le cas par des carences en éléments minéraux (azote, acide phosphorique, potasse, calcium, magnésium) qui affectent négativement la croissance et le développement de l'arbre ainsi que sa fructification.

3.1.1 Anthracnose

Cette maladie d'origine fongique est causée par un champignon de la classe des Ascomycètes *Colletotrichum gloeosporoides*, forme conidienne de *Glomerella cingulata*. Présente dans les régions chaudes et humides des zones tropicales et subtropicales, il se développe sur de nombreux hôtes autres que le manguier. On peut citer entre autres, le papayer, l'avocatier, le bananier, les agrumes, la tomate, les anonacées. Il survit sur les fruits tombés, sur les rameaux et feuilles séchés. Les propagules qui pénètrent par les lésions sont dispersées par la pluie et leur sporulation est favorisée par des périodes humides (RAGAZZI, 1991). Suivant l'organe attaqué, les manifestations de la maladie varient.

Sur jeunes feuilles, on observe de petites taches brunes à contours irréguliers pouvant s'agrandir et se joindre en temps humide et sur feuilles âgées, des taches circulaires plus ou moins anguleuses de moins de 6 mm de diamètre. Des nécroses noires apparaissent sur les brindilles qui se dessèchent de l'extrémité vers la base avec le noircissement et la mort du rameau. Sur inflorescence, on observe l'apparition de minuscules points bruns ou noirs qui s'élargissent et se réunissent pour causer la mort des fleurs.

Sur fruits, les attaques ont lieu à différents stades et se manifestent par des taches noires de tailles et de formes variées ou par des « coulées de larmes ». L'infection peut à maturité pénétrer profondément dans le fruit et causer sa pourriture sur l'arbre ou en cours de stockage. Pour le contrôle de cette maladie, la voie chimique reste la plus développée.

L'élimination et la destruction des organes atteints constituent une voie pour abaisser le niveau d'inoculum. L'abandon des variétés trop sensibles permet la réduction des traitements tandis que, les pulvérisations de fongicides efficaces (Bouillie bordelaise, Zinèbe, Manèbe et Captane) sont les seuls moyens de lutte préconisés (de LAROUSILLHE, 1980).

3.1.2 Cercosporiose du manguier

Causée par *Cercospora mangiferae*, un champignon du groupe des Deutéromycètes (champignons imparfaits), cette maladie est signalée dans de nombreuses régions du monde.

Elle s'attaque aux feuilles et aux fruits. Sur feuilles, elle se manifeste par des macules nécrotiques noires traversant entièrement le limbe des feuilles âgées de 0,3 à 0,5 mm de diamètre plus ou moins anguleuses limitées par les nervures tertiaires. Une sorte de halo vert, jaunâtre entoure ces taches. L'aspect de ces taches change avec le stade d'évolution de la maladie.

Sur fruits, on note des taches superficielles indélébiles qui déprécient l'aspect du fruit et qui

prennent naissance en tout point du fruit. Elles sont très petites (0,2 à 1,5 mm de diamètre) et peuvent confluer en des taches de 2 à 10 mm de largeur.

Contre cette maladie, la lutte chimique est préconisée. Les traitements contre l'antrachnose sont efficaces contre la cercosporiose selon de LAROUSSILHE (1980).

3.1.3 Chancres à *Phytophthora*

Cette maladie du tronc est causée par un champignon du genre *Phytophthora* (*P. palmivora*) isolé en Côte d'Ivoire en 1975 (de LAROUSSILHE, 1980). Sa présence au Burkina n'est pas signalée (F.A.O., 1980). Ce champignon appartient à la classe des Oomycètes, à l'ordre des Péronosporales et à la famille de Pythiaceae.

S'attaquant au tronc, cette maladie se manifeste par de petites plaies longitudinales de quelques centimètres de long sur l'écorce. Les tissus sous jacents ces plaies sont nécrosés et de couleur brune avec la zone nécrotique atteignant 10 cm de diamètre limitée en profondeur par du bois indemne. Des écoulements de gomme se font souvent à partir de ces plaies.

3.1.4 Pourriture molle ou « soft rot »

D'origine bactérienne, cette maladie est causée par *Erwinia carotovora*. C'est une bactérie gram positive anaérobie facultative ayant plus de 4 flagelles péritriches et qui ne forme pas de spores. Elle appartient à la famille des Enterobacteriaceae. Elle s'attaque à de nombreuses plantes. Cette bactérie se conserve comme saprophyte dans le sol, en épiphyte, dans la phyllosphère des plantes hôtes ou des mauvaises herbes ou dans les restes de plantes malades dans le sol (SCHAAD *et al.*, 2001). Elle s'introduit dans la plante par les blessures occasionnées par les pratiques culturales, le vent, ou des accidents divers ou par des insectes. Elle pénètre dans le fruit par les lenticelles ou les blessures occasionnées.

Cette maladie provoque la pourriture des fruits suite à la destruction des parois des cellules par une pectinase sécrétée par les bactéries.

Aucune lutte n'est proposée contre cette pourriture dans le cas des cultures de manguiers. Toutefois, des mesures préventives comme l'utilisation de variétés résistantes ou la diminution du taux d'inoculum par un bon entretien du champ, les pratiques culturales qui n'occasionnent pas de blessures à la plante de même que le contrôle des insectes peuvent permettre de baisser la fréquence des contaminations. En cas d'apparition de la maladie, l'application d'acide oxolinic ou des composés de Cuivre tous les sept à dix jours permet son contrôle (SCHAAD *et al.* 2001).

3.2 Ravageurs du manguier

En plus des maladies, des insectes, acariens et nématodes peuvent par leur mode d'alimentation et / ou de reproduction, causer des dommages aux manguiers. Ceux-ci peuvent se traduire par des dégâts directs sur l'arbre ou indirects sur sa production.

Pour ce qui est des nématodes, selon de LAROUSSILHE (1980), aucune étude systématique ne semble avoir été faite sur les espèces rencontrées dans la zone d'enracinement du manguier du point de vue de l'importance des dégâts et des conséquences sur les rendements.

En ce qui concerne les acariens, trois espèces sont citées par de LAROUSSILHE (1980). Il s'agit de :

- l'acarien rouge de l'avocatier *Paratetranychus yothersii* qui attaque les feuilles et fruits. Il provoque le brunissement des feuilles qui chutent et des traces gris roussâtres sur fruits (russeting).
- *Hemitarsonemus latus* attaquant les pousses terminales et provoquant le rabougrissement des feuilles terminales, l'enroulement des bords et le glaçage de la surface des feuilles suivi des défoliations.
- *Acerya mangiferae* ou acarien des bourgeons. Celui-ci provoque des malformations des pousses et des inflorescences du manguier.

Du côté des insectes, diverses espèces ont été identifiées comme étant en mesure de provoquer des ravages à des degrés divers sur le manguier. Nous présentons dans les lignes qui suivent, quelques insectes ravageurs du manguier parmi lesquels certains sont signalés au Burkina (F.A.O., 1999).

3.2.1 Mouches de fruits

Plusieurs genres s'attaquent aux mangues et causant de graves dégâts dans certains pays. Ces insectes de l'ordre des diptères appartiennent à la famille des Tephritidea et aux genres *Ceratitis*, *Anastrepha*, *Dacus*, *Chaetodacus*, *Strumeta*, et *Pterandus* et sont signalés comme ravageurs principaux du manguier (de LAROUSSILHE, 1980).

L'espèce *Ceratitis capitata* est largement répandue dans le monde tandis que les autres ont une aire de répartition beaucoup plus réduite (de LAROUSSILHE, 1980). Au Burkina Faso, c'est l'espèce *Ceratitis cossyra* qui est signalée par F.A.O. (1999).

Les dégâts de ces ravageurs se manifestent par des piqûres de ponte pratiquées au niveau de l'épicarpe du fruit. L'éclosion des œufs produit des larves (asticots) qui

consomment la pulpe du fruit tandis-que les piqûres constituent des portes d'entrées pour certaines maladies fongiques. Les fruits ainsi parasités tombent prématurément et ne sont pas commercialisables.

Des mesures préventives comme le ramassage et la destruction des fruits tombés renfermant des larves permettent de réduire le taux de réinfestation et la retardent. De nos jours, c'est la méthode de lutte chimique raisonnée qui est développée dans de nombreux pays pour le contrôle de ces ravageurs. Cette méthode fait appel au piégeage qui permet d'une part la surveillance du niveau des populations du ravageur et d'autre part, leur attraction en des endroits précis du verger où des applications localisées d'insecticides sont réalisées (DABIRE, 2000).

3.2.2 Termites

Considérées comme ravageurs secondaires du manguier par de LAROUSSILHE (1980), les termites appartiennent à l'ordre des Isoptères et à la famille des *Termitidea*.

Polyphages, elles s'attaquent à diverses espèces de plantes aussi bien annuelles que pérennes et existent sous les tropiques. Les attaques des termites ont lieu aussi bien sur racines, tronc et branches des arbres déficients mais aussi sur les jeunes arbres. Sur des arbres adultes et sains, elles peuvent ronger l'écorce en confectionnant des galeries en terre sur les troncs qui les protègent de la lumière.

Contre ces ravageurs, la lutte chimique par application d'insecticides de contact (sans possibilité de traitements éradicatifs) associée à la surveillance et à la destruction des galeries sont des méthodes proposées par de LAROUSSILHE (1989).

3.2.3 Fourmis

Elles appartiennent à l'ordre des Hyménoptères et à la famille des *Formicidea*. De nombreuses espèces sont rencontrées sur manguier parmi lesquelles on peut citer l'espèce *Oecophylla smaragdina* présente en Afrique tropicale tandis qu'au Burkina Faso, c'est l'espèce *Oecophylla longonida* qui est signalée par F.A.O. (1999).

Les *Formicidea* sont rarement des ravageurs directs des cultures et sont considérés par de LAROUSSILHE (1980) comme des ravageurs secondaires du manguier. Les fourmis tisserandes du genre *Oecophylla* communément appelées fourmis rouges construisent leurs nids en rapprochant et en liant avec des fils de soie, des bouquets de 15 à 20 feuilles. Ces fourmis très agressives gênent les travaux d'entretien et de récolte.

Certaines espèces de fourmis appartenant au genre *Atta* peuvent défolier partiellement ou totalement un arbre en un temps très court. D'autres appartenant au genre *Crematogaster* élèvent des cochenilles dont *Coccus hesperidum* (de LAROUSSILHE, 1980).

Un bon entretien des vergers avec des applications d'insecticides de contact (exemple d'insecticide à préciser) permettent le contrôle des populations de fourmis dans les vergers.

3.2.4 Cochenilles

De nombreuses espèces s'attaquent au manguier dans les régions où il est cultivé. Selon SINGH cité par de LAROUSSILHE (1980), on dénombre 63 espèces appartenant à 30 genres. Certaines sont limitées à des aires restreintes tandis que d'autres sont cosmopolites. La dispersion dans le monde de certaines espèces polyphages a été facilitée par les expéditions de matériel végétal.

Ces insectes qui se nourrissent de la sève des arbres provoquent leur affaiblissement suivant l'importance de la colonie qui peut se retrouver sur les jeunes rameaux, les jeunes branches, les feuilles, les inflorescences et /ou les fruits. Certaines espèces par leurs sécrétions ou leur présence sur le fruit déprécient sa qualité. Selon de LAROUSSILHE (1980) qui considère les cochenilles comme des ravageurs principaux du manguier, les espèces qui s'attaquent au manguier appartiennent aux genres *Aonidiella*, *Aspidiotus*, *Ceroplastes*, *Chrysomphalus*, *Coccus*, *Eucalymnatus*, *Icerya*, *Lecanium*, *Parlatoria*, *Phenacoccus*, *Pseudococcus* et *Saissetia*.

Une espèce de cochenille farineuse (*Rastrococcus invadens*) sévit en ce moment dans les vergers ivoiriens et constitue une menace pour le verger burkinabé (DABIRE, 2002).

La lutte chimique contre ces ravageurs du manguier a été développée contrairement à la lutte biologique. Elle consiste à l'emploi des émulsions d'huile et des organophosphorés principalement le parathion et le malathion seuls ou combinés aux émulsions d'huile (de LAROUSSILHE, 1980). En côte d'ivoire, l'emploi des insecticides pyrethrinoides et de l'endosulfan n'ont pas permis le contrôle de la cochenille farineuse *R. invadens* par opposition à la Bifenthrine (Talston) qui pour le moment reste le seul insecticide efficace. La recherche en matière de lutte biologique contre ce ravageur dans ce pays a permis d'identifier trois principaux groupes d'ennemis naturels de ce ravageur à savoir par ordre d'importance *Gyranusoidea tebigy*, *Anagyrus mangicola* et le groupe des autres ennemis naturels (DABIRE, 2000).

3.3 Maladies des agrumes

Les maladies des agrumes sont d'origine diverses : fongique, bactérienne, virale et mycoplasmique.

3.3.1 Pourridié

Il est la conséquence de l'attaque du système racinaire par un des champignons : *Dematophora necatrix*, *Clitocybe tabescens* et *Armillaria mellea* souvent difficile à distinguer les uns des autres (LOUSSERT, 1989b).

Armillaria mellea est un champignon de la classe des Basidiomycètes appartenant à l'ordre des Agaricales et à la famille des *Tricholomataceae* et possédant un basidiocarpe macroscopique charnu avec des lamelles en forme de rayon.

Ce champignon est largement répandu dans le monde et se développe sur plus d'une centaine d'essence fruitière (Manguier, Avocatier, Palmier à huile, Cacao, ...) et forestières tout comme sur d'autres plantes comme la pomme de terre et le fraisier (AGRIOS, 1997).

A. mellea est un champignon tellurique, endémique des sols forestiers qui pénètre dans la plante par les racines (CASTELLANI et MATTA, 1986).

Maladie s'attaquant aux racines, le pourridié se manifeste par un dépérissement de l'arbre avec un jaunissement progressif et la chute des feuilles et parfois le dessèchement des feuilles et des rameaux sur la totalité ou des secteurs de l'arbre.

Dans le cadre du contrôle du pourridié, plusieurs méthodes sont appliquées. La préparation du sol qui évite les stagnations d'eau et l'extirpation des débris végétaux ligneux sont des méthodes préventives permettant respectivement la réduction des infections et la diminution du taux d'inoculum dans le sol. L'inoculation de souches de *Peniophora* sp. (champignon antagoniste) est une méthode de lutte biologique également applicable dans ce cadre (CASTELLANI et MATTA, 1986). Enfin, la surveillance régulière du collet et du feuillage permettent de déceler assez tôt la présence de la maladie qui peut être aussi combattue de façon curative par la méthode chimique. Cette lutte consiste à appliquer par badigeonnage des zones attaquées avec une solution à 20 % de Pentacholoronitrobenzol dans le bitume ou avec une solution d'éléments actifs contre les basidiomycètes (CASTELLANI et MATTA, 1986).

3.3.2 Gombose à *Phytophthora*

La présence de cette maladie au Burkina est citée par F.A.O. (2000). Deux champignons de ce genre sont associés à cette maladie. Il s'agit de *Phytophthora citrophthora* et de *Phytophthora parasitica*. Ils appartiennent à la classe des Oomycètes, à l'ordre des Péronosporales et à la famille des Pythiaceae (AGRIOS, 1997). Rencontrés partout dans le monde, ces champignons peuvent se conserver dans le sol ou sur les morceaux de tiges ou racines infectés sous forme de mycélium, d'oospores ou de chlamydospores. Les espèces de ce genre sont rencontrées sur diverses plantes hôtes allant des cultures légumières aux plantes ornementales jusqu'à de nombreuses essences fruitières et forestières.

Les sols mal drainés favorisent le développement de ces agents qui directement ou par l'intermédiaire de blessures, pénètrent dans la plante.

Sur les agrumes, la maladie se manifeste au niveau du tronc par la coloration foncée de l'écorce qui se craquelle en plaques se soulevant pour laisser suinter des sécrétions brunes ambrées gommeuses plus ou moins abondantes.

Sur la frondaison, on observe le jaunissement du feuillage par secteur, la chute anormale et prématurée des feuilles, la floraison à contre saison et l'apparition de nombreux petits fruits insipides (restant accrochés aux rameaux plus ou moins dénudés). Une autre forme de gombose appelée « Rio Grande Gummosis » existe et est provoquée par des champignons du genre *Diplodia* : *D. natalensis* et *D. auranti* (KNORR, 1973).

Pour le contrôle de cette maladie, des méthodes de lutte préventives ou curatives sont applicables.

L'utilisation de porte-greffes résistant à la maladie (Bigaradier, citrange, Poncirus), le greffage à 25 centimètres au moins du collet et le maintien de cette hauteur minimale au dessus du sol après plantation ainsi que le drainage des sols lourds, la pratique de l'irrigation gravitaire par sillon ou par double cuvette et l'utilisation de techniques de taille, de travail du sol et de récolte qui évitent de blesser l'écorce des charpentières et du tronc sont autant de mesures a même de limiter la propagation de la maladie.

Par ailleurs, en cas de développement de la maladie, la lutte chimique peut être envisagée. Selon LOUSSERT (1989b), les lésions après curetage peuvent être badigeonnées avec une solution à 1 % de permanganate de potassium ou une solution épaisse de bouillie bordelaise. L'utilisation de produits fongitoxiques comme le métalaxyl à 0,2 g de matière active par litre en arrosage ou à 60 g de matière active par litre en badigeonnage ou de

phosétyl Aluminium à la dose de 50 g de matière active par hectolitre en pulvérisation peut également être faite.

3.3.3 « Mal secco »

Il est causé par *Phoma tracheiphylia*, un champignon dont la forme parfaite est de la classe des Loculo-ascomycètes appartenant à l'ordre des Pléosporales et au genre *Leptosphaeria* dont il est la forme imparfaite (AGRIOS, 1997). Son développement a lieu dans les tissus conducteurs de l'arbre et est favorisé par une grande vigueur végétative de l'arbre et la sensibilité de la variété et du porte-greffe.

La maladie se manifeste par le dessèchement des feuilles et des rameaux sur un secteur de l'arbre suivi de la chute des feuilles et de la mort des rameaux. La maladie progresse ensuite vers le bas, provoquant le dessèchement des grosses branches et le dépérissement total de l'arbre en un ou deux ans.

Le contrôle de la maladie peut se faire d'une part par la limitation de son extension à travers la désinfection des plaies et des outils de taille et l'incinération des bois éliminés. D'autre part, l'emploi de produits fongicides, comme le méthyle-thiophanate par pulvérisation peut réduire la contamination (LOUSSERT, 1989b).

3.3.4 Tristeza

Présente dans toutes les régions agrumicoles du monde, cette maladie d'origine virale est causée par *Citrus Tristeza virus* (C.T.V.) appartenant au groupe des Closterovirus (AGRIOS, 1997). Ce virus est transmis aux arbres par greffage et dans certains cas par certains pucerons selon le mode semi persistant (*Toxoptera aurantii*, *Toxoptera citri*, *Aphis gossypii*) et se développe sur toutes les espèces d'agrumes greffées sur bigradier excepté le citronnier.

La maladie se manifeste par un aspect cuivreux des feuilles au début qui se dessèchent et tombent laissant apparaître des fruits de petit calibre. En cas de persistance de la maladie, on note la réduction du diamètre du porte greffe et dans les cas virulents, après ouverture de l'écorce au niveau de la ligne de greffe, la présence de fines aiguilles de bois qui pénètrent dans autant de trous sur la face intérieure de l'écorce. Ces symptômes selon LOUSSERT (1989b), ne sont pas spécifiques de la maladie.

Le contrôle de cette maladie ne se fait que par la prévention. Ainsi, il est recommandé dans la création de vergers d'agrumes, l'utilisation de porte-greffe qui permet une association

tolérante à la maladie (autre que le Bigaradier) et de greffons provenant de plantes indemnes de la maladie. Cette maladie n'est pas signalée au Burkina Faso selon F.A.O. (2000).

3.4 Ravageurs des agrumes

Des insectes, nématodes et acariens divers s'attaquent aux agrumes, dans certains cas pour se nourrir, dans d'autres et / ou pour accomplir une partie de leur cycle biologique. Ces attaques sont à l'origine de dégâts qui ont lieu directement par la destruction de différentes parties de l'arbre ou indirectement par la transmission de certaines maladies.

Pour ce qui est des nématodes ravageurs des agrumes, deux espèces ont été signalées. Il s'agit de :

- *Tylenchus semipenetrans* qui forme des nodosités sur les racines et conduit à une baisse sensible de la production avec le ralentissement de la croissance des arbres;
- *Pratylenchus brachyurus* qui provoque des nécroses brunes à noires sur les racines, pouvant conduire à la pourriture des radicules. Les arbres attaqués sont chlorotiques et flétrissent.

Au niveau des acariens, diverses espèces sont rencontrées sur agrumes. Ils s'attaquent à différentes parties végétatives de l'arbre (feuilles, fleurs, fruits, jeunes pousses, bourgeons ...). Leurs attaques se manifestent généralement par des nécroses, décolorations, déformations et chutes des différents organes attaqués. On rencontre sur agrumes, les espèces suivantes :

- *Polyphagotarsonemus latus* qui provoque le brunissement de la face inférieure des feuilles qui se plissent et se nécrosent.;
- *Phyllocoptrata oleivora* qui provoque le changement de coloration des organes vers le brun rouille avec des coulées noirâtres,
- *Tetranychus cinnabarinus* ou acarien tisserand qui provoque une coloration jaune des organes attaqués et une coloration rouille ou bronzée pour les fruits.

L'espèce *Aceria sheldoni* (Acarien des bourgeons) est signalée sur agrumes par LOUSSERT (1989b) en région méditerranéenne.

De nombreuses espèces d'insectes s'attaquent aux agrumes. Leurs attaques ont lieu pratiquement sur toutes les parties aériennes de l'arbre et dans certains cas (insectes piqueurs suceurs), elles peuvent se traduire par des injections de substances toxiques ou d'agents pathogènes. Nous présentons ci après, quelques insectes ravageurs des agrumes dont la présence au Burkina Faso pour certaines est signalée dans la littérature.

3.4.1 Mouche méditerranéenne des fruits ou Cératite : *Ceratitis capitata*

Elle appartient à l'ordre des Diptères et à la famille des Téphritidae. Polyphage, elle s'attaque à plus de 200 espèces fruitières parmi lesquelles les agrumes, le manguier, le goyavier de chine, l'avocatier, le figuier, les anones et est très répandue dans de très nombreux pays du monde (QUILICI, 1999).

Les fruits attaqués présentent généralement une zone de décoloration qui évolue ensuite en une tache de pourriture au fur et à mesure du développement des asticots et de l'infection secondaire de la blessure par différents agents pathogènes. Souvent, l'attaque se traduit par le mûrissement précoce puis la chute des fruits (QUILICI, 1999).

La lutte contre la Cératite est une lutte chimique raisonnée qui fait appel à la surveillance des pullulations par piégeage et au déclenchement d'un traitement localisé une fois le seuil d'alerte franchi. Les traitements utilisent d'une part un attractif alimentaire (solution à 1% d'hydrolysate de protéine) ou sexuel (trimedlure) et d'autre part un insecticide de contact (dichlorvos, fenthion) (LOUSSERT, 1989b).

Des mesures prophylactiques (destruction et enfouissement des fruits tombés, élimination des plantes hôtes réservoirs à proximité des vergers) sont en outre recommandées en vue d'une lutte raisonnée efficace contre ce ravageur.

3.4.2 Mineuse des agrumes

Il s'agit de Lépidoptère dont l'espèce la plus rencontrée est *Phyllonictis citrella*. Les larves de cette espèce minent diverses cultures fruitières et légumières. Les attaques se manifestent par la formation de marques sinueuses claires qui sont des galeries creusées par les larves entre les deux épidermes qui en cas de fortes attaques peuvent détruire complètement la feuille.

La lutte contre la mineuse est essentiellement chimique et est envisagée en cas de fortes attaques avec la pulvérisation d'insecticides à base de lindane ou de diméthoate.

3.4.3 Cochenilles

Selon LOUSSERT (1989b), les cochenilles constituent un groupe de ravageurs particulièrement dangereux pour les agrumes tant par les dépréciations qu'elles causent aux fruits que par les affaiblissements qu'elles entraînent sur les arbres où elles pullulent.

De l'ordre des homoptères, ces insectes connaissent une large diffusion dans le monde surtout dans les régions tropicales et subtropicales et se rencontrent sur de nombreuses espèces fruitières (agrumes, manguier, goyavier, papayer, avocatier, café, cacao ...)

De nombreuses espèces sont présentes sur agrumes et selon LOUSSERT (1989b), celles qui doivent faire l'objet d'une surveillance particulière en région méditerranéenne et peuvent être présentes en Afrique tropicale appartiennent aux groupes suivants :

- les cochenilles Diaspines dont le développement se fait à l'abri d'un revêtement protecteur ou bouclier. (Exemple : La cochenille virgule *Lepidosaphes beckii*) ;
- les cochenilles Lecanines qui n'ont pas de bouclier indépendant (exemple : *Ceroplastes sinensis* ou cochenilles chinoise) ;
- les Pseudococcines ou cochenilles farineuses dont le corps est recouvert de téguments mous constitués par une sécrétion soyeuse pulvérulente. (Exemple : *Planococcus citri* ou cochenille farineuse des agrumes).

Rencontrées sur toutes les parties aériennes de l'arbre, ces ravageurs provoquent l'affaiblissement de l'arbre qui se manifeste par le dessèchement de certains organes. Ils déprécient la qualité de la production en provoquant des décolorations et en se fixant quelque fois sur les fruits. Enfin, dans le cas des Lecanines en particulier de la fumagine se développe à partir des exsudations de miellat de ces ravageurs.

Le contrôle des cochenilles des agrumes se fait par la lutte chimique raisonnée, par emploi des huiles blanches en émulsion dans l'eau ou en association avec des insecticides ou simplement la pulvérisation d'insecticides (LOUSSERT, 1989b).

Certaines mesures préventives comme la pratique régulière d'une taille d'éclaircie évitent de créer des conditions favorables à la pullulation de ces ravageurs (LOUSSERT, 1989b).

Dans certains pays, la lutte biologique par l'emploi de prédateurs de certains de ces ravageurs a été appliquée avec succès (cas de *Planococcus citri* avec des Coccinellidae aux Etats Unis), (LAVABRE, 1992).

3.4.4 Criquet puant : *Zonocerus variegatus*

Il appartient à l'ordre des Orthoptères et est largement répandu sur de nombreuses plantes cultivées (agrumes, vigne, bananier, tabac, coton).

Les dégâts de ce ravageur se manifestent par la réduction de la plante par des prélèvements alimentaires, des blessures entraînant des perturbations pour la circulation de la sève et des possibilités d'infections secondaires.

Les méthodes de lutte proposées contre ce ravageur par FAO (1999) sont :

- le piégeage et la collecte manuelle des insectes ;
- la lutte chimique appliquée aux jeunes larves par poudrage ou pulvérisation d'insecticide.

DEUXIEME PARTIE

**DIAGNOSTIQUE DES PROBLEMES
PHYTOSANITAIRES DU MANGUIER
(MANGIFERA INDICA L.), DE L'ORANGER
(CITRUS SINENSIS (L.) OSBECK) ET DU
MANDARINIER (CITRU RETICULATA
BLANCO)**

CHAPITRE 4 : MATERIELS ET METHODES

Introduction

Pour atteindre les objectifs de l'étude, différents matériel et méthodes ont été mis en œuvre dans un environnement donné qui présente certaines caractéristiques constituant le cadre de l'étude. La présentation des caractéristiques du matériel ainsi que de la méthodologie mise en œuvre sont les objectifs de ce chapitre qui s'articule autour de cinq points. La première partie présente les caractéristiques du matériel végétal et le cadre de l'étude, la deuxième partie les matériels et méthodes employés pour l'analyse des pratiques culturales des producteurs. La troisième partie est consacrée aux matériels et méthodes de diagnostic des problèmes phytosanitaires au champ. La quatrième partie quant à elle présente les matériels et méthodes employés dans le cadre de l'identification des agents pathogènes et des insectes capturés. Enfin la cinquième partie est consacrée au traitement et à l'analyse des données collectées.

4.1 Caractéristiques du matériel végétal et présentation du cadre de l'étude

4.1.1 Choix du matériel végétal

Le matériel végétal utilisé n'a pas fait l'objet de restrictions particulières en dehors du critère « espèce » choisit au départ et cela dans le but de ne pas restreindre les observations à un groupe précis de chaque espèce. Le manguiier (*Mangifera indica L.*), l'oranger (*Citrus sinensis (L.) OSBECK*) et le mandarinier (*Citrus reticulata BLANCO*) sont les espèces retenues pour cette étude.

Les arbres sur lesquels ont porté les observations sont des pieds francs (pour le manguiier uniquement) et des variétés commerciales greffées sur divers porte-greffe aussi bien pour le manguiier que pour l'oranger et le mandarinier

4.1.2 Présentation du cadre de l'étude

4.1.2.1 Monographie de la province du Kéné Dougou

La province du Kéné Dougou, cadre général de notre étude est située à l'extrême ouest du Burkina dans la région administrative des Hauts bassins entre 4° 30' et 5° 30' de longitude Ouest et 10° 10' et 12° 05' de latitude nord et couvre une superficie d'environ 8265 Km²

(Direction Régionale du Plan de l'Ouest : D.R.E.P.- Ouest, 1995.) Elle est limitée au nord et à l'ouest par la république du Mali, par les provinces de la Comoé et de la Léraba et à l'est par la province du Houet.

Sous l'influence d'un climat de type Sud Soudanien avec deux grandes saisons ; une humide de mai à novembre et autre une sèche de décembre à avril, la pluviosité de la province se situe entre 900 et 1100 mm par an. Les températures moyennes quant à elles varient entre 24,9 C et 30,2 C.

Du point de vue topographique, le relief de la province est constitué de plateaux de 500 m d'altitude moyenne et des plaines de 350 m d'altitude moyenne dans la partie Nord. On distingue 5 types de sols dans la province selon BOULET et FAUCKE cités par la D.R.E.P. Ouest (1999) qui sont :

- les sols peu profonds et de type gravillonnaire répandus dans toute la province ;
- les sols profonds et de type argilo-sableux au Nord de la province ;
- les sols profonds au Nord de la province ;
- les sols profonds limono-argileux à argilo- limoneux en surface et argileux en profondeur sur toute l'étendue de la province ;
- les sols très profonds, sableux en surface et argileux en profondeur au Sud de la province.

La qualité des sols et la pluviosité de la zone sont favorables à la formation d'un couvert végétal dense et au développement de l'arboriculture. On rencontre dans la province, plusieurs types de formations végétales comme :

- la savane boisée au sud de la province de 10 à 15 m de haut ;
- la savane arborée au Nord, au Nord-Ouest et au centre de la province de 5 à 10 m de haut ;
- la forêt claire au sud de la province de 10 à 15 m de haut ;
- la forêt galerie le long des principaux cours d'eau de 10 à 20 m de haut ;
- le tapis graminéen de 10 cm à 3 m de haut.

4.1.2.2 Caractéristiques des zones d'étude

Pour cette étude, 5 zones ont été choisies. Elles correspondent à 5 départements qui sont :

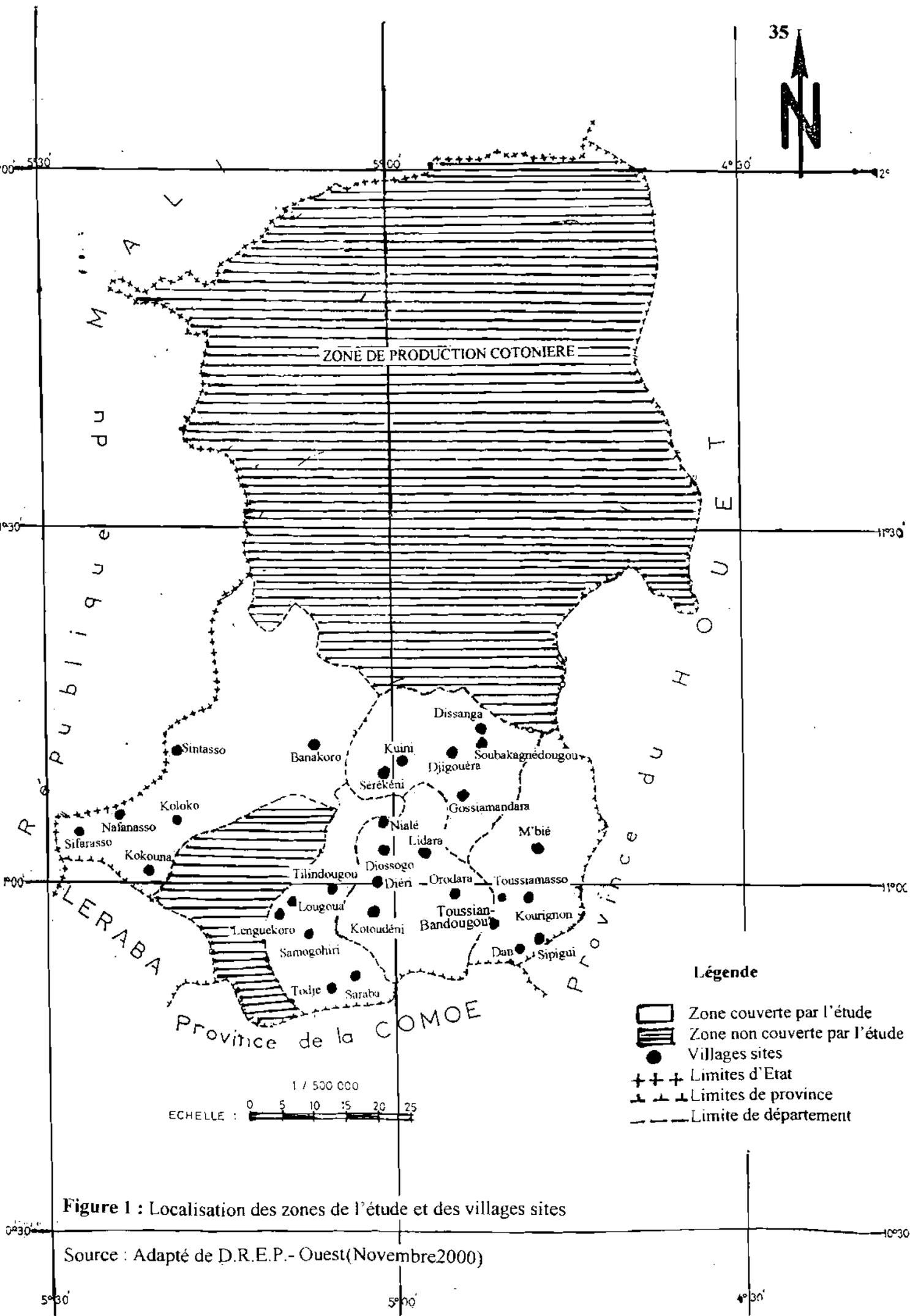
- Djigouèra qui couvre 565 Km² situé à l'Est de la province ,
- Koloko qui couvre 1461 Km² situé à l'Ouest de la province ;
- Kourignon au Sud-Est de la province.
- Orodara situé au sud de la province avec 482 Km² ;
- Samogohiri qui couvre 391 Km² au Sud de la province.

Dans chaque département, 6 villages sites sont retenus pour la réalisation des différentes activités de l'étude. La localisation des différents villages sites par zone est présentée à la figure 1.

Les caractéristiques physiques de ces départements obéissent pour chacun d'eux suivant sa position géographique à la distribution faite au niveau de la province et décrite plus haut dans la partie monographie de la province du Kéné Dougou.

Les populations de ces départements à l'image de celles de la province sont dans leur plus grande majorité agricoles.

L'activité principale dans ces départements est l'agriculture avec toutefois une place importante pour l'arboriculture fruitière avec essentiellement des espèces comme le manguier, les agrumes et l'anacardier. Suivant la localisation, cette tendance vers l'arboriculture fruitière est modérée par la présence d'autres cultures comme les tubercules et le coton à l'Ouest (cas de Koloko). Les céréales et le coton sont produits au Nord et à Djigouéra tandis que les départements du Sud comme Samogohiri, Orodara ou Kourignon restent à vocation fruitière.



4.2 Analyse des pratiques culturelles

4.2.1 Plan de sondage

Pour la réalisation des enquêtes, un échantillon de producteurs à interroger a été constitué. La méthode utilisée pour cela est celle du sondage aléatoire stratifié à plusieurs degrés décrite par BERTHIER (1998). Le plan de sondage (Annexe2) comporte plusieurs niveaux.

4.2.1.1 Strates

Au nombre de 5 (**figure 1**) elles représentent les principales zones de production fruitière de la province. Elles correspondent à 5 départements identifiés au cours des sorties de connaissance du milieu et dans la littérature relative à la province (D.R.E.P.- Ouest, 1999). Ce sont les départements de Djigouèra, Koloko, Kourignon, Orodara et Samogohiri.

4.2.1.2 Unités d'observation primaires

Ce sont les villages (**figure 1**) de chaque strate, retenus pour le diagnostic des problèmes phytosanitaires et les enquêtes sur les pratiques culturelles. Pour avoir un échantillon sur lequel s'applique la loi des grands ensembles, le nombre de village a été fixé à 30. Leur désignation a été faite par tirage aléatoire simple à partir de la liste des villages par département fournie par D.R.E.P- Ouest (1999). La liste des villages sites est présentée en annexe 3.

4.2.1.3 Unités d'observation secondaires

Elles représentent les producteurs de mangues et d'agrumes (orangers et mandariniers) auprès desquels, les enquêtes sur les pratiques culturelles ont été réalisées. Pour obtenir un échantillon représentatif de la population de producteurs de mangues d'une part et d'oranges et mandarines d'autre part, 90 producteurs de mangues et 90 autres producteurs d'agrumes (oranges et mandarines) ont été retenus. Dans chaque cas, la taille des échantillons (Annexe 3) a été déterminée avec le programme STATCALC (Calculatrice Statistique) du logiciel EPIINFO version 6 fr. développé par « Center for Disease Control and prevention (C.D.C.) » depuis 1983.

4.2.2 Enquêtes sur les pratiques culturelles

La technique du questionnaire a été employée pour la réalisation de ces enquêtes. C'est une technique qui permet d'interroger les individus de façon directive. Le questionnaire permet des prélèvements quantitatifs en vue de dégager des relations mathématiques et d'établir des comparaisons chiffrées.

Un questionnaire d'enquête (Annexe 4) a été préparé à cet effet et comprend en plus de la partie sur la connaissance des pratiques culturelles, d'autres informations concernant l'identité du producteur et les problèmes phytosanitaires rencontrés dans son verger. Ce questionnaire a été administré sous forme d'interviews au cours des sorties sur le terrain.

4.3 Diagnostique des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers

L'objectif de cette partie du travail est d'appréhender de façon précise, la nature exacte des problèmes posés dans la perspective de leur apporter des solutions durables.

Cette partie fait le point des matériels et méthodes employés pour atteindre cet objectif.

4.3.1 Observations et description des symptômes et dégâts dans les vergers

4.3.1.1 Plan de sondage

Pour l'observation et la description des symptômes dans les vergers, un plan de sondage a été établi. Tout comme pour l'analyse des pratiques culturelles, c'est la méthode du sondage aléatoire stratifié à plusieurs degrés qui a été utilisée à cette fin. La démarche pour la constitution de cet échantillon (Annexe 2) comporte des unités d'observations propres à cette activité en plus de celles communes avec l'analyse des pratiques culturelles. On distingue en plus des strates, des unités d'observation primaires et secondaires, déjà décrites dans l'analyse des pratiques culturelles les unités d'observation tertiaires et les unités quaternaires.

a) Unités d'observation tertiaires

Ce sont les vergers de manguiers et d'agrumes (orangers et mandariniers) retenus pour les observations sur les problèmes phytosanitaires. Pour chaque spéculation, une unité d'observation tertiaire a été choisie dans chaque village site. Leur choix a été fait

indirectement par tirage aléatoire simple à partir de la liste des producteurs retenus pour les enquêtes sur la conduite des vergers.

b) Unités d'observation quaternaires

Elles correspondent aux pieds (arbres) choisis dans chaque unité tertiaire (verger) pour les observations sur les problèmes phytosanitaires. Dans chaque verger et pour chaque spéculation, 30 arbres sont retenus suivant une distribution (Annexe 5) qui s'inspire de celle proposée par F.A.O. (1983) dans le cadre de la mesure de la gravité de l'infestation par les maladies et les ravageurs sur une culture de riz. Ainsi, à chaque angle et au centre de chaque verger retenu, 6 pieds sont choisis au hasard pour les observations.

4.3.1.2 Observations phytosanitaires dans les vergers

Pour les observations sur les problèmes phytosanitaires qui se sont déroulées du 02 / 11 / 2001 au 08 / 02 / 2002, nous avons utilisé la technique des observations directes décrites par F.A.O. (1983) en l'appliquant aux différentes parties de l'arbre. Les anomalies constatées au cours de ces observations sont consignées dans une fiche d'observation présentée en Annexe 5a.

Pendant le parcours, des observations particulières sont effectuées sur l'état d'entretien du verger, le type de sol avec des mesures de la hauteur du point de greffage sur quelques arbres. Ces observations particulières sont enregistrées dans une fiche d'information générale associée à la fiche d'observation spécifique (Annexe 5b).

4.4 Identification d'agents pathogènes et des insectes capturés

4.4.1 Identification des agents pathogènes

L'identification des agents pathogènes nécessite de disposer d'isolats obtenus d'organes malades. Pour ce faire, des échantillons d'organes malades ont été collectés et l'isolement des agents pathogènes a été effectué en vue de leur identification.

4.4.1.1 Prélèvements d'échantillons d'organes malades

Dans le but de recenser les agents pathogènes associés aux symptômes observés, un plan de sondage est établi pour les prélèvements d'échantillons. Ainsi, pour les symptômes sur racines, troncs et branches, un échantillon est prélevé sur un arbre choisi au hasard parmi

ceux présentant ce type de symptôme au centre et à chaque angle du verger. Pour les symptômes sur feuilles, le même plan est appliqué à la différence que 2 échantillons sont prélevés par arbre échantillonné. Pour les symptômes sur fruits, les prélèvements ont été effectués à partir des échantillons de fruits de chaque département envoyés au laboratoire pour les observations entomologiques. Pour chaque département, 4 fruits d'agrumes qui présentent des symptômes de maladie à raison de 2 fruits par espèce ont été retenus pour les isollements. Pour les symptômes observés, des photographies sont réalisées.

Les échantillons prélevés sont constitués de fragments d'organes (tiges, branches ou racines) ou des organes entiers (feuilles, fruits) présentant des symptômes. Les prélèvements sont effectués au moyen d'une daba, d'un coupe-coupe, de couteaux, ou d'un sécateur et les organes sont emballés dans des sachets en papier avec des étiquettes précisant la date et l'origine (département, village, espèce hôte, numéro de l'arbre échantillonné et nom de l'organe atteint) du prélèvement ainsi que le type de symptôme observé.

4.4.1.2 Méthodes d'isolement et de conservation d'agents pathogènes d'origine fongique

C'est une étape nécessaire avant l'identification des agents pathogènes. Le but visé par ces isollements est d'obtenir des colonies pures de champignons afin de les conserver en vue de leur identification.

Les isollements ont porté essentiellement sur les champignons, compte tenu de l'importante place qu'ils occupent parmi les agents responsables de maladies des plantes et du matériel disponible au laboratoire.

Les isollements sont réalisés sur des milieux de culture artificiels préparés (Annexe 6) et répartis dans des boîtes de Petri de 90 mm de diamètre. Le P.D.A. (Potato Dextrose Agar) ou Agar glucosé à la pomme de terre et le Malt-Agar sont les milieux utilisés au cours de notre étude.

a) Préparation des milieux de culture

La préparation des milieux de culture est une opération qui comporte plusieurs phases

a₁) Pesée des produits

Elle consiste à prélever les quantités de produits (PDA, malt, agar ou sulfate de streptomycine) à mélanger pour la préparation du milieu. Les quantités sont déterminées en fonction du volume de milieu à préparer et de la dose d'utilisation recommandée. Les prélèvements de ces quantités (Annexe 7) sont effectués avec une balance donnant une

précision de 0,0001 g pour ceux utilisés en très faible quantité comme le sulfate de streptomycine.

a.) Réalisation du mélange

Les produits pesés sont mélangés avec un volume d'eau requis pour la préparation du volume de milieu désiré. Ce mélange est fait dans des bouteilles (500 ml) ou des erlenmeyers (1000 ml, 500 ml, 125 ml). Des éprouvettes (500 ml, 250 ml) et des béchers (250 ml, 150 ml) ont servi à la mesure du volume d'eau. Dans le cas du milieu malt Agar destiné à la conservation des isolats, cette opération se poursuit avec la dissolution de l'Agar par chauffage au bain-marie du mélange constitué.

a.) Stérilisation de la solution et du matériel

Elle est réalisée à l'autoclave à 120 °C pendant 30 minutes à 1,5 bar. Le principe de l'autoclavage est la stérilisation à la chaleur humide qui permet de tuer les germes sans dénaturer les produits mélangés. Les boîtes de Petri à stériliser sont emballées dans du papier aluminium tandis que les récipients contenant la solution à stériliser sont bouchés à l'aide de coton recouvert de papier aluminium. A l'issue de l'autoclavage, les milieux stérilisés sont mis à refroidir à température ambiante.

a.) Répartition du milieu

Deux cas sont à distinguer :

La répartition dans les boîtes de Petri. Elle est faite dès que la température du milieu permet sa manipulation, mais avant cela, un antibiotique (Sulfate de streptomycine) est ajoutée au milieu toujours liquide à raison de 2,5 mg / l. Le coulage du milieu est fait sous une hotte à flux laminaire préalablement désinfectée à l'alcool. La répartition est effectuée en condition d'asepsie à proximité d'une flamme d'un bec bunsen en ouvrant légèrement les boîtes de Petri. Après la répartition, le milieu liquide se solidifie dans les boîtes au cours du refroidissement.

La répartition dans les flacons et tubes. Des flacons de 5 ml et 10 ml ainsi que des tubes de 15 mm de diamètre sont utilisés pour la répartition du milieu destiné à la conservation des isolats. Respectivement 2 ml et 4 ml de milieu Malt-Agar sont répartis à l'aide d'une pipette dans les flacons de 5 ml et 10 ml. Dans les tubes, 10 ml du même milieu sont coulés. Le prélèvement et la répartition du milieu de culture avec la pipette (10 ml) est faite à l'aide d'une poire. La solution du milieu Malt-Agar après dissolution au bain-marie est répartie dans les flacons et les tubes dont l'ouverture est bouchée au coton. Les flacons et tubes

sont ensuite disposés à l'autoclave pour la stérilisation dans les conditions décrites plus haut. Après stérilisation, les flacons et tubes contenant le milieu de culture stérile sont inclinés au cours du refroidissement.

b) Isolement et purification des isolats

Pour la culture, des petits fragments d'organes malades sont découpés et ensemencés sur le milieu de culture (4 à 6 fragments par boîte de Pétri). Les boîtes de Pétri ensemencées sont alors fermées et scellées avec du papier para film, étiquetées et placées pour incubation à l'obscurité, à la température ambiante (environ 32 C). L'étiquette précise la date d'ensemencement, la plante hôte, l'organe prélevé et le numéro de code de l'échantillon qui comprend le numéro du département, celui du village d'origine ainsi que celui de l'arbre échantillonné.

L'ensemencement est fait sous une hotte désinfectée et à proximité d'une flamme en prenant le soin de désinfecter à la flamme les instruments après chaque usage, pour maintenir des conditions d'asepsie et éviter les contaminations.

Pour augmenter les chances d'isolement des agents associés aux symptômes en question, les fragments ont été chaque fois ensemencés désinfectés dans l'alcool et non désinfectés dans 4 boîtes de Pétri (2 pour chaque traitement). Les fragments d'organes sont désinfectés par trempage dans un bain d'alcool pendant 30 secondes et rincés dans 4 baignoires d'eau stérile contenus dans des coupes puis séchés avec du papier buvard stérile.

La purification intervient une fois que les champignons germent et croissent en colonies sur le milieu pour éviter qu'ils ne s'enchevêtrent et obtenir ainsi des colonies individuelles pures. Elle consiste à découper en condition d'asepsie, une partie de la colonie (dans les zones de croissance) avec un peu du milieu de culture et à le repiquer dans une boîte de Pétri contenant du milieu stérile. Les boîtes de Pétri sont ensuite incubées dans les conditions décrites plus haut. Les colonies sont séparées individuellement sur la base de leur morphologie (aspect du mycélium, couleur, pigmentation du milieu, etc.). Les contaminants tels *Aspergillus niger* ou *Aspergillus flavus* ou *Penicillium* sp. sont éliminés. Ces opérations de purification sont répétées autant de fois jusqu'à l'obtention d'une colonie pure appelée isolat.

c) Conservation des isolats

La conservation des isolats est faite sur du milieu Malt-Agar dans des flacons de 5 et 10 ml ou dans des tubes à essai de 15 mm de diamètre. Chaque isolat est repiqué dans 2 tubes ou flacons. Chaque contenant est ensuite étiqueté en se référant aux informations portées sur la boîte de Pétri d'origine et en y ajoutant le numéro d'ordre de l'isolat. Une mycothèque est ainsi constituée.

4.4.1.3 Méthode d'identification des champignons

Les différents isolats sont repiqués dans des boîtes de Petri et incubés sous lumière noire (proche U.V.) alternée avec l'obscurité (12h / 12h) dans des conditions de température ambiante (environ 32°C) pendant au moins une semaine.

L'incubation des souches pendant 1 semaine au moins sous lumière noire à pour but de les faire fructifier en vue de leur identification.

A l'absence de souches de référence disponibles pour les différents agents pathogènes des espèces fruitières concernées, les champignons isolés sont identifiés et caractérisés à partir des observations macroscopiques (caractères morphologiques de la colonie, présence de pigmentation) et des observations à la loupe binoculaire pour mettre en évidence la présence d'organes de fructification (pynides, acervules, conidies aériennes etc.). Des observations microscopiques sont systématiquement réalisées pour vérifier non seulement la présence de conidies aériennes sur les colonies mycéliennes et surtout pour préciser la nature et la forme des conidies issues des organes tels que les pynides, les acervules en vue d'une meilleure identification. Les différentes observations sont confrontées à celles décrites dans la littérature (NELSON *et al.*, 1983 ; ELLIS, 1993 ; LESTER *et al.* , 1994 et SIVANESSAN, 1987). Des photographies sont réalisées pour illustrer les organes observés.

4.4.2 Captures et identification des insectes

L'identification des insectes nécessite de disposer des spécimens à identifier. Pour cela, des captures d'insectes ont été réalisées et une collection a été réalisée en vue de leur identification et de la constitution d'une collection.

4.4.2.1 Captures des insectes

La méthode employée est la capture au « filet proprement dit » associée à la méthode de capture manuelle décrites par DEN BOER (1988) pour les captures au niveau de la partie végétative. Pour capturer les insectes infestant les fruits, des échantillons de fruits ont été prélevés directement sur les arbres dans différentes localités et placés en cage au laboratoire dans l'attente d'éventuelles émergences d'insectes. Les cages employées sont grillagées sur les 4 faces et à une des bases. Hautes de 40 cm, elles ont une base carrée de 30 cm de côté et sont munies d'une ouverture également grillagée sur une des faces.

Dans les vergers, les captures sont réalisées sur 5 arbres choisis au hasard aux 4 coins et au centre du verger. Sur chaque arbre, 4 coups de filets sont effectués sur 4 côtés (nord, sud, est et ouest) de l'arbre.

Les insectes capturés au filet sont immobilisés à l'aide d'insecticide (Pyrethrénoïde) puis transférés dans des boîtes de capture. Ils sont ensuite conservés dans des flacons de 10 et 5 ml contenant de l'alcool à 70 °C. Les papillons et les insectes qui se décolorent dans l'alcool (insectes verts, rouges et jaunes) ont été conservés dans des papillotes (papier plié en triangle). Les flacons et papillotes sont étiquetés en précisant le lieu de capture, la plante hôte, la date de capture et le nom du collecteur avant d'être transférés au laboratoire.

4.4.2.2 Collection d'insectes

Elle prépare l'identification des insectes capturés en les rangeant et en les gardant le plus intacte possible. Plusieurs étapes ont été suivies pour la réalisation de cette collection à savoir :

a) *Montage*

Il facilite la manipulation et le rangement des insectes. Deux techniques ont été utilisées à savoir l'épingleage et le double montage.

L'épingleage a été effectué avec des aiguilles n°1 pour les plus gros insectes, n° 000 pour les micro-insectes et les numéros 0 et 00 pour les insectes de taille intermédiaire. Un bloc d'épingleage a permis de fixer les insectes et les étiquettes à la hauteur requise. Les insectes montés par cette technique sont au préalable étalés sur de la mousse polyéthylène. Au cours de l'étalage, l'insecte est placé dans sa position naturelle.

Le double montage quant à lui est utilisé pour le montage des micro-insectes. Il emploie des paillettes rectangulaires ou triangulaires sur lesquelles sont collés les insectes. Les paillettes sont préalablement montées sur des épingles.

b) *Rangement*

Il facilite l'identification des spécimens en les rangeant suivant les ordres taxonomiques. Il utilise des boîtes de collection dont le fond est tapissé d'une mousse polyéthylène, qui sont munies de couvercle hermétique.

c) *Etiquetage*

Il permet de reconnaître l'insecte dans la collection. Plusieurs étiquettes ont été utilisées à savoir celles qui donnent des informations générales sur le lieu de capture, la plante hôte, la date de capture ainsi que les auteurs de la collection et celles qui précisent l'identité de l'insecte c'est à dire l'ordre, la famille, le genre et si possible l'espèce.

4.4.2.3 Identification des spécimens

Elle consiste à déterminer les taxa auxquels appartient l'insecte. Pour cela, la méthode des comparaisons morphologiques globales est utilisée. Les caractères morphologiques des spécimens ont été observés à l'œil nu ou à la loupe binoculaire et comparés à ceux d'autres spécimens déjà identifiés de certaines collections de référence ou à la description faite dans la littérature : (SCIRO, 1970 ; SCHOLTZ et HOLM, 1985 ; BORROR *et al.*, 1981 ; DIERL et RING, 1992). Le dossier photographique de la collection nationale d'insectes de l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger, les collections de référence de l'IN.E.R.A. et un ensemble de documentation ont été utilisés à cet effet. Pour cette étude, l'identification s'est limitée au genre pour la plupart des insectes. Pour les spécimens courants, il a été possible d'identifier l'espèce.

Le montage pour la constitution de la collection et l'identification sont effectués avec le concours d'un spécialiste en systématique des insectes de l'IN.E.R.A.

4.5 Traitement et analyse des données

Les données collectées lors des interviews ont été saisies dans le programme SAISIE du logiciel EPI-INFO 6 fr. après la réalisation d'un masque de saisie. Le masque de saisie est une reprise du questionnaire d'enquête avec l'éclatement des tableaux et en codifiant les différentes variables. Ces données ont fait ensuite l'objet d'analyses de fréquences pour chacune des variables et pour plusieurs variables avec la réalisation de croisements.

Les données collectées au cours des observations dans les vergers sont analysées avec le logiciel « Statistical Analysis System » (S.A.S) (S.A.S Institute, 1988).

Le traitement des données est réalisé avec le tableur Excel version 5.0 de microsoft office 95. Ce traitement a consisté à la constitution d'une base de données d'une part la liste de tous les arbres observés et d'autre part les symptômes observés ainsi que quelques facteurs liés à la plante ou à son environnement. L'entrée des données a consisté à remplir ce tableau en saisissant pour chaque arbre, le code 1 si le symptôme ou le facteur considéré est présent, et le code 2 s'il est absent ou un point lorsque l'information n'est pas disponible. Les différents facteurs retenus sont :

- la localité qui correspond au département ;
- la variété de l'espèce observée ;
- l'âge, juvénile s'il est inférieur ou égal à 5 ans, productif s'il est compris entre 5 et 30 (LOUSSERT, 1989a) vieillissant s'il est strictement supérieur à 30 ;
- le type de sol qui peut être sableux, argileux ou gravillonnaire ;
- l'état de propreté du sol du verger qui peut être enherbé si plus de la moitié du champ est enherbé, non enherbé s'il est désherbé et moyennement enherbé lorsqu'il présente une situation intermédiaire ;
- l'association de culture homogène lorsqu'il s'agit d'association entre ligneux, hétérogène lorsque c'est des ligneux et herbacées et mixte lorsque les deux types d'association se retrouvent ;
- la situation topographique accidentée pour les terrains dénivelés, plate en terrain homogène ou bas-fond pour les dépressions.

Les données ainsi enregistrées ont fait l'objet de plusieurs types d'analyse. Ainsi, pour dégager les liens entre les différents problèmes observés, une analyse de corrélation est effectuée. La valeur du coefficient de corrélation indique la nature et l'importance du lien entre les phénomènes corrélés significativement.

L'analyse non paramétrique de Kruskal – Wallis selon la procédure S.A.S « Proc Npar 1 way » a été utilisée en vue de tester l'influence des facteurs considérés (localité, type de sol, variété, état de propreté du verger...) sur chaque type de problème phytosanitaire rencontré (pourriture des racines, dessèchement des branches et rameaux, décoloration des fruits, chute des fruits...). La probabilité de signification est fixée à $p= 0,05$. Lorsque l'analyse est significative, le test de Wilcoxon à deux échantillons (Wilcoxon 2-samples test) permet de comparer les différents traitements.

CHAPITRE 5 : RESULTATS – DISCUSION

Introduction

A l'origine de nombreux dégâts sur les cultures allant de la destruction d'une ou de plusieurs parties de la plante à la mort de la plante elle-même, les problèmes phytosanitaires peuvent causer d'importantes pertes du point de vue économique, avec la réduction ou la destruction de la production. Ils sont cités par l'U.F.M.B (ARISTE, communication personnelle) comme la cause première de la baisse qualitative et quantitative de la production fruitière au Burkina.

Jusqu'à-là, ces problèmes dans les vergers du Burkina sont peu connus et leur importance ignorée. Apporter des informations à ce sujet, est l'objet du présent chapitre qui présente les résultats discutés de l'étude diagnostique des problèmes phytosanitaires du manguier, de l'oranger et du mandarinier dans le Kéné Dougou.

Après l'analyse qualitative et quantitative des problèmes rencontrés dans les vergers, nous ferons le point sur l'analyse de corrélations entre ces différents problèmes rencontrés avant d'analyser l'influence de différents facteurs (localité, variété, facteurs pédologiques, pratiques culturales) sur la répartition des problèmes phytosanitaires rencontrés. La présentation des résultats de l'identification des isolats et des insectes capturés sera suivie de quelques propositions de solutions aux problèmes rencontrés.

5.1 Analyse qualitative et quantitative des problèmes phytosanitaires

5.1.1 Analyse qualitative des problèmes phytosanitaires

5.1.1.1 Dans les vergers de manguiers

Les observations effectuées dans ces vergers ont eu lieu à une période hors production. Par conséquent, les problèmes rencontrés sont observés au niveau de la partie végétative des arbres.

a) Exsudations de gomme (PEG) (Photo 1)

Ce sont des écoulements plus ou moins abondants d'une substance visqueuse de couleur rouge brique à rouge sombre (une fois séché au contact de l'air) qui se produisent à travers des fentes longitudinales de l'écorce à différents niveaux du tronc et ou des branches. L'observation de la partie interne de l'écorce au niveau des points d'exsudation montre un brunissement de cette partie qui s'étend largement au-delà des limites du point d'exsudation. Le bois à ce niveau présente souvent un brunissement superficiel.

Les exsudations de gomme sont un problème rencontré sur les troncs et branches des arbres dans les vergers. de LAROUSSILHE (1980) décrit sur le manguier une affection qui produit des écoulements de gomme et dont la description se rapproche de certaines observations faites sur le terrain. Cette affection est provoquée par un champignon (*Phytophthora palmivora*) et est appelée chancre à phytophthora.

Selon KNORR (1973) s'exprimant par rapport à des exsudations de gomme dans le cas des agrumes, les écoulements de gomme de l'écorce, comme les larmes des yeux sont une réaction normale à diverses excitations (mécaniques, physiologiques ou pathologiques). L'isolement de champignons à partir de ces symptômes a mis en évidence des champignons du genre *Phomopsis*.

b) Termites (TER) (Photo 2)

Elles dévorent l'écorce du tronc ou des branches qu'elles recouvrent avec leurs galeries en terre.. Plusieurs genres (*Coptotermes*, *Bifditermes* et *Hodotermes*) ont pu être identifiés à partir des captures effectuées. Si les termites causent des dégâts importants dans nos conditions, ce n'est pas le cas pour de LAROUSSILHE (1980) qui les classe comme ravageurs secondaires.

c) Croûtes sur feuilles (CROUTF) (Photo 3)

Ce sont des formations épaisses généralement de couleur noire qui se forment à la face inférieure des feuilles. Les croûtes formées ne se détachent pas après frottement et ne provoquent pas de nécrose de la zone affectée. Les isollements réalisés à partir de ces symptômes ont donné des isolats dont certains ont pu être identifiés comme des champignons du genre *Phoma*.



Photo 1 : Point d'exsudation de gomme sur manguier



Photo 2 : Termites sur manguier



Photo 3 : Coûtes sur feuilles de manguier



Photo 4 : Taches (noires) sur feuilles de manguier

d) Taches sur feuilles (TFE) (Photo 4)

On distingue d'une part les taches noirs qui sont de petites macules noires généralement entourées d'un halo jaune. Elles sont nécrotiques et traversent toute l'épaisseur du limbe. D'autre part, on distingue les taches rouges entourées d'un halo jaune. Elles apparaissent nettement à la face inférieure des feuilles où elles sont souvent présentes en grand nombre.

Les taches sur feuilles observées pourraient avoir une origine fongique en témoigne l'identification de champignons du genre *Pestalotia* isolés à partir des taches noires. Les taches noires observées dans les vergers ont été décrites comme étant la cercosporiose provoquée par *Cercospora mangiferae*.

e) Fourmis rouges (FR) (Photo 5)

Elles se déplacent en général sur toutes les parties aériennes de l'arbre et construisent leurs nids au niveau du feuillage en rassemblant plusieurs feuilles par des fils de soie et sont citées par de LAROUSSILHE (1980) parmi les ravageurs du manguier. Des espèces appartenant au genre *Oecophylla* ont été capturées et identifiées.

f) Taches grises sur feuilles (TGF) (Photo 6)

Elles ne sont pas nécrotiques et apparaissent le plus souvent à la face supérieure des feuilles. Généralement de forme circulaire, elles peuvent être détachées au frottement et apparaître à plusieurs sur une feuille. Ces taches en masquant la face supérieure de la feuille peuvent contribuer à réduire la capacité d'assimilation de la plante.

La rouille rouge ou « red rust » est une maladie d'origine algale (causée par *Cephaleuros viriscens*) qui se traduit par l'apparition de points gris verdâtre sur les feuilles (F. A. O., 2000).

Les taches grises observées sur feuilles de manguiers auraient une origine fongique et non algale (ZONGO, communication personnelle)



Photo 6 : Taches grises sur feuilles de manguiers



Photo 7 : Exsudations de gomme sur oranger



Photo 8 : Dessèchement des braches et rameaux d'agrumes



Photo 9 : Termites sur agrumes

g) Dégâts sur végétation (DESVE)

Ce sont des destructions du limbe (perforé ou dévoré) observées au niveau du feuillage.

Ces dégâts peuvent être attribués aux insectes munis de pièces buccales du type broyeur. Des insectes appartenant à l'ordre des Coléoptères et des Orthoptères dotés de pièces buccales du type broyeur ont en effet été capturés dans les vergers de manguiers et identifiés confortant ainsi l'hypothèse de l'origine entomologique de ces dégâts.

h) Enroulement des feuilles (ENRF)

En plus des feuilles enroulées, ce type de symptôme comprend aussi les feuilles recroquevillées.

g) Galles

Elles désignent des renflements que nous avons observé le plus souvent au niveau des fourches des branches.

Signalons pour terminer, la présence sur les troncs et les branches des arbres de lichens remarquée au cours de nos observations.

5.1.1.2 Dans les vergers d'agrumes

Au cours des passages dans les vergers d'agrumes, différentes anomalies ont été observées sur les différents organes des arbres.

a) Pourritures racinaires (PRAC)

Ces altérations du système racinaire se manifestent par la destruction de l'écorce des racines qui se détache alors facilement. Dans certains cas ces altérations sont associées à un dégagement d'odeurs nauséabondes. Elles se manifestent surtout en saison des pluies comme l'attestent les producteurs. Le champignon du genre *Fusarium* mis en évidence dans nos vergers et un autre (*Armillaria mellea*) décrit par LOUSSERT (1989b) mais non identifié dans nos travaux, pourraient être à l'origine. Cependant, KNORR (1973) signale le rôle secondaire des champignons du genre *Fusarium* dans les phénomènes de pourriture racinaire au niveau des agrumes.

b) Exsudations de gomme (PEG) (Photo 7)

Ce sont des écoulements plus ou moins abondants de liquide visqueux de couleur hyaline à rouge qui se solidifie au contact de l'air. Ces écoulements ont lieu à partir de fentes longitudinales de l'écorce du tronc, des branches, des rameaux ou des racines. Ces zones raclées présentent une coloration brune de la face interne de l'écorce. Ces exsudations de gomme sont souvent rencontrées sur des branches ou rameaux morts

La gommose est une maladie fongique (causée par des champignons du genre *Phytophthora*) qui provoque des écoulements de gomme LOUSSERT (1989b). Cependant, KNORR (1973) signale que les exsudations de gomme peuvent avoir une origine non pathologique et peuvent constituer une réaction normale de la plante à des excitations mécaniques ou physiologiques.

Les isollements réalisés à partir d'échantillons de points d'exsudation de gomme ont fourni des isolats dont les résultats de l'identification ne sont pas encore disponibles.

c) Dessèchements des branches et rameaux (D.B.R.) (Photo 8)

Dans certains cas, ils se produisent au sommet de l'arbre tandis que dans d'autres, ils n'apparaissent que sur un secteur de l'arbre. Ils se manifestent par la mort des rameaux ou branches qui perdent complètement leurs feuilles.

Le « mal secco » est une maladie provoquée par un champignon (*Phoma tracheiphylia*) qui provoque le dessèchement des branches au niveau des agrumes (LOUSSERT, 1989b). L'identification de certains isolats obtenus de pieds de citronniers (porte-greffe) morts en pépinière a mis en évidence des champignons des genres *Phoma* et *Pestalotia* qui ne sont pas associés (dans la littérature) à ce type de dégâts. L'identification du reste des isolats obtenus de ces symptômes permettra de confirmer ou non l'origine fongique des dessèchements des branches et rameaux observés dans les vergers.

d) Termites (Ter) (Photo 9)

Elles sont rencontrées aussi bien sur racines, tronc et branches dont elles détruisent l'écorce et recouvrent souvent de leurs galeries en terre.



Photo 9 : Termites sur agrumes



Photo 10 : Dégâts de criquets puant



Photo 11 : Dégâts sur végétation



Photo 12 : Dégâts de mineuse

Elles sont citées par F. A. O. (2000) parmi les ravageurs des agrumes. L'identification des espèces capturées dans les vergers a révélée trois genres à savoir *Coptotermes*, *Bifditermes* et *Hodotermes*.

e) Fourmis rouges (FR)

Elles sont rencontrées sur les différentes parties aériennes des arbres. Elles rassemblent les feuilles par des fils de soie pour constituer leurs nids

Le genre *Oecophylla* est signalé au Burkina par F. A. O. (2000) sur agrumes , ce que confirme l'identification des insectes capturés

f) Croûtes sur feuilles (CROUTf)

Ce sont des épaissement de couleur noire ou rouge généralement observés à la face supérieure des feuilles. Elles ne se détachent pas au frottement.

KNORR (1973) signale la formation de gales sur les feuilles d'agrumes causées par un champignon (*Elsinoë fawcetti*).

Des isolats ont été obtenu à partir de ces symptômes, mais leur identification n'étant pas terminée, il reste assez difficile de donner l'origine des croûtes observées sur feuilles dans les vergers d'agrumes.

g) Décolorations des feuilles (CHLOR)

Elles regroupent toutes les modifications de couleur des feuilles que nous avons observées (chloroses, taches chlorotiques). Dans certains cas, elles se produisent sur un secteur de l'arbre (chloroses) et sont dispersées sur l'arbre dans la plupart des cas.

h) Chutes de feuilles (CHUF)

Elles sont associées dans certains cas à des arbres présentant des altérations du système racinaire, des dessèchements des branches ou des exsudations de gomme. Dans d'autres cas de chute des feuilles, aucune de ces manifestations n'est observée.

i) Dégâts de criquets puants (DEC) (Photo I0)

Ces ravageurs rongent les feuilles qui se dessèchent en prenant une coloration jaune claire. L'écorce des brindilles ou des petits fruits est aussi souvent dévorés et ceux-ci se dessèchent.

j) Dégâts sur végétation (DESVE) (Photo 11)

C'est la destruction du limbe des feuilles (dévoré ou perforé). Les insectes dotés de pièces buccales du type broyeur peuvent être associés à ce type de dégâts. Leur présence est confirmée avec la capture et l'identification d'insectes appartenant à l'ordre des Coléoptères et des Orthoptères munis de pièces buccales du type broyeur selon DIERL et RING (1988).

k) Dégâts de mineuse (MINE) (Photo 12)

Ils se manifestent par la formation de galeries transparentes sous l'épiderme de la face supérieure des feuilles.

Ce type de dégâts est causé par un micro lépidoptère *Phyllonictis citrella* ; Il a été signalé par F.A.O (2000) comme ravageur des agrumes.

l) Enroulement des feuille (ENRF)

Il désigne le recroquevillement ou la déformation des feuilles.

Il peut être la conséquence de l'attaque des insectes piqueurs suceurs ou de facteurs abiotiques comme la stress hydrique ou de fortes températures ambiantes. La capture des insectes a permis d'identifier certains dotés de pièces buccales du type piqueur suceur appartenant à l'ordre des Hétéroptères et des Homoptères. Ces insectes pourraient être associés à ce type de dégâts observé dans les vergers. En effet, DIERL et RING (1988) ont démontré le rôle ravageur de ces insectes sur les végétaux.

m) Taches rouges sur fruits (TR) (Photo 13)

Nombreuses, de taille variable et de couleur rouge, elles ne pénètrent pas profondément dans l'épaisseur de la peau du fruit. Les fruits atteints de ces taches jaunissent prématurément.

F. A. O. (2000) décrit des taches noires qui déprécient causées par *Phyllostictina citri* qui déprécient la qualité commerciale des fruits et provoque leur chute prématurée

Les isollements à partir de ces taches ont produit des isolats dont l'identification a révélée des champignons du genre *Phoma* et *Exserohilum* . Selon KNORR (1973) le genre *Phoma* est responsable de la melanose non mis en évidence par nos travaux ; tandis les travaux de AGRIOS (1997) signalent la présence de *Exserohilum* sur les céréales et les mauvaises herbes

n) *Décolorations de fruits* (DECO) (Photo 14)

Elles regroupent toutes les modifications de la coloration des fruits autres que le jaunissement observées. Elles se traduisent le plus souvent par la présence de taches marbrées ou grises au niveau de la peau du fruit.

La décoloration des fruits des agrumes est un des dégâts des acariens.

o) *Jaunissements* (JM)

Ce sont des modifications prématurées de la coloration du fruit se produisant souvent sur un coté du fruit ou sur une petite plage qui souvent comporte une petite perforation et ou une manifestation de pourriture.

Cette description se rapproche de celle de QUILICI (1999) qui présente les dégâts de la mouche des fruits sur agrumes. Sous réserve de capture des mouches de fruits à partir de ces dégâts, ceux-ci peuvent lui être attribués. En effet, des larves d'insectes ont été isolées de fruits au cours de dissections, dont certains présentent ce type de symptôme. F.A.O. (2000) signale la présence de la mouche des fruits sur agrumes au Burkina.

p) *Chutes de fruits* (CHUFR) (Photo 15)

Elles se produisent à différents stades du fruit et les fruits concernés peuvent présenter des symptômes de jaunissement, de taches rouges ou aucun autre (apparemment).

En plus de ces problèmes, il a été observé sur les arbres, la présence de plantes parasites appartenant au genre *Tapinanthus* (Photo 16). En outre de même que des lichens observés sur les troncs et branches de certains arbres, des excroissances le plus souvent présentes sur le porte-greffe ou au niveau de la ligne de greffe ont été également observées.



Photo 13 : Taches rouges sur fruit



Photo 14 : Décoloration de fruit



Photo 15 chute de fruits sur mandarinier



Photo 16 : Tapinanthus sur oranger

5.1.2 Analyse quantitative des problèmes phytosanitaires

5.1.2.1 Dans les vergers de manguiers

Le tableau IV présente l'importance de chacun des problèmes phytosanitaires observés au sein de l'échantillon d'étude. Tous les problèmes n'ont pas la même importance dans l'échantillon et ce sont les termites qui sont le plus rencontrées (sur 76,2% des arbres observés) suivis des taches sur feuilles (sur 43,6% des arbres observés) puis des fourmis rouges (sur 34% des arbres observés).

Des problèmes comme l'enroulement des feuilles (1,6% des arbres observés), les galles sur tronc (5,4% des arbres observés) et les dégâts sur végétation (6% des arbres observés) présentent une faible importance au sein de l'échantillon d'observation.

Les exsudations de gomme quant à eux avec un taux d'observation de 13% se distinguent des deux groupes déjà cités.

5.1.2.2 Dans les vergers d'agrumes

Les problèmes rencontrés dans ces vergers n'ont pas tous la même ampleur comme nous le montre le tableau V.

Observés sur 49,7% des arbres de l'échantillon, les dégâts de mineuses sont les plus répandus au niveau des agrumes. Suivent ensuite, un ensemble de problèmes dont le taux d'observation dans l'échantillon est supérieur à 25%. C'est le cas par exemple des dégâts sur végétation, de la décoloration des feuilles, des termites, des taches rouges sur fruits et des exsudations de gomme. Les pourritures racinaires, les jaunissements des fruits et les chutes de feuilles avec des taux d'observations inférieurs à 10% constituent le groupe de problèmes le moins représenté.

Les chutes de fruits, les fourmis rouges, les croûtes sur feuilles et les décolorations des fruits avec des taux d'observation supérieurs à 10% mais inférieurs à 25% se distinguent des 3 groupes précédents.

L'observation de ce tableau montre également la prépondérance des problèmes sur feuilles qui représentent 51,19% des problèmes observés sur agrumes. Les problèmes sur tronc et branches avec 27,64% des problèmes observés viennent ensuite, suivis par les problèmes sur fruits avec 19,69% des problèmes observés et enfin par les problèmes sur racines qui représentent 1,2% de ces problèmes.

Tableau IV : Importance des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers de manguiers

Problèmes rencontrés	PEG	TER	CROÛTF	TFE	FR	TGF	DESVE	GALLE	ENRF
Pourcentages	13	76,2	15,6	43,9	34	12,2	6	5,4	1,6

Tableau V : Importance des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers d'agrumes

Problèmes rencontrés	PRAC	PEG	DBR	TER	FR	CROÛTF	CHLOR	CHUF	DEC	DESVE	MINE	ENRF	TR	DECO	JM	CHUFR
Pourcentages	4,1	25,2	35,2	35	21	21	36,3	2,3	3,3	37,3	49,7	5,7	27,4	18,4	9,3	13,7

5.2 Analyse de corrélation entre les problèmes phytosanitaires

5.2.1 Dans les vergers de manguiers

Certains problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers de manguiers sont liés entre eux. C'est ce que montrent les résultats de l'analyse de corrélation présentés au tableau VI.

De l'observation de ce tableau, il ressort d'une part l'existence de corrélations significatives positives entre les fourmis rouges et la formation de galles, la formation de taches sur feuilles et la formation de galles, les dégâts sur végétation et les exsudations de gomme, la formation de croûtes sur feuilles et les exsudations de gomme.

Ces corrélations sont hautement significatives (valeur de la probabilité inférieure à 0,001) entre des problèmes comme les taches sur feuilles et la formation de croûtes sur feuilles, les taches grises sur feuilles et les fourmis rouges, l'enroulement des feuilles et les exsudations de gomme.

D'autre part, au même seuil, les corrélations significatives existant entre certains problèmes sont négatives. C'est le cas par exemple entre les fourmis rouges et les exsudations de gomme, les dégâts sur végétation et les termites. Ces corrélations négatives sont hautement significatives pour des problèmes comme les taches sur feuilles et les dégâts sur végétation avec les fourmis rouges.

L'analyse de corrélation a établi des corrélations significatives positives entre les écoulements de gomme et les croûtes sur feuilles, l'enroulement des feuilles, les dégâts sur végétation et négatives avec les fourmis rouges. La nature collante des écoulements de gomme pourrait expliquer la corrélation négative avec les fourmis rouges vu que de telles substances gênent ces dernières. La réduction de la présence des fourmis rouges en cas d'abondance des exsudations de gomme expliquerait l'augmentation des dégâts sur végétation observée dans ces cas comme nous l'exprime la corrélation significative positive entre ces deux problèmes. En effet, les fourmis rouges, selon FAO (2000) dont l'analyse porte sur les agrumes sont utiles car elles éloignent les ravageurs des arbres. Cette explication serait valable pour la corrélation entre les écoulements de gomme et l'enroulement des feuilles vu que celui-ci pourrait être causé par les ravageurs des arbres à travers leurs piqûres. Enfin, les ravageurs abondant en cas de forte exsudation de gomme pourraient véhiculer les agents responsables des croûtes sur

feuilles qui se développent. Ces agents pourraient être impliqués dans les exsudations de gomme.

L'analyse statistique dégage des corrélations significatives entre les termites et les taches sur feuilles, les taches grises sur feuilles et les dégâts sur végétation. Il ressort alors, que ces problèmes diminuent, lorsque les termites deviennent de plus en plus abondantes. En effet, les termites s'attaquent à des arbres affaiblis (de LAROUSILHE, 1980) et l'état déficient de ces arbres expliquerait la faible apparition des taches sur feuilles, des taches grises sur feuilles et des dégâts sur végétation qui se développent sur les feuilles. L'arbre déficient produisant un feuillage peu abondant, il y'aurait ainsi une diminution des chances d'apparition des problèmes sur feuilles.

Des corrélations significatives ont été établies entre les fourmis rouges et des problèmes comme les dégâts sur végétation, la formation de croûtes sur feuilles et les taches grises sur feuilles. La corrélation positive entre les fourmis rouges et les taches sur feuilles, laisse penser que les fourmis rouges constituent des conditions aggravantes pour le développement de ces taches.

**Tableau VI : Problèmes phytosanitaires du manguiier présentant des corrélations
Significatives**

Problèmes phytosanitaires corrélés significativement	Coefficient de corrélation	Valeur de la probabilité	Effectif (N)
PEG / CROUTF	0,09748	0,0034	903
PEG / FR	-0,08250	0,0133	899
TER / TFE	-0,08468	0,0111	898
TFE / CROUTF	0,116769	0,0001	899
CROUTF / FR	0,094748	0,0002	899
TGF / TER	-0,12708	0,0001	899
TGF / FR	0,20065	0,0001	899
ENRF / PEG	0,11156	0,0008	899
DESVE / PEG	0,08339	0,0122	902
DESVE / CROUTF	0,21308	0,0001	902
DESVE / FR	-0,12232	0,0002	899
GALLE / TFE	0,10268	0,0021	896
FR / GALLE	0,09718	0,0036	896

5.2.2 Dans les vergers d'agrumes

L'analyse de corrélation faite entre les problèmes phytosanitaires observés dans les vergers d'agrumes dont les résultats sont présentés dans le tableau VII révèle l'existence de corrélations significatives voire hautement significatives positives ou négatives entre certains de ces problèmes.

Ainsi par exemple, au niveau des problèmes sur fruits, l'existence de corrélation significative positive entre les décolorations et les jaunissements des fruits est à signaler. Ces corrélations sont hautement significatives entre les taches rouges sur fruits et les chutes de fruits, le jaunissement des fruits et les chutes de fruits ainsi qu'entre les taches rouges sur fruits et la décoloration des fruits.

Au niveau de la partie végétative, on note des corrélations significatives positives entre la chute des feuille et les dessèchements des branches et rameaux, les dégâts de mineuses et la

formation de croûtes sur feuilles, les termites et les dessèchements des branches et rameaux. Cependant, entre les dégâts sur végétation et les dessèchements des branches et rameaux, les dégâts sur végétation et les fourmis rouges, ces corrélations significatives observées sont négatives.

En ce qui concerne les pourritures racinaires, des corrélations significatives avec les dessèchements des branches et rameaux, la chute des feuilles sont mises en évidence.

Il existe par ailleurs, des corrélations significatives positives ou négatives entre certains problèmes rencontrés sur fruits et d'autres rencontrés au niveau de la partie végétative. C'est le cas par exemple entre les chutes de fruits et les exsudations de gomme, les taches rouges sur fruits et les exsudations de gomme, les fourmis rouges et les taches rouges sur fruits, les dégâts sur végétation et la chute des fruits, les chutes de feuilles et les chutes de fruits.

Toutes ces corrélations significatives établies traduisent les liens qui existeraient entre les problèmes phytosanitaires rencontrés à différents niveaux des arbres. On note cependant, la faiblesse des valeurs des coefficients de corrélation qui expriment l'importance du lien entre les phénomènes significativement corrélés.

Tableau VII: Problèmes phytosanitaires des agrumes présentant des corrélations significatives
N = 906

Problèmes phytosanitaires corrélés significativement	Coefficient de corrélation	Valeur de la probabilité
PEG / TER	0,10252	0,0020
PEG /FR	0,13236	0,0001
DBR / PRAC	0,06974	0,0358
DBR / TER	0,07939	0,0168
DBR / CROÛTF	-0,08457	0,0109
TER / FR	-0,07662	0,0211
FR / PRAC	0,09919	0,0028
CROÛTF / PRAC	-0,06520	0,0498
TR / DECO	0,12683	0,0001
CHUFR / ENRF	0,10884	0,0010
CHUFR / MINE	-0,11297	0,0007
TR / CHUFR	0,20998	0,0001

Tableau VII (suite): Problèmes phytosanitaires des agrumes présentant des corrélations

N = 906

Problèmes phytosanitaires corrélés significativement	Coefficient de corrélation	Valeur de la probabilité
CHLOR / PEG	0,09628	0,0037
CHLOR / DBR	0,12090	0,0003
CHLOR / TER	0,07645	0,0214
CHLOR /CROÛTF	0,10714	0,0012
CHUFE / DBR	0,07074	0,0333
DESVE / PRAC	-0,12458	0,0002
DESVE / DBR	-0,17206	0,0001
DESVE / FR	-0,16753	0,0001
MINE / PRAC	-0,13806	0,0001
MINE / DBR	-0,18231	0,0001
MINE / FR	-0,12673	0,0001
MINE /CROÛTF	0,07391	0,0261
ENRF / DBR	0,06648	0,0455
TR / FR	0,11479	0,0005
DECO / FR	0,07676	0,0209
DECO / DBR	-0,09417	0,0046
TR / PEG	0,08071	0,0151
JM / PEG	0,10401	0,0017
CHUFR / PEG	0,16868	0,0001
CHUFR / FR	0,15773	0,0001
CHUFR / CROÛTF	0,08674	0,0090
FR / DEC	-0,09533	0,0041
CHUFE / CHLOR	0,06672	0,0447
CHUFE / MINE	-0,07967	0,0165
DEC / CHLOR	-0,10126	0,0023
DEC / CHUFE	0,09448	0,0044
DEC / MINE	0,07525	0,0235
MINE / DESVE	0,32463	0,0023
DECO / DESVE	0,09239	0,0054
JM / CHLOR	0,11472	0,0005
DECO / JM	0,09340	0,0049
JM / CHUFR	0,17166	0,0001
CHUFR / DESVE	-0,09469	0,0043
CHUFE / PRAC	0,22765	0,0001

L'analyse de corrélations entre les problèmes phytosanitaires révèle des corrélations significatives entre les pourritures racinaires et les dessèchements de branches et rameaux, les fourmis rouges, les croûtes sur feuilles, la chute des feuilles, les dégâts sur végétation et les dégâts de mineuse. Les corrélations significatives et positives existant entre les pourritures racinaires et les chutes de feuilles et le dessèchement des branches et rameaux expriment le lien qui existe entre ces symptômes. En effet, les chutes de feuilles et le dessèchement des branches sont des manifestations qui peuvent être la conséquence des pourritures racinaires. LOUSSERT (1989b) lie ces manifestations au pourridié que nous n'avons pas pu mettre en évidence dans les échantillons testés au laboratoire.

La chute des feuilles occasionnée par les pourritures racinaires justifierait les corrélations significatives négatives existant entre les dégâts sur végétation, les dégâts de mineuse et les pourritures racinaires. Ces corrélations signifient que plus il y'a les pourritures racinaires moins ces problèmes sont rencontrés. En effet, les chutes de feuilles qu'occasionnent les pourritures racinaires réduisent les chances d'observation des symptômes sur feuilles.

Des corrélations significatives existent entre les exsudations de gomme et la décoloration des feuilles, la chute des fruits, pourraient traduire le caractère pathologique du phénomène observé. En effet, selon LOUSSERT (1989b), la décoloration des feuilles et leur chute prématurée sont, entre autres, des symptômes de la gommose. Du fait de l'invasion du système vasculaire par le champignon, la gommose provoque une mauvaise alimentation en eau et en éléments minéraux du reste de la plante pouvant expliquer la décoloration et la chute des feuilles et fruits observées. La chute des fruits constatée s'expliquerait par la capacité de l'agent de la gommose (*Phytophthora* sp.) à s'attaquer aux fruits et à provoquer leur pourriture (LOUSSERT, 1989b).

Les dessèchement des branches et rameaux sont significativement corrélés avec les pourritures racinaires, les termites, l'enroulement des feuilles, la décoloration des feuilles, la chute des feuilles, les dégâts sur végétation, les dégâts de mineuse et la décoloration des fruits. La chute des feuilles provoquée par le dessèchement des branches et rameaux décrite par LOUSSERT (1989b) est confirmée par cette étude avec la corrélation significative positive qui se dégage entre ces problèmes. Il en est de même pour la décoloration des feuilles. La chute des feuilles réduit les possibilités d'observation des symptômes sur feuilles, d'où les corrélations significatives négatives entre le dessèchement des branches et rameaux et les dégâts de mineuse ainsi que les dégâts sur végétation.

Des corrélations significatives existent entre les termites et les exsudations de gomme, les dessèchements des branches et rameaux, les fourmis rouges et la décoloration des feuilles. Les arbres présentant des exsudations de gomme, des dessèchements des branches et rameaux ou des feuilles décolorées sont des arbres affaiblis présentant des parties mortes qui constituent des portes ouvertes pour les attaques des termites d'où les corrélations significatives et positives entre les termites et ces problèmes.

Plus il y'a de termites, moins on observe des fourmis rouges. C'est ce qu'exprime la corrélation significative et négative qui se dégage entre ces deux problèmes. L'attaque des termites focalisée sur des arbres affaiblis (ayant perdu leurs feuilles avec le dessèchement des branches et rameaux) expliquerait la diminution de l'importance des fourmis rouges observée en cas d'abondance des termites puisque ces fourmis sont actives au niveau du feuillage des arbres.

A travers les corrélations significatives, des liens existent entre les décolorations des feuilles et les chutes des feuilles. Il en est de même entre la décoloration des feuilles et les exsudations de gomme, les pourritures racinaires, les dessèchements des branches et des rameaux, les termites. Des corrélations significatives existent également entre les facteurs corrélés à la décolorations et la chute des feuilles. Nous pouvons dire à la lumière des manifestations similaires décrites par LOUSSERT (1989b), que les chutes et décolorations des feuilles sont des conséquences de l'affaiblissement des arbres provoqué par les facteurs corrélés et accentués par les termites.

Selon F.A.O. (2000), les fourmis rouges sont utiles car elles éloignent les ravageurs des arbres où elles construisent leurs nids. Cette description explique les corrélations significatives et négatives obtenues entre les fourmis rouges et les dégâts sur végétation, les dégâts de criquets et les dégâts de mineuse. Ces corrélations prouvent qu'en présence de fourmis rouges, on observe moins de dégâts sur végétation dus aux insectes, moins de dégâts de criquets et de mineuses (autre insecte ravageur rencontré). Les fourmis rouges éloignant les ravageurs des arbres éloigneraient donc les insectes responsables de ces dégâts.

L'analyse des corrélations entre les différents problèmes rencontrés révèle des corrélations significatives entre la formation des croûtes sur feuilles et des problèmes tels la chute des fruits, les dégâts de mineuse, les dégâts sur végétation, la décoloration des feuilles, les pourritures racinaires et les dessèchements des branches et rameaux. Ces corrélations traduisent les liens qui existent entre les croûtes sur feuilles et chacun de ces problèmes.

L'agent responsable des croûtes sur feuilles décrit par KNORR (1973) s'attaque aussi aux fruits mais ne provoque pas leur chute ce qui est par contre le cas au niveau des feuilles. Les pourritures racinaires et les dessèchements des branches et rameaux causant la chute des feuilles réduiraient les chances d'observation des croûtes sur feuilles quand ils sont abondants d'où les corrélations significatives négatives existant entre ces problèmes et la formation de croûtes sur les feuilles.

L'analyse de corrélations a établi des relations significatives positives entre les taches sur fruits et la chute des fruits, les fourmis rouges, les exsudations de gomme.

Les corrélations significatives et positives entre les taches sur fruits avec la chute des fruits, la décoloration des fruits, pourraient laisser penser que tous ces problèmes sont des facettes différentes d'une même affection des fruits. Aussi, avec les corrélations significatives avec les fourmis rouges, on pourrait penser que ces dernières contribuent à accentuer le problème de taches sur fruits.

Cités parmi les ravageurs des agrumes par LOUSSERT (1989b), on note parmi les dégâts, des acariens, la décoloration, la déformation et la chute des fruits. Cette description des dégâts des acariens renforce l'idée de leurs attaques dans la décoloration des fruits surtout avec la corrélation significative positive existant avec les chutes de fruits. D'autre part, la corrélation significative positive existant entre la décoloration des fruits et les fourmis rouges, laisse croire que ces dernières constituent des conditions aggravantes pour les attaques d'acariens. Les attaques d'acariens se traduisant par des piqûres, on pourrait aussi penser que ces piqûres constituent des portes d'entrée pour différents agents pathogènes notamment ceux responsables des taches rouges sur fruits et cela d'autant plus qu'il existe une corrélation significative positive entre les décolorations de fruits et les taches rouges sur fruits.

L'hypothèse de l'attaque de la mouche des fruits comme étant à l'origine du jaunissement des fruits observé dans les vergers est confortée avec la corrélation significative et positive existant entre ce symptôme et les chutes des fruits. En effet, les chutes de fruits sont décrites par QUILICI (1999), comme une des manifestations des attaques des mouches de fruits.

Enfin, les chutes de fruits pourraient être la conséquence de différents problèmes phytosanitaires comme nous le témoigne les corrélations significatives positives avec les exsudations de gomme, les décolorations et les jaunissements de fruits.

5.3 Analyse de l'influence de quelques facteurs sur la répartition des problèmes phytosanitaires dans les vergers

5.3.1 Analyse de l'influence de la localité et de la variété dans la répartition des problèmes phytosanitaires

5.3.1.1 Dans les vergers de manguiers

L'analyse des données a permis de mettre en évidence que la localité affecte significativement tous les problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers de manguiers. Le test de Wilcoxon confirme ces différences et permet d'effectuer un regroupement des localités qui ne diffèrent pas significativement pour chaque type de problème considéré. Il en est de même pour la variété avec les différents problèmes rencontrés dans les vergers de manguiers à l'exception des galles ($\chi^2 = 15,601$, $p = 0,2102$) et de l'enroulement des feuilles ($\chi^2 = 13,240$, $p = 0,3518$). Les résultats de l'analyse statistique suivant la localité et la variété sont présentés en Annexe 7.1 et 7.2.

Le tableau VIII présente la répartition des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers de manguiers suivant différents facteurs à savoir la localité, la variété, le type de sol, la situation topographique, l'état de propreté du sol et le mode d'association des cultures. D'une manière générale, il ressort de l'analyse de ce tableau, que tous les problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers de manguiers sont observés quelle que soit la localité, la propreté du sol, la situation topographique du verger.

Les fréquences d'observation des problèmes phytosanitaires varient énormément en fonction de la nature du problème et de la localité où ils sont rencontrés. Les attaques de termites sont plus fréquemment observés à Djigouèra (83,6%) que dans les autres localités. Les taches sur feuilles (TFE) sont les plus représentées à Koloko comparativement aux autres localités. Pour ce qui est des autres problèmes phytosanitaires d'importance moyenne dans la zone, Koloko apparaît comme la localité la plus affectée par les fourmis rouges (FR) (43,0%) et les Croûtes sur feuilles (CROUTF) (36,1%), les exsudations de gomme (PEG) étant plus fortement observés à Djigouèra (23%). Quant aux autres types de problèmes phytosanitaires, leur incidence reste très faible avec des toutefois des fréquences relativement fortes pour les taches grises sur feuilles (TGF) à Koloko, Kourignon et Orodara (respectivement 15,6%, 17,5%, 16,8%) et pour les galles à Koloko (18,4%).

De l'observation du tableau VIII, il ressort que la nature variétale du manguiier affecte également la fréquence d'observation des problèmes phytosanitaires. En effet, la variété Keitt reste la plus affectée par les termites (92, 9%) suivie des variétés Brooks (80, 2%), Kent (78,7%) puis Lippens (68, 6%) et Amélie (68, 4%). Considérant les taches sur feuilles (TFE), kentt se distingue des autres variétés avec 78, 7% des pieds observés suivie de keitt (64, 3%), amélie (58,6%), lippens (55, 9%) et brooks (45, 9 %).

Les croûtes sur feuilles (CROUTF) semblent se manifester beaucoup plus sur kent (50,5%) que sur amélie (38,3%), les autres variétés restant faiblement affectées. La variété amélie demeure la plus affectée par les exsudations de gomme (PEG) (38,1%) que la variété keitt (28,6%). Les trois autres variétés sont faiblement affectées par ce phénomène.

Si les taches grises sur feuilles (TGF) se distinguent par leur forte incidence sur la variété keitt (42,9%), les autres problèmes tels que l'enroulement des feuilles (ENRF), les dégâts sur végétation (DESVE) et les Galles sont très faiblement voire non observés sur les autres variétés avec des fréquences variant de 0 à 12,8%.

5.3.1.2 Dans les vergers d'agrumes

L'analyse non paramétrique des fréquences d'apparition de ces problèmes (Annexe 11) révèle que les différences observées dans la répartition des problèmes suivant la localité sont significatives à l'exception des chutes de feuilles (CHUFE) ($\chi^2 = 5,2593$, $p = 0,2617$) et de l'enroulement des feuilles (ENRF) ($\chi^2 = 5,0937$, $p = 0,2778$). Cela traduit l'influence qu'exerce la localité dans la répartition de certains problèmes phytosanitaires dans les vergers d'agrumes.

Pour ce qui est de la nature variétale des agrumes, l'analyse statistique des données et le test de Wilcoxon (annexe 12) révèlent qu'il n'existe pas de différence significative entre les fréquences d'apparition des problèmes phytosanitaires suivant la variété à l'exception des dégâts sur végétation (DESVE) ($\chi^2 = 39,109$, $p = 0,0001$) et des décolorations de fruits (DECO) ($\chi^2 = 24,028$, $p = 0,0002$). Cela signifie donc que la variété dans le cas des agrumes n'exerce aucune influence dans la répartition qualitative et quantitative des problèmes observés.

Le tableau IX présente la répartition des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers d'agrumes suivant différents facteurs à savoir la localité, la variété, le type de sol, la situation topographique, l'état de propreté du sol et le mode d'association des cultures.

D'une manière générale, l'examen de ce tableau montre qu'à l'exception de quelques niveaux des facteurs étudiés, les seize (16) problèmes phytosanitaires sont observés dans les vergers

d'agrumes à des taux variables. Les problèmes de dessèchement des branches et rameaux, termites, dégâts sur végétation, dégâts de mineuse et décoloration des feuilles (DBR, TER, DESVE, MINE et CHLOR) apparaissent les plus importants avec des taux d'observation pouvant dépasser 50%. Les problèmes phytosanitaires moyennement représentés sont les exsudations de gomme (PEG), les fourmis rouges (FR), les côtes sur feuilles (CROUTF), les taches rouges sur fruits (TR), les décolorations des fruits (DECO), le jaunissement des fruits (JM). Les problèmes faiblement observés sont les pourritures racinaires (PRAC), les chutes de feuilles (CHUFE), les dégâts de criquets (DC), l'enroulement des feuilles (ENRF), et la chute des fruits (CHUFR). Djigouèra est la localité qui est la plus fortement affectée par les problèmes phytosanitaires : dessèchement des branches et rameaux (DBR) (61%), termites (TER) (54,9%) alors que Koloko et Kourignon connaissent beaucoup plus les dégâts de mineuse (MINE) (72,6% et 61,2% respectivement) et de dégâts sur végétation (DESVE) (57,5% et 52,2% respectivement). Par ailleurs, les décolorations des feuilles (CHLOR) sont beaucoup plus observées à Koloko que dans les autres localités.

Selon le tableau IX, en dehors des orangers courants et mandariniers courants qui sont affectés par tous les problèmes à des taux divers, avec une forte incidence des dégâts de mineuse (MINE) (50,1% et 48,7% respectivement), les clémentiniers sont exclusivement affectés par les problèmes majeurs observés dans les vergers en dehors des dégâts de mineuse (MINE). Sur Bahia Navel, les principaux problèmes sont rencontrés à des taux variant entre 20 et 40%.

Les résultats de l'analyse non paramétrique indiquent que la localité influence significativement la répartition qualitative et quantitative de certains problèmes phytosanitaires dans les vergers de manguiers et d'agrumes.

En effet, des différences significatives ont été relevées dans les fréquences d'apparition de certains problèmes rencontrés entre certaines localités et entre certaines variétés.

La variation dans l'application des techniques culturales d'une localité à l'autre pourrait expliquer cette influence de la localité. L'exemple des fourmis rouges dans les vergers d'agrumes illustre bien cela. En effet, c'est dans les départements de Djigouèra et Koloko que nous avons relevé les plus forts taux d'utilisation des pesticides (respectivement 11,96% et 14,13%) dirigés à 32,92% contre les fourmis rouges. Ces deux départements se distinguent par ailleurs des autres par la faiblesse des taux d'observation de fourmis rouges qui sont respectivement de 14,8% à Djigouèra et 6,7% à Koloko.

Dans les départements de Orodara et Samogohiri où les taux d'utilisation de pesticides par les producteurs sont respectivement 11,96% et 6,52% (inférieurs à ceux de Djigouéra et Koloko), nous observons les plus forts taux d'infestation par les fourmis rouges qui sont respectivement 33,5% et 33%.

Le matériel végétal (à travers la résistance ou la sensibilité de certaines variétés à des attaques parasitaires) constitue une source de variation de l'importance des problèmes phytosanitaires des plantes. Certaines espèces ou variétés présentent des résistances à des problèmes phytosanitaires précis. C'est le cas par exemple de l'oranger amer (*Citrus aurantium*), du citrange et de *Poncirus trifoliata* du côté des agrumes qui résistent à la gommose à *Phytophthora* (LOUSSERT, 1989b).

Au niveau des vergers d'agrumes, peu de variétés sont rencontrées et l'ampleur des problèmes rencontrés pour ces variétés est la même d'où l'absence de différences significatives qui a été observée pour la plupart des problèmes phytosanitaires rencontrés. Un aspect variétal qui pourrait avoir une influence sur les problèmes d'exsudation de gomme est celui du porte-greffe. En effet, la plupart des producteurs utilisent comme porte-greffe, la lime mexicaine qui ne fait pas partie des porte-greffes résistants à la gommose décrits par LOUSSERT (1989b).

5.3.2 Analyse de l'influence des facteurs pédologiques dans la répartition des problèmes phytosanitaires

5.3.2.1 Dans les vergers de manguiers

L'analyse non paramétrique révèle que le type de sol affecte significativement la répartition de certains problèmes phytosanitaires dans les vergers de manguiers (Annexe 7.3). Pour d'autres problèmes par contre, cette influence du type de sol n'est pas significative. C'est le cas des termites (TER) ($\chi^2 = 2,0351$, $p = 0,3615$), des taches sur feuilles (TFE) ($\chi^2 = 4,3187$, $p = 0,1154$), de l'enroulement des feuilles (ENRF) ($\chi^2 = 5,8754$, $p = 0,0530$).

En ce qui concerne la situation topographique, l'analyse statistique des fréquences d'apparitions des problèmes phytosanitaires dans les vergers de manguiers révèle l'existence de différences significatives entre les fréquences d'apparition des problèmes phytosanitaires suivant la situation topographique (Annexe 7.4). A l'exception de l'enroulement des feuilles ($\chi^2 = 0,67452$, $p = 0,7137$), la situation topographique influence donc significativement tous les problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers de manguiers.

L'examen des résultats du tableau VIII montre que le type de sol joue un rôle important dans la manifestation des termites (TER), des taches sur feuilles (TFE), et dans une moindre mesure des exsudations de gomme (PEG), des croûtes sur feuilles (CROUTF) et Fourmis rouge (FR). En effet, les termites (TER) sont plus fréquemment observées dans les sols argileux que dans les sols sableux ou gravillonnaires. Il en est de même pour les taches sur feuilles (TFE). La même tendance est observée pour les fourmis rouges (FR). Par contre, les croûtes sur feuilles (CROUTF) (30%) et les exsudations de gomme (PEG) (33,3%) se manifestent plus fréquemment dans les sols gravillonnaires que dans les deux autres types de sol. Les autres problèmes phytosanitaires taches sur feuilles(TGF), enrroulement des feuilles (ENRF), dégâts sur végétation (DESVE) et les Galles ont de faibles fréquences d'observation avec toutefois, une manifestation de tous les problèmes dans les sols argileux et sableux, contrairement au sol gravillonnaire.

Considérant le facteur situation topographique du verger, il ressort de l'analyse du tableau VIII, que les termites sont fortement présentes dans la situation accidentée (82%), les bas-fonds étant moins affectés (69%). Les fourmis rouges (FR) sont plus abondantes dans les situations de bas-fond (69,1%) en opposition aux terrains accidentés et plat où leur taux d'observation est respectivement 32,2% et 37,8%.

5.3.2.2 Dans les vergers d'agrumes

Le test de Khi deux de Kruskal Wallis appliqué aux fréquences d'apparitions des problèmes phytosanitaires suivant le type de sol révèle l'existence de différences significatives dans les variations observées entre ces fréquences pour ce qui est de la plus part des facteurs considérés(8.3). Ceci montre que le type de sol influence la répartition des problèmes phytosanitaires dans les vergers d'agrumes. Pour certains problèmes par contre, les différences observées entre les fréquences d'apparitions de problèmes phytosanitaires suivant le type de sol ne sont pas significatives. C'est le cas des dessèchement des branches et rameaux (DBR) ($\chi^2 = 4,9388$, $p = 0,0846$), termites (TER) ($\chi^2 = 3,1443$, $p = 0,2076$), fourmis rouges (FR) ($\chi^2 = 1,9032$, $p = 0,3861$), chute des feuilles (CHUFE) ($\chi^2 = 4,0300$, $p = 0,1333$), dégâts des criquets (DC) ($\chi^2 = 4,0493$, $p = 0,1320$), dégâts de mineuse (Mine) ($\chi^2 = 4,2408$, $p = 0,1200$), enrroulement des feuilles (ENRF) ($\chi^2 = 1,1875$, $p = 0,5523$).

En ce qui concerne la situation topographique, seuls quelques problèmes ne sont pas significativement influencés par ce facteur (Annexe 8.4). Il s'agit des exsudations de gomme

(PEG) ($\chi^2 = 2,8675$, $p = 0,2384$), des croûtes sur feuilles (CROUTF) ($\chi^2 = 1,4043$, $p = 0,4955$) et des enroulements des feuilles (ENRF) ($\chi^2 = 4,2645$, $p = 0,1186$).

D'après les résultats du tableau IX ; les sols argileux et sableux sont affectés par tous les problèmes alors que les sols gravillonnaires ne le sont pas. Les sols sableux et gravillonnaires semblent les plus affectés par les dégâts de mineuse (MINE) avec des taux respectifs de 53,4% et 54,4%. Les taux d'observations des dessèchement des branches et rameaux (DBR), des termites (TER) et des dégâts sur végétation (DESVE) semblent identiques quel que soit le type de sol.

En ce qui concerne la situation topographique, les dégâts de mineuse (MINE) sont les problèmes phytosanitaires les plus observés en situation accidentée et de bas-fond (60,6% et 60,3% respectivement) tandis que les dégâts sur végétation (DESVE) apparaissent fortement dans les bas-fonds (51,1%).

Le type de sol, par ses propriétés physiques, chimiques ou biologiques, peut avoir une influence dans le développement de certains problèmes phytosanitaires. LOUSSERT (1989) souligne l'influence des sols lourds qui maintiennent à proximité du collet des arbres une humidité excessive, dans le développement de la gommose à *Phytophthora*.

A travers ces résultats de l'analyse non paramétrique, cette étude montre que le type de sol influence significativement, la répartition des problèmes phytosanitaires aussi bien dans les vergers de manguiers que ceux d'agrumes. En effet, dans les vergers de manguiers, c'est dans les sols de tendance lourde (argileux et gravillonnaire), que les exsudations de gomme ont été rencontrées confirmant les travaux de LOUSSERT (1989b) relatives aux exsudations de gomme sur agrumes.

Dans les vergers d'agrumes cependant, c'est dans les sols sableux que les exsudations de gomme ont été le plus observées. Ce résultat ne confirme cependant pas l'influence prépondérante des sols argileux dans le développement de la gommose que signale LOUSSERT (1989). En effet, certains types de sols de la province sont sableux en surface et argileux en profondeur (D.R.E.P. Ouest, 1995).

La situation topographique est un facteur qui influence la situation phytosanitaire dans les vergers de manguiers et d'agrumes. La situation topographique peut créer des conditions favorables au développement de certains problèmes particuliers. C'est le cas par exemple des bas-fonds où l'augmentation de l'humidité favorise le développement des criquets puants dont les femelles pondent dans des endroits humides (F.A.O., 2000). Ceci est confirmé par nos

observations dans les vergers d'agrumes où les dégâts de criquets puants sont plus importants en situation de bas-fond (6% des arbres observés) que dans les autres situations (respectivement 1,5% des arbres observés sur terrains plats et 4,5% sur terrain accidenté).

5.3.3 Analyse de l'influence des pratiques culturales dans la répartition des problèmes phytosanitaires

5.3.3.1 Dans les vergers de manguiers

Les résultats de l'analyse non paramétrique des fréquences d'apparition des problèmes phytosanitaires dans les vergers suivant les modes d'association des cultures (Annexe 7.5) révèlent des différences significatives entre ces fréquences à l'exception de l'enroulement des feuilles (ENRF) ($\chi^2 = 1,3792$, $p = 0,7104$) et des Galles ($\chi^2 = 4,4499$, $p = 0,2168$). Ces résultats montrent qu'à l'exception des deux problèmes précédemment cités, le mode d'association des cultures influence significativement les problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers de manguiers. Il en est de même pour l'état de propreté du sol où seuls des problèmes tels les termites (TER) ($\chi^2 = 2,0351$, $p = 0,3615$), les taches sur feuilles (TF) ($\chi^2 = 4,3187$, $p = 0,1154$) et Galles ($\chi^2 = 3,7703$, $p = 0,1518$) ne sont pas significativement influencés par le mode d'association des cultures. Les résultats du test de khi deux pour ce facteur sont présentés en Annexe 7.6.

Selon les résultats du tableau VIII, les fréquences d'observation des problèmes phytosanitaires varient en fonction du mode d'association des cultures et de la nature du problème observé. Les termites sont plus fréquemment observés dans le mode homogène (79,6%) et lorsque aucune association n'est faite (79,5%), suivi du mode hétérogène alors que leur fréquence est faible dans le mode mixte (58,2%) où les taches sur fruits (TFE) sont les plus dominantes (70,8%). Les modes homogène et « aucune » sont les plus affectés par les taches sur feuilles (TFE) (60,8 et 57%) après le mode mixte suivis du mode hétérogène (32,2%). A l'image des taches sur feuilles (TFE), les fourmis rouges (FR), dans le mode mixte (50,6%) restent les plus fortement observées. Les croûtes sur feuilles (CROUTF) et les exsudations de gomme (PEG) sont faiblement observées dans ces différents modes d'association avec des fréquences variant de 7,3 à 19,8% pour les PEG, et de 0 à 21,7% pour les croûtes sur feuilles (CROUTF). Pour les autres problèmes en dehors des taches grises sur feuilles, (TGF) dans le mode mixte avec une fréquence relativement élevée 29,2%, les fréquences des autres problèmes restent faibles et varient de 0,7 à 13,6%.

En ce qui concerne l'état de propreté du sol, le tableau IX montre que des variations sont également observées dans les sols enherbés et moyennement enherbés, (respectivement 77 et 79,2%) et moins observées dans les sols non enherbés (68%). Cette tendance est par contre inversée, dans le cas des taches sur feuilles (TFE) où les fréquences d'observation sont plus fortes dans le sol non enherbé.

5.3.3.2 Dans les vergers d'agrumes

L'analyse non paramétrique des fréquences d'apparition des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers d'agrumes suivant le mode d'association des cultures (Annexe 8.5) met en évidence que l'association des cultures affecte significativement la répartition de la plus part des problèmes phytosanitaires rencontrés dans ces vergers. Pour d'autre problèmes par contre, l'influence exercée par le mode d'association des cultures n'est pas significative. Ces problèmes sont : les exsudations de gomme (PEG) ($\chi^2 = 3,6409$, $p = 0,1620$), les croûtes sur feuilles (CROUTF) ($\chi^2 = 1,1012$, $p = 0,5766$), les chutes de feuilles (CHUFE) ($\chi^2 = 2,0859$, $p = 0,3524$), les dégâts sur végétation (DESVE) ($\chi^2 = 5,0316$, $p = 0,0808$), les dégâts de mineuse (MINE) ($\chi^2 = 4,3559$, $p = 0,1133$), ENRF ($\chi^2 = 1,7083$, $p = 0,4256$), les chutes de fruits (CHUFR) ($\chi^2 = 3,0439$, $p = 0,2183$).

En ce qui concerne l'état de propreté du sol, le test de khi deux de Kruskal Wallis (Annexe 8.6) montre qu'à l'exception des exsudations de gomme (PEG) ($\chi^2 = 2,0435$, $p = 0,3600$), des dessèchement des branches et rameaux (DBR) ($\chi^2 = 3,1009$, $p = 0,2122$), des chutes de feuilles (CHUFE) ($\chi^2 = 3,8028$, $p = 0,1494$), des enroulement de feuilles (ENRF) ($\chi^2 = 2,8584$, $p = 0,2395$), l'état de propreté du sol a une influence significative dans la répartition des problèmes phytosanitaires rencontrés.

On note à partir du tableau IX, que les dessèchement des branches et rameaux (DBR) et les termites (TER) sont les deux problèmes qui se manifestent le plus en l'absence d'association (52,1%) tandis que les autres types d'association sont plus fortement affectés par les dégâts de mineuse (MINE).

Les résultats du tableau IX montrent pour ce qui est de l'état de propreté du sol, que les dégâts de mineuse (MINE) constituent le problème le plus abondant (60,7%). Ils sont plus abondants dans les sols enherbés (60,7%), suivis par les sols non enherbés (59,6%) et les sols moyennement enherbés (41,7%). Les problèmes comme les chutes de feuilles (CHUFE) sont

les moins abondants et sont plus importants dans les sols moyennement enherbés (3, 1%), suivis par les sols non enherbés (1, 6%) et les sols enherbés (0, 7%).

L'association des cultures est une technique qui présente des avantages comme la rentabilisation du verger pendant les périodes improductives. Cette technique présente cependant des risques du point de vue phytosanitaire.

Les différences significatives observées dans la répartition des problèmes phytosanitaires entre des vergers de manguiers et d'agrumes présentant différents modes d'association des cultures, montrent que les modes d'association des cultures influencent significativement, certains problèmes phytosanitaires dans les vergers.

En effet, pour F.A.O. (1999) la proximité d'autres plantes hôtes favorise le maintien de certains ravageurs niveau des exploitations.

Avec les différences significatives obtenues dans des vergers de manguiers et d'agrumes présentant différents niveaux d'enherbement, nous pouvons dire que l'état de propreté du sol du verger influence significativement la répartition des problèmes phytosanitaires dans les vergers. La considération des effets des plantes adventices sur la pépinière décrits par F.A.O. (1999) par rapport aux arbres en verger soutient ce résultat obtenu.

Les mauvaises herbes dans les pépinières constituent une concurrence pour l'espace, l'eau et les éléments nutritifs. L'humidité est plus forte et les maladies fongiques sont favorisées. Autour des pépinières, elles sont un refuge pour les insectes, jouant un rôle d'hôte intermédiaire (F.A.O., 1999).

L'exemple des termites illustre bien cette influence de l'état de propreté des sols sur les problèmes phytosanitaires observée dans les vergers. Se nourrissant de cellulose, les termites attaquent le bois mort ou les arbres affaiblis (de LAROUSSILHE, 1980). Le test de Wilcoxon dans les vergers de manguiers distingue les sols enherbés et moyennement enherbés où les taux d'observation des termites sont respectivement 77% et 79,2% , des sols non enherbés où ce taux est de 68%.

Dans les vergers d'agrumes, l'influence de l'état de propreté du sol sur le développement des termites est révélée et les deux groupes du test de Wilcoxon apparaissent là également. Cependant, c'est dans les vergers non enherbés que le taux d'observation des termites est le plus élevé (46,9% contre 30,3% et 31,3% respectivement dans les sols moyennement enherbés et les sols enherbés). Cette situation paradoxale (puisque l'enherbement favoriserait les attaques de termites) pourrait s'expliquer par une pratique observée sur le terrain. Dans les

vergers (d'agrumes) désherbés. les producteurs pratiquent le paillage (avec la paille enlevée) autour de l'arbre jusqu'au tronc, ce qui favorise les attaques des arbres par les termites par le biais du paillage.

Tableau n°VIII : Répartition qualitative et quantitative (en pourcentage) des problèmes phytosanitaires du manguiier selon différents facteurs

Facteurs de répartition	Localités					Variétés					Types de sol			Associations culturales				Etat de propreté du sol			Situation topographique		
	Djigouéra	Koloko	Kourignon	Orodara	Samogohiri	amélie	brooks	kent	keitt	lippens	Argileux	Sableux	Gravillonnaire	Homogène	Hétérogène	Mixte	Aucune	Enherbé	Moyennement enherbé	Non enherbé	Accidenté	Bas-fond	Terrain plat
PEG	23	9,4	10,6	11,2	10,4	38,1	6,2	15,6	28,6	11,8	13,3	10,3	33,3	9,2	7,3	19,8	16,8	13,9	11	15,4	17,9	7,7	12,7
TER	86,3	72,1	67,6	77,7	76,9	68,4	80,2	78,7	92,9	68,6	78,8	74,8	71,3	79,6	70	58,2	79,5	77,0	79,2	68,0	82	69,1	76,3
CROÛTF	14,8	36,1	11,7	8,4	7,1	38,3	4,1	50,5	14,3	5,9	15,2	14,2	30	21,7	2,7	0	20,9	12,7	18,2	15,4	8,5	16,6	18,2
TFE	43,9	79,3	65,4	55,3	28,6	58,6	45,9	78,7	64,3	55,9	56,1	54,8	41,7	60,8	32,2	70,8	57	49,7	55,9	59,7	41,7	57,5	58,5
FR	20	41,9	4,1	27,9	37,4	33,1	42,2	21,3	28,6	20,6	36,7	35,4	8,3	23,3	40,3	50,6	36,3	39,6	28,7	35,4	32,2	69,1	37,8
TGF	8,3	15,6	17,3	16,8	2,7	12,8	10	11,1	42,9	7,8	10,9	14,3	0	11,7	0,7	29,2	13,6	12,5	7,7	21	9,5	7,8	14,7
ENRF	4,4	1,7	0,6	0,6	0,5	0,8	1,9	2,8	0	0	1,8	1	5	2,1	0,7	1,1	1,8	1,8	1,5	1,1	0,9	1,7	1,8
DESVE	9,8	9,5	5,0	4,5	1,1	12,8	1,2	13,9	7,1	9,8	2,1	5,7	0	1,3	6,7	6,6	9	7,3	4,1	7,7	2,4	4,4	8,0
GALLE	1,1	18,4	5,0	1,1	1,7	5,3	6,9	7,4	7,3	0	6,1	5,7	0	3,8	3,4	6,6	6,9	9,1	2,6	5,0	3,3	15,6	2,8

Tableau n° IX : Répartition qualitative et quantitative (en pourcentage) des problèmes phytosanitaires des agrumes suivant différents facteurs

Facteurs de répartition	Localités					Variétés				Types de sol			Association de cultures				Etat de propreté du sol			Situation topographique		
	Djigoëra	Koloko	Kourignon	Orodara	Samogohiri	Bahia navel	Oranger courant	Clémentinier	Mandarinier courant	Argileux	Sableux	Gravillonnaire	Aucune	Hétérogène	Mixte	Homogène	Enherbé	Moyennement enherbé	Non enherbé	Accidenté	Terrain plat	Bas-fond
PRAC	1,6	1,1	1,7	9,7	6,1	0	4,2	0	3,5	3	5,4	0	0,5	6,6	3,1	6,0	1,3	6,1	1,6	1,1	6,6	2,2
PEG	30,2	21,8	18,5	29,7	25,7	20	26	0	21,2	18,1	28,8	27,8	30,7	26	22,9	20,8	21,3	25	27,8	23	27,6	22,3
DBR	61	22,9	24,2	47	20,7	40	34,9	50	36,3	34,2	37,2	40	52,1	34,8	25	32,9	31,3	30,3	46,9	30,5	41,7	25
TER	54,9	35,8	33,1	23,2	28,5	20	35,3	50	34,5	37,6	32,6	40	52,1	34,8	25	32,9	31,3	30,3	46,9	30,5	41,7	25
FR	14,8	6,7	16,9	33,5	33	20	22	0	15	18,8	22,6	18,9	14,6	23,8	23,6	18,8	22	23,3	15,5	26	19,4	17,4
CROÛTF	13,2	38	14	21,6	18,4	20	20,2	0	26,5	17,8	25,1	7,8	20,8	24,5	21,6	13,4	42,7	16	18,0	23,4	20,1	19,6
CHLOR	39	54,2	18,5	33,5	36,9	20	38	50	26,5	17,8	25,1	7,8	20,8	24,5	21,6	13,4	42,7	16	18,0	23,4	20,1	19,6
CHUFE	1,6	1,1	1,7	4,3	2,8	0	2,6	0	0,9	1,7	3,1	0	2,6	3,7	1,7	0,7	0,7	3,1	1,6	0,4	3,5	2,2
DC	6,6	0	8,4	1,1	0	0	3,6	0	1,8	3	4,1	0	0	0,7	5,5	8,1	0	4,1	3,7	4,5	1,5	6,0
DESVE	30,2	57,5	52,2	20,5	27,4	20	41,2	50	11,5	44	33,8	35,6	38,0	33,0	42,1	34,9	51,3	30,5	42,9	43,9	27,8	51,1
MINE	31,3	72,6	61,2	35,1	49,2	0	50,1	0	48,7	53,4	46,7	54,4	43,7	50,2	53,4	49	60,7	41,7	59,6	60,6	38,9	60,3
ENRF	6,6	3,4	3,9	7,6	7,3	0	5,9	0	5,3	6,4	5,8	3,3	6,2	7	4,5	5,4	8,7	5,1	5,3	8,2	4,9	4,3
TR	21,4	19,6	8,4	38,4	49,2	0	28,9	0	19,5	23,3	31,7	15,6	28,1	35,9	24,3	16,8	38,7	28,2	18,8	29,4	32,2	12,5
DECO	14,3	29,6	17,4	11,4	20,1	0	21,0	0	2,7	16,8	17,6	28,9	24	13,9	24	8,7	26,7	16,4	17,6	32,3	10,4	17,9
JM	17,6	11,7	3,1	7,6	6,1	0	9,9	0	8,8	6,7	9,5	16,7	25,5	7,7	3,8	2,0	10,7	7,2	12,7	6,3	9,5	13
CHUFR	14,3	10,6	2,2	17,3	24	0	13,2	0	18,6	9,1	17,4	7,8	18,2	12,8	17,1	2,7	17,3	17,4	3,7	17,5	13,7	8,2

5.4 Identification des champignons isolés et des insectes capturés

5.4.1 Identification des champignons isolés

Les isolements effectués au laboratoire à partir d'échantillons d'organes malades prélevés sur le terrain ont donné un grand nombre d'isolats. La plupart d'entre eux n'ont pu faire l'objet d'une identification complète et ont été expédiés au laboratoire de pathologie végétale et de biotechnologie agricole de l'université de Florence pour identification. Certains champignons obtenus des différents organes malades issus de manguier et des agrumes ont produit des fructifications asexuées dans les conditions d'incubation de laboratoire. Sur la base du mode de production des conidies (aérien ou dans des conceptacles), de la morphologie des conceptacles et de la morphologie des conidies, il nous été possible d'identifier certains champignons au niveau générique ou spécifique.

Tableau X: Résultats de l'identification des champignons au laboratoire de l'IN.E.R.A

Numéro de l'isolat	Plante et organe hôtes	Symptôme observé	Classes	Ordres	Genres espèces et	Caractéristiques de l'isolat sur milieu malt agar	Commentaire
R14	Oranger / Racine	Pourriture racinaire	Deutéromycètes Hyphomycètes	Hyphales (Moniliales)	<i>Fusarium oxysporum</i>	Mycélium gris, rasant.	Cause des flétrissement vasculaires, des pourritures racinaires et des tiges, infecte les semences.
R13	Oranger / Racine	Jaunissement de la face interne de l'écorce	Deutéromycètes Hyphomycètes	Hyphales (Moniliales)	<i>Fusarium</i> sp.	Mycélium brun, rasant avec des saltations	Cause des flétrissement vasculaires, des pourritures racinaires et des tiges, infecte les semences.
EG01	Manguier / Branche	Exsudation de gomme	Deutéromycètes Coelomycètes	Sphacropsidales	<i>Phomopsis</i> sp.	Mycélium noir, rasant, avec de nombreux pycnides pigment noir.	Cause la mélanose des Citrus, la pourriture des tiges et branches
F01	Manguier / feuille	Croûtes sur feuilles	Deutéromycètes Coelomycètes	Sphacropsidales	<i>Phoma</i> sp.	Mycélium brun et noir avec des anneaux concentriques.	Cause la mélanose des Citrus, la pourriture des tiges et branches.
Fr 01	Oranger / fruit	Taches rouges	Deutéromycètes Hyphomycètes	Hyphales (Moniliales)	<i>Exserohilum</i> sp.	Mycélium vert sombre, rasant, pigment noir	Cause des taches sur feuilles des céréales et des mauvaises herbes.
R02	Oranger / Racine	Pourriture racinaire	Hyphomycètes		<i>Scytalidium</i> sp	Mycélium noir, rasant, pigment noir.	Champignon isolé à partir du sol et des racines de vigne
R12	Oranger / Racine	Pourriture racinaire	Deutéromycètes Hyphomycètes	Hyphales (Moniliales)	<i>Fusarium solani</i>	Mycélium blanc, aérien, pigment rouge.	Cause des flétrissement vasculaires, des pourritures racinaires et des tiges, infecte les semences.

Tableau X (suite) : Résultats de l'identification des champignons au laboratoire de l'IN.E.R.A

Numéro de l'isolat	Plante et organe ôtes hôte	Symptôme observé	Classe	Ordre	Genre et espèce	Caractéristiques de l'isolat sur milieu malt agar	Commentaire
F22	Manguier / Feuilles	Croûtes sur feuilles	Deutéromycètes Coelomycètes	Sphaeropsidales	<i>Phomopsis</i> sp.	Mycélium aérien, noir et blanc avec des amas de pycnides noirs	Cause la mélanose des Citrus, la pourriture des tiges et branches.
F21, F20, F24	Manguier / Feuilles	Taches noires	Deutéromycètes Coelomycètes	Sphaeropsidales	<i>Pestalotia</i> sp.	Mycélium gris, rasant avec des saltations.	Isolé à partir du sol, a un rôle secondaire ou saprophytique.
DBR3	Citronnier / Tige principale (pépinière)	Brunissement du bois (pied mort)	Deutéromycètes Coelomycètes	Sphaeropsidales	<i>Phomopsis</i> sp.	Mycélium brun, rasant avec pycnides, pigment brun	Cause la mélanose des Citrus, la pourriture des tiges et branches.
DBR1	Citronnier / Tige principale (pépinière)	Brunissement du bois (pied mort)	Deutéromycètes Coelomycètes	Sphaeropsidales	<i>Lasiodiplodia theobromea</i>	Mycélium aérien, noir, pigment noir, avec quelques pycnides noirs.	
Fr17	Oranger / Fruit	Taches rouges	Deutéromycètes Coelomycètes	Sphaeropsidales	<i>Phoma</i> sp.	Mycélium noir rasant, pigment noir	Cause la mélanose des Citrus, la pourriture des tiges et branches.
R17 R11	Oranger / Racine	Jaunissement de la face interne de l'écorce	Deutéromycètes Hyphomycètes	Hyphales (Moniliales)	<i>Fusarium oxysporum</i>	Mycélium gris, rasant, en anneaux concentriques.	Cause des flétrissement vasculaires, des pourritures racinaires et des tiges, infecte les semences.
R14	Citronnier / racine	Pied mort en pépinière	Deutéromycètes Hyphomycètes	Hyphales (Moniliales)	<i>Fusarium</i> sp.	Mycélium gris, rasant	Cause des flétrissement vasculaires, des pourritures racinaires et des tiges, infecte les semences.
	Manguier, Oranger et mandarinier / Tronc et branches	Dessèchement des branches et rameaux et pourritures racinaires	Basidiomycètes	Aphylophorales	<i>Ganoderma</i> sp.	Champignon macroscopique	Pourriture de la base du tronc et des racines de beaucoup d'arbres.

Il ressort de l'analyse du tableaux X, où sont consignés les champignons identifiés et sous réserve des isolements ultérieurs à réaliser, que les agrumes sont affectés par des espèces de *Fusarium*, *Lasiodiplodia*, *Exserohilum*, *Scytalidium*, *Phoma*, *Phomopsis* et *Ganoderma* tandis que sur manguier, on rencontre des espèces de *Pestalotia*, *Phoma*, *Phomopsis* et *Ganoderma*.

Les espèces de *Fusarium* sont généralement rencontrées au niveau du système racinaire des agrumes. En effet, si elles peuvent affecter les semences ou les matériels de reproduction végétative, ces espèces ont pour habitat le sol d'où elles pénètrent dans la plante à travers les racines. Les *Fusarium* ont été rencontrés sur différentes parties des agrumes, mais ne sont pas considérés comme des agents pathogènes primaires (KNORR, 1973).

Le champignon *Exserohilum* généralement inféodé aux plantes de la famille des Poacées est rarement signalé sur espèces ligneuses. Toutefois, une espèce (*Exserohilum inaequale*) a été signalée au Nigéria sur manguier sans aucune précision sur l'incidence de la maladie sur la plante (SIVANESAN, 1987). Nos résultats confortent l'hypothèse que des espèces d'*Exserohilum* seraient inféodées aux espèces ligneuses et aux espèces fruitières en particulier.

Les espèces de *Phoma* et *Phomopsis* mises en évidence au niveau des isolements parasitent aussi bien le manguier que les agrumes. A défaut de l'identification des espèces, il nous est difficile de préciser s'il s'agit d'espèces différentes. Toutefois, ces résultats montrent que les agents responsables des taches et nécroses sur feuilles et fruits sont prédominants dans les vergers du KénéDougou. *Phomopsis* sp a été également isolé des branches et tiges de plantes en pépinières et peut constituer un danger potentiel pour les jeunes plants dans les pépinières puisqu'il serait impliqué dans le dessèchement des pieds observé dans une pépinière de limettiers (porte-greffe des agrumes utilisé sur place). Toutefois, des analyses complémentaires sur un grand nombre d'échantillons pourraient permettre de rendre compte de l'incidence de ce phénomène en pépinière.

Pestalotia affecte aussi bien les Poacées que les ligneux. Ce genre a été isolé des taches noires développées sur feuilles de manguiers. Sous réserve de confirmation de son incidence, *Pestalotia* pourrait constituer avec les autres agents responsables des taches et nécroses sur feuilles, une contrainte de production dans la mesure où il peut réduire la surface photosynthétique et déprécier dans certains cas, la qualité (aspect) des fruits.

Les *Ganoderma*, champignons macroscopiques à carpophore sont également observés dans les vergers. Leur incidence gagnerait à être appréciée car dans la littérature ces Basidiomycètes (dont *Armillaria mellea*) sont très préjudiciables aux espèces ligneuses et fruitières en particulier.

5.4.2 Identification des insectes ravageurs

Le tableau XI présente les résultats de l'identification des insectes. IL ressort que l'ensemble de ces insectes appartiennent aux ordres suivants : Coléoptères, Diptères, Héteroptères, Homoptères, Hyménoptères, Orthoptères. Cependant, certaines espèces sont spécifiques soit aux agrumes soit au manguier. C'est le cas de la famille des Chrysomelidae de l'ordre des Coléoptères, celles des Coreidae et Pyrochoreidae de l'ordre des Héteroptères qui n'ont pas été rencontrés sur manguier mais capturés sur les agrumes, et de la famille des Tephritidea de l'ordre des Diptères rencontrée uniquement sur manguier.

Les Coléoptères, Isoptères, et Orthoptères sont dotés de pièces buccales du type broyeur (DIERL et RING, 1988). En effet, ce type de pièces buccales leur permet de dévorer les différentes parties aériennes occasionnant des dégâts sur végétation ou la destruction de l'écorce dans le cas spécifique des isoptères comme l'ont révélé les observations dans les vergers.

Parmi les Diptères, certaines espèces s'attaquent à de nombreuses espèces de fruits QUILICI (1999), c'est le cas des genres *Ceratitis* et *Drosophila* (DIERL et RING, 1988) que les identifications ont permis de mettre en évidence à partir des mangues. Ces identifications confirment l'hypothèse de l'attaque de la mangue dans le Kéné Dougou par la mouche des fruits (Cératite). Sous réserve de la capture et de l'identification de cette espèce à partir des oranges, on pourrait dire au vu des dégâts observés dans les vergers d'agrumes (jaunissement des fruits), que la mouche des fruits attaque également les agrumes dans le Kéné Dougou.

La capture et l'identification des Diptères du genre *Drosophila* qui sont attirés par les fruits mûrs selon DIERL et RING, (1988), à partir des mangues placées en cage révèle que la mouche des fruits (du genre *Ceratitis*) n'est pas la seule responsable des attaques sur la mangue dans le Kéné Dougou. En effet, nos résultats ont mis en évidence l'existence de trois genres de mouches capturés des cages où les fruits étaient placés.

Certains Héteroptères et Homoptères piquent et sucent la sève des plantes. En effet les pièces buccales du type piqueur suceur dont ils sont dotés rendent possible ces piqûres qui peuvent qui peuvent entraîner différents types de dégâts au niveau de la plante comme

l'enroulement des feuilles, la décoloration des fruits. L'observation de ces symptômes comme l'enroulement des feuilles et décoloration de fruits dans les vergers pourrait être provoquée par ces insectes.

Tableau XI: Résultats de l'identification des insectes capturés

Numéro du spécimen	Plante hôtes	Ordres	Familles	Genre et espèce	Dégâts
	Manguier / Citrus	Hyménoptères	Formicidae	<i>Oecophylla</i> sp.	Taches (dépréciation de la qualité des fruits)
	Manguier / Citrus	Hyménoptères	Formicidae	<i>Camponotus</i> sp.	
	Manguier / Citrus	Hyménoptères	Formicidae	<i>Anoplolepis</i> sp.	Prédateur
	Manguier / Citrus	Hyménoptères	Vespidae	<i>Polistes</i> sp.	Prédateur
	Manguier / Citrus	Hyménoptères	Vespidae	<i>Quartinia</i> sp.	Prédateur
	Manguier / Citrus	Hyménoptères	Braconidae	<i>Apanteles</i> sp.	Parasitoïde
	Manguier / Citrus	Hyménoptères	Ichneumonidae	<i>Apophua leucotreta</i>	Prédateur
	Manguier / Citrus	Hyménoptères	Pompilidae		
	Manguier / Citrus	Orthoptères	Tettigoniidae	<i>Zabalius senegalensis</i>	Dégâts mécaniques
	Manguier / Citrus	Orthoptères	Tettigoniidae	<i>Conocephalus</i> sp.	Dégâts mécaniques
	Manguier / Citrus	Orthoptères	Tettigoniidae	<i>Ruspolia</i> sp.	Dégâts mécaniques
	Manguier / Citrus	Orthoptères	Tettigoniidae	<i>Plongia</i> sp.	Dégâts mécaniques
	Manguier / Citrus	Orthoptères	Pyrgomorphydae	<i>Zonocerus variegatus</i>	Dégâts mécaniques
	Manguier / Citrus	Orthoptères	Acrididae	Larves	Dégâts mécaniques
	Manguier / Citrus	Blattoptères	Blatidae	<i>Pseudocalolampra</i> sp.	Certaines espèces sont végétariennes
	Manguier / Citrus	Diptères	Muscidae	<i>Musca</i> sp.	
	Manguier / Citrus	Diptères	Oestridae	<i>Oestrus</i> sp.	
	Manguier / Citrus	Diptères	Conopidae	<i>Conops</i> sp.	Parasitoïde
	Manguier	Diptères	Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.	Pond dans les fruits mûrs
	Manguier	Diptères	Muscidae	<i>Stomoxys</i> sp.	
	Manguier	Diptères	Tephritidae	<i>Ceratitis</i> sp.	Pond dans les fruits
	Manguier	Coléoptères	Chrysomelidae	<i>Cassida</i> sp.	Vecteur de maladie
	Manguier / Citrus	Coléoptères	Chrysomelidae	<i>Aopidomorpha quinquefasciata</i>	Dégâts mécaniques
	Manguier / Citrus	Coléoptères	Apionidae	<i>Apion</i> sp.	Galeries dans fruits

Tableau XI (suite): Résultats de l'identification des insectes capturés

Numéro du spécimen	Plante hôte	Ordre	Famille	Genre et espèce	Dégâts
	Manguiers / Citrus	Isoptères	Rhynotermitidae	<i>Coptotermes</i> sp.	Rongent l'écorce
	Manguiers / Citrus	Isoptères	Kalotermitidae	<i>Bifiditermes</i> sp.	Rongent l'écorce
	Manguiers / Citrus	Isoptères	Hodotermitidae	<i>Hodotermes mosambicus</i>	Rongent l'écorce
	Manguiers / Citrus	Hétéroptères	Pentatomidae	<i>Agnoscelis versicolor</i>	Piquent et sucent le contenu cellulaire
	Manguiers / Citrus	Hétéroptères	Pentatomidae	<i>Palomina viridissima</i>	Piquent et sucent le contenu cellulaire
	Manguiers / Citrus	Hétéroptères	Pentatomidae	<i>Nesara viridula</i>	Piquent et sucent le contenu cellulaire
	Manguiers / Citrus	Hétéroptères	Scutelleridae	<i>Sphaerocoris annulus</i> (Fabricius)	Piquent et sucent le contenu cellulaire
	Manguiers / Citrus	Hétéroptères	Pyrocoreidae	<i>Disdercus volkeri</i>	Piquent et sucent le contenu cellulaire
	Manguiers / Citrus		Coreidae	<i>Anoplocnemis curvipes</i>	Piquent et sucent le contenu cellulaire
	Manguiers / Citrus	Hétéroptères	Reduviidae		Prédateur
	Manguiers / Citrus	Hétéroptères	Cydnidae	<i>Plonisa</i> sp.	Prédateur
	Manguiers / Citrus	Hétéroptères	Plataspidae	<i>Coptosoma</i> sp.	Prédateur
	Manguiers / Citrus	Hétéroptères	Lygaeidae		Prédateur
	Manguiers / Citrus	Homoptères	Dictyopharidae	<i>Philothéria</i> sp.	Piquent et sucent le contenu cellulaire
	Manguiers / Citrus	Homoptères	Cicadellidae	<i>Cicadellina</i> sp.	Piquent et sucent le contenu cellulaire
	Manguiers / Citrus	Homoptères	Flatidae		
	Manguiers / Citrus	Homoptères	Fulgoridae	<i>Pyrops</i> sp.	Piquent et sucent le contenu cellulaire
	Manguiers / Citrus	Homoptères	Membracidae	<i>Archon</i> sp.	Piquent et sucent le contenu cellulaire
	Manguier	Mantoptères	Larve	Larve	Prédateur

5.5 Conclusion partielle et propositions de lutte contre les problèmes phytosanitaires rencontrés

Les problèmes phytosanitaires observés dans les vergers de manguiers et d'agrumes du kéné Dougou sont le fait de divers agents (champignons phytopathogènes, insectes ravageurs). Toutefois, leur apparition et développement dans les vergers sont influencés par de nombreux facteurs dont le cas de certains est prouvé dans cette étude. La levée des contraintes liées à ces facteurs constituent sans aucun doute, une étape importante dans la résolution des problèmes phytosanitaires rencontrés dans les vergers. C'est dans ce cadre que nous formulons ces propositions de lutte.

La réalisation d'une production en quantité et de bonne qualité nécessite une maîtrise des techniques culturales qui ne saurait être effective qu'avec un certain niveau de connaissance du producteur. Nous proposons le renforcement des programmes de formations des producteurs sur les techniques arboricoles déjà entreprises par l'U.F.M.B. et la S.N.V. pour pallier le manque de formation des producteurs constaté sur le terrain (selon nos enquêtes, 42,9% et 50% des producteurs respectivement de mangues et d'agrumes sont sans aucun niveau de formation).

La revalorisation du prix d'achat notamment de la mangue aux producteurs est une mesure qui incitera les producteurs à mieux entretenir leurs vergers et contribuera ainsi au contrôle de certains problèmes phytosanitaires.

Pour la production de plants, nous recommandons l'utilisation d'espèces de porte-greffe reconnus pour leur résistance à la gommose comme le *Citrangle troyer*, *Citrus volkameriana*, *Poncirus trifoliata* et le bigaradier *Citrus aurantium* cependant sensible à la tristezza dans le cadre de la lutte contre les exsudations de gomme.

Pour l'implantation des vergers, nous proposons :

- un choix des sites d'implantation des nouveaux vergers qui évitera les sols lourds ou des bas-fonds qui maintiennent une humidité excessive autour des troncs des arbres qui favorisent

certaines maladies comme la gommose des agrumes ou les pourritures racinaires ou le développement des criquets puants ;

- la pratique du désouchage (appliquée par seulement 11,1% des producteurs d'agrumes et aucun des producteurs de mangues selon nos enquêtes) qui permettra de réduire les risques de pourritures racinaires ou à défaut, la plantation des arbres au moins deux ans après le défrichage ;
- l'abandon de l'association des espèces (manguiers, agrumes, anacardier, etc.) dans les vergers qui favoriserait le maintien de certains problèmes comme la mouche des fruits dans les vergers
- l'augmentation des distances de plantation au moins 10 m x 10m pour les manguiers et 8m x 8 m pour les agrumes dans les vergers. En effet, nos enquêtes révèlent que les distances moyennes des plantation sont en ce moment de 7 m entre arbres et entre lignes aussi bien dans les vergers de manguiers que dans ceux d'agrumes. Ces faibles distances de plantation créent des conditions favorables au développement des maladies cryptogamiques avec l'enchevêtrement des arbres et les fortes densités de plantation.

Pour l'entretien des vergers, nous proposons :

- l'arrachage et la destruction des arbres atteints de pourriture racinaire qui permettra de réduire le taux d'inoculum dans les vergers ;
- l'application de mesure prophylactique telle que le ramassage et la destruction des fruits tombés dans les vergers permettra de réduire le taux de mouches des fruits dans les vergers ;
- le désherbage régulier et de façon concertée des vergers et de leurs alentours permettra aux producteurs d'une zone donnée de réduire le taux d'inoculum dans les vergers, de mieux contrôler les populations de ravageurs et de lutter contre les feux de brousse qui affaiblissent les vergers, les rendant vulnérables à certaines attaques comme les termites par exemple ;
- L'application par les producteurs de la taille d'entretien comme une technique d'entretien des vergers qui permettra de débarrasser l'arbre de ses parties malades ou affaiblies qui sont propices aux infections secondaires ;
- La réalisation de la double cuvette autour des arbres qui évite le maintien d'une forte humidité autour du tronc propice au développement de la gommose et des problèmes de pourriture racinaire et la réalisation sans risque pour l'arbre du paillage ;
- l'abandon des pratiques qui occasionnent des blessures à l'arbre comme le désherbage à la machette à proximité du tronc ;

- Contre la mouche des fruits un des ravageurs beaucoup décrié par les producteurs de mangue nous proposons l'application dans les vergers du piégeage avec des attractifs (alimentaires ou sexuels) suivie d'un traitement localisé dans les vergers conventionnels.
- Contre les fourmis rouges, nous proposons la vulgarisation de la lutte par application de la colle autour du tronc.

**CONCLUSION GENERALE ET
PERSPECTIVES**

Les problèmes phytosanitaires (maladies et ravageurs) du manguier, de l'oranger et du mandarinier sont des réalités vécues avec une certaine acuité de nos jours dans les vergers du Kéné Dougou.

L'indisponibilité d'informations sur ces problèmes limite l'efficacité des services de l'agriculture et de la recherche dans ce domaine.

La connaissance des problèmes rencontrés dans les vergers et des conditions de leur manifestation ainsi que des agents associés à ces problèmes sont une nécessité qui s'impose dans la perspective d'apporter des solutions durables à ces problèmes. C'est dans cette optique que l'U.F.M.B. a demandé cette étude consacrée au diagnostic des problèmes phytosanitaires du manguier, de l'oranger et du mandarinier dans la province du Kéné Dougou.

Cette étude s'est fondée sur l'observation dans les vergers des problèmes phytosanitaires suivie de l'isolement et de l'identification de champignons isolés à partir des organes malades. Elle a par ailleurs porté sur l'identification d'insectes capturés ainsi que sur l'analyse des pratiques culturales des producteurs. Les résultats obtenus peuvent servir de base pour l'organisation de la protection phytosanitaire des vergers. Ainsi, des problèmes phytosanitaires ont été observés dans les vergers et hiérarchisés.

Dans les vergers de manguiers, et au niveau de la partie végétative, les termites observés sur 76,2% des arbres observés sont les plus abondantes par opposition à l'enroulement des feuilles le problème le moins représenté, rencontré sur 1,6% des arbres de l'échantillon. D'autres problèmes ont été rencontrés et par ordre d'importance après les termites nous avons : les taches sur feuilles, les fourmis rouges, les croûtes sur feuilles, les exsudations de gomme, les taches grises sur feuilles et les dégâts sur végétations. La mouche des fruits et la cochenille farineuse absentes pendant la période couverte par l'étude n'ont pas pu faire l'objet d'une quantification.

Dans les vergers d'agrumes, ce sont les problèmes sur feuilles allant des dégâts d'insectes sur feuilles jusqu'aux croûtes sur feuilles en passant par les fourmis rouges qui sont les problèmes les plus abondants et représentent 51,19% de l'ensemble des problèmes observés sur cette espèce. Ils sont suivis par les attaques sur tronc et branches qui se manifestent par des exsudations de gomme, des dessèchements de branches et rameaux et des attaques des termites qui ont souvent lieu au niveau des racines. Ces problèmes représentent 27,64% de l'ensemble des problèmes observés sur agrumes. Environ 20% des problèmes phytosanitaires observés sont observés sur fruits. Ils se manifestent par des chutes de fruits, des taches sur fruits, des

jaunissements et des décolorations des fruits. Enfin, en terme d'importance numérique, les problèmes au niveau des racines avec les pourritures des racines qui représentent 1, 2% des problèmes sur agrumes sont les moins représentés. Ceux-ci causent cependant d'importants dégâts avec la mort des arbres qui s'en suit.

Une analyse de corrélations entre les anomalies observés a permis de mettre en évidence des liens qui existent entre certains de ces problèmes. Il est donc important dans le cadre de la recherche de solutions durables de prendre en compte tous ces problèmes qui sont du reste liés.

L'analyse des pratiques culturales des producteurs a permis de mettre en évidence l'influence de certains facteurs (liés aux pratiques culturales) dans la répartition qualitative et quantitative des problèmes rencontrés.

La résolution de ces problèmes visera sans doute les agents pathogènes et insectes ravageurs concernés mais devrait dans un premier temps, créer des conditions défavorables au développement de ces agents avec une meilleure application des techniques culturales. Ces dans ce sens que des propositions de lutte ont été formulées au cours de cette étude.

Au regard des résultats obtenus par cette étude, des perspectives se dégagent :

- Faire le point des identifications de champignons expédiés en Italie pour identification ;
- Identifier et situer l'importance de la cochenille farineuse aussi bien sur agrumes que sur manguier ;
- identifier et estimer l'importance de la mouche des fruits aussi bien sur agrumes que sur manguier ;
- Poursuivre les isolements à partir de tous les échantillons disponibles pour mieux appréhender l'incidence des différents agents pathogènes dans les différents vergers ;
- investiguer la possibilité d'une lutte biologique contre la cochenille farineuse et la mouche des fruits ;
- Vérifier l'application de méthodes prophylactiques sur l'apparition de problèmes phytosanitaires en milieu réel ;
- Prévoir une étude en période autre que celle couverte par la présente étude en vue de diagnostiquer les problèmes prévalant à cette période.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRIOS N. G.**, 1997. Plant pathology Fourth Edition. San Diego, California, U.S.A., Academic press, 635p.
- AGRIOS N. G.**, 1988. Plant pathology Fourth Edition. San Diego, California, U.S.A., Academic press, pp 269 – 274.
- ARBONNIER M.**, 2000. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. C.I.R.A.D, 539p.
- BERTHIER N.**, 1998. Techniques d'enquête en sciences sociales : Méthodes et exercices corrigés. Paris, France, Armand colin, 254p.
- BORROR J.D., DE LONG M.D., TRIPEHORN C.A.**, 1981. An introduction to the study of insects fifth edition. Philadelphia, U.S.A., C.B.S. College Publishing, 827p.
- C.R.F.G.**, 1996. Mango Fruits Facts Mango, <http://www.crfg.org/pub/ff/mango/html>
- CASTELLANI E., MATTA A.**, 1986. Elementi di Patologia Vegetale Tropicale. Florence, Italie, Cooperativa Culturale Studio et Lavoro, 280p.
- C.N.P.E.F.L – B**, 1999. « La filière horticole au Burkina Faso, défis et enjeux de la mondialisation - Compétitivité - Dynamisme -Rentabilité. » : Rapport introductif, Ouagadougou, Burkina Faso, Ministère du Commerce, de l'Industrie et de l'Artisanat, 34p.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)**, 1970. The insects of Australia. Australia, Melbourne University Press, 1029p.
- DABIRE R.**, 2002. Rapport de mission et proposition d'un plan d'action de lutte contre la cochenille farineuse du manguier *Rastrococcus invadens* et les mouches de fruits. Ouagadougou, Burkina faso, I.N.E.R.A., 14p.
- de LAROUSSILHE F.**, 1980. Le manguier. Paris, France, Maisonneuve et Larose, 312p.
- DEN BOER L.**, 1988. Guide pratique pour la récolte, et la conservation des insectes et acariens. Niamey, Niger, Comité Permanent Inter Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (C.L.S.S.), 63p.
- DIERL W. et RING W.**, 1988. Guide des insectes description, habitat, mœurs. Neuchâtel, Suisse, Delachaux et Niestlé S. A., 237p.
- Direction Régionale de l'économie et du Plan de l'Ouest**, 1995. Monographie du Kéné Dougou. Bobo Dioulasso, Burkina Faso, Ministère de l'économie et du plan, 106p.
- ELLIS M.B.V**, 1993. Dematiaceous Hyphomycetes. Wallingford, Oxon, United Kingdom, CAB. International, 608p.

- F.A.O.**, 1983. Recueil et évaluation des données sur les pertes de céréales vivrières causées par les ravageurs et maladies avant la récolte. Etude F.A.O. développement économique et social 28, F.A.O., Rome, Italie, 123p.
- F.A.O.**, 1999. Cahier de production et protection intégrées appliqué à la culture du manguiers en Afrique soudano-sahélienne. Projet G.C.P./RAF/244/BEL, 70p.
- F.A.O.**, 2000. Cahier de production et protection intégrées du citrus. Projet F.A.O. - G.C.P./RAF/244/BEL, 73p.
- KUATE J.**, 2001. La cercosporiose des agrumes une grave menace pèse sur les vergers africains. *Afrique Agriculture*, n°291, 21.
- KNORR L. C.**, 1973. Citrus diseases and disorders. Ganesville, Florida, U.S.A., The University Presses of Florida, 163p.
- LAVABRE E.M.**, 1992. Ravageurs des cultures tropicales Paris, France, Maisonneuve et Larose et A.C.C.T. . 178p
- LESTER W. B., BRETT A. S., BULLOCK S., GOTT P. K., BLACHOUSE D.**, 1994. Laboratory manual for fusarium research, third edition. Sydney, Australia, University of Sydney, 133p.
- LOUSSERT R.**, 1989a. Les agrumes, Volume 1 Arboriculture. Paris, France, Technique et Documentation Lavoisier, 113p.
- LOUSSERT R.**, 1989b. Les agrumes, Volume 2 Production. Paris, France, Technique et Documentation Lavoisier, 157p.
- NELSON P.E., TOUSSOUN T.A, MARASAS W.F.O.**, 1983. Fusarium species an illustrated manual for identification. U.S.A., The Pennsylvania State University Press, 193p.
- QUILCI S.**, 1999. La mouche méditerranéenne des fruits ou Cératite (*Ceratitis capitata*), <http://fruit-flies.netfirms.com/french/2f-ceratitis.html>, C.I.R.A.D.
- RAGAZZI A.**, (1991) Manuale Di Patologia Vegetale Tropicale e Subtropicale. Cueno, Italia, Università della Pace, 70 p.
- SAWADOGO A., GUIRA M., KONE M.**, 2001. Recherche Développement en Arboriculture Fruitière au Burkina Faso, Foire : « Fête de la mangue », Orodara, Burkina Faso, 8 - 10 juin 2001, p 1 à p 22 Bobo Dioulasso, Burkina Faso, I.N.E.R.A./CRREA Ouest.
- SCHAAD N. W., JONES J. B., and CHUM W.**, 2001. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria third edition St Paul Minnesota, U.S.A, the American Pathological Society, 373p.
- SHHOLTZ C. H., HOLM E.**, 1985. Insects of Southern Africa. Durban, Republic of South Africa, Butter Worth Publishers (PTY) LTD, 502p.

SICAREX, 2000. Analyse institutionnelle de la filière mangue dans les départements de Orodara et Koloko : Rapport provisoire, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, Organisation Neerlandaise des Volontaires (S.N.V.), 52p.

SIVANSAN A., 1987. Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvilaria*, *Drechslera*, *Exserohilum* and their teleomorphs. Wallingford, Oxon, United Kingdom, C.A.B. International Mycological Institute, 261p.

ANNEXES

Annexe 1

Quelques maladies et ravageurs du manguier et des agrumes

Annexe 1a : Quelques maladies parasitaire du manguier

Origine de la maladie	Nom de la maladie	Agent pathogène	Parties attaquées	Caractères distinctifs de l'attaque
	Bactériose de la pulpe	<i>Xanthomonas sp.</i>	Fruit	Décomposition sous forme de nécrose de la pulpe partant des vaisseaux unissant le pédoncule au fruit.
	Eclatement des fruits	<i>Pseudomonas mangiferae</i>	Fruits	Formation d'une croûte noirissant ensuite, éclatement des fruits au cours de leur croissance.
Bactérienne	*Pourriture molle ou « Soft rot »	<i>Bacterium carotovorum</i>	Fruit	Destruction des parois cellulaires
	Taches noirs bactériennes ou black spot ou encore mango blight*	<i>Erwinia sp.</i>	Feuilles, inflorescences et fruits	Chute importante des fleurs et fruits en saison humide, petite taches verts foncé imprégnées d'eau devenant noires avec craquelures longitudinales et exsudation de gomme abondante.

Annexe 1a : Quelques maladies parasitaire du manguier

Origine de la maladie	Nom de la maladie	Agent pathogène	Parties attaquées	Caractères distinctifs de l'attaque
	Filaments à <i>Marasmius</i>	<i>Marasmius sp</i>	Rameaux et feuilles	Cordons blancs avec ramifications à chaque pétiole.
Fongique	Maladie de Récif	<i>Diplodia recifensis</i> . Insecte vecteur : <i>Xyleborus affinis</i> .	Tronc	Exsudation de gomme à l'entrée des galeries percées par l'insecte puis flétrissement
	Mildiou poudreux	<i>Oidium mangiferae</i> <i>Erysiphe cichoraceum</i>	ou Inflorescences, feuilles et jeunes fruits.	Couverture des organes infectés par un mycélium blanc, qui se situe à la face inférieure sur feuilles..
	Pourriture brune « Brown rot ».	ou <i>Physalospora persea</i> .	Inflorescences et jeunes fruits.	Aspect fané des inflorescences affectés, sur fruits, changement de coloration de la peau qui devient coriace et chute.
	« Scab » du manguier*	<i>Elsinoe fawcettii</i>	Feuilles, fruits, tronc	Taches sur feuilles et fruits , pustules irrégulières et grisâtres sur écorce.

Annexe 1a : Quelques maladies parasitaire du manguier

Origine de la maladie	Nom de la maladie	Agent pathogène	Parties attaquées	Caractères distinctifs de l'attaque
	Bactériose de la pulpe	<i>Xanthomonas sp.</i>	Fruit	Décomposition sous forme de nécrose de la pulpe partant des vaisseaux unissant le pédoncule au fruit.
	Eclatement des fruits	<i>Pseudomonas mangiferae</i>	Fruits	Formation d'une croûte noircissant ensuite, éclatement des fruits au cours de leur croissance.
Bactérienne	*Pourriture molle ou « Soft rot »	<i>Bacterium carotovorum</i>	Fruit	Destruction des parois cellulaires
	Taches noirs bactériennes ou black spot ou encore mango blight*	<i>Erwinia sp.</i>	Feuilles, inflorescences et fruits	Chute importante des fleurs et fruits en saison humide, petite taches verts foncé imprégnées d'eau devenant noires avec craquelures longitudinales et exsudation de gomme abondante.

Annexe 1b: Insectes ravageurs du manguiier

Ordres des ravageurs	Noms des ravageurs	Parties attaquées	Caractères distinctifs de l'attaque
	<p>Les cécidomyies :</p> <p><i>Procontariana matteiana</i>, <i>Erosomya indica</i></p>	Feuilles et inflorescences	Provoquent la formation de gale proéminente, arrêtent le développement de l'inflorescence, empêche le développement des fruits noués.
Diptères	<p>Les mouches de fruits: Il existe de nombreuses espèces appartenant aux genres <i>Ceratitis</i>, <i>Anastrepha</i>, <i>Dacus</i>, <i>Chaetodacu</i>,...</p> <p>Ex: <i>Ceratitis cossyra</i>*</p>	Fruits	Percent l'épicarpe des fruits pour pondre, les larves se nourrissent de la pulpe du fruit.
Isoptères	Termites*: Il existe de très nombreuses espèces.	Racines, tronc et branche des arbres déficients, écorce des arbres adultes	Rongent l'écorce des arbres adultes et font des galeries.

* Insectes rencontrés au Burkina Faso selon F.A.O. 1999

Annexe 1b: Insectes ravageurs du manguier

Ordres des ravageurs	Noms des ravageurs	Parties attaquées	Caractères distinctifs de l'attaque
Coléoptères	Charançon du noyau : Larves de Amande <i>Cryptorinchus mangiferae</i> et de <i>Cryptorinchus gravis</i> .		Perforation de la peau des jeunes fruits et cicatrisation de la plaie, altération du fruit par la galerie de sortie de l'adulte.
	Scarabés foreurs de tiges : Tronc et branches appartenant au genre <i>Batocera</i> . Ex <i>B. rufomaculata</i> <i>B. rubus</i> , <i>B. numetor</i> .		Formation de galeries dans les branches principales et le tronc.
Hétéroptères	Les Punaises : <i>Anoplectnemis</i> sp. <i>Ligus palus</i>	Feuilles pousses et inflorescences	Dessèchement de la partie terminales de la pousse et des inflorescences,
Hyménoptères	Fourmis rouges : appartiennent à plusieurs genres dont : <i>Atta</i> , <i>Crématogaster</i> , <i>Oecophylla</i> (<i>O. longinooda</i>) ¹	Feuilles pousses et inflorescences	Formation de nids (bouquets de feuilles liées), certaines espèces coupent les feuilles

Annexe 1b: Insectes ravageurs du manguier

Ordre des ravageurs	Noms des ravageurs	Parties attaquées	Caractères distinctifs de l'attaque
Homoptères	Les cochenilles ¹ avec 63 espèces appartenant à 33 genres ² . Une espèce (<i>Rastrococcus invadns</i>) sévit en Côte d'Ivoire et constitue une menace pour le Burkina	Feuilles, jeunes rameaux, petites branches, inflorescence et fruits selon l'espèce.	Se retrouvent en colonies sur l'arbre et provoquent son affaiblissement, exsudation de miellat pour certaines espèces sur lequel se développe la fumagine
	Les Cicadelles appartenant au genre <i>Idiocerus</i> . Ex: <i>I. atkinsoni</i> , <i>I. lypalis</i> , <i>I. niveoparsus</i> .	Feuilles, rameaux et inflorescences	Provoquent la chute des fruits venant de nouer, exsudation de miellat sur lequel se développe la fumagine.
	Les Aleurodes ou mouches blanches : Ex: <i>Aleurocanthus woglumi</i> , <i>A. mangiferae</i> .	Feuilles	Dessèchement rapide et chute des feuilles infestées, produisent un miellat
	Ex le criquet puant <i>Zonocerus variegatus</i> *	Feuilles, panicules florales et les jeunes pousses	Dévorent les différentes parties
Orthoptères			

¹ Certaines espèces sont signalées au Burkina Faso par F.A.O. 1999

² Les genres de cochenilles ravageurs du manguier sont présentés en annexes

Annexe 1b: Insectes ravageurs du manguier

Ordre des ravageurs	Noms des ravageurs	Parties attaquées	Caractères distinctifs de l'attaque
Lépidoptères	Les Chenilles (meneuses, foreuses ou mangeuses d'écorce).	Feuilles, fruits (pulpe, amande), tronc et branches.	Suivant le type, on a : des galeries sous l'épicarpe, la perforation du fruit, la destruction de l'amande ou la formation de toiles souvent établie à une fourche de branche.
	Papillons piqueurs des fruits appartenant aux genres : <i>Achaea</i> , <i>Orhreis</i> , <i>Gonadonta</i> , <i>Ercheisa</i> , <i>Lagoptera</i>	Fruits	Fruits percés
Thysanoptères	Les Thrips : <i>Selenothrips rubrocinctus</i>	Feuilles, fruits	Dessèchement et recroquevillement des feuilles, craquellement de la peau des fruits

Annexe 1c: Quelques maladies des agrumes

Origine de la maladie	Nom de la maladie	Agents pathogènes	Parties attaquées	Caractères distinctifs de l'attaque
	L'anthracnose	<i>Colletotrichum gleosporoïdes.</i>	Extrémité des rameaux, feuilles.	Dessèchement de jeunes rameaux avec sur les feuilles de ces rameaux, des taches foncées caractéristiques.
	L'alternariose	<i>Alternaria citri</i>	Feuilles, rameaux.	Taches noires concentriques sur feuilles, lésions sur rameaux, petites taches noires sur jeunes fruits qui chutent.
Fongique	Le pourridié	<i>Armillaria mellea.</i> <i>Dematophora necatrix</i> <i>(Roselinia necatrix)</i> <i>Clitocybe tabescens.</i>	Racines	Dépérissement de l'arbre avec un jaunissement progressif et la chute des feuilles et parfois le dessèchement des feuilles et des rameaux sur la totalité ou des secteurs de l'arbre

Annexe 1c: Quelques maladies des agrumes

Origine de la maladie	Nom de la maladie	Agents pathogènes	Parties attaquées	Caractères distinctifs de l'attaque
	Les gomoses *	<i>Phytophthora citrophthora</i> **, <i>Phytophthora parasitica</i> , <i>Diplodia natalensis</i> *, <i>Diplodia aurantii</i> .	Collet et tronc	Coloration foncée de l'écorce sur le tronc avec craquellement en plaques et sécrétions brunes ombrées gommeuses. Pourriture brune des fruits dans certains cas.
Fongique	Le « mal secco »	<i>Phoma trachéiphilia</i>	Branches et ramilles	Dessèchement des feuilles sur un secteur de l'arbre et des petits rameaux. Présence de fins filaments rougeâtres dans le bois des rameaux en dessèchement.
Mycoplasmique	stubborn	-	Jeunes ramifications, feuilles et fruits	Dessèchement des ramifications avec des déformations affectant aussi les feuilles et les fruits.

* Maladies présentes au Burkina Faso selon F.A.O. 2000

Annexe 1c: Quelques maladies des agrumes

Origine de la maladie	Nom de la maladie	Agent pathogène	Parties attaquées	Caractères distinctifs de l'attaque
	Psoroses	<i>Citriovirus psorosis</i>	Tronc, grosse branches.	Craquellement de l'écorce du greffon juste au dessus de la ligne de greffe , chute des fruits qui sont de petit calibre.
Virale et mycoplasmique	Tristeza	Complexe de virus	Tronc, feuilles fruits.	Dessèchement et chute plus ou moins brutale des feuilles qui ont un aspect cuivré, réduction du diamètre du porte-greffe.
	Exocortis		Tronc (porte- greffe)	Ecaillage plus ou moins prononcé de l'écorce.

Annexe 1d : Quelques insectes ravageurs des agrumes

Ordres des ravageurs	Noms des ravageurs	Parties attaquées	Carctères distinctifs de l'attaque
Diptères	Les mouches* de fruits : on rencontre plusieurs espèces appartenant au genre <i>Ceratitis</i> . Ex: <i>C. capitata*</i> , <i>C. cossyra</i> , <i>C. sylvestis</i> , <i>C. rosa</i> .	Fruits	Formation d'une couche brunâtre sur la peau des fruits avec pourriture de la chair sous jascente.
Hétéroptères	Les punaises : <i>Anoplectnémis curvipes*</i> (<i>punaise noire</i>) , <i>Nezara viridula</i> (<i>Punaise verte puante</i>)	Pousses	Dessèchement de la partie terminale de la pousse et formation de cloques; fanaison et mort des jeunes plantes en cas de forte infestation.
Lépidoptères	Les papillons piqueurs de fruits : <i>Achaea spp.</i> , <i>Othreis spp.</i>	Fruits	Percent la peau des fruits à maturité.
	<i>Papillio demodecus *</i>	Feuilles	Feuilles dévorées par les chenilles.
	La mouche mineuse : <i>Phyllonictis citrella*</i>	Feuilles, jeunes pousses	Galeries translucides sous l'épiderme.

* Insectes rencontrés au Burkina Faso selon F.A.O 2000

Annexe 1d : Quelques insectes ravageurs des agrumes

Ordres des ravageurs	Noms des ravageurs	Parties attaquées	Caractères distinctifs de l'attaque
Homoptères	Les cochenilles ¹ : de nombreuses espèces appartenant à plusieurs genres sont citées sur agrumes.	Toutes les parties aériennes de l'arbre	Vivent en colonies sur les organes infestés, dessèchement de certains organes, exsudation de miellat sur lequel se développe la fumagine.
	Les pucerons : de nombreuses espèces s'attaquent aux agrumes et appartiennent aux genres <i>Aphis</i> , <i>Toxoptera</i> , <i>Myzus</i> . Ex : <i>A. spiraeicola</i> , <i>A. gossypii</i> , <i>A. citricola</i> , <i>M. persicae</i>	Ramilles et feuilles	Déformation et gaufrage des jeunes feuilles, inhibition de la croissance de la pousse, exsudation de miellat où se développe la fumagine.
	Les aleurodes ou mouches blanches <i>Dialeurode citri</i> , <i>Aleurothrixus floccosus</i>	Feuilles	Affaiblissement de l'arbre
Hyménoptères	Fourmis rouges : <i>Oecophylla longonida</i> *	Feuilles, jeunes pousses	Formation de nids avec les feuilles.
Orthoptères	Criquet puant : <i>Zonocerus variégatus</i> *	Feuilles, et jeunes pousses	Dévoient les différentes parties

¹ Certaines sont signalées au Burkina Faso par F.A.O. 2000. Les principales cochenilles faisant des ravages sur agrumes sont présentées en annexe.
* Insectes rencontrés au Burkina Faso selon F.A.O. 2000.

Annexe 2

Schéma du plan de sondage utilisé pour les enquêtes sur les pratiques culturelles du manguier et des agrumes

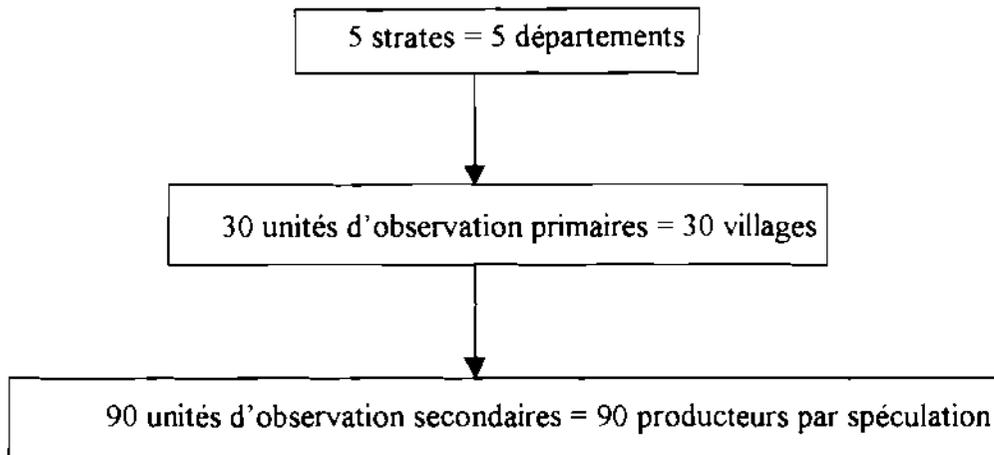
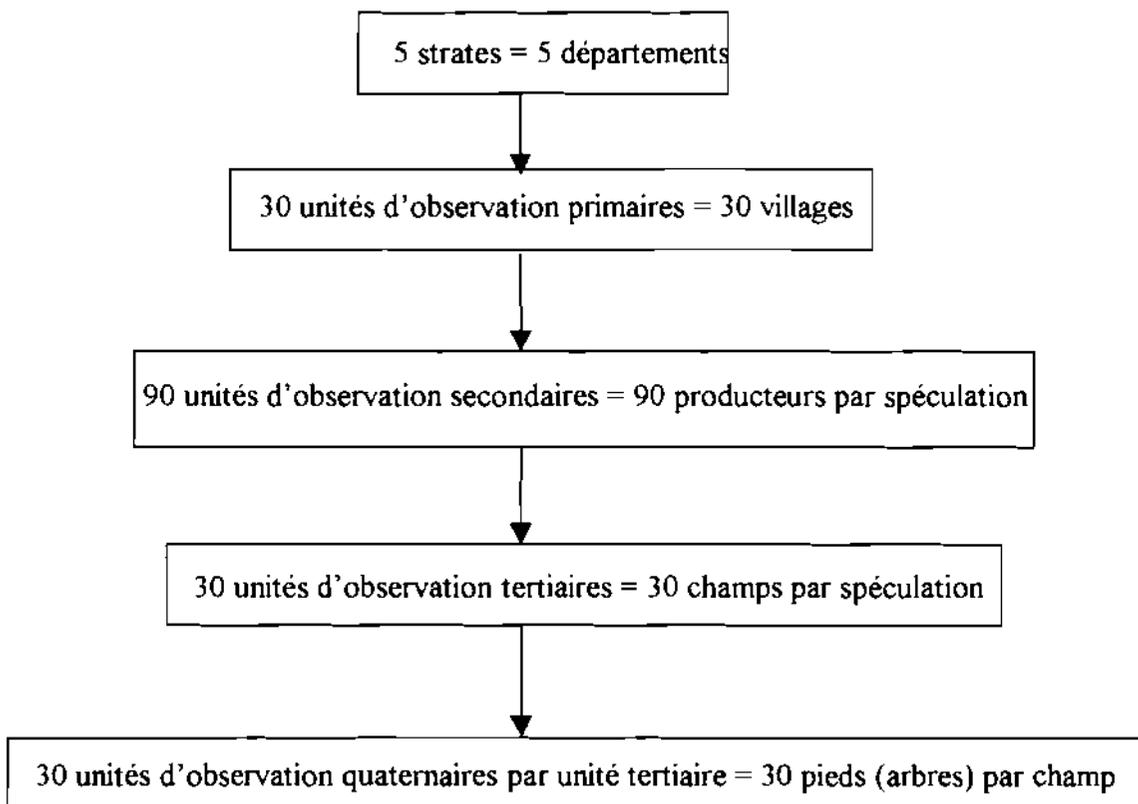


Schéma du plan de sondage utilisé pour les observations au champs des problèmes phytosanitaires du manguier et des agrumes



ANNEXE 3**LISTE DES STRATES ET DES VILLAGES SITES****Strate 1 : Département de Djigouèra**

- 1) Dissanga
- 2) Djigouèra
- 3) Gossiamandara
- 4) Kuini
- 5) Sérékéni
- 6) Soubakagnédougou

Strate 2 : Département de Koloko

- 1) Banakoro
- 2) Kokouna
- 3) Koloko
- 4) Sifarasso
- 5) Nafanasso
- 6) Sintasso

Strate 3 : Département de Kourignon

- 1) Dan
- 2) Kourignon
- 3) M'bié
- 4) Sipigui
- 5) Toussian-Bandougou
- 6) Toussiamasso

Strate 4 : Département de Orodara

- 1) Diéri
- 2) Diossogo
- 3) Orodara
- 4) Kotoudéni
- 5) Nialé
- 6) Lidara

Strate 5: Département de Samogohiri

- 1) Lenguekoro
- 2) Lougoua
- 3) Samogohiri
- 4) Saraba
- 5) Tilindougou
- 6) Todje

IV - Situation phytosanitaire (suite)

Problèmes rencontrés	66) Périodes d'apparition 1 = Hivernage 2 = Saison sèche 3 = Grossissement 4 = Maturation 5 = Tout moment 6 = Autres à préciser	67) Importance du phénomène 1 = faible 2 = moyenne 3 = grande	68) Démarches entreprises pour les résoudre 1 = Application de produit 2 = Aucune 3 = Autres à préciser	69) Classification par ordre d'importance
62) Chute des : 1 = feuilles 2 = fleurs 3 = fruits	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
63) Anomalies : 1 = des feuilles 2 = des tiges et rameaux 3 = des fleurs 4 = production anormale de substances 5 = autres à préciser	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
64) Présence d'insectes : 1 = mouches des fruits 2 = termites 3 = fourmis rouge 4 = autres à préciser	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Problèmes rencontrés	66) Périodes d'apparition 1 = Hivernage 2 = Saison sèche 3 = Grossissement 4 = Maturation 5 = Tout moment 6 = Autres à préciser	67) Importance du phénomène 1 = faible 2 = moyenne 3 = grande	68) Démarches entreprises pour les résoudre 1 = Application de produit 2 = Aucune 3 = Autres à préciser	69) Classification par ordre d'importance
65) Autres problèmes à préciser :

70) Visites de services d'encadrement

- 1 = Oui (préciser lequel).....
2 = Non

71) Prélèvements d'échantillons de plantes malades ou d'insectes

- 1 = Oui (préciser par qui).....
2 = Non

72) Estimation de la production des deux dernières années(préciser la nature de l'instrument de mesure)

IV - Situation phytosanitaire

Problèmes rencontrés	66) Périodes d'apparition 1 = Hivernage 2 = Saison sèche 3 = Grossissement 4 = Maturation 5 = Tout moment 6 = Autres à préciser	67) Importance du phénomène 1 = faible 2 = moyenne 3 = grande	68) Démarches entreprises pour les résoudre 1 = Application de produit 2 = Aucune 3 = Autres à préciser	69) Classification par ordre d'importance
59) Modifications de couleur: 1 = des feuilles 2 = des fruits 3 = des fleurs 4 = des rameaux 5 = des racines 6 = autres à préciser	 	 	 	
60) Taches sur 1 = feuilles 2 = fleurs 3 = fruits 4 = rameaux 5 = racines 6 = autres à préciser.....	 	 	 	
61) Altérations d'organes 1 = flétrissement de l'arbre 2 = pourriture des fruits 3 = pourriture des racines 4 = pourriture du tronc 5 = autres à préciser	 	 	 	

IV - Situation phytosanitaire (suite)

Problèmes rencontrés	66) Périodes d'apparition 1 = Hivernage 2 = Saison sèche 3 = Grossissement 4 = Maturation 5 = Tout moment 6 = Autres à préciser	67) Importance du phénomène 1 = faible 2 = moyenne 3 = grande	68) Démarches entreprises pour les résoudre 1 = Application de produit 2 = Aucune 3 = Autres à préciser	69) Classification par ordre d'importance
62) Chute des : 1 = feuilles 2 = fleurs 3 = fruits	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
63) Anomalies : 1 = des feuilles 2 = des tiges et rameaux 3 = des fleurs 4 = production anormale de substances 5 = autres à préciser	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
64) Présence d'insectes : 1 = mouches des fruits 2 = termites 3 = fourmis rouge 4 = autres à préciser	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Problèmes rencontrés	66) Périodes d'apparition 1 = Hivernage 2 = Saison sèche 3 = Grossissement 4 = Maturation 5 = Tout moment 6 = Autres à préciser	67) Importance du phénomène 1 = faible 2 = moyenne 3 = grande	68) Démarches entreprises pour les résoudre 1 = Application de produit 2 = Aucune 3 = Autres à préciser	69) Classification par ordre d'importance
65) Autres problèmes à préciser :

70) Visites de services d'encadrement

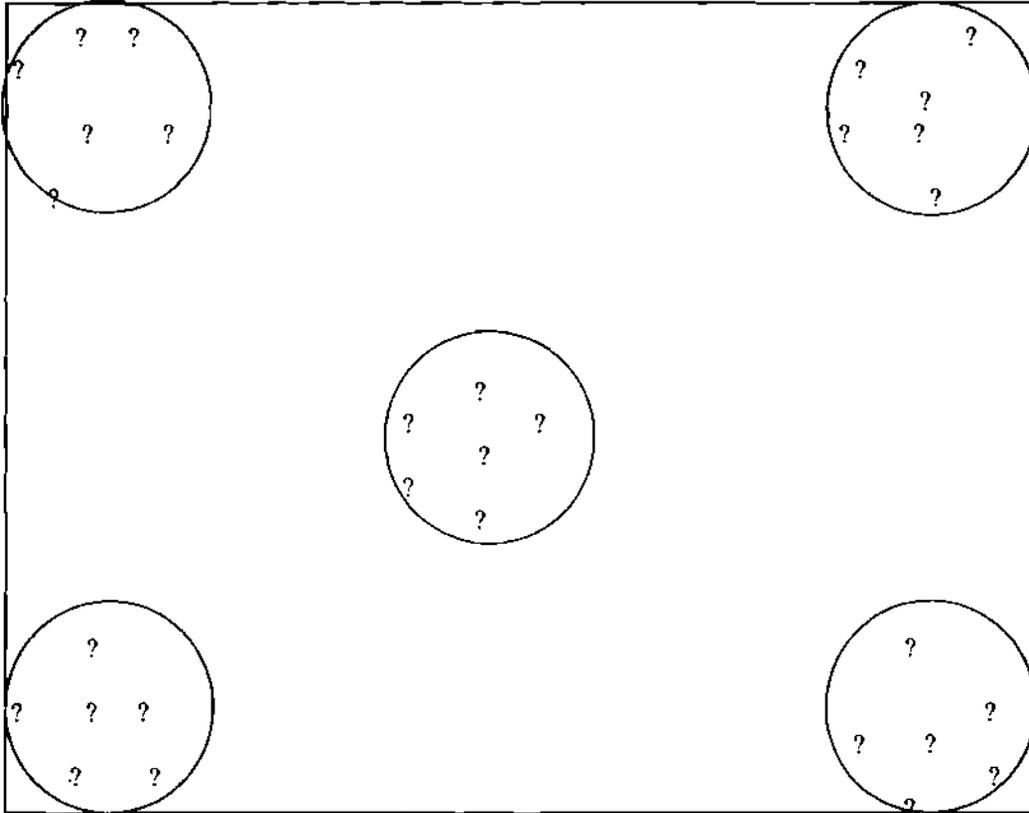
- 1 = Oui (préciser lequel)
2 = Non

71) Prélèvements d'échantillons de plantes malades ou d'insectes

- 1 = Oui (préciser par qui)

Annexe 5

Distribution aléatoire par point d'observation des arbres (unités d'observation quaternaires) dans un verger



Annexe 5a**Enquêtes par sondage sur les problèmes phytosanitaires du manguier, de l'oranger et du mandarinier dans le Kéné Dougou**

Fiche II Observation des arbres choisis

N° de l'arbre	Racines	Tronc / Branches	Feuilles	Fleurs	Fruits

Annexe 5b

Enquêtes par sondage sur les problèmes phytosanitaires du manguier et des agrumes

Fiche I : Informations générales

- 1) Date
- 2) Observation N°

	Codes
I/ Localité 3) Département..... 4) Village.....	
II/ Identification du verger 5) Nom de l'exploitant 6) N° de l'exploitation..... 7) Type de sol 8) Situation topographique..... 9) Superficie du verger ou nombre de pieds	
III/ Production 10) Espèces 11) Variétés 12) Âge de la plantation 13) Type de production	
IV/ Entretien du verger 14) Etat de propreté du sol	
V/ Observations particulières 15) Autres observations.....	

Annexe 6

Préparation des milieux de culture

1) *Potatos Dextrose Agar (P.D.A.) ou Agar glucosé à la pomme de terre*

- PDA	39 g
- Eau	1000 ml
- Sulfate de streptomycine	2,5 mg

Le mélange eau + P.D.A. est autoclavé à 120 ° C pendant 30 minutes. La streptomycine est ajoutée au milieu stérile pendant son refroidissement.

2) *Malt-agar*

- Malt	20 g
- Agar	20 g
- Eau	1000 ml
- Streptomycine	2,5 mg

Le mélange Malt + Agar + Eau est autoclavé à 120 ° C pendant 30 minutes. Le sulfate de streptomycine est ajoutée au milieu stérile après son refroidissement et avant sa répartition dans les boîtes de Pétri.

Pour le coulage dans les flacons et tubes à essai pour la conservation des souches, le mélange Malt + Agar + Eau est chauffé au bain marie pour dissoudre l'Agar avant d'être coulé dans les flacons et tubes à l'aide d'une pipette puis stérilisé.

Annexe 7

Résultats de l'analyse non paramétrique et du test "Wilcoxon 2 samples test" : dans le cas du manguiier

Annexe 7. 1: Influence de la localité sur les problèmes phytosanitaires du manguiier

Problèmes rencontrés	Valeur du khi deux	Probabilité	Wilcoxon two samples test
Exsudations de gomme	20,551	0,0004	2 groupes A (dép2, 4, 5), B (dép 1)
Croûtes sur feuilles	76,48	0,0001	2 groupes A (dép1, 3, 4, 5), B (dép 2)
Termites	19,581	0,0006	3 groupes A (dép 2, 3), B (dép 4, 5) C (dép 1, 4)
Taches sur feuilles	110,41	0,0001	5 groupes A (dép 5), B (dép 1), B (dép 4) D (dép 3), E (dép 2)
Fourmis rouges	30,986	0,0001	3 groupes A (dép 1, 4), B (dép 4, 5), C (dép 5, 2, 3)
Taches grises sur feuilles	27,639	0,0001	2 groupes A (dép 1, 5), B (dép 2, 3, 4)
Enroulement des feuilles	13,324	0,0098	2 groupes A (dép 2, 3, 4, 5), B (dép 1)
Dégâts sur végétation	17,468	0,0016	3 groupes A (dép 3, 4, 5), B (dép 2, 3, 4) C (dép 1, 2, 3)
Galles	76,887	0,0001	2 groupes A (dép 1, 3, 4, 5), B (dép 2)

dep1 : Djigouèra, dep 2 : Koloko, dep 3 : Kourignon, dep 4 : Orodara, dep 5 : Samogohin

Annexe 7.2: Influence de la variété sur les problèmes phytosanitaires du manguiier

Problèmes rencontrés	Valeur du khi deux	Probabilité	Wilcoxon 2 samples test
Exsudations de gomme	63,163	0,0001	1 groupe A (Am, Brk, Glaz, Hyb, Kei, Ken, Lip, Mgov, Sab, Spr, Val)
Croûtes sur feuilles	211,93	0,0001	2 groupes A (Am, Brk, Glaz, Hyb, Kei, Lip, Mgv, Sab, Spr, Val), B (Am, Glaz, Ken, Mgov, Spr)
Termites	41,538	0,0001	2 groupes A (Am, Brk, Glaz, Hyb, Ken, Lip, Mgov, Spr, Val), B (Am, Brk, Glaz, Kei, Ken, Lip, Mgov, Sab, Spr)
Taches sur feuilles	5,42	0,0001	2 groupes (Am, Brk, Glaz, Hyb, Kei, Lip, Mgov, Sab, Spr), B (Am, Brk, Glaz, Hyb, Ken, Lip, Mgov, Sab, Spr, Val)
Fourmis rouges	50,199	0,0001	2 groupes A (Am, Brk, Glaz, Hyb, Kei, Mgov, Lip, Sab, Spr, Val), B (Val)
Taches grises sur feuilles	110,78	0,0001	2 groupes A (Am, Brk, Glaz, Hyb, Kei, Ken, Lip, Mgov, Sab, Spr), B (Val)
Enroulement des feuilles	13,24	0,3518	1 groupe A (Am, Brk, Glaz, Hyb, Kei, Ken, Lip, Mgov, Sab, Spr, Val)
Dégâts sur végétation	48,725	0,0001	1 groupe A (Am, Brk, Glaz, Hyb, Kei, Ken, Lip, Mgov, Sab, Spr, Val)
Galles	15,601	0,2102	1 groupe A (Am, Brk, Glaz, Hyb, Kei, Ken, Lip, Mgov, Sab, Spr, Val)

Am : amélie, Brk : brooks, Hyb : hybrides, Kei : keitt, Ken : kent, Glaz : glazier, Lip : lippens, Mgov : Mango vert, Sab : Sabre, Spr : Springfield, Val : Valencia

Annexe 7. 3 : Influence du type de sol sur les problèmes phytosanitaires du manguiier

Problèmes rencontrés	Valeur du Khi deux	Probabilité	Wilcoxon two samples test
Exsudations de gomme	25,238	0,0001	2 groupes A (Sb, Ar), B (Ar, Grav)
Croûtes sur feuilles	10,212	0,0061	2 groupes A (Sb, Ar), B (Grav)
Termites	2,0351	0,3615	1 groupe A (Ar,Sb, Grav)
Taches sur feuilles	4,3187	0,1154	2 groupes A (Grav), B (Ar, Sb)
Fourmis rouges	19,05	0,0001	2 groupes A (Grav), B (Ar, Sb)
Taches grises sur feuilles	11,07	0,0039	2 groupes A (Grav), B (Ar, Sb)
Enroulement des feuilles	5,8764	0,053	2 groupes A (Ar, Sb), B (Grav)
Dégâts sur végétation	54,295	0,0001	2 groupes A (Ar, Sb), B (Grav)
Galles	3,7703	0,1518	2 groupes A (Grav), B (Ar, Sb)

Ar : Argileux, Grav : Gravillonnaire, Sb : Sableux

Annexe 7. 4: Influence de la situation topographique sur les problèmes phytosanitaires du manguiier

Problèmes rencontrés	Valeur du khi deux	Probabilité	Wilcoxon two samples test
Exsudations de gomme	9,0256	0,011	2 groupes A (Bfd, Plat), B (Acc, Platt)
Croûtes sur feuilles	10,938	0,0042	2 groupes A (Acc), B (Bfd, Plat)
Termites	8,9696	0,0113	2 groupes A (Bfd, Plat), B (Acc)
Taches sur feuilles	17,925	0,0001	2 groupes A (Acc), B (Bfd, Plat)
Fourmis rouges	25,531	0,0001	2 groupes A (Acc, Plat), B (Bfd)
Taches grises sur feuilles	7,7439	0,0208	2 groupes A (Acc, Bfd), B (Acc, Plat)
Enroulement des feuilles	0,67452	0,7137	1 groupe A (Acc, Bfd, Plat)
Dégâts sur végétation	9,501	0,0086	2 groupes A (Acc, Bfd), B (Plat)
Galles	44,726	0,0001	2 groupes A (Acc, Plat), B (Bfd)

Bfd : Bas-fond, Plat : Terrain plat, Acc : Terrain accidenté

Annexe 7. 5 : Influence du mode d'association des cultures sur les problèmes phytosanitaires du manguiier

Problèmes rencontrés	Valeur du khi deux	Probabilité	Wilcoxon two samples test
Exsudations de gomme	15,626	0,0014	2 groupes A (Lca, LJ), B (Lm, Auc)
Croûtes sur feuilles	50,375	0,0001	2 groupes A (Lca, Lm), B (Lm, Auc)
Termites	22,795	0,0001	2 groupes A (Lm), B (Lca, LI, Auc)
Taches sur feuilles	44,142	0,0001	3 groupes A (Lca), B (LI, Auc), C (LI, Lm)
Fourmis rouges	25,958	0,0001	3 groupes A (LJ), B (Lca, Auc), C (Lca, Lm)
Taches grises sur feuilles	42,499	0,0001	3 groupes A (Lca), B (LI, Auc), C (Lm)
Enroulement des feuilles	1,3792	0,7104	1 groupe A (Lca, Lm, Auc)
Dégâts sur végétation	15,261	0,0016	2 groupes A (Lca, Lm, Lca), B (Lca, Lm, Auc)
Galles	4,4499	0,2168	1 groupe A (Lca, Lm, Auc)

LCA : Association hétérogène, LJ : Association homogène, Lm : Association mixte, Auc Aucune association

Annexe 7. 6 : Influence de l'état de propreté du sol problèmes phytosanitaires du manguiier

Problèmes rencontrés	Valeur du khi F deux	Probabilité	Wilcoxon two samples test
Exsudations de gomme	25,238	0,0001	1 groupe A (Enh, Menh, Nenh)
Croûtes sur feuilles	10,212	0,0061	1 groupe A (Enh, Menh, Nenh)
Termites	2,0351	0,3615	2 groupes A (Nenh), B (Enh, Menh)
Taches sur feuilles	4,3187	0,1154	2 groupes A (Enh, Menh), B (Menh, Nenh)
Fourmis rouges	19,05	0,0001	2 groupes A (Menh, Enh), B (Enh, Nenh)
Taches grises sur feuilles	11,072	0,0039	2 groupes A (Enh, Menh), B (Nenh)
Enroulement des feuilles	5,6764	0,053	1 groupe A (Enh, Menh, Nenh)
Dégâts sur végétation	54,295	0,0001	1 groupe A (Enh, Menh, Nenh)
Galles	3,7703	0,1518	2 groupes A (Menh, Nenh), B (Enh)

Enh : Enherbé, Menh : Moyennement enherbé, Nenh : Non enherbé

Annexe 8

Résultats de l'analyse non paramétrique et du test "Wilcoxon 2 samples test" : dans le cas des agrumes

Annexe 8. 1: Influence de la localité sur les problèmes phytosanitaires des agrumes

Problèmes rencontrés	Valeur du Khi deux	Probabilité	"Wilcoxon 2 samples test"
Pouritures racinaires	26,75	0,0001	2 groupes A (dép 1, 2, 3), B (dép 5, 4)
Exsudations de gomme	9,7409	0,045	2 groupes A (dép 5, 2, 3), B (dép 1, 2, 4, 5)
Dessèchement des branches et rameaux	102,07 5,2593	0,0001	3 groupes A (dép 5, 2, 3), B (dép 4), c (dép 1)
Termites	46,59	0,0001	3 groupes A (dép 3, 4, 5), B (dép 2, 3, 5), C (dép 1)
Fourmis rouges	60,807	0,0001	3 groupes A (dép 1, 2), B (dép 1, 3), C (dép 4, 5)
Croûtes sur feuilles	43,669	0,0001	2 groupes A (dép 1, 3, 4, 5), B (dép 2)
Décoloration des feuilles	50,141	0,0001	3 groupes A (dép 3), B (dép 1, 4, 5), C (dép 2)
Chute des feuilles	5,2593	0,2617	1 groupe (dép 1, 2, 3, 4, 5)
Dégâts des criquets	36,812	0,0001	2 groupes A (dép 2, 4, 5), B (dép 1, 3)
Dégâts sur végétation	81,812	0,0001	2 groupes A (dép 1, 4, 5), C (dép 2, 3)
Galeries de mineuse	87,329	0,0001	4 groupes A (dép 1, 4), B (dép 5), C (dép 3), D (dép 2)
Enroulement des feuilles	5,0937	0,2778	1 groupe (dép 1, 2, 3, 4, 5)
Taches rouges sur fruits	94,559	0,0001	2 groupes A (dép 1, 2, 3), B (dép 4, 5)
Décolorations des fruits	23,492	0,0001	3 groupes A (dép 1, 3, 4), B (dép 3, 5), C (dép 2)
Jaunissement des fruits	26,21	0,0001	3 groupes A (dép 3, 4, 5), B (dép 2, 4, 5), C (dép 1, 2)
Chute des fruits	39,279	0,0001	3 groupes A (dép 3), B (dép 1, 2, 4), C (dép 4, 5)

dep1 Djigouéra, dep 2 Koloko, dep 3 Kourignon, dep 4 Orodara dep 5 Samogohiri

Annexe 8.2: Influence de la variété sur les problèmes phytosanitaires des agrumes

Problèmes rencontrés	Valeur du Khi deux	Probabilité	Wilcoxon 2 samples test
Pouritures racinaires	0,5073	0,992	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Exsudations de gomme	2,5944	0,7622	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Dessèchement des branches et rameaux	2,7111	0,7444	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Termites	1,8054	0,8754	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Fourmis rouges	3,9419	0,5578	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Croûtes sur feuilles	6,9455	0,2247	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Décoloration des feuilles	7,4574	0,1888	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Chute des feuilles	1,4319	0,9208	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Dégâts des criquets	1,3194	0,9329	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Dégâts sur végétation	39,109	0,0001	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Galeries de mineuse	5,8387	0,3222	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Enroulement des feuilles	0,61386	0,9874	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Taches rouges sur fruits	7,6934	0,174	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Décolorations des fruits	24,028	0,0002	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Jaunissement des fruits	0,97421	0,9646	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC
Chute des fruits	3,8849	0,5661	1 groupe A (BAH, CLE, SAN, TAN, MDC, ORC

BAH : bahia navel, CLE : clémentinier, SAN : sankaba, TAN : tangelo, MDC : mandarinier courant, ORC : oranger courant

Annexe 8.3 : Influence du type de sol sur les problèmes phytosanitaires des agrumes

Problèmes rencontrés	Valeur de F	Probabilité	Test de comparaison de Duncan
Pourriture des racines	5,95	0,0027	2 groupes A (Enh, Nenh), B (Menh)
Exsudation de gomme	1,02	0,3604	1 groupe A (Enh, Menh, Nenh)
Déshydratation des branches et rameaux	1,55	0,2123	1 groupe A (Enh, Menh, Nenh)
Tennites	10,78	0,0001	2 groupes A (Menh, Enh), B (Nenh)
Fournis rouges	3,09	0,046	1 groupe A (Enh, Menh, Nenh)
Croûtes sur feuilles	27,17	0,0001	2 groupes A (Menh, Nenh), B (Enh)
Décoloration des feuilles	3,65	0,0264	2 groupes A (Enh, Menh), B (Enh, Nenh)
Chute des feuilles	1,91	0,1494	1 groupe A (Enh, Menh, Nenh)
Dégâts des criquets	3,14	0,0438	2 groupes A (Enh), B (Menh, Nenh)
Dégâts sur végétation	13,28	0,0001	2 groupes A (Menh), B (Enh, Nenh)
Galeries de mineuse	15,43	0,0001	2 groupes A (Menh), B (Enh, Menh)
Enroulement des feuilles	1,43	0,2397	1 groupe A (Enh, Menh, Nenh)
Taches rouges sur fruits	2,91	0,0553	2 groupes A (Menh, Nenh), B (Enh, Menh)
Jaunissement des fruits	3,1	0,0454	1 groupe A (Enh, Menh, Nenh)
Décoloration des fruits	4,15	0,0161	2 groupes A (Menh, Nenh), B (Enh)
Chute des fruits	14,66	0,0001	2 groupes A (Nenh), B (Enh, Menh)

Annexe 8.4 : Influence de situation topographique sur les problèmes phytosanitaires des agrumes

Problèmes rencontrés	Valeur du Khi deux	Probabilité	Wilcoxon 2 samples test
Pourriture des racines	7,71	0,0005	2 groupes A (Acc, Bfd), B (Plat)
Exsudation de gomme	1,44	0,2386	1 groupe A (Acc, Bfd, Plat)
Déshydratation des branches et rameaux	1,11	0,3292	1 groupe A (Acc, Bfd, Plat)
Tennites	9,93	0,0001	2 groupes A (Acc, Bfd), B (Plat)
Fournis rouges	3,12	0,0447	2 groupes A (Bfd, Plat), B (Acc, Plat)
Croûtes sur feuilles	0,7	0,496	1 groupe A (Acc, Bfd, Plat)
Décoloration des feuilles	9,61	0,0001	3 groupes A (Bfd), B (Acc), C (Plat)
Chute des feuilles	3,75	0,0238	2 groupes A (Acc, Bfd), B (Plat)
Dégâts des criquets	4,84	0,0081	2 groupes A (Acc, Plat), B (Acc, Bfd)
Dégâts sur végétation	19,41	0,0001	2 groupes A (Plat), B (Acc, Bfd)
Galeries de mineuse	22,17	0,0001	2 groupes A (Plat), B (Bfd, Acc)
Enroulement des feuilles	2,14	0,1185	1 groupe A (Acc, Bfd, Plat)
Taches rouges sur fruits	2,88	0,0566	2 groupes A (Bfd), B (Acc, Plat)
Jaunissement des fruits	2,97	0,0517	2 groupes A (Acc, Plat), B (Bfd, Plat)
Décoloration des fruits	28,73	0,0001	3 groupes A (Plat), B (Bfd), C (Acc)
Chute des fruits	4,04	0,0179	2 groupes A (Acc, Plat), B (Acc, Bfd)

Annexe 8. 5 : Influence du mode d'association des cultures sur les problèmes phytosanitaires des agrumes

Problèmes rencontrés	Valeur du khi deux	Probabilité	Wilcoxon 2 samples test
Pourriture des racines	12,161	0,0023	2 groupes A (Lm, Lca), B (Lm)
Exsudation de gomme	3,6409	0,162	1 groupe A (Lca, Lm, Auc)
Déshydratation des branches et rameaux	22,607	0,0001	2 groupes A (Lm, Lca), B (Auc)
Termites	37,172	0,0001	3 groupes A (Lm), B (Lca), C (Auc)
Fourmis rouges	7,1003	0,0287	2 groupes A (Auc), B (Lm, Lca)
Croûtes sur feuilles	1,1012	0,5766	1 groupe A (Lca, Lm, Auc)
Décoloration des feuilles	12,979	0,0015	2 groupes A (Lm, Lca), B (Auc)
Chute des feuilles	2,0859	0,3524	1 groupe A (Lca, Lm, Auc)
Dégâts des criquets	19,935	0,0001	2 groupes A (Auc, Lca), B (Lm)
Dégâts sur végétation	5,0316	0,0808	1 groupe A (Lca, Lm, Auc)
Galerie de mineuse	4,3559	0,1133	2 groupes (Auc, Lca)
Enroulement des feuilles	1,7083	0,4256	1 groupe A (Lca, Lm, Auc)
Taches rouges sur fruits	9,3615	0,0093	2 groupes A (Auc, Lm), B (Lm, Lca)
Jaunissement des fruits	61,329	0,0001	2 groupes A (Lca, Lm), B (Auc)
Décoloration des fruits	10,86	0,0044	2 groupes A (Lca), B (Auc, Lm)
Chute des fruits	3,0439	0,2183	1 groupe A (Lca, Lm, Auc)

Lm : Association mixte, Lca : Association hétérogène, Auc : Aucune association.

Annexe 8. 6 : Influence de l'état de propreté du sol sur la répartition des problèmes phytosanitaires des agrumes

Problèmes rencontrés	Valeur du khi deux	Probabilité	Wilcoxon 2 samples test
Pourriture des racines	11,77	0,0028	2 groupes A (Enh, Nenb), B (Menb)
Exsudation de gomme	2,0435	0,36	1 groupe A (Enh, Menb, Nenb)
Déshydratation des branches et rameaux	3,1009	0,2122	1 groupe A (Enh, Menb, Nenb)
Termites	21,109	0,0001	2 groupes A (Menb, Enh), B (Nenb)
Fourmis rouges	6,1521	0,0461	1 groupe A (Enh, Menb, Nenb)
Croûtes sur feuilles	51,362	0,0001	2 groupes A (Menb, Nenb), B (Enh)
Décoloration des feuilles	7,2546	0,0266	2 groupes A (Enh, Menb), B (Enh, Nenb)
Chute des feuilles	3,8028	0,1494	1 groupe A (Enh, Menb, Nenb)
Dégâts des criquets	6,2477	0,044	2 groupes A (Enh), B (Menb, Nenb)
Dégâts sur végétation	25,855	0,0001	2 groupes A (Menb), B (Enh, Nenb)
Galerie de mineuse	29,91	0,0001	2 groupes A (Menb), B (Enh, Menb)
Enroulement des feuilles	2,8584	0,2395	1 groupe A (Enh, Menb, Nenb)
Taches rouges sur fruits	18,727	0,0001	2 groupes A (Menb, Nenb), B (Enh, Menb)
Jaunissement des fruits	6,176	0,0456	1 groupe A (Enh, Menb, Nenb)
Décoloration des fruits	8,2334	0,0163	2 groupes A (Menb, Nenb), B (Enh)
Chute des fruits	28,47	0,0001	2 groupes A (Nenb), B (Enh, Menb)

Menb : Moyennement enherbé, Nenb : Non enherbé, Enh : Enherbé