

CENTRE UNIVERSITAIRE DE PAIX



C.U.P-BUKAVU

Quartier Ndendere. Av. des Ouvriers. Commune d'Ibanda. Bukavu. Sud-Kivu

E-mail : univcup@gmail.com : cupbukavu3@gmail.com : tel : +243(0)998663891

Site web: <http://cupuniv.org/>

Agréé par Décret Présidentiel 06/0106 du 12 juin 2006

FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Etat phytosanitaire des agrumes (*Citrus* sp.) sur le couloir du Lac-Kivu, cas du territoire de Kabare et Kalehe, Est de la RDC

Mémoire présenté et défendu en vue de l'obtention du diplôme de grade d'Ingénieur Agronome

Par : **ALFAJIRI BAMANYIRWE Jérémy**

Option : Agronomie Générale

Filière : Phytotechnie

Dirigé par : CT. Ir. RUBABURA Kituta Jean Augustin

ANNEE ACADEMIQUE 2022-2023

Épigraphes

« Celui qui a l'esprit calme est un homme intelligent. »

(Proverbes 17 :27)

« Ma liberté ne sert à rien si ma liberté de faire des erreurs n'en fait pas partie ».

(Mahathma Ghandi)

Dédicace

Ce travail est dédié à nos très chers Parents KULIMUSHI KUSINZA Sosthène et KIYADA FARADJA Tumaini pour d'énormes sacrifices consentis pour nos études et surtout pour l'éducation que vous nous avez offert,

À tous nos Frères, Amis et Connaissances qui ont fait de nous ce que nous sommes devenus.

Alfajiri Bamanyirwe Jérémy

Remerciements

Premièrement, mes sincères remerciements à mon Dieu pour le souffle de vie, qui m'a permis de commencer et de terminer cette recherche.

Deuxièmement, c'est pour moi un moment favorable de témoigner et de marquer un signe de sincère reconnaissance aux personnalités qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre.

J'adresse ma profonde gratitude au Doctorant CT. Ir. RUBABURA KITUTA Jean Augustin, pour avoir bien accepté d'assurer la direction scientifique de ce travail de fin du deuxième cycle.

Je remercie par la suite, les Autorités Académiques du Centre Universitaire de Paix (CUP), particulièrement celles de la Faculté des Sciences Agronomiques et tous mes Formateurs ayant intervenus dans mon cursus académique.

Ma reconnaissance s'adresse à mes Parents KULIMUSHI KUSINZA Sosthène et KIYADA FARADJA Tumaini pour les soutiens matériels et financiers sans lesquels la finalisation du présent travail ne pourrait être possible et aussi pour leur affection et leur encouragement dans toutes mes activités. A mes frères, sœurs, mes oncles maternels et paternels pour toute forme de conseil accordé à ma faveur pour la réussite académique, longue vie à vous ma famille.

Je saisi de cette occasion pour remercier aussi les amis de lutte et les connaissances qui nous ont été utiles pour un bon accomplissement de mon travail. Il s'agit entre autres : FIKIRI BAHANE Florence, NTALINDWA BAGULA Timothée, SADI ALI Daddy, MUZALIWA MUTO Joyce, KABERA BANGA David, ARCHANGE HINYIZA Laurent, IRENGE BAGUMA Pacifique, LUNANGA KABALE Elie, CIMANUKA BADESIRE Emmanuel, BAWELA MULUNGULA David,

A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à l'aboutissement de ce travail, qu'ils trouvent sous ces lignes l'expression de ma profonde gratitude et reconnaissance.

Table des matières

Épigraphes	I
Dédicace	II
Remerciements.....	III
Table des matières	IV
Liste des tableaux	VII
Liste des figures	VII
Sigle et abréviations	VIII
RÉSUMÉ	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTÉRATURE	7
1.1. GÉNÉRALITÉ SUR L'ÉTAT PHYTOSANITAIRE DES AGRUMES	7
1.1.1. LES MALADIES FONGIQUES	7
1.1.1.1. LA CERCOSPORIOSE DES AGRUMES	7
1.1.1.1.1. Origine et distribution géographique	7
1.1.1.1.3. Cycle de développement de la maladie	8
1.1.1.1.4. Epidémiologie de la maladie.....	8
1.1.1.1.5. Symptômes de la maladie	9
1.1.1.1.6. Prévention et moyens de lutte	10
1.1.1.2. L'ANTHRACNOSE DES AGRUMES.....	11
1.1.1.2.1. L'origine et répartition géographique.....	11
1.1.1.2.2. Classification et description du pathogène.....	11
1.1.1.2.3. Cycle de développement de la maladie et biologie	14
1.1.1.2.4. Épidémiologie de la maladie.....	14
1.1.1.2.5. Symptômes de la maladie	15
1.1.1.2.6. Prévention et moyens de lutte	16
1.1.1.3. LA FUMAGINE.....	17
1.1.1.3.1. Agent causal.....	17
1.1.1.3.2. Épidémiologie et symptômes	17
1.1.1.3.3. Traitement	18
1.1.2. LA MALADIE VIRALE	18
1.1.2.1. LA TRISTEZA	18
1.1.2.1.1. Origine et répartition géographique.....	18
1.1.2.1.2. Classification et description du pathogène.....	19
1.1.2.1.4. Épidémiologie.....	19
1.1.2.1.5. Symptômes	20

1.1.2.1.6. Moyen de lutte	21
1.1.3. LA MALADIE BACTÉRIENNE	21
1.1.3.1. LE GREENING	21
1.1.3.1.1. Origine et répartition géographique.....	21
1.1.3.1.2. Classification et description du pathogène.....	22
1.1.3.1.3. Cycle de développement	23
1.1.3.1.4. Épidémiologie.....	23
1.1.3.1.5. Symptômes	24
1.1.3.1.6. Moyen de lutte	25
1.1.4. LES RAVAGEURS DES AGRUMES	25
1.1.4.1. LES PSYLLES	25
1.1.4.2. LES COCHENILLES.....	26
1.1.4.3. LES PUCERONS	26
1.1.4.4. LES ALEURODES.....	27
1.1.4.5. LES MOUCHES DES FRUITS.....	27
1.2. GENERALITES SUR LA CULTURE DES AGRUMES	27
1.2.1. Historique et origine des agrumes.....	27
1.2.2. Classification et description des agrumes	28
1.2.3. Écologie.....	29
1.2.4. Systèmes de production en RD. Congo	30
CHAPITRE II. MÉTHODOLOGIE.....	32
2.1. MILIEU	32
a) Présentation du couloir du lac Kivu/Est de la RDC.....	32
2.2. MATÉRIELS.....	34
2.3. MÉTHODES	34
2.3.1. Enquête semi structurée, observation des vergers d'agrumes et échantillonnage.....	34
2.3.2. L'incidence de la maladie	35
2.3.3. La sévérité de la maladie	36
2.4. Analyses statistiques des données	36
CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	37
3.1. ANALYSE ET INTERPRÉTATION.....	37
3.1.1. Caractéristiques des agrumiculteurs sur le couloir du Lac Kivu	37
3.1.2. Caractéristiques des vergers des agrumes sur le couloir du lac Kivu	38
a) Préférence des agrumes en rapport avec l'âge des agrumiculteurs.....	38
b) Type d'agrumes en rapport avec l'âge des vergers	39
c) La conduite culturale.....	40

3.1.3. Maladies des agrumes sur le couloir du Lac Kivu	41
3.1.4. Compréhension paysanne sur les maladies des agrumes	41
a) Relation entre les caractéristiques des verges, insectes et les maladies	42
a) Gestion des maladies et ravageurs des agrumes sur le couloir du Lac-Kivu, Est de la RDC	44
3.1.5. Évaluation de l'intensité des maladies des agrumes.	44
a) Évaluation de l'incidence des maladies sur le couloir du Lac-Kivu	44
a) Évaluation de la sévérité des maladies sur le couloir du Lac-Kivu	45
DISCUSSION DES RÉSULTATS	48
CONCLUSIONS, RECOMMANDATIONS ET SUGGESTIONS.....	53
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	55

Liste des tableaux

Tableau 1: Taxonomie de l'agent pathogène	12
Tableau 2: classification du pathogène de la tristeza	19
Tableau 4: Représentation d'échelle de notation de la sévérité sur les feuilles.....	36
Tableau 5: Caractéristiques des agrumiculteurs enquêté(e)s sur le couloir du lac Kivu.	37
Tableau 6: Caractéristiques des vergers d'agrumes sur le couloir du lac Kivu.	38
Tableau 7: Conduite culturale paysanne des agrumes.....	40
Tableau 8: Maladies des agrumes sur le couloir du lac Kivu	41
Tableau 9: Perception paysanne sur les maladies des agrumes	41
Tableau 10: Incidence des différentes maladies des agrumes dans le couloir du Lac Kivu.....	45
Tableau 11: Résultats du test de khi-deux pour la sévérité en fonction des territoires.....	47

Liste des figures

<i>Figure 1: Conidies de P. angolensis</i>	8
<i>Figure 2: les symptômes de la Cercosporiose des agrumes</i>	9
<i>Figure 3: Colletotrichum gloeosporioides.</i>	13
<i>Figure 4: Aspect culturel de Colletotrichum acutatum sur PDA.</i>	13
<i>Figure 5: Cycle de vie de C. acutatum sur agrumes.</i>	14
<i>Figure 6: Symptômes de Colletotrichum gloeosporioides sur agrumes</i>	15
<i>Figure 7: Symptômes causés par Colletotrichum acutatum sur les agrumes</i>	16
<i>Figure 8: la fumagine sur les feuilles des agrumes.</i>	18
<i>Figure 9: Symptômes de Tristeza.</i>	21
<i>Figure 10: Disease cycle of Candidatus liberibacter citrus and its psyllid vecto</i>	23
<i>Figure 11: Les insectes vecteurs de la maladie de greening.</i>	24
<i>Figure 12: Symptômes de la maladie de Greening des agrumes.</i>	25
<i>Figure 13: Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde.</i>	30
<i>Figure 14: Système de culture d'agrumes dans un jardin de case.</i>	31
<i>Figure 15: Préférence du type d'agrumes en rapport avec l'âge des agrumiculteurs</i>	39
<i>Figure 16: Type d'agrumes en rapport avec l'âge des vergers</i>	39
<i>Figure 17: Influence des types des agrumes, l'âge des vergers, le système de culture, les maladies, les insectes sur le degré et l'incidence des maladies</i>	43
<i>Figure 18: Gestion des maladies et ravageurs des agrumes sur le couloir du Lac-Kivu</i>	44
<i>Figure 19: Incidence moyenne des différentes maladies des agrumes dans le couloir du Lac Kivu</i>	45
<i>Figure 20: Sévérité globale des différentes maladies des agrumes dans le couloir du Lac Kivu</i>	46

Sigle et abréviations

ACF : Action Contre la Faim

AFLP: Amplified Fragment Length Polymorphism

CABI: Center of Agriculture and Biosciences International

CAID : Cellule d'Analyse des Indicateurs de Développement

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en recherche agronomique pour le développement

CTV : Citrus Tristeza Virus

DPV/SPV : Méthodes d'identification des greffons composites

DRAAFPM-P : Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt de Midi-Pyrénées

EPPO: European Plant Protection Organization

FAO: Foods Agriculture organisation

HLB : HouangLongBing, Greening

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

NAPPO: North American Plant Protection Organization

NCBI : National Center for Biotechnology Information

ONAGRI : Observation Nationale de l'Agriculture

PRONANUT : Programme National des Nutritions

USDA : United States Department of Agriculture

RÉSUMÉ

Etat phytosanitaire des agrumes (*Citrus* sp.) sur le couloir du Lac-Kivu, Cas du territoire de Kabare et Kalehe, Est de la RDC

Les agrumes constituent l'une des catégories d'arbres fruitiers installés dans la plupart des parcelles pour des raisons alimentaires et environnementales. Ils sont aussi un des éléments de restauration des équilibres écologiques après la déforestation, riches en fibres, vitamine A, Vitamine B et C. Ils procurent de multiples avantages pour la santé humaine et agro-industries. L'agrumiculture contribue à la disponibilité des moyens financiers dans les ménages. Malgré son aptitude de production, il se pose des problèmes de faible production qui est due à diverse contraintes, notamment l'absence de rotation de cultures, les attaques des insectes et les maladies. Ainsi, l'objectif de ce travail vise à s'acquérir de l'état phytosanitaire de la culture des agrumes pour limiter les risques épidémiologiques dans les zones de production sur le couloir du Lac-Kivu/Est de la RDC c'est-à-dire (1) évaluer les caractéristiques des vergers, (2) inventorier les maladies qui attaquent les agrumes, (3) évaluer l'incidence et la sévérité des maladies des agrumes et (4) analyser la compréhension et la perception des agrumiculteurs dans la gestion des maladies des agrumes. Pour ce faire, une enquête combinée à des observations a été réalisée dans les groupements qui bordent le Lac-Kivu. 20 vergers étaient observés dans chaque groupement. Dans chaque verger, l'incidence de la maladie a été évaluée sur 10 arbres disposés selon deux diagonales (X). 5 arbres ont été pris aléatoirement dans le verger pour évaluer la sévérité de la maladie. Les résultats obtenus montrent que sur le couloir du Lac-Kivu, les agrumiculteurs cultivent les orangers à 58,89%, citronniers à 25% et mandariniers à 16,11%. Donc, les orangers sont plus cultivés. Les vergers sont âgés de plus de 25ans (64,44%) et les vergers sont hérités. La provenance de la semence est inconnue à 64,44% et 27,22% proviennent d'un autre verger. L'association des cultures (63,33%) est le système le plus pratiqué mais la rotation des cultures est quasi absente (33%). La cercosporiose est présente sur le couloir du Lac-Kivu avec une incidence de 75,86%. Elle affecte sévèrement le rendement à 52%. L'anthracnose est également présente avec une incidence de 57,5 et affecte faiblement le rendement (Sévérité = 37,17%). La tristeza a une incidence de 73,5% et affecte à 61,11% le rendement. Le greening a une incidence de 62% et le psylle n'était pas beaucoup observé (Incidence = 13,85%). Le greening affecte faiblement le rendement (Sévérité = 33,33%) ainsi que le psylle (31,67%).

Mots-clés : Agrume, Etat phytosanitaire, couloir, incidence, sévérité

ABSTRACT

Phytosanitary status of citrus fruits (*Citrus* sp.) in the Lake Kivu corridor, case of the territory of Kabare and Kalehe, eastern DRC

Citrus fruits constitute one of the categories of fruit trees installed in most plots for nutritional and environmental reasons. They are also one of the elements for restoring ecological balance after deforestation, rich in fiber, vitamin A, Vitamin B and C. They provide multiple benefits for human health and agro-industries. Citrus growing contributes to the availability of financial resources in households. Despite its production capacity, there are problems of low production which is due to various constraints, notably the absence of crop rotation, insect attacks and diseases. Thus, the objective of this work aims to acquire the phytosanitary state of citrus cultivation to limit epidemiological risks in the production zones on the Lake-Kivu/Eastern DRC corridor, i.e. (1) evaluate the characteristics of the orchard, (2) inventory the diseases that attack citrus fruits; (3) evaluate the incidence and severity of citrus diseases and (4) analyze the understanding and perception of citrus growers in the management of citrus diseases. To do this, a survey combined with observations was carried out in the groups bordering Lake Kivu. 20 orchards were observed in each group. In each orchard, the incidence of the disease was assessed on 10 trees arranged along two diagonals (X). 5 trees were taken randomly from the orchard to assess the severity of the disease. The results obtained show that on the Lake Kivu corridor, citrus growers cultivate orange trees at 58.89%, lemon trees at 25% and mandarin trees at 16.11%. So, orange trees are more cultivated. The orchards are over 25 years old (64.44%) and the orchards are inherited. The origin of the seed is unknown at 64.44% and 27.22% comes from another orchard. Crop association (63.33%) is the most practiced system but crop rotation is almost absent (33%). Sigatoka is present in the Lake Kivu corridor with an incidence of 75.86%. It severely affects yield at 52%. Anthracnose is also present with an incidence of 57.5 and weakly affects yield (Severity = 37.17%). Stresteza has an incidence of 73.5% and affects yield by 61.11%. Greening has an incidence of 62% and psylla was not observed much (Incidence = 13.85%). Greening slightly affects yield (Severity = 33.33%) as does psylla (31.67%).

Key words: *Citrus*, *Phytosanitary status*, *corridor*, *incidence*, *severity*

INTRODUCTION

Les plantes fruitières sont une partie importante de toute société agro-économique (Yesuf, 2013). Parmi ces plantes fruitières, les plantes d'agrumes encore appelés Hespérides dans la mythologie grecque en font partie (Bailey *et al.*, 2006). Ils sont originaires du sud-est asiatique dans les régions allant du Nord-Est de l'Inde au nord de la Birmanie et celle du Sud de l'île de Hainan (Bouzouina *et al.*, 2014). Le mot "Agrume" provient du latin *acrumen* qui désignait dans l'antiquité des arbres à fruits acides (Benedicte et Baches, 2002). "Agrume" est donné aux arbres appartenant à la famille des Rutacées et au genre botanique *Citrus*. À cette catégorie d'arbre appartiennent les orangers, les mandariniers, les citronniers, les cédratiers et les pamplemoussiers, etc. (Belhia, 2016). Les agrumes se distinguent par leur grande diversité de leurs familles et de leurs ordres. De par leur nature pérenne, ils sont aussi un des éléments de restauration des équilibres écologiques après la déforestation (Westphal *et al.*, 2016 ; Yssaad et Medaouar, 2018). Ces fruits sont riches en fibres, vitamine A, Vitamine B et C (Barkry *et al.*, 2002). Ils procurent de multiples avantages pour la santé humaine et sont également utilisées comme matière première dans plusieurs agro-industries (Pujari *et al.*, 2013). Les fleurs et les feuilles des variétés les plus aromatiques sont distillées et les huiles essentielles utilisées par l'industrie de parfumerie. Les tourteaux et les sous-produits de la transformation peuvent être utilisés en alimentation animale (Barkry *et al.*, 2002).

Les agrumes occupent la première place des productions fruitières mondiales en 2000 avec 96 millions de tonnes produites (FAO, 2001). En 2009, ils présentaient encore la première production fruitière mondiale avec 124 millions de tonnes devant la banane et largement devant la pomme et le raisin (FAOSTAT, 2010). En 2011, la production mondiale est passée à 115,52 millions de tonnes (FAO, 2012). En 2017, les agrumes gardent la première place de la production fruitière mondiale avec plus de 130 tonnes produites (ONAGRI et USDA, 2017). Des millions tonnes d'agrumes sont produites par an d'où en 2019, la Chine occupe la plus grande production avec 38.392.847 tonnes, le Brésil avec 19.591.623 tonnes, l'Inde avec 12.043.000 tonnes, etc. (Atlasbig, 2019). En 2021, le Brésil monte à la 1^{ère} place avec 20.682.309 tonnes, la Chine avec 19.617.100 tonnes, les États-Unis 10.617.000 tonnes, Mexique 6.851.000 tonnes, l'Inde 6.286.000 tonnes (Lionel, 2022). De cette production, les oranges sont produites à 54%, les tangerines et mandarines à 31%, les citrons à 8% et les pamplemousses à 7% (ONAGRI et USDA, 2017). Biche (2012) et FAO (2010) rapportent que les agrumes sont principalement destinés à l'autoconsommation, qui est le principal débouché de la production agrumicole. Environ 65% de la production mondiale est destinée au marché

du fruit frais, le reste alimente les industries, notamment pour la transformation en jus et confitures ou production des parfums (Mourad, 2011).

En Afrique, l’Egypte occupe la 1^{ère} place de production avec 4.808.531 tonnes en 2018, le Nigeria avec 4.062.983 tonnes, l’Afrique du Sud avec 2.241.245 tonnes, le Maroc avec 2 042 820 tonnes, l’Algérie avec 1.203.752 tonnes (Atlasbig, 2019). En 2021, le Nigeria monte à la 1^{ère} place avec 3.325.000 tonnes (Lionel, 2022). Les agrumes constituent les sources de revenus pour les ménages et des apports nutritionnels de qualité (Economos et Clay, 1998 cités par Eunice, 2011).

En RD Congo, la production des agrumes est estimée à 180 000 tonnes par an (Mupenda, 2018). En 2019, la RDC occupait la 19^{ème} place de production des agrumes en Afrique et la 49^{ème} place au monde avec 187.442 tonnes par an en raison de 2.304Kg par agriculteur (Atlasbig, 2019). La production et l’exportation des agrumes surtout des oranges ont considérablement augmenté. Ceci, grâce un plus grand nombre de personnes se consacrent à la culture et à la production des sous-produits des agrumes (Wazaentrepreneur, 2021).

Dans la province du Sud-Kivu, les agrumes constituent l’une des catégories d’arbres fruitiers installés dans la plupart des parcelles pour des raisons alimentaires et environnementales, etc (Berton, 2015). La production est estimée à 25000 tonnes. L’arboriculture est une activité qui permet de contribuer à la disponibilité de nourriture et des moyens financiers dans les ménages. La culture des agrumes fait partie intégrante de cette activité et de ce fait contribue tant soit peu aux revenus des agriculteurs (Mupenda, 2018).

Malgré son aptitude de production dans les zones de hautes altitudes précisément à l’Est de la RDC, il se pose des problèmes de faible production dans plusieurs régions (Acf, 2009). Elle peut être due à diverse contraintes (Munyuli *et al.*, 2017), notamment l’accès limité aux variétés à haut rendement (Gildemacher *et al.*, 2009), le manque d’accès aux greffons de qualité certifiée et saine (Kolech *et al.*, 2015 ; Okello *et al.*, 2017), la dégradation des sols (Alcon *et al.*, 2010 ; Dersseh *et al.*, 2016), l’absence de rotation de cultures, la difficulté d’accessibilité aux produits de lutte phytosanitaires (Kirub, 2013). Les attaques des insectes qui se nourrissent aux dépens de la plante et aussi le changement climatique (Robert, 2019). En plus de ces changements climatiques notamment la baisse de la pluviométrie, il y’a aussi l’émergence des maladies (Gildemacher *et al.*, 2009) d’où les maladies cryptogamiques, bactériennes et virales qui peuvent affecter les feuilles, les racines, les fruits, et le xylème (Melisa et Fahima, 2019) constituent une part non négligeable pour les agrumiculteurs (Prusky et Plumbley, 1992 ; Tanina et Zakia, 2018). Elles expliquent les faibles rendements et les baisses de production des

agrumes (Ooreka, 2020). Les affections dues aux champignons dont les dégâts peuvent être considérés comme importants entre autres la gommose (*Phytophthora* spp.) une des maladies les plus redoutées du monde agrumicole. Elle possède une vaste répartition géographique et des appellations différentes. La maladie se reconnaît à cette sorte de sève que l'arbre exsude et qui finit par ressembler à de la gomme. La Pourriture des racines encore appelée pourridié causée par de nombreux champignons qui s'installent de préférence sur les arbres affaiblis. La maladie apparaît généralement dans des foyers localisés et s'étend, de plus en plus, dans les plantations dont la pourriture à armillaire, à *rosellinia*, à *Sclerotinia*, la pourriture sèche et la pourriture cotonneuse des racines (Jamoussi, 2016). L'anthracnose (*Colletotrichum* spp.) est l'une des principales contraintes économiques pour la production des agrumes (Yann, 2017), couramment appliquée à toute lésion, le champignon infecte les feuilles, les fleurs et les fruits. Il diminue ainsi les rendements des vergers et la qualité des fruits (Dean et al., 2012). La cercosporiose (*Phaeomalaria angolensis*) est une maladie la plus redoutable des agrumes. Les maladies virales les plus dévastatrices dont la Tristeza (*Citrus Tristeza Virus*) est causée par un phytovirus du genre *Closterovirus* qui se développe dans les tissus vasculaires. Il détruit la plupart des plantations, cette maladie se caractérise par la dégénérescence au-dessus du point de greffage, conduisant à la transmission de la sève au niveau des racines entraînant le dépérissement des arbres. La psorose infectieuse cause des chloroses ou mosaïques sur les feuilles. L'écorce de l'arbre présente des écailles, les écoulements de la gomme du fait d'une tumeur (Ooreka, 2020 ; DRAAFM-P, 2013 ; INRA, 2006). La maladie bactérienne causant plus des dégâts en Afrique est la maladie du dragon jaune ou greening appelée encore HuangLongBing (HLB). Les verdissements des agrumes (*Candidatus liberibacter* spp) bloquent la circulation de la sève. Les feuilles jaunissent et les fruits difformes restent verts. L'arbuste finit par mourir sans possibilité de traitement (Beautiful, 2008). Ces pathologies sévissent dans la plupart des zones de production des oranges, des citrons et des mandarines et d'autres cultures à travers le monde (Uaciquete et al., 2013 ; Afouda et al., 2013 ; Wonni et al., 2017). Les dégâts dus à ces maladies se traduisent par des problèmes soit avant et soit après-récolte (Yesuf, 2002). Les symptômes sur les fruits n'apparaissent généralement que quelques mois après la fructification ou soit après la récolte. L'infection post-récolte déprécie la qualité de présentation des agrumes lors de sa commercialisation (Sanders, 1999 ; Diedhiou et al., 2007). Certains se manifestent par des taches rondes superficielles à contours irréguliers et de coloration brune à noir dont certaines coalescent-en de larges taches nécrotiques (Arauz, 2000).

La cercosporiose et l'antracnose sont les plus dévastatrices, qui constituent certainement des contraintes majeures à l'expression des potentialités réelles des agrumes dans les zones de hautes altitudes (Silué *et al.*, 2017). L'expression d'une maladie peut être influencée par de nombreux facteurs dont les interactions peuvent se résumer dans le tétraèdre de la maladie ces facteurs peuvent être notamment les conditions environnementales dans l'exploitation, la biologie de l'agent pathogène, son mode de dispersion et la nature génétique de l'hôte, les interventions du producteur Zadocks, (2001). Nous partons donc au fait que certaines caractéristiques climatiques, physiques (type de sol, altitude), agronomiques (système de cultures, pratiques culturales), biotiques (variétés des populations d'hôtes, présence de l'inoculum) influent de façon déterminante sur la présence et le niveau de l'épidémie dans une région de production donnée. La connaissance de ces caractéristiques permettrait d'amorcer la recherche d'une stratégie de lutte adaptée à chaque contexte agro-écologique, respectueuse de l'environnement et applicable par les petits producteurs des zones tropicales humides (Avelino *et al.*, 2004 ; Thébaud *et al.*, 2006).

Sur le couloir du Lac-Kivu/Est de la RDC, très peu d'études ont été réalisées sur des agrumes pour démontrer l'état phytosanitaire des agrumes (Rubabura et Bajope, 2011 ; Mupenda, 2018). Les agrumes, qui font l'objet de cette étude, comprennent essentiellement certaines espèces du genre *Citrus* à usage commercial dont nous trouvons dans la région : *Citrus sinensis* (L.) Osb., (oranger) ; *Citrus reticulata* Blanco, (mandarinier) ; *Citrus limon* (L.) Burm. F., (citronnier).

Questions

Pour ce faire, ce travail essaiera de répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les caractéristiques des vergers d'agrumes dans le territoire de Kabare et Kalehe sur le couloir du Lac-Kivu, Est de la RDC ?
- Quelles sont les maladies des agrumes observées et leur sévérité ainsi que leur incidence dans le milieu d'étude ?
- Quelle est la compréhension des agrumiculteurs par rapport aux maladies des agrumes dans le territoire de Kabare et Kalehe sur le couloir du Lac-Kivu, Est de la RDC ?

Objectifs

Généralement, ce travail vise à s'acquérir de l'état phytosanitaire de la culture des agrumes pour limiter les risques épidémiologiques dans les zones de production dans le territoire de Kabare et Kalehe sur le couloir du Lac-Kivu, Est de la RDC.

Plus spécifiquement, nous aurons à :

- Évaluer les caractéristiques des vergers d'agrumes sur le couloir du Lac-Kivu dans le territoire de Kabare et Kalehe, Est de la RDC,
- Inventorier les maladies qui attaquent les agrumes dans le milieu d'étude,
- Évaluer l'incidence et la sévérité des maladies des agrumes dans ledit milieu,
- Analyser la compréhension et la perception des agrumiculteurs sur la gestion des maladies des agrumes dans ce milieu.

Hypothèse

Les caractéristiques des vergers d'agrumes ne diffèrent pas sur le couloir du Lac-Kivu dans le territoire de Kabare et Kalehe, Est de la RDC. Les maladies n'attaquent pas les agrumes et leur sévérité est moindre ainsi que leur incidence. La compréhension et la perception des agrumiculteurs sur la gestion des maladies des agrumes ne sont pas claires dans le milieu d'étude.

Choix et intérêts

L'intérêt de ce travail a un triple aspect :

- Le premier aspect est l'intérêt scientifique : cette recherche détaille l'horticulture surtout l'arboriculture fruitière orientée sur les agrumes et leur phytopathologie. Aussi, elle analyse la compréhension des agrumiculteurs par rapport aux maladies des agrumes dans le territoire de Kabare et Kalehe sur le couloir du Lac-Kivu, Est de la RDC.
- Le second aspect de ce travail est socio-économique : il va permettre aux agrumiculteurs d'améliorer leurs revenus après avoir eu connaissance des attaques des pestes et des maladies en adoptant des moyens de lutte efficace et intégrée contre ces maladies et ravageurs.
- Le troisième aspect est personnel : ce travail améliore mes capacités dans les domaines d'horticulture surtout arboriculture fruitière et en phytopathologie des agrumes.

Délimitation spatio-temporelle

La délimitation spatio-temporelle de notre travail se présente comme suit : notre milieu d'étude est les 6 groupements de Mudaka, de Bushumba, de Lugendo, de Luhihi, de Bugorhe, d'Irhambi-Katana situés dans le territoire de Kabare et les 3 groupements de Buzi, de Mbinga-Sud et de Mbinga-Nord dans le territoire de Kalehe. Notre période d'étude va d'Avril 2022 à Juillet 2023.

En gros, notre méthode d'étude est l'échantillon aléatoirement stratifié couplée aux observations sur le terrain et à l'enquête semi structurée par questionnaire.

Subdivision du travail

Hormis introduction et la conclusion, ce travail comprend trois chapitres : le chapitre premier est la revue de la littérature donnant un aperçu sur les maladies et la culture des agrumes. Le second chapitre traite la méthodologie expliquant les méthodes pour atteindre les objectifs et décrit le milieu d'étude de ce travail. Le troisième chapitre présente les résultats et la discussion de ces résultats.

CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTÉRATURE

1.1. GÉNÉRALITÉ SUR L'ÉTAT PHYTOSANITAIRE DES AGRUMES

1.1.1. LES MALADIES FONGIQUES

1.1.1.1. LA CERCOSPORIOSE DES AGRUMES

1.1.1.1.1. Origine et distribution géographique

La cercosporiose des agrumes a été signalée pour la première fois en Angola et au Mozambique en 1952 par De Carvalho et Mendes. L'agent responsable a alors été nommé *Cercospora angolensis*. Quelques années plus tard, la maladie a été signalée au Zaïre (actuelle RDC) en 1966, en RCA en 1968. Elle a été observée pour la première fois au Cameroun en 1969, au Congo en 1971 et au Gabon en 1973 (Kuate, 1997 ; Seif et Abd El-Samad, 2001 ; EPPO, 2006 ; Harling et al., 2010 ; Eunice, 2011). En 1978, elle a fait son apparition au Nigéria et a connu ainsi une expansion rapide dans 21 pays en Afrique, au sud du Sahara et au Yemen constituant ainsi une sérieuse menace pour les productions agrumicoles de ces pays (Bella-Manga, 1998 ; Yesuf, 2002 ; Golda, 2011). En 2006, la présence de la cercosporiose a été confirmée en Sierra Léone (Harling et al., 2010), preuve de sa progression vers des zones jusque-là indemnes de maladie (Loeillet, 2006).

1.1.1.1.2. Classification et description du pathogène

D'abord identifié comme *Cercospora angolensis* en 1953, il a été observé plus tard que les conidies pigmentées peuvent être solitaires ou disposées en chaînettes simples ou ramifiées de 2 à 4 conidies. La formation des conidies en chaînettes a conduit à la renommation du champignon en *Phaeoramularia angolensis* (De Carvalho et Mendes) P.M. Kirk (Yesuf, 2002). Le champignon a été nommé plus tard *Pseudophaeoramularia angolensis* à cause des hiles conidiens minces (Crous et al., 2000). En 2003 ce champignon a été affecté au genre *Pseudocercospora* à cause de la morphologie de son conidiophore qui a été jugée similaire à celle des autres *Pseudocercospora*. En outre, ce classement a été confirmé à la suite d'analyses moléculaires (Pretorius et al., 2003). Il est à présent nommé *Pseudocercospora angolensis* (T. Carvalho & O. Mendes) Crous & U. Braun. (Imbert, 2007 ; Golda, 2011). Actuellement on ne connaît ni race physiologique, ni pathotype identifié, ni forme sexuée pour cette espèce (Daniella, 2011 et Lanbuithingoc, 2009).

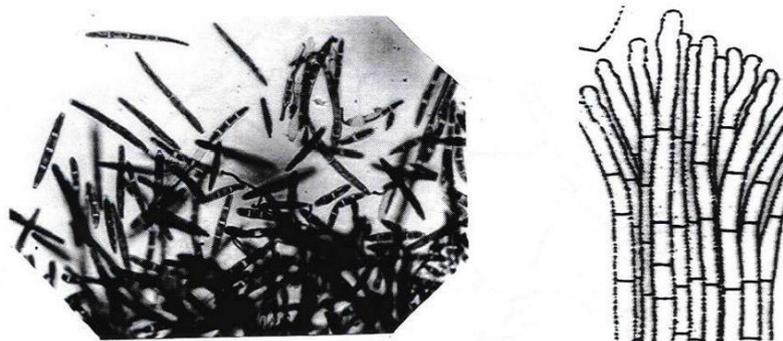


Figure 1: Conidies de *P. angolensis*

(Yesuf, 2002 ; Kuate, 1997)

1.1.1.1.3. Cycle de développement de la maladie

Les mécanismes de survie en milieu naturel ne sont pas maîtrisés (Yesuf, 2002). Une sporulation abondante est notée en conditions d'humidité, mais pendant la saison sèche, on note une activité ralentie. (Kuate, 2003). Les feuilles infectées constituent la principale source d'inoculum dans les vergers, tandis que les fruits sont une source subsidiaire. Les fruits joueraient un rôle plus important dans l'infection inter-fruits au sein d'un arbre (Ndo, et al., 2010). Les facteurs qui affectent le développement de la maladie ont été effectuées au Kenya, en Ethiopie et en Guinée Conakry (Eshetu ,1999 ; Sankaréla, 2003). Les attaques les plus sévères de *P. angolensis* se font sur les organes jeunes. Les feuilles seraient plus réceptives pendant les 8 premières semaines. Toutefois, cette baisse de sensibilité se vérifie moins (surtout pour les fruits) lorsqu'ils sont soumis à de longues périodes d'humidité. La pluie ou l'eau semblent jouer un rôle clé dans le développement de la maladie. En effet l'incidence de la maladie augmente pendant les périodes humides (Daniella, 2011 ; ITB/SEDA, 2017)

1.1.1.1.4. Epidémiologie de la maladie

La biologie de *P. angolensis* est très peu connue. On suppose que les conidies sont responsables de l'infection, puisque le champignon n'est connu que sous sa forme anamorphe (Chung et Timmer 2009). L'action d'un certain nombre de facteurs est requise pour qu'une infection donne lieu à une épidémie, il s'agit des facteurs environnementaux (climat, conditions physiques et biologiques du milieu) et des facteurs liés à la plante hôte et au parasite (Ndo et al., 2010 et Zadock, 2001)

En laboratoire, une étude sur quelques facteurs qui influencent l'infection des agrumes par *Phaeoramularia angolensis* a montré que l'infection sur feuilles est dépendante d'une grande quantité d'inoculum, de périodes de forte humidité excédant 24h et de températures modérées autour de 25°C, (Seif et Hillocks, 1998). En champ, l'étude du développement de la

cercosporiose dans le temps a été réalisée au Cameroun en zone forestière humide de moyenne altitude (Kuate, 1997) et en zone de haute altitude (Eunice, 2011). L'expression parasitaire a également pu être observée à différentes altitudes variant de 80 à 1250m (Kuaté *et al.*, 2002). Il est convenu que le vent, insectes assurent la dispersion des conidies en générale la contamination se fait à travers la dispersion de gouttelettes d'eau. Sur de grandes distances, la propagation de la maladie est assurée par l'homme. En effet, on constate une augmentation de l'incidence de la maladie avec une élévation en altitude (Yesuf, 2002 ; Ndo, 2011 et Diallo, 2003 ; Rappilly, 1991)

1.1.1.1.5. Symptômes de la maladie

La maladie attaque les fruits et les feuilles de tout âge, ainsi que les branchettes non aoûtées. Elle cause sur ces organes de nombreuses lésions, de tailles et de formes variables (Yesuf, 2002). Sur les jeunes organes, les attaques sont plus sévères. Les lésions sur feuilles et fruits sont souvent circulaires et leur diamètre peut atteindre 10 cm. Elles ont généralement un centre brun ou grisâtre entouré d'un halo jaune. Le centre prend une teinte noirâtre lors de la sporulation qui survient généralement en saison de pluies. Sur feuilles, le centre de la lésion se perforé parfois, laissant un trou rond. Les fruits attequés ont une surface rigide et une faible teneur en jus. Ils sont impropres à la commercialisation et même à consommation locale (Yesuf, 2002). Des études ont montré une diminution du rendement en huiles essentielles allant jusqu'à 40%, en fonction de la gravité des attaques (Kuate *et al.*, 2003). Les attaques sur jeunes fruits peuvent provoquer la déformation ou l'éclatement du fruit au niveau de la lésion.



Figure 2: les symptômes de la Cercosporiose des agrumes

Légende : (a), Lésions causées par *P. angolensis* sur fruits de pomélo ; (b), sur l'oranger ; (c), sur limettier ; (d), lésions sur jeunes feuilles ; (e), lésions sur feuilles âgées de pomélo ; (f), Perforation du limbe d'un pomélo et (g), éclatement du fruit d'orange suite à une attaque par *P. angolensis* dans des vergers situés en zones humides

1.1.1.1.6. Prévention et moyens de lutte

a) Lutte chimique

La lutte contre cette maladie est essentiellement basée sur l'utilisation des produits chimiques. Les fongicides cupriques (oxyde de cuivre ou hydroxyde de cuivre) et les benzimidazoles (bénomyl) ont donné de bons résultats. Cependant, pour éviter le phénomène de résistance au bénomyl survenu dans plusieurs pathosystèmes, des traitements alternant le bénomyl (fongicide systémique) et l'hydroxyde de cuivre (fongicide de contact multisite) sont très conseillés (Bella-Manga, 1998). Au Kenya, ce sont les triazoles (fluzilazole) qui sont préconisés (Seif et Hillocks, 1999). En Ethiopie, l'utilisation du Benlate (bénomyl), du Score (difénoconazole) ou du Cuproxat (sulfate de cuivre) a permis de réduire l'incidence et la sévérité de la maladie (Yesuf, 2007). En Guinée, l'utilisation du Benlate en alternance avec le Dithane M-45 (80% de manèbe) est préconisé pour éviter le développement des résistances (Sankaréla, 2001).

Ces traitements sont effectués tous les 15 jours pendant la saison fruitière, dès la nouaison et jusqu'à la récolte (Kuate, 2003 ; Yesuf, 2007).

b) Utilisation des huiles essentielles

Les propriétés antifongiques des huiles essentielles ont été démontrées dans plusieurs études. Ces composés naturels d'origine végétale ont en effet été utilisés dans la lutte contre plusieurs maladies et ravageurs (El Ajjouri *et al.*, 2008 ; Mawussi *et al.*, 2009). Des travaux ayant pour but de tester l'effet des huiles essentielles d'agrumes ont permis de constater que la croissance mycélienne de ce champignon était fortement inhibée par les huiles extraites de lime Tahiti (*Citrus latifolia*) et du citronnier Eurêka (*C. limon*) (Jazet-Dongmo *et al.*, 2002). Ces deux variétés sont classées dans le groupe des génotypes peu sensibles à la cercosporiose. Par contre, les huiles essentielles des autres variétés peu sensibles n'ont provoqué qu'une faible inhibition de cette croissance mycélienne. Ces travaux ont permis par la suite d'étudier la possibilité d'exploiter les huiles essentielles de *C. latifolia* dans la lutte contre *P. angolensis* (Jazet-Dongmo *et al.*, 2008). L'effet des huiles essentielles d'autres espèces telles *Eucalyptus camaldulensis* et *E. saligna* ainsi que *Callistemon citrinus* et *C. rigidus* sur *P. angolensis* a également été démontrée (Jazet-Dongmo *et al.*, 2009). L'utilisation des huiles essentielles des génotypes résistants à la cercosporiose a été envisagée pour la recherche visant à identifier les sources de résistance des espèces d'agrumes (Kuate *et al.*, 2006).

c) Mesures d'assainissement et pratiques culturales

Des mesures d'assainissement telles que la collecte et la destruction des feuilles, fruits, branches et plants malades ont été recommandées au Kenya. Ces mesures, qui visent à diminuer

l'inoculum primaire afin de faire baisser l'incidence de la maladie, ont également été largement utilisées (Eshetu, 1999 ; Daniella, 2011). D'autres pratiques visant à créer un environnement défavorable à l'agent pathogène ont été recommandées.

- La plantation des haies vives autour des vergers. Ces derniers joueraient un rôle de brise-vent et permettraient ainsi de minimiser l'impact du vent principal facteur de dispersion des conidies
- L'émondage ou l'élagage des plants permettrait une aération de la canopée des arbres afin d'éviter des microclimats d'humidité favorables à la maladie (Yesuf, 2007). L'efficacité de toutes ces mesures n'a pas encore été démontrée.

1.1.1.2. L'ANTHRACNOSE DES AGRUMES

1.1.1.2.1. L'origine et répartition géographique

La maladie d'anthracnose a été signalée pour la première fois par Butler en 1918 sur le caféier ; le terme anthracnose est couramment appliqué à toute lésion sur fruit qui contient des acervules de *Colletotrichum*. *Colletotrichum* sp. étaient récemment inclus dans la liste des 10 plus importants champignons pathogènes dans le monde, sur la base de connaissances scientifiques et importance économique (Dean et al., 2012). Ils peuvent infecter plus de 30 genres de plantes (Perfect et al., 1999, Damm et al., 2012a, Farr et Rossman, 2017), provoquant la maladie de l'anthracnose et la dégradation post-récolte sur un large éventail de fruits tropicaux, subtropicaux et tempérés, les herbes, les cultures maraîchères et les plantes ornementales (Crouch et al., 2009, Lima et al., 2011, Damm et al., 2012b, Anderson et al., 2013, Crous et al., 2016, Guarnaccia et al., 2017, De Silva et al., 2017). Récemment, diverses infections sur agrumes causées par *Colletotrichum* spp. fortement compromise dans différents pays Africains (Aiello et al., 2015, Perrone et al., 2016). Des symptômes ont été observés sur des orangers cultivés en Tunisie (Rhaïem et Taylor, 2016).

L'agent causal de l'anthracnose des agrumes est la forme asexuée de *Colletotrichum gloeosporioides* et de *Colletotrichum acutatum* (Guarnaccia et al., 2017). *Colletotrichum gloeosporioides* a été signalé pour la première fois à Deodoro au Brésil en 1937 et a été proposé pour la première fois sous le nom de *Vermicularia gloeosporioides* (Halima, 2018).

1.1.1.2.2. Classification et description du pathogène

Colletotrichum a été décrit à l'origine sous le nom de *Vermicularia* par Tode en 1790, mais plus tard il a été révisé comme *Colletotrichum* par Corda en 1837. *Colletotrichum* a été classé dans "Melanconiales" sous "Coelomycetes" (Tanina, 2018). *Colletotrichum* est un genre asexué,

classé parmi les champignons imparfaits (Dean et al., 2012 ; Medaouar, 2018.). *Colletotrichum* se distingue de *Vermicularia* par la présence de soies marginales par rapport aux soies dispersées dans les conidiomata de *Vermicularia* (Zahra, 2017).

Cependant, Duke en 1928 avait précédemment démontré que la structure et la forme conidiomatiques, la présence / absence de soies et leur disposition à l'intérieur de l'acervule sont extrêmement variables et n'ont aucune signification taxonomique au niveau du genre. Cela a entraîné le transfert d'un grand nombre d'espèces de *Vermicularia* à *Colletotrichum* (Cannon et al., 2012).

Le nombre d'espèces peut varier de 29 à plus de 700, mais seulement 66 espèces ont été répertoriées comme étant actuellement utilisées (Von Arx en 1957 ; Hyde et al., 2009). L'identité de nombreuses espèces est discutable, tandis que les grands complexes d'espèces sont supposés contenir diverses espèces (Sreenivasaprasad et Talhinas, 2005 ; Phoulivong et al., 2010)

Tableau 1: Taxonomie de l'agent pathogène

	Selon (Rodriguez et Redman, 2008)	Proposition d'Ajay, (2014)
Règne	-	Champignons
Division	<i>Ascomycota</i>	<i>Ascomycota</i>
Classe	<i>Sordariomycètes</i>	<i>Sordariomycètes</i>
Ordre	<i>Glomerellales</i>	<i>Phyllachorales</i>
Famille	<i>Glomerellaceae</i>	<i>Phyllachoraceae</i>
Genre	<i>Colletotrichum</i>	<i>Colletotrichum</i>
Espèce	<i>C. acutatum</i> et <i>C. gléosporioides</i>	<i>Gloeosporioides</i>
Nom scientifique	-	<i>C. gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. & Sacc
Télomorphe	-	<i>Glomerella cingulata</i> (Stoneman) Spauld. & H. Schrenk

a) *Colletotrichum gloeosporioides*

Les colonies de *Colletotrichum gloeosporioides* sont circulaires et extrêmement variables, effusé, laineuses ou cotonneuses sur les milieux de culture, d'une couleur caractéristique, c'est-à-dire brun pâle ou blanc grisâtre avec des taches rosâtres ; brun foncé inversé avec des taches vives. Les Seteas abondante ou non en acervule de 80-100 µm de long. Les Conidies sont droites, cylindrique, obtus au sommet, porté sur des phialides dans les conidiomata acervulaires. Les Appressoria, claveté ou irrégulière ; le mycélium est hyalin (Jiang et al., 2011 ; Vidyalakshni, et al., 2013 ; Hubballi, et al., 2011 ; Ajay, 2014)

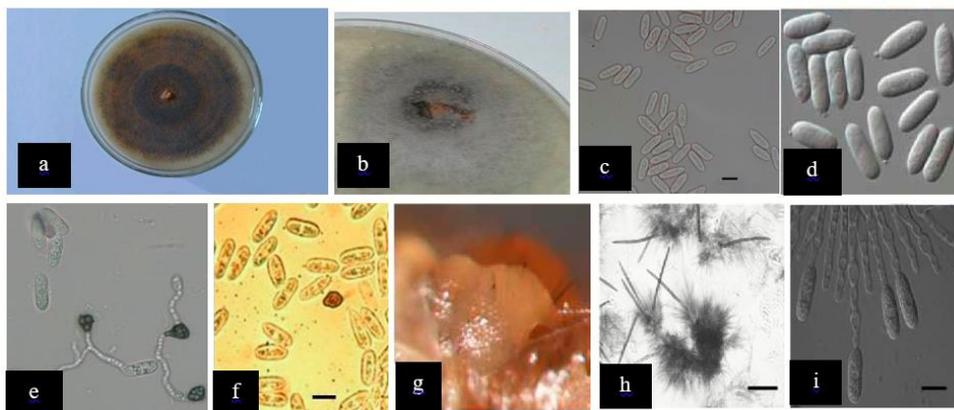


Figure 3: *Colletotrichum gloeosporioides*.

Légende : (a, b), Colonie sur PDA ; (c, d), Conidies ; (e, f), Appressorium (aprésoria), masse noire, émergeant d'une conidie ; (g), conidiomata ; (h), acervule ; (i), conidiophore, - Barres d'échelle = 10 µm (Damm et al., 2010 ; Huay et al., 2011 ; Jiang et al., 2011 ; Taheri et al., 2016).

b) *Colletotrichum acutatum*

C. acutatum, couvre d'une masse de conidies de couleur rose à orange. La production primaire de conidies se fait dans les acervules ; cependant, *C. acutatum* est également capable de former des conidies à la surface des feuilles vivantes (Leandro et al., 2001). Les conidies sont généralement ellipsoïdes et fusiforme, au moins à une extrémité, plutôt que d'avoir typiquement les deux extrémités arrondies comme *C. gloeosporioides* (Adaskaveg et al., 2000). Les conidies ont une taille de 8 x 2,54 µm, fusiformes, à paroi mince et hyalines. Le stade sexuel de certains sous-groupes génétiques de *C. acutatum* a été caractérisé dans des conditions de laboratoire et a été désigné comme *Glomerella acutata* (Guerber et al., 2001). Guerber (2003) a trouvé qu'un grand nombre d'isolats de divers hôtes étaient capables de s'accoupler et de former périthèces matures en culture.

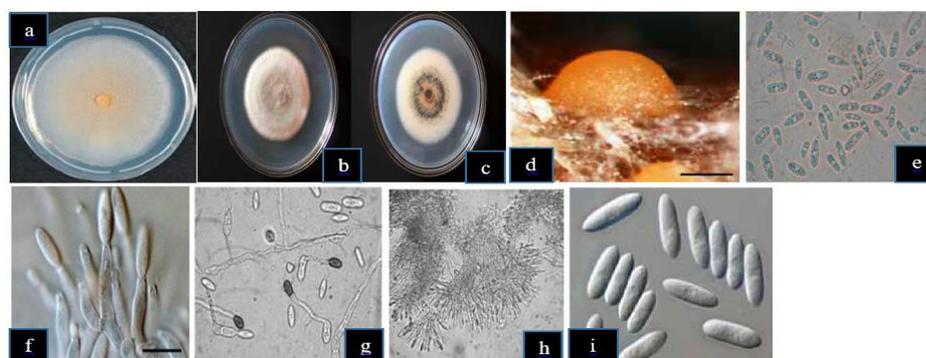


Figure 4: Aspect culturel de *Colletotrichum acutatum* sur PDA.

Légende : (a) Culture sur milieu de culture ; (b) sommet de la culture ; (c) le fond de la culture ; (d), conidiomata ; (e, i) conidies ; (f), conidiophore ; (g) appressoria ; (h) acervule ; (e), appressoria (Damm et al., 2010 ; Svetlana et al., 2010 ; Huay et al., 2011 ; Jiang et al., 2011, Woudenberg et al., 2012).

1.1.1.2.3. Cycle de développement de la maladie et biologie

Le cycle de vie de ce pathogène commence par la germination des spores à la surface de la plante pour former des structures d'infection mélanisées appelées appressoria suivie par la pénétration du tissu hôte. A ce stade, des hyphes d'infection épaisse sont produites dans les cellules infectées primaires, ce stade est appelé stade biotrophique de l'infection. Après cela, le champignon se transforme soudainement en phase nécrotrophe d'infection qui se caractérise par la formation d'hyphes secondaires minces provenant des hyphes primaires et ce sont ces hyphes secondaires qui commencent à coloniser les cellules voisines et qui finissent par entraîner le développement de lésions visibles à la surface de site d'infection. Enfin, les spores sont formées à la surface des tissus infectés, puis elles sont dispersées par les insectes, le courant d'air et les éclaboussures d'eau pour commencer un autre cycle d'infection (Munch et al., 2008 ; Timmer et al., 2000).

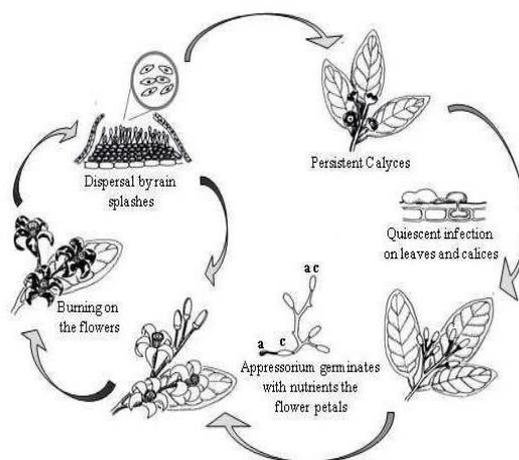


Figure 5: Cycle de vie de *C. acutatum* sur agrumes.

(Adapté de PERES, 2005)

1.1.1.2.4. Épidémiologie de la maladie

La transmission la plus naturelle est probablement par des conidies, bien que des appressoria, des fragments d'hyphes et des cellules à paroi épaisse de type appressorium puissent également jouer un rôle. La dispersion locale semble être au moins principalement due aux éclaboussures d'eau, avec des propagules qui hivernent parfois dans le sol pour affecter les cultures plantées les années suivantes (Nait, 2018). L'organisme pousse sur du bois mort dans la canopée, et il se

propage sur de courtes distances par des éclaboussures de pluie, de la rosée abondante et de l'irrigation par le haut. Les spores sexuelles, bien que moins nombreuses, sont importantes pour la dispersion sur de longues distances en raison de leur capacité à être en suspension dans l'air. Une fois que les spores ont germé, elles forment une structure de repos qui leur permet de rester en dormance jusqu'à ce qu'une blessure (Serrano *et al.*, 2010)

1.1.1.2.5. Symptômes de la maladie

a) Symptômes de *Colletotrichum gloeosporioides*

Les symptômes communs sont une zone plus ou moins circulaire, plate, de couleur beige clair avec une marge pourpre proéminente, qui, à une phase ultérieure de l'infection, montrera les fructifications du champignon (minuscules taches noires dispersées). Les lésions sont des taches brunes à noires de 1,5 mm ou plus de diamètre. La pourriture est habituellement ferme et sèche, mais si elle est assez profonde, elle peut ramollir le fruit. Si elles sont conservées dans des conditions humides, les masses de spores sont roses pour le saumon, mais si elles sont gardées au sec, les spores apparaissent de brun à noir. Sur les fruits éthérés de l'éthylène, les lésions sont plates et de couleur argent avec une texture coriace. Sur les fruits déverdis, une grande partie de la croûte est affectée. Les lésions deviendront éventuellement brunes à gris noir et entraîneront une pourriture molle (Antony, 2013)

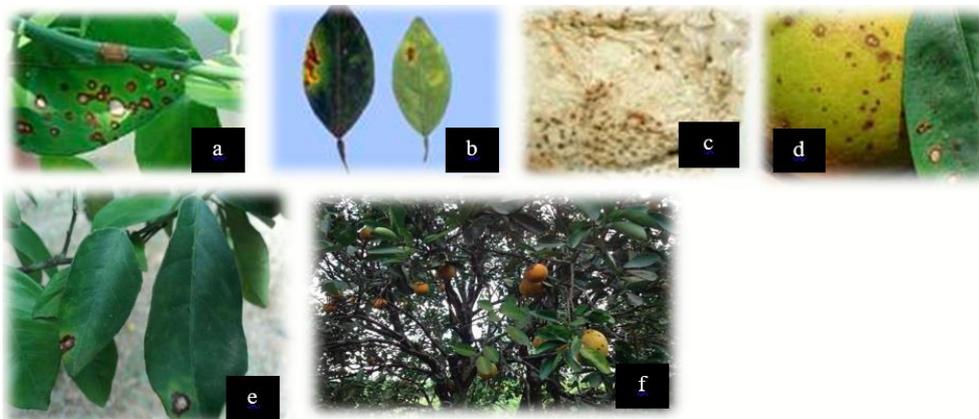


Figure 6: Symptômes de *Colletotrichum gloeosporioides* sur agrumes

Légende : a,b,d,e. sur feuilles ; c, rameau ; d, sur fruit (Barel et Faivre, 2013 ; Kidist, 2015).

b) Symptômes de *Colletotrichum acutatum*

Les symptômes foliaires sont visibles sous forme des taches nécrotiques qui peuvent produire des trous de tir si les zones nécrotiques tombent. Dans les infections sévères, les feuilles et les jeunes pousses entières peuvent devenir complètement abîmées et tomber. De plus, les pointes des pousses peuvent mourir et la déformation des feuilles peut survenir. L'infection des jeunes

fruits entraîne généralement une chute prématurée. Les infections tardives produisent des lésions souvent grandes et profondes accompagnées de distorsion des fruits (Timmer *et al.*, 2005 ; Antony, 2013).

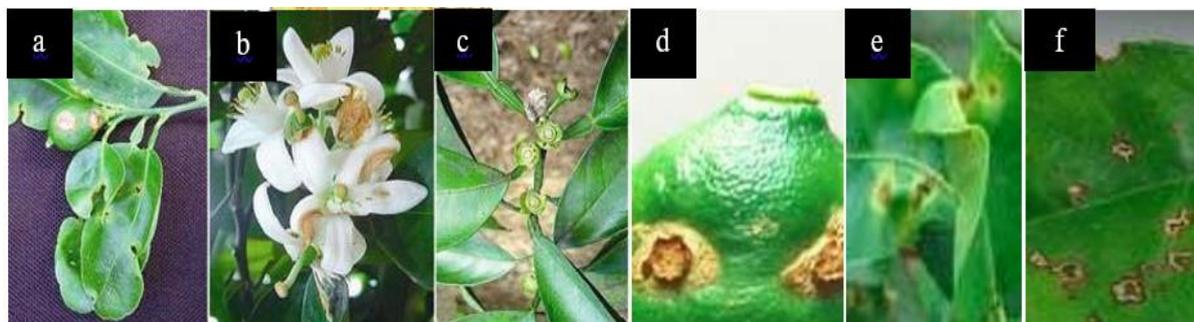


Figure 7: Symptômes causés par *Colletotrichum acutatum* sur les agrumes

Légende : a,d,e,f : lésions sur les feuilles et fruits avant la récolte; b : fleurs d'orange douce infectées; c : calices persistants après la chute des fruits (Timmer *et al.*, 2005 ; Barel et Faivre, 2013)

1.1.1.2.6. Prévention et moyens de lutte

a) Lutte préventive

Choisir des variétés de plantes résistantes si possible et utilisez des graines cultivées qui n'ont pas été exposées à la maladie. Si ce problème fongique est commun, ne sauvegardez pas vos propres graines dans les plantations. Éviter la propagation de la maladie, gardez-vous hors des jardins lorsque les plantes sont humides et désinfecter tous les outils de jardinage (une partie d'eau de Javel pour 4 parties d'eau) après utilisation (<https://www.planetnatural.com/pest-problem-solver/plant-disease/anthracnose/>, 2023).

La sélection à la volée de fruits qui montrent déjà une certaine couleur, ou retarder la récolte jusqu'à ce que la plupart des fruits se colorent naturellement, réduit le temps d'exposition à l'éthylène et aide ainsi à prévenir l'antracnose (Timmer *et al.*, 1998 cités par Eunice, 2018).

b) Lutte chimique

La méthode chimique consiste à pulvériser des fongicides dans les vergers, la pulvérisation d'un fongicide n'était pas recommandée pendant la saison des pluies. Vaporisateur fongicide s'applique à l'intervalle de 14-28 jours dans le verger. Il existe divers fongicides qui sont utilisés comme fongicides de pré-récolte, par exemple l'hydroxyde de cuivre, le mancozèbe et les produits de sulfate de cuivre (ceux-ci sont couramment utilisés de la floraison à la récolte). Le fongicide Prochloraz est utilisé lorsque les conditions météorologiques favorisent l'infection de *C. gloeosporioides*. Les applications en pré-récolte des traitements au bénomyl ou post-récolte avec du thiabendazole (ou les deux) et le stockage du fruit à des températures inférieures à 10°C aident aussi à contrôler l'antracnose. (Dirou et Stovold, 2005 ; Timmer, 1998)

c) Lutte biologique

Les méthodes de lutte biologique contre les maladies à *Colletotrichum* font maintenant l'objet d'une attention croissante, bien que le potentiel du contrôle biologique par l'effet des antagonistes de la phyllosphère se soit réalisé depuis un certain temps (Golda, 2011).

1.1.1.3. LA FUMAGINE

1.1.1.3.1. Agent causal

Maladie cryptogamique causée par un champignon de type *Capnodium oleaginum* ou *Fumago salicina*. (Isabelle, 2021). Bien connue des agrumiculteurs, la fumagine n'est pas très grave en soi mais elle est souvent la conséquence d'une attaque de parasites plus gênants comme les pucerons ou les cochenilles. Les spores de *Capnodium oleaginum* ou *Fumago salicina* se développent sur le miellat sucré des pucerons ou des cochenilles (Scot, 2019).

1.1.1.3.2. Épidémiologie et symptômes

La principale cause du développement de la fumagine est la présence d'insectes et de parasites comme les pucerons, les aleurodes et les cochenilles. Ces derniers développent un miellat sucré et collant qui permet au champignon appelé *Capnodium oleaginum* ou *Fumago salicina* de venir se déposer et de se développer rapidement, formant ainsi une couche noire sur les feuilles. Rarement dangereuse pour la plante, la fumagine peut néanmoins réduire la photosynthèse lorsqu'elle recouvre l'ensemble des feuilles sur une forte épaisseur. C'est alors qu'elle vient à asphyxier la feuille qui finit par dépérir. En revanche, lorsque la fumagine ne représente que quelques taches noires les dégâts sont souvent très limités (Scot, 2019). Dépôt noirâtre ressemblant à de la suie qui se développe sur le miellat sécrété par des insectes « piqueurs - suceurs » de sève, comme les pucerons, les aleurodes, les thrips... et qui finit par asphyxier les feuilles du nit par asphyxier les feuilles (Isabelle, 2021).



Figure 8: la fumagine sur les feuilles des agrumes.

(D'après [Scot, 2019](#))

1.1.1.3.3. Traitement

a) Traitement préventif

Il n'y a pas vraiment de traitement préventif contre la fumagine et lorsqu'elle apparaît c'est souvent le moment du constat. Mais quelques gestes permettent de limiter les risques de la voir apparaître. Assurez-vous que la plante est bien nourrie et bien arrosée. Une plante fragilisée par une terre pauvre ou un manque d'eau est une plante vulnérable, Diversifiez les plantes et fleurs dans votre jardin, c'est le meilleur moyen de leur offrir une protection naturelle contre les maladies ([Nelson et Eric, 2019](#)).

b) Traitement chimique

C'est assez simple, une pulvérisation sur les feuilles avec de la bouillie bordelaise devrait suffire pour faire disparaître la fumagine. À renouveler 1 ou 2 fois si besoin. Un remède efficace contre la fumagine consiste aussi à lutter contre les insectes qui en sont responsables ([Nelson et Eric, 2019](#)). Une fois la plante traitée et débarrassée de ces parasites encombrants, il convient de nettoyer le feuillage. Afin de lui redonner toutes les chances de jouer pleinement son rôle. Vous utiliserez pour cela un chiffon imbibé d'eau légèrement savonneuse à base de savon noir, puis vous rincerez ensuite à l'eau clair ([Scot, 2019](#)).

1.1.2. LA MALADIE VIRALE

1.1.2.1. LA TRISTEZA

1.1.2.1.1. Origine et répartition géographique

La tristeza a été détectée pour la première fois au Brésil en 1937. En raison de l'utilisation généralisée des oranges amères comme porte-greffes, elle a engendré la mort de neuf millions d'orangers (sur un total de 11 millions). Cette maladie a eu un impact significatif uniquement sur les variétés les moins tolérantes comme l'orange douce ([Antonio, 2001](#)).

Le nom de « *tristeza* », qui signifie « tristesse » en portugais et en espagnol, lui a été donné par les agriculteurs du Brésil et d'autres pays d'Amérique du Sud en référence aux ravages causés par cette maladie dans les années 1930. Le vecteur le plus efficace de la transmission de ce virus est un puceron, *Toxoptera citricida*, ou puceron brun des agrumes ([NCBI, 2021](#)). Le Citrus Tristeza Virus (CTV) est l'agent pathogène responsable des plus grandes pertes économiques de la filière agrumicole dans le monde. Au cours du 20^e siècle, la maladie a détruit 70 millions d'arbres d'agrumes greffés sur bigaradier dans le monde ([Agrimaroc, 2019](#)).

Au Brésil, le danger est probablement plus grand qu'ailleurs car le vecteur, est déjà présent. En cas de pénétration, le reste de l'Amérique du Sud, puis l'Amérique du Nord, seraient menacés. La migration vers le nord de l'aphide vecteur de la *tristeza* des agrumes, *Toxoptera citricidus*, illustre ce danger potentiel. La présence de la maladie et de ses vecteurs au Pakistan et dans la péninsule arabe représente un danger analogue pour les pays méditerranéens. Il existe un danger réel que le vecteur asiatique, *D. citri*, se déplace depuis l'Arabie, ou la Réunion et l'île Maurice, et gagne, via Madagascar, le continent africain, pour s'y établir en compagnie de la forme africaine existante. Dans ce cas, la production d'agrumes dans les zones plus chaudes et sèches serait à son tour menacée (FAO, 2003).

Au niveau mondial, la maladie est répandue en zone tropicale sur tous les continents où elle est considérée comme dévastatrice (Fontaine, 2020).

1.1.2.1.2. Classification et description du pathogène

Tableau 2: classification du pathogène de la tristeza

Royaume	Riboviria
Règne	Orthornavirae
Embranchement	Kitrinoviricota
Classe	Alsuviricetes
Ordre	Martellivirales
Famille	Closteroviridae
Genre	Closterovirus
Espèce	<i>Citrus tristeza virus</i>

Le virus de la Tristeza des agrumes est constitué de virions en forme de longs filaments flexueux hélicoïdaux de 2000 nm de longueur et 12 nm de largeur, avec deux protéines de capsid enveloppant la première (CP) une extrémité et essentiel du corps (plus de 95 %) et la seconde (CPm) l'autre extrémité. C'est le plus grand des phytovirus à ARN connus. (NCBI, 2021 et Tatineni et al., 2004)

1.1.2.1.4. Épidémiologie

L'infection par le Citrus Tristeza Virus se manifeste à plusieurs niveaux. Les symptômes dépendent de l'intensité de la maladie, c'est-à-dire du pouvoir pathogène de la souche virale, mais aussi de la sensibilité du porte-greffe ou du greffon (Agrimaroc, 2019). Le virus se développe dans les tissus vasculaires. Il est diffusé de deux manières, soit par du matériel végétal infecté, soit par différentes espèces de pucerons (*Toxoptera citricida*, *T. aurantii*, *Aphis gossypii* et *A. spiraecola*). Les pucerons acquièrent le virus en quelques secondes lors d'un prélèvement de sève contaminée. Ils sont attirés par les bourgeons tendres et riches où ils se

développeront en colonies abondante (Fontaine, 2020). Ces pucerons sont ensuite capables de transmettre le CTV pendant 1 à 2 jours. Le vecteur le plus important est le puceron brun des agrumes (*Toxoptera citricida*) dont la vitesse d'avancement est estimée à 300 km par an ; La propagation peut aussi se faire lors du transport (même de longue distance) de matériel végétal et de fruits dont les pédoncules sont infectés. (Agrimaroc, 2019). La contamination du matériel végétal peut survenir lors du greffage ou pendant les travaux de tailles, sans désinfection des outils entre chaque arbre. Il est donc important d'analyser rapidement les arbres suspects en cas de doute, d'autant qu'il peut y avoir co-infection HLB/CTV sur les arbres âgés (Fontaine, 2020).

1.1.2.1.5. Symptômes

Les principaux symptômes sont le jaunissement des feuilles et l'éclaircissement en tirets des nervures (observé à contre-jour), la diminution de vigueur du plant, une défoliation prononcée (chute des feuilles), un rabougrissement et dans certain cas, un dépérissement pouvant aller jusqu'à la mort brutale des arbres (« Quick decline »). Ce dépérissement foudroyant est causé par une nécrose des vaisseaux conducteurs au-dessous de la zone de greffe. Les fruits, quant à eux, sont de petits calibres et de mauvaise qualité. Cette maladie est, comme la maladie du HuangLongBing (HLB), présente dans les vergers. Les principaux symptômes de ces 2 maladies peuvent être confondus entre eux (jaunissements des feuilles et leurs chutes précoces) (Fontaine., 2020). Chez certaines espèces, les nervures des feuilles s'éclaircissent ou, au contraire, prennent un aspect bronzé, lorsqu'un morceau d'écorce est prélevé au-dessus de la greffe, sa face intérieure présente de nombreux petits trous, des stries verticales ou des dessins polygonaux. Ce phénomène est appelé « stem pitting », La floraison est plus précoce. Les jeunes arbres atteints de Citrus Tristeza Virus portent des fruits 1 à 2 ans avant leurs homologues sains. Les espèces sensibles mises sur porte-greffes tolérants peuvent aussi présenter des symptômes tels que les stries du bois, le rabougrissement et la diminution des rendements (Agrimaroc, 2019).



Figure 9: Symptômes de Tristeza.

(Photo prise par Fontaine, 2020)

1.1.2.1.6. Moyen de lutte

Il est recommandé de ne pas importer de produits des pays où le virus est fortement présent. L'une des stratégies de prévention, nommée prémuniton, consiste à inoculer les plantes-mères avec des souches non infectieuses 4 à 6 mois avant le prélèvement des bourgeons et scions et la réalisation des greffes. Les plantes-mères doivent ensuite être placées sous des filets anti-insectes. Surveiller la dynamique des populations de pucerons vecteurs du Citrus Tristeza Virus est aussi un moyen de prévenir la maladie. Il existe divers produits à base de lambda cyhalothrine, de la famille des pyréthrine, permettant de lutter contre les pucerons des agrumes. (Agrimaroc, 2019). Privilégier des plants provenant d'une pépinière agréée. Maintenir un couvert végétal permanent pour conforter la faune auxiliaire qui agira contre les pucerons. En effet, plusieurs prédateurs comme les coccinelles, les syrphes, les hémérobes mais aussi des parasitoïdes naturels seront présents pour neutraliser les sources de pucerons. Éliminer obligatoirement les arbres atteints afin d'éviter l'apparition d'un foyer de multiplication sur la parcelle. Les mesures d'assainissement sont également à poursuivre (Fontaine, 2020).

1.1.3. LA MALADIE BACTÉRIENNE

1.1.3.1. LE GREENING

1.1.3.1.1. Origine et répartition géographique

La maladie du greening ou HuangLongBing (HLB) en chinois, encore appelée la maladie du dragon jaune, ou verdissement des agrumes et plus rarement maladie des pousses jaunes est une maladie bactérienne mortelle des agrumes (INRA, 2006). Cette maladie a été décrite pour la première fois en 1929 et signalée pour la première fois en Chine en 1943. La variante africaine

a été signalée pour la première fois en 1947 en Afrique du Sud, où elle est encore très répandue. Les premiers symptômes de la maladie ont été observés en 2004 dans des vergers d'agrumes au Brésil. La maladie s'est depuis fortement répandue au Brésil, dans plusieurs autres états d'Amérique du Sud et d'Amérique Centrale, dans les Caraïbes, et aux États-Unis, notamment en Floride et en Californie. Les agents pathogènes sont des bactéries mobiles du genre *Candidatus Liberibacter* spp. Ces bactéries sont transmises par deux espèces d'insectes de la famille des Psyllidae proches des pucerons et inféodés aux agrumes : le psylle asiatique des agrumes, *Diaphorina citri* et, en Afrique, par le psylle africain des agrumes, *Trioza erythrae*. En 1994, les chercheurs de l'INRA de Bordeaux ont identifié les deux espèces bactériennes responsables de la maladie en Asie et en Afrique : *Candidatus Liberibacter asiaticus* et *Candidatus Liberibacter africanus*. La maladie découverte au Brésil a été attribuée à une troisième espèce plus virulente, *Candidatus Liberibacter americanus* (Diva do carmo et al., 2005). En Afrique du Sud, la maladie a été signalée pour la première fois au milieu du XX^e siècle (INRA, 2006 ; CABI, 2015)

L'aire de répartition actuelle de la maladie du dragon jaune s'étend principalement en Asie tropicale et subtropicale. On l'a signalée dans toutes les régions productrices d'agrumes d'Asie, sauf au Japon. La maladie a également affecté l'Afrique. La maladie s'est étendue récemment dans plusieurs pays d'Amérique centrale. Elle est absente des régions agrumicoles d'Australie et du bassin méditerranéen (USDA, 2013)

1.1.3.1.2. Classification et description du pathogène

La maladie du HuangLongbing (HLB) ou greening des agrumes est causée par 3 espèces de la bactérie *Candidatus liberibacter*, l'espèce *asiaticus*, *americanus* et *africanus*. Les bactéries impactent toutes les variétés de *Citrus* (orange, pamplemousse, mandarine, etc.). Les bactéries sont véhiculées par des insectes piqueurs suceurs, les psylles. Quelques piqûres leur suffisent pour transmettre la maladie, ce qui en fait des vecteurs très efficaces (Romuald et al., 2016). Lorsqu'elle se trouve inoculée dans les tissus conducteurs de sève des agrumes, elle détourne les ressources nutritives de la plante hôte à son profit. Une infestation par la bactérie *Liberibacter candidatus* entraîne inévitablement la **mort de l'agrumes au bout de quelques années** (laps de temps qui peut varier en fonction de l'âge de l'arbre contaminé) (Isabelle, 2021).

1.1.3.1.3. Cycle de développement

Le pathogène pénètre dans le phloème, l'obstrue et réduit considérablement le transport des nutriments. La maladie peut être latente pendant une longue période, de 3 mois à 2 ans en fonction de l'âge des arbres et des conditions de culture (Negrier *et al.*, 2020). L'infection des insectes vecteurs et la transmission des bactéries ont lieu sur les plantes-hôtes. *Diaphorina citri* et *Trioza erytreae* sont de petits insectes hémiptères (moins de 6 mm de longueur) qui se nourrissent sur les plantes infectées par les bactéries à partir de la sève circulant dans les tissus du phloème. Ils acquièrent ainsi les bactéries présentes dans la sève. Les psylles infectés se déplacent puis se nourrissent sur de nouvelles pousses végétales en injectant les bactéries via la salive sur ces plantes-hôtes saines. Les psylles conservent la capacité de transmettre les bactéries de manière persistante tout au long de leur vie. Les bactéries se propagent dans la plante de manière systémique via le phloème, du site initial de la piqûre par l'insecte jusqu'aux racines où elles se multiplient et endommagent le système racinaire hôte. (DPVSPV, 2022)

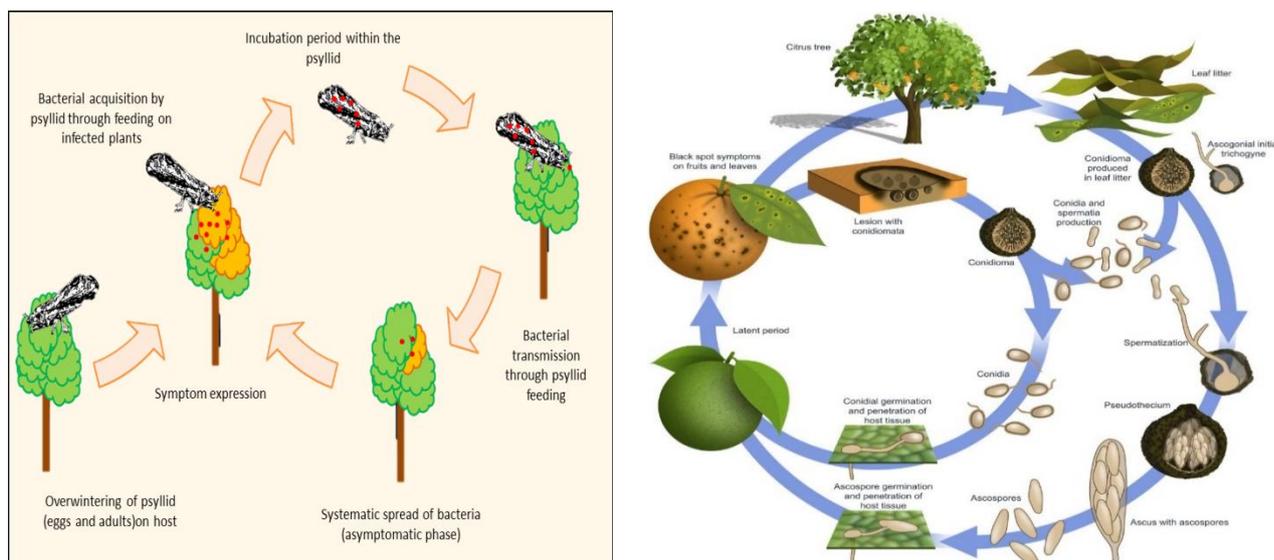


Figure 10: Disease cycle of *Candidatus liberibacter citrus* and its psyllid vector

1.1.3.1.4. Épidémiologie

La maladie est transmise par les psylles, *Diaphorina citri* et *Trioza erytreae*. Le plus fréquent est le psylle asiatique des agrumes (*D. citri*) qui se développe sur les Rutacées cultivées (*Citrus*) mais aussi sur le Rameau (*Murraya paniculata*). Ils se développent rapidement et pullulent sur les jeunes pousses dont ils prélèvent la sève. Ils rejettent abondamment du miellat. Celui-ci se colle aux feuilles provoquant l'apparition de fumagine. Les larves acquièrent la bactérie en se nourrissant sur des arbres malades et la gardent toute leur vie. Dans deux cas sur trois, une seule piqûre permet de transmettre la maladie à la plante. Dans certains pays *D. citri* est contrôlé

depuis 1978 par la micro guêpe ecto-parasitoïde : *Tamarixia radiata* dont le trou de sortie est caractéristique sur le thorax des larves parasitées. (Gilles *et al.*, 2016).

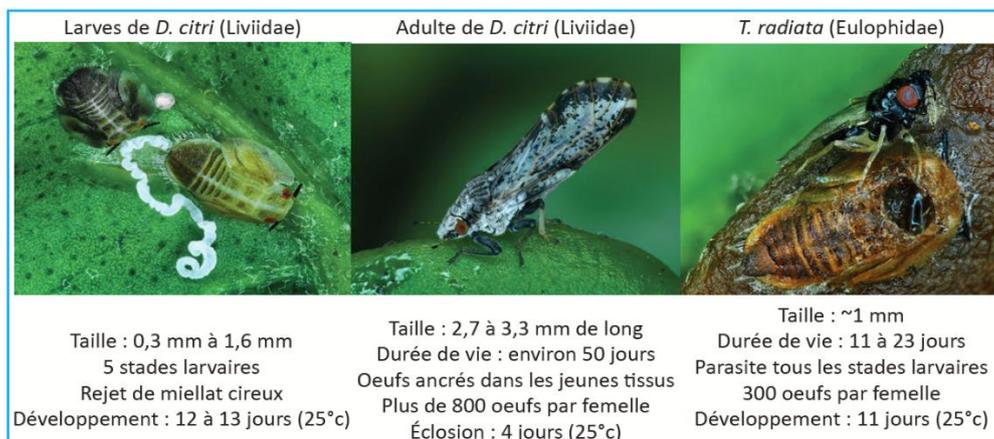


Figure 11: Les insectes vecteurs de la maladie de greening.

(D'après Hostachy *et al.*, 2016)

1.1.3.1.5. Symptômes

Les symptômes peuvent être confondus avec ceux provoqués par des carences, qui à l'inverse provoquent des motifs symétriques de part et d'autre de la nervure centrale. Les carences les plus fréquentes sont dues à un manque de magnésium, de zinc, de fer ou de manganèse. On peut observer également des décolorations des feuilles dues à l'utilisation d'herbicide (Antoine *et al.*, 2016).

Les symptômes les plus courants qui signalent cette maladie sont le jaunissement des nervures de la feuille et des tissus adjacents, suivi du jaunissement ou de la marbrure de toute la feuille. Il s'ensuit une défoliation prématurée et le dépérissement des rameaux, ainsi que la pourriture des racelles nourricières et des racines latérales. Les arbres malades ont un retard de croissance, et portent de nombreuses fleurs hors-saison (dont la plupart tombent), produisant des fruits petits, de forme irrégulière à la peau claire, épaisse, qui reste verte à la base. Les fruits de ces arbres ont un goût amer (NAPPO, 2014), la bactérie, contenue dans les vaisseaux conducteurs de sève, détourne les ressources de la plante causant des taches jaunes asymétriques sur les feuilles, un aspect marbré (taches vert-claires/jaunes et vert-foncé), une croissance très réduite des nouvelles feuilles et des racines. Les arbres accusent un retard de croissance (Bruno *et al.*, 2016).

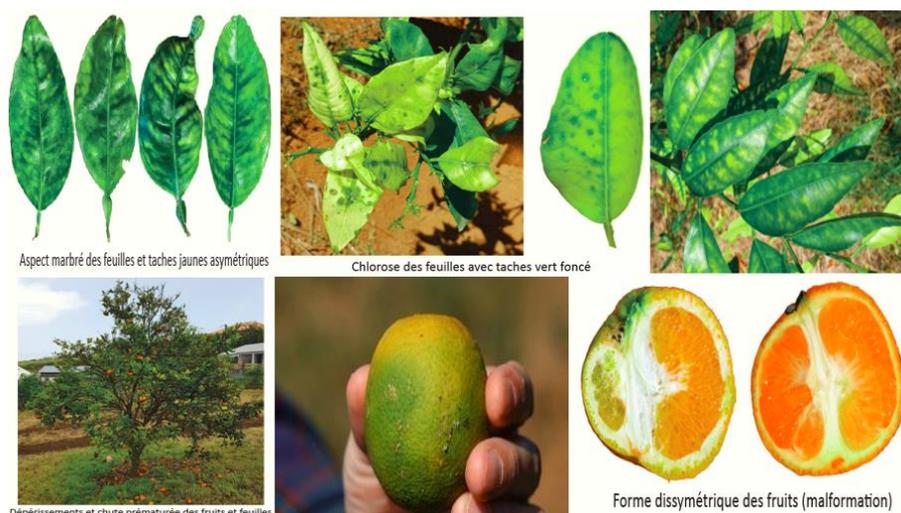


Figure 12: Symptômes de la maladie de Greening des agrumes.

(Prise par [Cirad, 2016](#))

1.1.3.1.6. Moyen de lutte

Il n'existe aucun traitement curatif contre cette maladie et les efforts pour lutter contre la maladie du dragon jaune ont été ralentis parce que les arbres infectés sont difficiles à maintenir, à régénérer et à étudier. Les chercheurs testent l'effet de la pénicilline G sodique et du DBNPA (2,2- dibromo-3-nitrilopropionamide) comme traitements potentiels. Aucun cultivar d'agrumes naturellement immunisé n'a été identifié. Toutefois, la création d'une variété génétiquement modifiée pourrait apporter une solution. Un chercheur de Texas (centre de recherche agronomique du Texas) a rapporté en 2012 que l'incorporation de deux gènes provenant de l'épinard dans des plants d'agrumes améliorerait leur résistance à la maladie du dragon jaune lors d'essais en serre. Des essais au champ d'orangers porteurs du gène de l'épinard ont été entrepris par Southern Gardens Citrus (filiale d'USSugar Corporation) en Floride ([César, 2013](#)). *Aujourd'hui, la seule méthode vraiment efficace consiste à arracher les arbres malades et à les remplacer par des plants sains certifiés, puis à traiter avec des insecticides pour empêcher le retour du psylle* ([Raphaël, 2021](#))

1.1.4. LES RAVAGEURS DES AGRUMES

1.1.4.1. LES PSYLLES

Les larves du psylle, *Trioza erytreae* (Psyllidae), qui s'alimentent de la sève, se fixent à la face inférieure des jeunes feuilles où de petites cavités se forment qui correspondent à des protubérances à la face supérieure. Les feuilles s'enroulent ensuite. Ce psylle est le vecteur d'une bactérie endocellulaire responsable du greening qui infecte déjà les plantules en pépinière. Un traitement insecticide à base d'organophosphorés est efficace pour contrôler ce

ravageur. (Vullin, 2004)

1.1.4.2. LES COCHENILLES

Plusieurs cochenilles occasionnent des dégâts sur agrumes. Les plus communes sont *Aonidiella aurantii* (Diaspididae), *Coccus hesperidum* (Coccidae) et *Ferrisia virgata* (Pseudococcidae). Elles s'alimentent de la sève engendrant une réduction de vigueur de l'arbre. La cochenille rouge, *A. aurantii*, à bouclier circulaire, attaque surtout les fruits et les branches. En cas d'attaque sévère, les fruits tombent et les rameaux se dessèchent. *C. hesperidum*, de couleur brun léger et de forme plus ovale, peut infester aussi les feuilles. Il cause moins de dégâts que la cochenille rouge, mais il excrète du miellat entraînant la formation de fumagine. *Ceroplastes sinensis* (Coccidae) et *Icerya purchasi* (Margarodidae) sont des cochenilles qui se rencontrent surtout au niveau des jardins mal entretenus. *F. virgata* a le corps recouvert d'une poudre farineuse, dont le nom cochenille farineuse. Il infeste surtout les sites bien abrités sur les rameaux, les feuilles et les fruits et excrète également du miellat. (Ollitrault et al., 1999 ; Aubert, 2010). Les cochenilles sont contrôlées par des applications d'huiles blanches à 1,5 % (fort mouillage, 5 à 10 l/arbre) après la taille pour asphyxier adultes et larves. Un insecticide y est éventuellement associé (méthidathion, chlorpyrifos-éthyl). Les cochenilles à carapace cireuse sont très difficiles à éliminer et il faut maintenir un niveau de parasitoïdes suffisants pour contrôler naturellement les populations. La lutte chimique se réalise en pulvérisant à haut volume des huiles minérales additionnées d'un insecticide organophosphoré. Bien qu'ayant de nombreux ennemis naturels, les cochenilles, surtout celles excrétant du miellat, sont protégées contre ces ennemis par les fourmis qui se nourrissent de celui-ci. Une lutte biologique implique donc d'interdire aux fourmis l'accès aux arbres par un épandage d'une poudre insecticide autour du pied ou même en colorant les troncs d'une peinture réfléchissante (Vullin, 2004).

1.1.4.3. LES PUCERONS

Vivant en colonies abondantes sur les jeunes pousses, les pucerons, *Aphis* spp. et *Toxoptera* spp., affaiblissent la plante et causent une déformation, un gaufrage ou un recroquevillement des jeunes feuilles. Comme les cochenilles, ils excrètent du miellat et entraînent la formation de fumagine. L'élongation du rameau peut être arrêtée et les fleurs attaquées avortent et tombent. Les pucerons sont contrôlés chimiquement pour éviter les pullulations sur les nouvelles pousses végétatives (phosalone, pyrimicarbe, endosulfan ou le méthomyl). Les coccinelles contrôlent naturellement les populations faibles (Ollitrault et al., 1999 ; Grisoni et al., 2008)

1.1.4.4. LES ALEURODES

La mouche blanche ou aleurode des agrumes est un petit moucheron d'un millimètre de long et couvert d'une fine pellicule de poudre blanche. En Afrique de l'Ouest, c'est l'espèce *Aleurothrixus floccosus* (Aleyrodidae) qui infeste les vergers d'agrumes *Bemisia tabacci*. Les larves prélèvent de la sève à la face inférieure des feuilles et produisent de grandes quantités de miellat. Si le contrôle biologique naturel est insuffisant et les populations deviennent trop importantes, un traitement à l'aide d'organophosphorés sera nécessaire. L'aleurode noir, *Aleurocanthus woglumi*, cause des dégâts similaires en Afrique tropicale. (Anon, 2004). Les aleurodes sont facilement contrôlés au stade larvaire par des pulvérisations d'huiles blanches. L'aleurode floconneux constitue un cas spécifique : ses larves à carapace cireuse résistent aux traitements insecticides. Le contrôle biologique de ce ravageur est possible grâce à l'introduction de son parasitoïde spécifique : *Cales noacki* Howard (Ollitrault et al., 1999 ; Parfonry et Nguere, 2012 ; Nguere et al., 2015).

1.1.4.5. LES MOUCHES DES FRUITS

La mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata* (Diptera), pond ses œufs en-dessous de la peau des fruits mûrissant et les larves (asticots) se nourrissent de la pulpe. Les fruits infestés pourrissent et tombent prématurément. Elles s'attaquent aux fruits quand ceux-ci commencent à se colorer. L'utilisation d'un système de pièges permet de suivre l'évolution de la population de mouches dans le verger. L'installation de pièges à phéromones permet de traiter à partir d'un seuil de tolérance (25 mouches attrapées dans un délai d'une semaine) avec un mélange d'hydrolysate de protéines (attractif) mélangé au fenthion, malathion ou diméthoate. En lutte classique, on pulvérise à intervalles de 10 à 14 jours dès le début de la coloration jaune des fruits. Les fruits tombés sont ramassés et enfouis ou détruits. Pour une infestation massive (plus de cent vingt mouches par piège par semaine), la totalité de la frondaison est traitée (fenthion, malathion, trichlorfon). (Ollitrault et al., 1999 ; Rebour, 2011 ; Pauly, 2019).

1.2. GENERALITES SUR LA CULTURE DES AGRUMES

1.2.1. Historique et origine des agrumes

L'aire d'origine supposée des agrumes est le sud-est asiatique, allant des zones tropicales et subtropicales du sud de la Chine, au nord-est de l'Inde, en descendant jusqu'à l'Australie. Cependant, l'origine géographique exacte des agrumes n'est toujours pas clairement identifiée. Les oranges seraient originaires de Chine, le cédrat et les citrons, des Indes. La route de la soie

et la navigation côtière en Extrême-Orient ont permis des transferts réciproques d'agrumes entre l'Inde et la Chine. La navigation dans le golfe Persique a continué la diffusion ultérieure vers le Moyen-Orient, relayée par les conquêtes des mondes grec, latin et arabe (Gmitter et Hu, 1990 ; Mourad, 2011 ; Ollitrault et al., 2003)

Initialement, le genre *Citrus* s'est structuré autour de 4 taxons originaires d'Asie de l'est : le cédratier (*Citrus medica* L.), le pamplemoussier (*Citrus maxima* (Burm. f.) Merr.), le mandarinier (*Citrus reticulata* Blanco) et *Citrus micrantha* Wester, un proche parent de la lime *Citrus aurantifolia* Swingle. La découverte de la variété *Citrus micrantha*, originaire des Philippines, est très récente. Il y a encore quelques années, nous nous basions sur 3 taxons de base dans l'évolution des agrumes, sans connaître précisément l'origine de la lime (Ollitrault et al., 2012 ; Ollitrault et al., 2012)

Au fur à mesure de l'histoire et des mouvements humains, ces 4 groupes de base auraient donné lieu à des recombinaisons génétiques par hybridation, créant ainsi les autres types d'agrumes que l'on peut rencontrer aujourd'hui : orangers, bigaradiers, citronniers, pomelos. Ces 4 groupes sont originaires de zones d'Asie climatiquement différentes (cfr. Figure 19). Ainsi, le cédrat et la mandarine sont adaptés à un climat avec alternance de saison sèche et de saison froide (nord de l'Inde, est de la Chine) alors que le pamplemousse et *Citrus micrantha* proviennent tous deux d'un climat plutôt équatorial (Indonésie, Philippines) (Garcia-Lor et al., 2013 ; Garcia-Lor et al., 2013)

1.2.2. Classification et description des agrumes

Les agrumes se présentent sous la forme de petits arbres d'environ 4 à 12 m de hauteur avec un feuillage dense et persistant (CIRAD-GRET, 2009). Il s'agit d'une plante pérenne qui possède une phase juvénile relativement longue, entre 5 à 8 ans, pour être capable d'émettre des fleurs et produire des fruits après son semis (Iglesias et al., 2007). Faisant partie des Rutacées, l'une des 21 familles qui composent l'ordre des Géraniales. Les Rutacées comprennent 1600 espèces et 150 genres regroupent en 7 sous familles et 12 tribus. Selon Swingle et Reece (1967), regroupe six genres sexuellement compatibles de la famille des Rutacées, sous famille des Aurantioideae, tribu des Citreae. La majorité des espèces cultivées appartiennent au genre *Citrus* (Cfr. Figure 21). Deux autres genres contiennent également des espèces consommées (Swingle et Reece (1967) adapté par Kamiri, 2011).

La taxonomie des *Citrus* reste assez confuse et controversée, probablement en raison d'une diversité agro morphologique considérable, d'une fréquence élevée de mutations, d'une large compatibilité sexuelle, d'apomixie facultative, d'une longue passe de culture et de dispersion (Nicolosi et al., 2000 ; Froelicher et al., 2010 ; Nicolosi et al., 2000). L'origine des citronniers

et des limettiers est plus complexe. Leur taxonomie est encore controversée et même les noms communs "lime" et "citron" n'ont pas de correspondance avec la taxonomie des Citrus. L'utilisation de marqueurs moléculaires a permis d'établir qu'ils sont le résultat d'une diversification secondaire (Barkley *et al.*, 2006 ; Nicolosi *et al.*, 2000).

Pour les variétés qui ne sont ni précoces, ni tardives et qui représentent en général la moyenne, on parle de variétés de saison. Les agrumes, selon les espèces et les variétés, vont également exprimer des comportements variés dans leurs floraisons et leurs réponses aux conditions d'induction (Iglesias *et al.*, 2007 ; Nir *et al.*, 2013 ; Cassin, 1976 cités par Nicolas, 2013).

Les agrumes et les genres apparentes, à grande majorité diploïde, ont un nombre de chromosomes de base n égal à 9, soit $2n = 2x = 18$. Certaines variétés telles que le citronnier Eureka, sont capables de fleurir plusieurs fois par an. La période de floraison pour une même variété peut varier d'une zone géographique à une autre et selon les températures au moment de l'induction florale en fin d'hiver. La fleur est de type hermaphrodite, formée de 3 à 5 sépales qui constituent le calice, de 4 à 8 pétales blancs ou légèrement pourpres qui constituent la corolle et enfin des appareils reproducteurs mâles (étamines) et femelles (pistil et stigmate). Chez certaines espèces comme *Citrus limon*, *C. aurantifolia* et *C. medica*, le pistil peut être absent ou atrophié chez un bon nombre de fleurs. La proportion de fleurs portant des anthères vides est également variable suivant le cultivar et les conditions de culture (Froelicher *et al.*, 2000 ; Cavalcante *et al.*, 2000). Un fruit très particulier, c'est une baie indéhiscente puisqu'il est charnu, globuleux ou ovoïdal et contient des pépins, mais la partie charnue très juteuse a une origine particulière ; elle est due à la prolifération de poils succulents issus de l'endocarpe, c'est la partie consommée. (Jacqemond *et al.*, 2009 ; Kamiri, 2011 ; Nicolosi, 2000). Chez les agrumes, le système racinaire occupe plus de 70% de la taille de l'arbre (Messaoudi et Gadi, 2018).

1.2.3. Écologie

Les agrumes présentent une grande capacité d'adaptation à des conditions pédoclimatiques très différentes. La culture des agrumes est possible partout où la température moyenne de l'année est supérieure à 13°C et inférieure 36° à 39°C, ce sont les conditions de la température qui limitent aux agrumes l'aire géographique commerciale entre les parallèles 35°C nord et sud au voisinage des mers et des océans, les agrumes préfèrent les climats maritimes des zones subtropicales. En termes de besoins en eau, 120 mm par mois, soit 1000 à 1500 mm par an/hectare, représentent une quantité d'eau au-dessous de laquelle la culture des agrumes nécessite une irrigation. Certaines périodes, un déficit hydrique même temporaire est

préjudiciable à la production, ces périodes sont : la floraison et la nouaison, la période de 15 juillet au 15 août, le grossissement et la maturation des fruits (Loeillet, 2006 ; Skiredj, 2007 et Skiredj, 2007). Au-dessous de 800 m, les fruits manquent de saveur. La peau des oranges reste verte, les cloisons deviennent plus épaisses (Loussert 1989 ; Ndo, 2011)

Les sols doivent être profonds et de préférence légers (sablo-argileux ou argilo-sableux), bien drainés. La lumière a une action très remarquable sur la qualité et la coloration des fruits. Les agrumes redoutent les eaux salines (au-dessus de 0,5%). (Walali-Loudyi et al., 2003 ; Van, 2005). L'optimum d'altitude pour un bon développement des agrumes se situe entre 1000 et 1300 m car ces derniers ne doivent pas être trop exposés aux vents (Van, 2005).

Les productions d'agrumes proviennent essentiellement des régions méditerranéennes et tropicales, les agrumes sont donc de nos jours implantés dans toutes les zones du monde où leur production est possible (Polese, 2008).

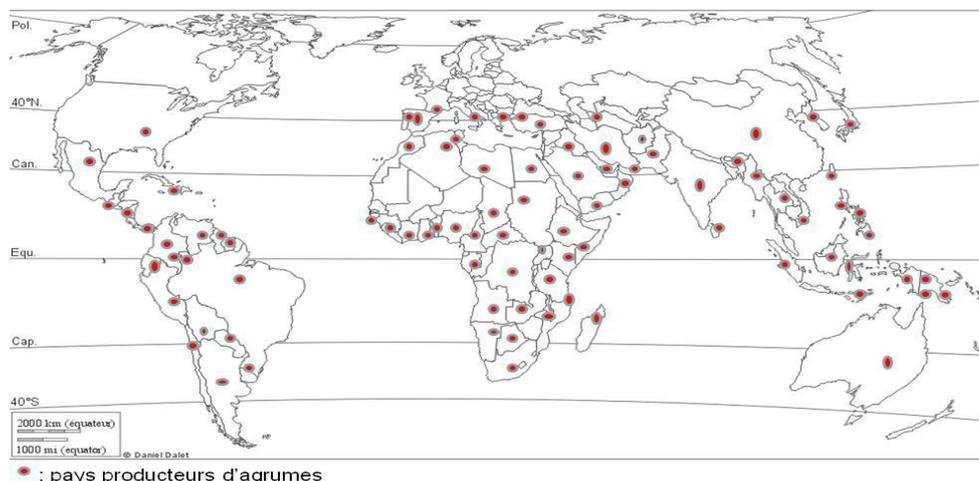


Figure 13: Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde.

D'après Daniella (2011)

1.2.4. Systèmes de production en RD. Congo

Les agrumes se retrouvent dans plusieurs systèmes de production en RD Congo. Ils sont plantés autour des maisons dans des jardins de cases. Dans ce cas, en dehors des fruits qu'ils produisent, ils servent d'arbres d'ombrage, de plantes ornementales ou pour la délimitation des terrains. On retrouve également les agrumes dans des vergers de taille plus ou moins grande, disséminés dans l'ensemble des bassins de production (Ndo, 2007). Toutefois, le système de culture des agrumes le plus important au RDC est celui dans lequel ils sont en association avec les légumineuses (Aulong et al., 2000 ; Laird et al., 2007 ; Ndo, 2007 ; Sonwa et al., 2007). Les agrumes dans ces parcelles sont parfois les fruitiers les plus représentatifs en nombre. Dans plusieurs exploitations, outre ces cultures pérennes, des cultures vivrières annuelles ou pluriannuelles (maïs, macabo, manioc...) sont présentes (Jagoret et al., 2009). Ces cultures

vivrières sont souvent plantées soit à la lisière des champs, soit à l'intérieur des parcelles dans des petites clairières.



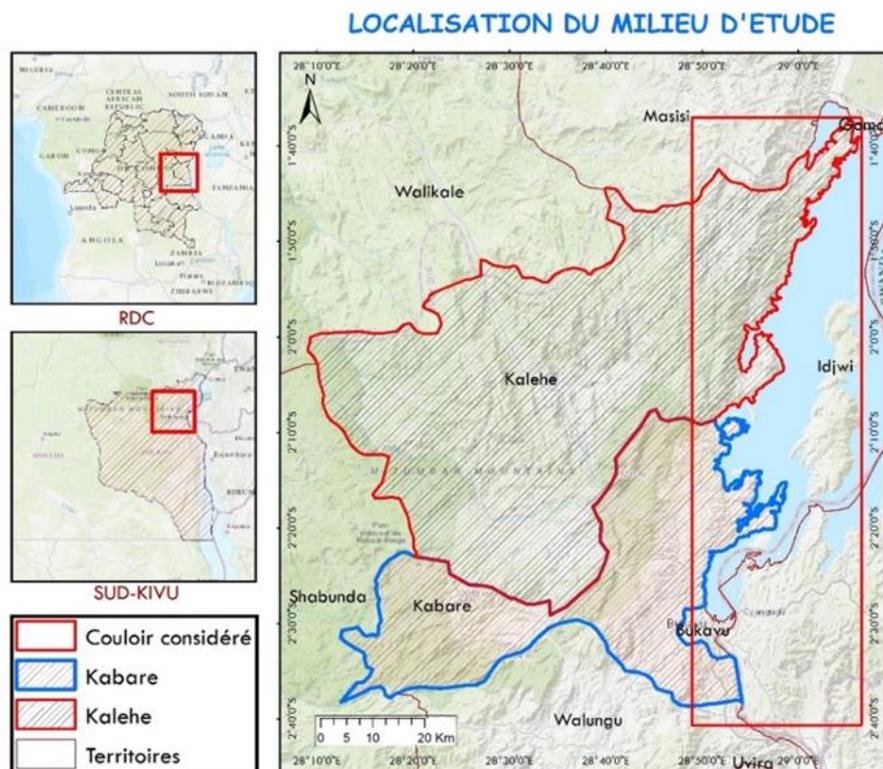
Figure 14: Système de culture d'agrumes dans un jardin de case.

Légende : (a), dans un verger pur (b), dans une parcelle agroforestière associés aux caféiers et autres fruitiers avec des cultures vivrières à la lisière (c) et à l'intérieur de la parcelle (d).

CHAPITRE II. MÉTHODOLOGIE

2.1. MILIEU

a) Présentation du couloir du lac Kivu/Est de la RDC



Cette étude s'est effectuée sur le couloir du lac Kivu dans le territoire de Kabare et Kalehe à l'Est de la RD Congo précisément, ce couloir est bordé par deux territoires dont le territoire de Kabare et le territoire de Kalehe.

Le territoire de Kabare

Le territoire de Kabare tel que consacré par l'ordonnance présidentielle n° 67-221 du 03 mai 1967. Comprend deux chefferies, à savoir : la chefferie de Kabare (avec 14 groupements) et la chefferie de Nindja (avec 3 groupements). Le Territoire de Kabare est limité :

- Au Nord par le territoire de Kalehe par la rivière Nyabarongo.
- Au Sud par le Territoire de Walungu à travers la rivière Kazinzi d'une part (Sud-Ouest) et la rivière Lubimbe d'autre part (Sud-Est).
- À l'Est par la ville de Bukavu, le lac Kivu d'un côté (Nord-Est) et le Rwanda par la rivière Ruzizi d'autre côté.
- À l'Ouest par le Territoire de Shabunda par la rivière Lugulu.

Le territoire de Kabare est situé entre 2°30' latitude Sud et 28°30' longitude Est. Son altitude varie entre 1460 et 3000 m au sommet de hautes montagnes (l'altitude à Mulume Munene, la

plus haute atteint 3000m et la plus basse atteint 1420m). L'altitude moyenne est de 2225m (PRONANUT, 2019).

Mises à part la présence du lac Kivu qui longe les cotes de six groupements de Kabare Nord (Bushumba, Luhihi, Lugendo, Bugorhe, Irhambi, Mudaka) et la rivière Ruzizi qui longe les cotes de deux groupements (Mudusa et Mumosho), il existe plusieurs rivières. Certaines de ces rivières sont entre autres : Nyawarongo à Irhambi Katana, Badibanga à Bugorhe, Mpungwe à Mudaka, Mpombe et Murhundu à Bushwira, Kanzinzi à Bugobe, Lubimbe, Kanoso, Lujimbi, Ndorhole, Chanzuka, Nyakagera à Luhago, Kanoso, Lwenda, Muhimbirhi, Lugulu à Irhegabarhonyi. Notons qu'il existe aussi plusieurs ruisseaux (CAID, 2017).

Dans la basse altitude, il y a un climat chaud tempéré par le lac Kivu et la Rivière Ruzizi. Dans la haute altitude vers l'ouest, il y a un climat froid d'altitude. Deux saisons dominent ce territoire, la saison sèche et la saison des pluies. Les pluies débutent en première quinzaine du mois de septembre et se terminent au plus tard fin juin. Les trois mois de saison sèche se caractérisent par un temps brumeux accompagnés des brouillards. La température annuelle moyenne est de 22.6°C Mises à parts différents marais qu'on trouve dans le territoire de Kabare, la majeure partie de Kabare est une savane avec une végétation naturelle composée des graminées sauvages. Dans les plateaux de Mulume Munene, à l'ouest on trouve la forêt de bambous, un peu des essences forestières et des arbustes et herbes de la forêt primaire. Dans les vallées marécageuses on trouve du carex, du papyrus et des roseaux. On trouve aussi quelques galeries forestières au bord du lac Kivu et de quelques rivières. Le sol de Kabare est argileux de couleur jaune, rouge et boueuse pendant la saison de pluie (CAID, 2017).

Le territoire de Kalehe

Le territoire de Kalehe est aussi l'un des 8 territoires de la province du Sud Kivu. Sa superficie est de 5.707 Km² (soit 8% de la province) (Obediél, 2002), géographiquement est situé à 2°07' de latitude sud et 28°55' longitude Est (CAID, 2021). Il est limité :

- Au Nord : Par le territoire de Masisi,
- Au Nord-Est : Par la ville de Goma,
- À l'Est : Par le lac Kivu,
- Au Sud : Par le territoire de Kabare,
- À l'ouest : Par Masisi et Walikale

Le territoire de Kalehe comprend les chefferies de Buhavu et de Buloho. La chefferie de Bahavu compte 7 groupements qui sont : Buzi, Kalima, Kalonge, Mbinga Nord, Mbinga Sud, Mubugu et Ziralo (Obediél, 2002). Il jouit d'un climat de montagne avec une altitude qui va de 1300 à

2000 m. Il émet une alternance de deux saisons : l'une pluvieuse (9 mois soit de septembre à mai) et l'autre sèche de trois mois (juin-août), son relief est composé principalement d'une chaîne de montagne de l'est de la RD Congo. La température annuelle varie entre 18 et 22°C et les précipitations annuelles entre 1300 et 1680mm. Sur le plan interne, Kalehe se caractérise par un paysage montagneux et forestier : les montagnes et forêts du parc national de Kahuzi-Biega (aire protégée) entourent le territoire de Kalehe dans sa partie ouest tandis que la partie nord est caractérisée par des hauts plateaux, par opposition aux bas plateaux qui bordent le lac Kivu, la seule condition qui dicte la variation de la température entre 20°C (en juin) et 20°C (en octobre), avec un sol couvert d'une végétation constituée des espèces des arbres, des arbustes, la grande partie est couverte d'une savane herbeuse. la végétation est dominée par la forêt dont les bambous et les arbustes qui sont malheureusement en voie de disparition à cause de la déforestation due à la rareté des terres arables, a vocation agro pastorale, le territoire de Kalehe présente dans l'ensemble un sol argileux et très fertile. Le territoire de Kalehe compte au total 12 rivières principales qui l'arrosent sans oublier le lac Kivu ces principales rivières sont les suivantes : Luhoho, Tchiganda, Mwabo, Nyamunene, Nyawaronga, Ndindi, Nyamasasa, Lwama, Eke, Kahoho, Luhaha, et Lua (CAID, 2021).

2.2. MATÉRIELS

- Un questionnaire d'enquête pour recueillir les informations auprès des paysans sur l'état phytosanitaire des agrumes,
- Une fiche d'observation pour la détermination de l'incidence et de la sévérité des maladies dans les vergers,
- Le stylo pour écrire.

2.3. MÉTHODES

2.3.1. Enquête semi structurée, observation des vergers d'agrumes et échantillonnage

Nous avons procédé par une revue de la littérature sur toutes les maladies des agrumes pour avoir une connaissance solide sur les maladies des agrumes. Une pré-enquête a été effectuée durant le mois d'Avril pour la découverte du milieu d'étude, son accessibilité, cibler les vergers d'agrumes et se familiariser à des agrumiculteurs (Mupenda, 2018). Ensuite, les groupements qui bordent directement le lac-Kivu dans deux territoires (kabare et kalehe) ont été identifiés par un choix aléatoire. Il a consisté à écrire les noms de groupements sur de morceaux des papiers et placés dans un catron ; puis faire le tirage des papiers. Ainsi, dans le territoire de Kabare, 6

groupements ont été choisis dont Mudaka, Bushumba, Lugendo, Luhihi, Bugorhe, Irhambi-Katana et dans le territoire de Kalehe, 3 groupements dont Buzi, Mbinga-Sud et Mbinga-Nord. Un échantillon aléatoirement stratifié de 180 vergers a été sélectionné sur le couloir du lac-kivu à l'aide de la liste détenue par la coopérative des agrumiculteurs du territoire de Kabare et Kalehe à raison de 120 vergers dans le territoire Kabare et 60 vergers dans le territoire de Kalehe, en raison de 20 vergers par groupements. Les observations et les enquêtes des vergers d'agrumes par un questionnaire semi-structuré ont été réalisées au mois Juillet. Les maladies ont été déterminées par observation des symptômes caractéristiques à l'aide de la clé proposée par [Autrique et Perreaux \(1989\)](#) et [Jérôme \(2016\)](#).

L'évaluation de l'incidence et la sévérité des maladies des agrumes sur le couloir du Lac-Kivu dans le territoire de Kabare et Kalehe, Est de la RDC a été effectuée sur 10 arbres de chaque verger dans les groupements. Pour évaluer l'incidence, les arbres ont été observés suivant deux diagonales (X) à raison de 5 arbres dans chaque diagonal. Ces mêmes 5 arbres pris aléatoirement dans le verger ont servi pour évaluer la sévérité de la maladie sur les feuilles ([Yssaad et Medaouar, 2018](#)). Les exploitations enquêtées et observées dans chaque groupement étaient distantes d'au-moins 2 km l'une de l'autre pour réduire les risques d'autocorrélation entre les exploitations ([Overmars et al., 2003](#)).

L'enquête a été faite à l'aide du questionnaire d'évaluer les connaissances des agrumiculteurs par rapport aux maladies des agrumes. Les questions ouvertes ([Mupenda, 2018](#) ; [Overmars et al., 2003](#)) ont été essentiellement orientées sur les caractéristiques socio-économiques de l'agrumiculteur, la culture des agrumes (Age du verger, type d'agrumes cultivés, système de culture utilisé) et les connaissances phytopathologiques ou phytosanitaires (maladies rencontrées, les symptômes, le stade de l'apparition de la maladie, la présence des insectes dans le verger, les types des pesticides utilisés, la manière d'application des pesticides).

2.3.2. L'incidence de la maladie

L'incidence de la maladie a été faite en évaluant si la maladie est soit présente ou soit absente sur la plante ([Peerzada et al., 2013](#)). L'incidence de la maladie a été obtenue en faisant le rapport entre le nombre d'arbres malades et le nombre des d'arbres observés suivant deux diagonales et calculé par la formule proposée par [Heckman et al., \(2019\)](#) et par [Admasie et al., \(2021\)](#).

$$Incidence = \frac{\text{nombre de plantes malades}}{\text{nombre de plantes observées}} \times 100$$

2.3.3. La sévérité de la maladie

La sévérité de la maladie a été enregistrée en estimant visuellement le pourcentage de la surface foliaire malade (Peerzada *et al.*, 2013). Elle a été réalisée sur cinq arbres pris aléatoirement. Les notations de la maladie ont été effectuées sur 20 feuilles par arbre, à raison de 5 feuilles suivant ces quatre orientations Nord, Sud, Est et Ouest (Yssaad et Medaouar, 2018). Les notations sont réalisées selon l'échelle Lakshmi *et al.*, (2011).

Tableau 3: Représentation d'échelle de notation de la sévérité sur les feuilles

Indices	O	A	B	C	D	E
Surface foliaire malade ou zone affectée	Pas des symptômes	Jusqu'à 5 % de la surface foliaire affectée	6 à 10 %	11 à 20 %	21 à 50 %	> à 50 %

2.4. Analyses statistiques des données

Le logiciel Microsoft Excel 2016 a été utilisé pour l'encodage des données. Pour les différentes analyses statistiques. Une analyse de la variance à un seul critère (ANOVA1) au seuil de signification de 5% a été effectuée pour l'incidence et la sévérité à l'aide du logiciel R (R Core Team, 2018). Le test de Plus Petite Différence Significative (PPDS ou LSD) a été utilisé pour la comparaison des moyennes et le test d'indépendance Khi-deux de Pearson (Kh2) entre deux variables et l'Analyse de Composante Multiple (ACM) ont été effectués par le logiciel R toujours.

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. ANALYSE ET INTERPRÉTATION

3.1.1. Caractéristiques des agrumiculteurs sur le couloir du Lac Kivu

Le tableau 5 ci-dessous présenté, nous donne un aperçu général sur la répartition des agrumiculteurs selon le sexe, l'âge, l'état civil, le niveau d'étude et l'activité principale. Les caractéristiques générales des agrumiculteurs enquêtés sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 4: Caractéristiques des agrumiculteurs enquêté(e)s sur le couloir du lac Kivu.

Variables	Modalités	KABARE	KALEHE	df	X^2	P-value
		Effectif	Effectif			
Sexe	Masculin	106	57	1	1,37	0,18
	Féminin	14	3			
Âge	10 à 25 ans	1	1	2	0,81	0,82
	25 à 50 ans	58	29			
	Plus de 50 ans	61	30			
Etat civil	Célibataire	5	1	3	2,78	0,48
	Marié(e)	93	45			
	Divorcé(e)	4	5			
	Veuf (ve)	18	9			
Niveau d'étude	Analphabète	28	15	3	2,5	0,47
	Primaire	45	28			
	Secondaire	39	13			
	Universitaire	8	4			
Activités principales	Agriculture	64	40	4	7,87	0,17
	Commerce	27	15			
	Enseignant	8	2			
	Fonctionnaire	1	0			
	Autres	20	4			

Au regard de ce tableau, le nombre des deux sexes des agrumiculteurs enquêtés ($X^2=1,37$, $df=1$ et $p\text{-value}=0,18$), leurs âges ($X^2=0,81$, $df=2$ et $p\text{-value}=0,82$) ne diffère pas dans les groupements de ces deux territoires. Dans tous ces groupements de ces territoires, il n'existe aucune différence entre l'état civil des agrumiculteurs (les célibataires, les mariés, les divorcés et les veufs) au regard du $X^2=2,78$ au $df=3$ et $p\text{-value}=0,48$ de même en ce qui concerne le niveau d'étude des agrumiculteurs enquêtés ($X^2=2,5$, $df=3$ et $p\text{-value}=0,47$) et aussi, les activités génératrices de revenus ($X^2=7,8$, $df=4$ et $p\text{-value}=0,17$).

3.1.2. Caractéristiques des vergers des agrumes sur le couloir du lac Kivu

Le tableau 6 ci-dessous, nous donne un aperçu sur la situation des vergers sur le couloir du lac Kivu, selon le type des agrumes cultivés, l'âge des vergers et la provenance de la semence cultivée. Les caractéristiques des vergers enquêtés sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 5:Caractéristiques des vergers d'agrumes sur le couloir du lac Kivu.

Variables	KABARE		KALEHE	Df	X^2	P-value
	Modalités	Effectif	Effectif			
Types d'agrumes	Oranger	74	32	2	3,40	0,18
	Citronnier	25	20			
	Mandarinier	21	8			
Âge des vergers	1 à 5ans	7	2	5	6,23	0,33
	5 à 10ans	9	1			
	10 à 15ans	4	0			
	15 à 20ans	17	10			
	20 à 25ans	7	6			
	Plus de 25ans	76	41			
Provenance de la semence	Marché	2	1	4	4,72	0,22
	ONG	2	2			
	Même verger	8	0			
	Autre verger	33	16			
	Héritage	78	41			

Il ressort de ce tableau que trois types d'agrumes sont cultivés dans le couloir du Lac-Kivu cas de Kabare et Kalehe, l'Est de la RDC au regard du $X^2=3,40$ $df=2$ et $p\text{-value}=0,18$. En ce qui concerne l'âge d'exploitation des vergers varie 1 à 5ans, 5 à 10ans, 10 à 15ans, 15 à 20ans, 20 à 25ans et plus de 25ans au regard du tableau 6 ($X^2=6,23$, $df=5$ et $p\text{-value}=0,33$) donc dans les deux territoires choisis pour l'étude il y a des jeunes vergers et des vieux vergers qui demandent de les rajeunir. Les résultats de ce même tableau 6 au regard du $X^2=4,72$, $df=4$ et $p\text{-value}=0,22$ montrent que la provenance de la semence est soit le marché, l'ONG, le même verger et/ou l'autre verger et l'héritage (ou inconnu).

a) Préférence des agrumes en rapport avec l'âge des agrumiculteurs

Le graphique ci-dessous nous montre la préférence des types d'agrumes en rapport avec l'âge des agrumiculteurs sur le couloir du Lac Kivu. Au regard de $X^2=5,96$ au $df=4$ et $p\text{-value}=0,20$, les types des agrumes dans les milieux d'étude sont préférés de la même manière par les agrumiculteurs.

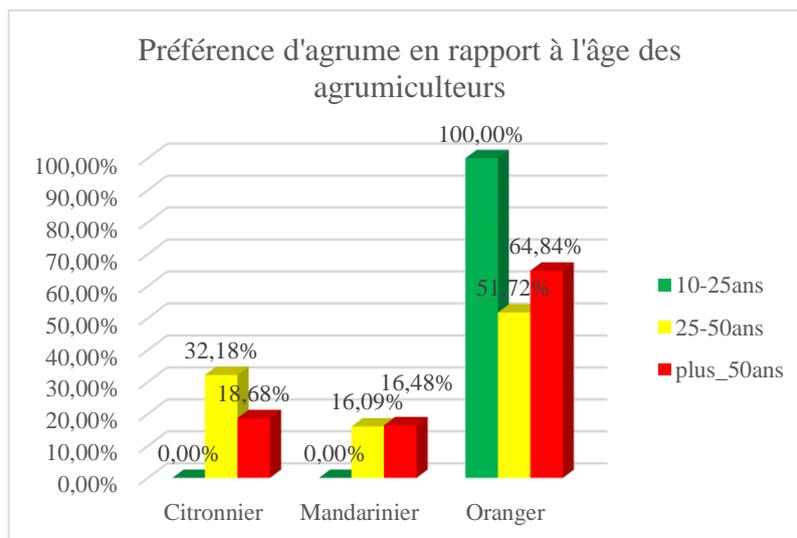


Figure 15:Préférence du type d'agrumes en rapport avec l'âge des agrumiculteurs

b) Type d'agrumes en rapport avec l'âge des vergers

Le graphique (Figure 28) ci-dessous montre les types d'agrumes en rapport avec l'âge des vergers sur le couloir du Lac Kivu. Au regard du $X^2=26.871$ au $df=10$ et $p\text{-value}=0.00273$, les vergers des orangers de plus de 25 ans et de 15 à 20 ans ainsi que de 20 à 25 ensuite les vergers de citronniers de 1 à 5 ans dominant.

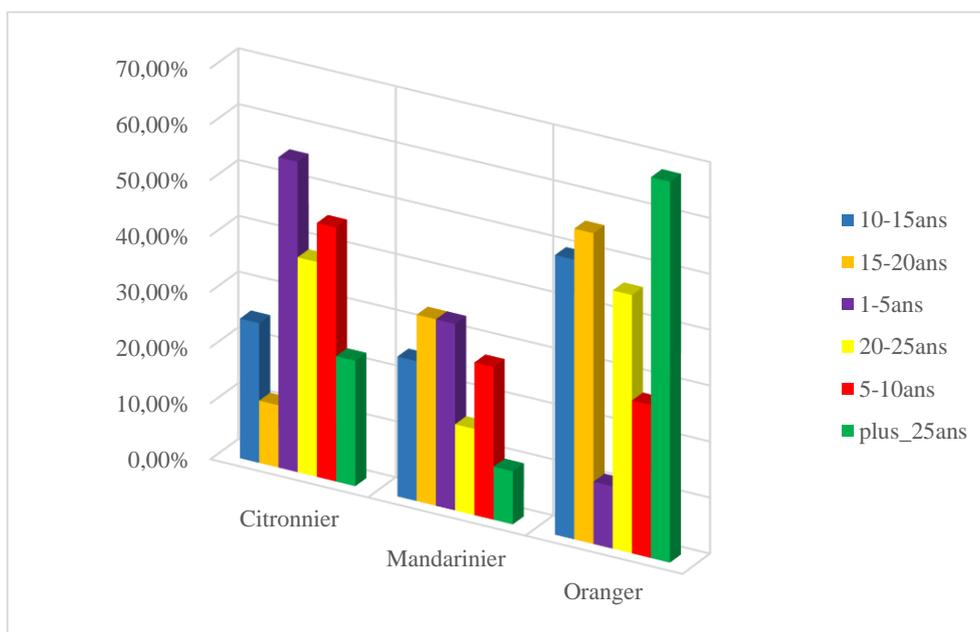


Figure 16:Type d'agrumes en rapport avec l'âge des vergers

c) La conduite culturale

Le tableau 7 présente la conduite culturale des agrumes sur le couloir du Lac Kivu.

Tableau 6: Conduite culturale paysanne des agrumes

Variables	Modalités	KABARE	KALEHE	df	X^2	P-value
		Effectif	Effectif			
Système cultural	Monoculture	30	17	1	0,09	0,76
	Association	90	43			
Cultures en association	Amarante	1	0	5	9,03	0,09
	Haricot	47	27			
	Haricot et Maïs	8	2			
	Maïs	17	11			
	Petit-pois	7	0			
	Soja	10	1			
Entretien des agrumes	Sarclage	85	37	3	3,25	0,32
	Sarclage et taille	15	7			
	Taillage	1	2			
	Pas entretien	19	14			
Fertilisation	Oui	42	13	1	2,75	0,09
	Non	78	47			
Type d'engrais	Matière Organique	45	14	1	3,02	0,08
	Aucun	75	46			
Rotation des cultures associées	Oui	47	19	1	0,67	0,41
	Non	73	41			
Durée de rotation des cultures	Moins de 2ans	36	10	2	1,68	0,36
	2 à 5ans	16	8			
	Plus de 5ans	1	1			

Les agrumiculteurs conduits les vergers d'agrumes en association ($X^2=0,09$, $df=1$ et $p\text{-value}=0,76$) avec l'amarante, le haricot et /ou le haricot et maïs, le maïs, le petit-pois, le soja et/ou en monoculture ($X^2=9,03$, $df=5$ et $p\text{-value}=0,09$). Ils font le sarclage, le sarclage et la taille associé et /ou la taille et les autres ne font pas l'entretien ($X^2=3,25$, $df=3$ et $p\text{-value}=0,32$). De plus, les uns des agrumiculteurs fertilisent par la matière organique ($X^2=0,67$, $df=1$ et $p\text{-value}=0,41$) et les autres pas et les uns rotent les cultures associées durant moins de 2 ans, de 2 à 5 ans ou plus de 5 ans ($X^2=1,68$, $df=2$ et $p\text{-value}=0,36$) et les autres pas ($X^2=3,02$, $df=1$ et $p\text{-value}=0,08$) au regard du $X^2=2,75$, $df=1$ et $p\text{-value}=0,09$.

3.1.3. Maladies des agrumes sur le couloir du Lac Kivu

Le tableau ci-dessous présente la liste de maladies des agrumes sur le couloir du Lac Kivu

Tableau 7: Maladies des agrumes sur le couloir du lac Kivu

Variables	KABARE		KALEHE	df	X^2	P-value
	Modalités	Effectif	Effectif			
Maladies	Anthracnose	17	11	6	7,66	0,23
	Cercosporiose	44	26			
	Fumagine	13	9			
	Psylles	10	3			
	Greening	9	6			
	Jaunissement	9	3			
	Tristeza	18	2			

Au regard de ce tableau, il ressort que les agrumes sont attaqués dans le couloir du Lac-Kivu par la cercosporiose, l'anthracnose, la fumagine, le psylle, le greening, la tristeza et la chlorose (le jaunissement) au regard du $X^2=7,66$ au $df=6$ et $p\text{-value}=0,23$.

3.1.4. Compréhension paysanne sur les maladies des agrumes

Le tableau 9 ci-dessous donne un aperçu sur connaissance ou perception paysanne sur les maladies des agrumes

Tableau 8: Perception paysanne sur les maladies des agrumes

Variables	KABARE		KALEHE	df	X^2	P-value
	Modalités	Effectif	Effectif			
Diagnostic	Dessèchement	10	3	3	4,65	0,20
	Noirceur	6	6			
	Observation	45	29			
	Rien	59	22			
Stade d'apparition de la maladie	Avant la floraison	60	20	2	9,86	0,007
	Pendant la floraison	13	17			
	Pendant la fructification	47	23			
Saison d'apparition de la maladie	Saison Pluvieuse	89	45	1	3,394°30	1
	Saison sèche	31	15			
Moyen de lutte	Chimique	37	5	2	12,34	0,002
	Mécanique	14	6			
	Aucun	69	49			
Types de pesticide utilisé	Lava	10	3	4	4,19	0,23
	Dichlorvros					
	Maconzebe	1	0			
	Mercure de Cuivre	4	1			

	Rocket	6	1		
	Sulfate de Cuivre	16	0		
Fréquence d'application chimique	Une fois par semaine	34	5	1	3,1286 ^e 29
	Deux fois par semaine	3	0		
Moment d'application chimique	Matin	26	4	1	2,4866 ^e 30
	Soir	11	1		

Au regard du $X^2 = 4,65$, $df=3$ et $p\text{-value}=0,23$, les agrumiculteurs diagnostiquent les maladies par le dessèchement, la noirceur, l'observation et d'autres ne font rien. Les maladies apparaissent au stade d'avant la floraison et pendant la fructification dans les deux territoires kabare et kalehe au regard de ($X^2 = 3,394^e30$, $df=1$ et $p\text{-value}=1$) durant la saison pluvieuse et n'ont aucun moyen de lutte, suivi de la lutte chimique et mécanique ($X^2 = 12,34$, $df=2$ et $p\text{-value}=0,002$) mais ils utilisent plusieurs pesticides tels que Lava Dichlorvros, Maconzebe, Mercure de Cuivre, Rocket et Sulfate de Cuivre ($X^2 = 4,19$, $df=4$ et $p\text{-value}=0,23$) appliqués une fois par semaine ($X^2 = 3,1286^e29$, $df=1$ et $p\text{-value}=1$) et chaque matin ($X^2=2,4866^e30$, $df=1$ et $p\text{-value}=1$).

a) Relation entre les caractéristiques des verges, insectes et les maladies

La figure 29 d'ACM présente les caractéristiques des vergers, les insectes en relation avec l'incidence et la sévérité des maladies des agrumes. A Kabare, les orangers sont dominants et plantés en monoculture attaqués par les punaises et les pucerons (D : 21 à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées), par les aleurodes (C : 11 à 20% de lésions et/ou des feuilles affectées) ainsi que par *Trioza erytreae* (A : Jusqu'à 5% de la surface foliaire affectée). Ces orangers sont affectés par les psylles et les greening (A : Jusqu'à 5% de la surface foliaire affectée). A kalehe, les citrus souffrent de jaunissement (E : supérieur à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées) et sont cultivés en association attaqués par les cochenilles (D : 21 à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées) qui causent la fumagine (D : 21 à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées). Les fourmis en grand nombre protègent les cochenilles (E : supérieur à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées).

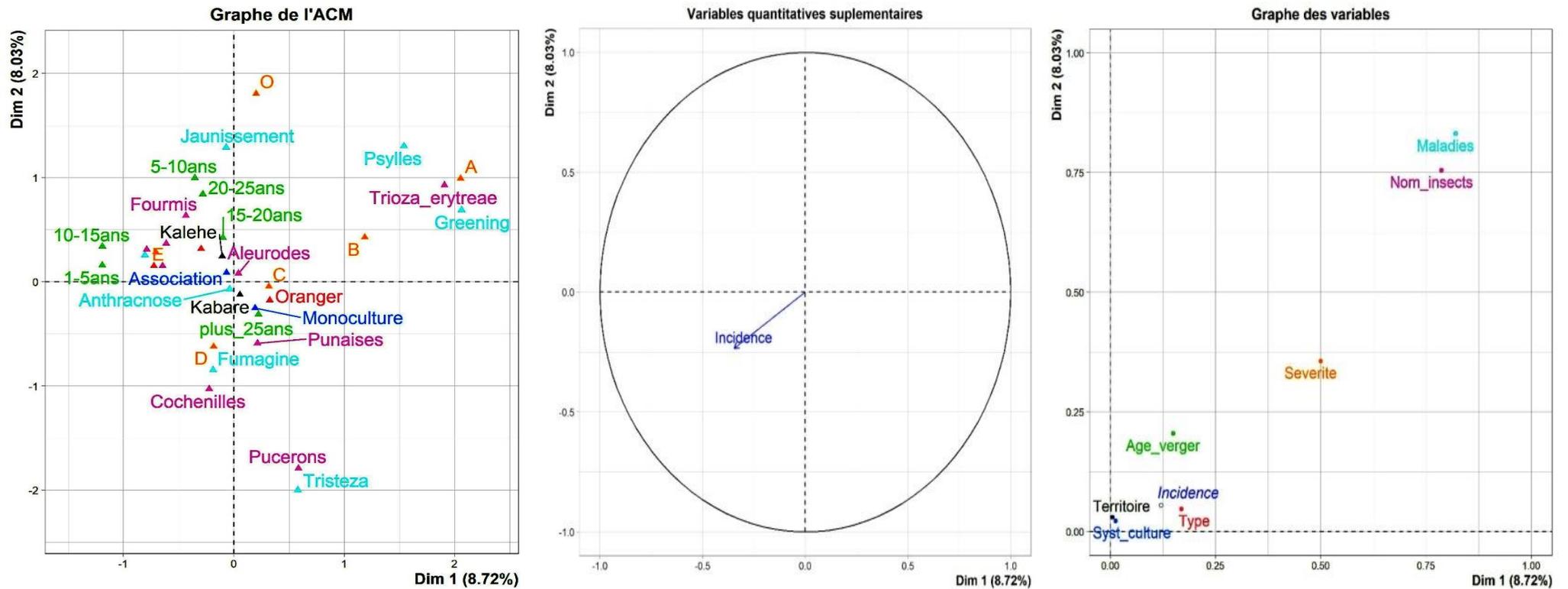


Figure 17: Influence des types des agrumes, l'âge des vergers, le système de culture, les maladies, les insectes sur le degré et l'incidence des maladies

Légende : **O** : pas des symptômes, **A** : Jusqu'à 5% de la surface foliaire affectée, **B** : 6 à 10% de lésions et/ou des feuilles affectées, **C** : 11 à 20% de lésions et/ou des feuilles affectées, **D** : 21 à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées, **E** : supérieur à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées.

a) Gestion des maladies et ravageurs des agrumes sur le couloir du Lac-Kivu, Est de la RDC

La figure ci-dessous présentée ci-dessous par ACM, nous montre la manière dont les agrumiculteurs diagnostiquent et luttent contre les maladies et ravageurs des agrumes sur le couloir du Lac-Kivu, Est de la RDC. Les vergers de plus de 5 ans souffrent de la fumagine, de la cercosporiose et de noirceur et sont attaqués par les punaises, les aleurodes, parfois il n'y a aucune présence des insectes et la présence des abeilles. Les agrumiculteurs n'y pratiquent aucune lutte phytosanitaire. Ceux de 2 à 5 ans souffrent du dessèchement, de l'antracnose et de la chlorose (le jaunissement) et ils appliquent le maconzebe et le sulfate de cuivre et pour les fourmis, la cendre est appliquée 2 fois et il n'y a pas de rotation. Tandis que les vergers de moins de 2 ans sont en observation et attaqués par les cochenilles, les mouches blanches, les pucerons et *Trioza erytreae* et affectés par greening, tristezza, Psylles. Les agrumiculteurs appliquent la rocket, Lava Dichlorvros et font la lutte mécanique.

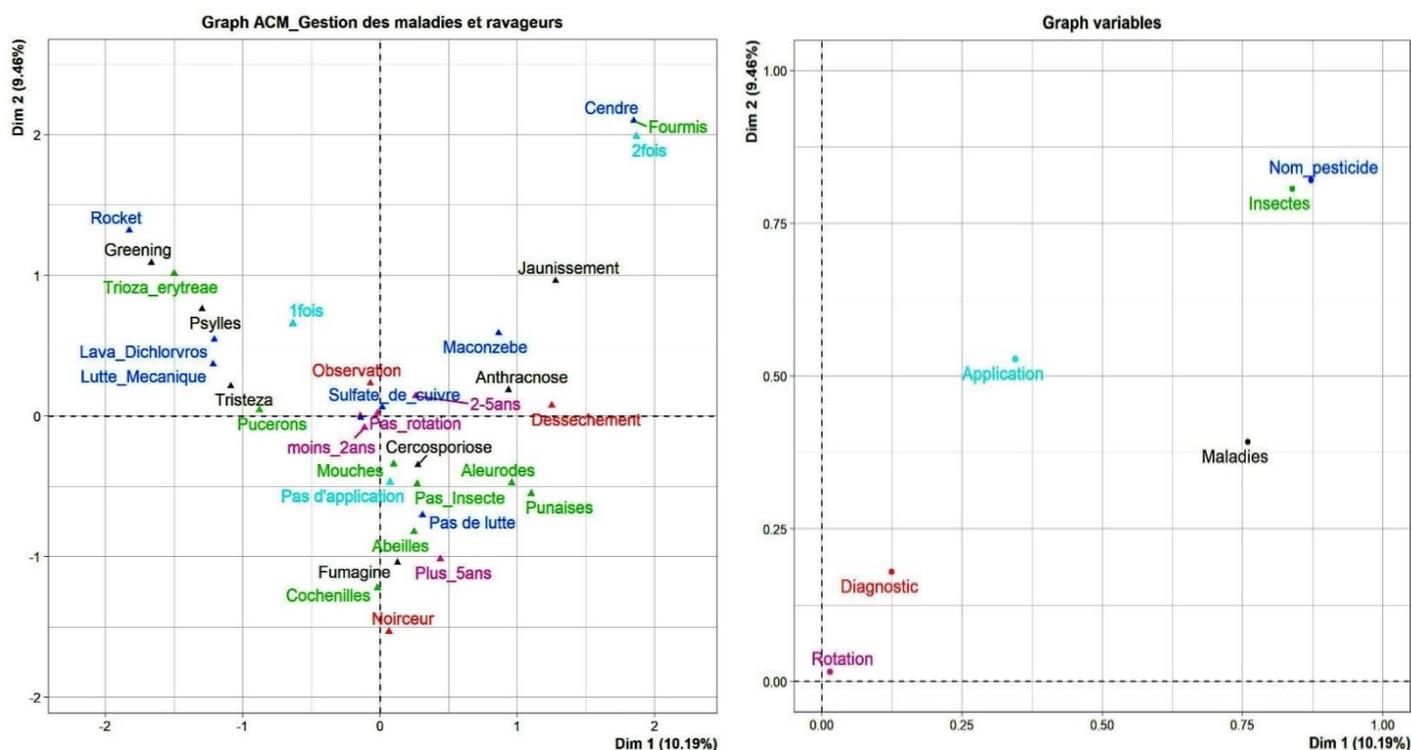


Figure 18: Gestion des maladies et ravageurs des agrumes sur le couloir du Lac-Kivu

3.1.5. Évaluation de l'intensité des maladies des agrumes.

a) Évaluation de l'incidence des maladies sur le couloir du Lac-Kivu

La figure 32 ci-dessous présente l'analyse de la variance de l'incidence des maladies des agrumes. Il existe une différence significative entre les incidences des maladies des agrumes au regard de $p\text{-value} < 2.2 \times 10^{-16}$.

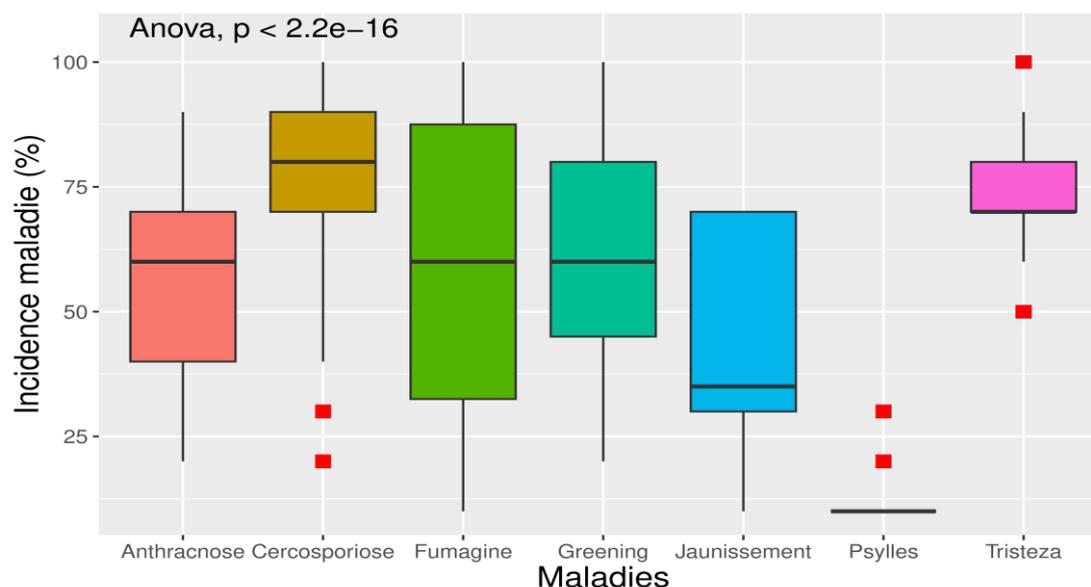


Figure 19: Incidence moyenne des différentes maladies des agrumes dans le couloir du Lac Kivu

Comparons les moyennes deux à deux par la méthode de PPDS ou LSD. Le tableau 10 ci-dessous présente la comparaison des moyennes deux à deux par la méthode de PPDS ou LSD sur l'incidence dans le couloir du Lac-Kivu.

Tableau 9: Incidence des différentes maladies des agrumes dans le couloir du Lac Kivu

Maladies	Territoire		Moyenne	P-value
	Kabare	Kalehe		
Anthracnose	60 ± 23,18	53,64 ± 16,29	57,5 ± 20,66 ^{cd}	0,436
Cercosporiose	73,86 ± 18,83	79,23 ± 19,98	75,86 ± 19,3 ^a	0,264
Fumagine	54,62 ± 26,65	62,22 ± 36,67	57,73 ± 30,54 ^{cd}	0,578
Greening	55,56 ± 20,07	71,67 ± 23,17	62 ± 22,1 ^{bc}	0,175
Jaunissement	47,78 ± 23,33	30 ± 10	43,33 ± 21,88 ^d	0,240
Psylles	13 ± 6,75	16,67 ± 11,55	13,85 ± 7,68 ^e	0,492
Tristeza	74,44 ± 11,99	65 ± 7,07	73,5 ± 11,82 ^{ab}	0,296
Moyenne générale	61,5 ± 25,72	65,17 ± 27,4	62,72 ± 26,27	<0,001

Dans les deux territoires la cercosporiose affecte plus les agrumes suivis de tristeza et de la fumagine ainsi que d'anthracnose et plus des agrumes sont affectés par le greening à kalehe qu'à kabare. Les vergers demandent une fertilisation à cause de la chlorose ou le jaunissement et sont peu affectés par les psylles.

a) Évaluation de la sévérité des maladies sur le couloir du Lac-Kivu

La figure 31 ci-dessous présente les résultats sur la sévérité globale des maladies des agrumes. L'anthracnose a une sévérité C et D (32,14% et 39,29 %) et la cercosporiose D et E (42,86% et 48,57%). La fumagine en a une sévérité E et D (22,73% et 50%) et le greening, une sévérité C

et B (26,67% et 33,33%) tandis que le jaunissement en a B et O (25% et 41,67%). Le psylle a une sévérité A et B (23,08% et 30,77%) et la tristeza renferme une sévérité (70%).

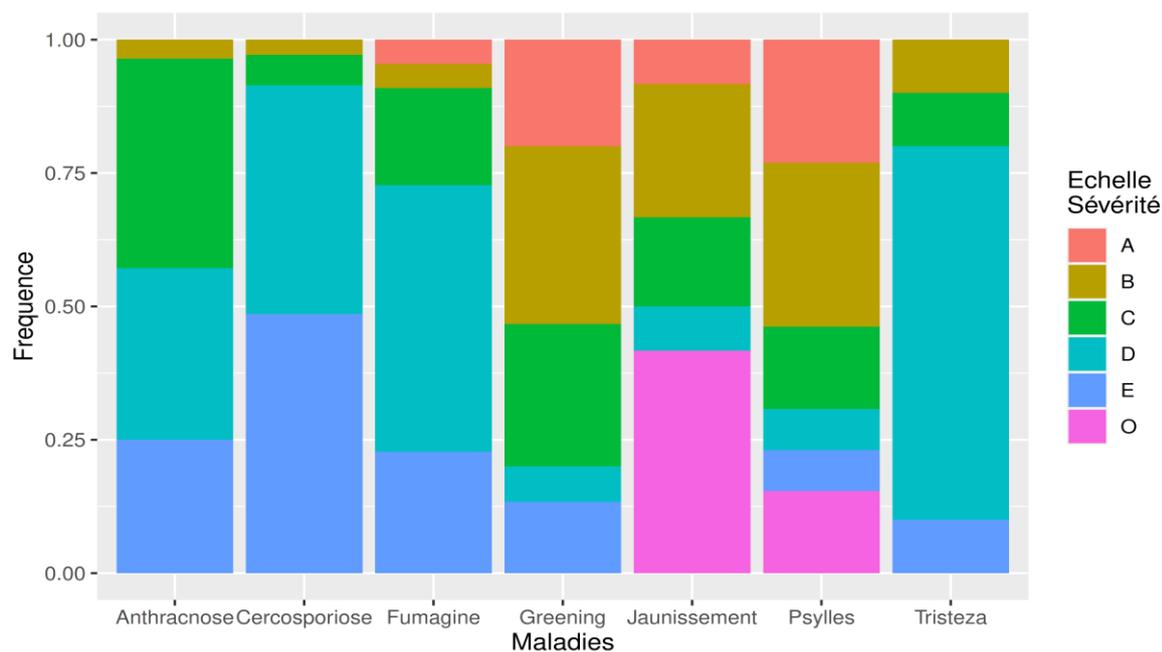


Figure 20: Sévérité globale des différentes maladies des agrumes dans le couloir du Lac Kivu

Légende : **O** : pas des symptômes, **A** : Jusqu'à 5% de la surface foliaire affectée, **B** : 6 à 10% de lésions et/ou des feuilles affectées, **C** : 11 à 20% de lésions et/ou des feuilles affectées, **D** : 21 à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées, **E** : supérieur à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées.

Le tableau 11 ci-dessous présente les résultats du test de khi-deux de la sévérité sur le couloir du Lac-Kivu.

Tableau 10: Résultats du test de khi-deux pour la sévérité en fonction des territoires.

Variables	Modalités	Pas des lésions	Sévérité faible (quelques lésions)		Sévérité moyenne (11 à 50%)		Sévérité élevée (>50%)	X ²	p-value	Signification
		O (%)	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	E (%)			
Cercosporiose	Kabare	0,00	0,00	2,27	4,55	54,55	38,64	6.6084	0.04309	S
	Kalehe	0,00	0,00	3,85	7,69	23,08	65,38			
Anthracnose	Kabare	0,00	0,00	0,00	47,06	29,41	23,53	2.3488	0.5645	NS
	Kalehe	0,00	0,00	9,09	27,27	36,36	27,27			
Greening	Kabare	0,00	22,22	33,33	22,22	11,11	11,11	0.9722	1	NS
	Kalehe	0,00	16,67	33,33	33,33	0,00	16,67			
Tristeza	Kabare	0,00	0,00	11,11	11,11	72,22	5,00	4.127	0.5211	NS
	Kalehe	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00			
Pssylles	Kabare	10,00	30,00	30,00	10,00	10,00	10	3.1417	0.7692	NS
	Kalehe	33,33	0,00	33,33	33,33	0,00	0,00			
Fumagine	Kabare	0,00	0,00	0,00	23,08	53,85	23,08	3.4034	0.5927	NS
	Kalehe	0,00	11,11	11,11	11,11	44,44	22,22			
Jaunissement	Kabare	44,44	0,00	33,33	11,11	11,11	0,00	5.0667	0.4318	NS
	Kalehe	33,33	33,33	0,00	33,33	0,00	0,00			

Légende : O : pas des symptômes, A : Jusqu'à 5% de la surface foliaire affectée, B : 6 à 10% de lésions et/ou des feuilles affectées, C : 11 à 20% de lésions et/ou des feuilles affectées, D : 21 à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées, E : supérieur à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées.

Les résultats du tableau 10 montrent que la sévérité de la cercosporiose diffère dans les deux territoires. Les agrumes de Kalehe ont une sévérité élevée en cercosporiose que ceux de Kabare tandis qu'à ce qui concerne l'anthracnose, le greening, la Tristeza, le psylle, la fumagine et la chlorose ou le jaunissement, il n'y a pas de différence entre les deux territoires kalehe et kabare donc les affections de ces maladies sont les mêmes.

DISCUSSION DES RÉSULTATS

Le nombre des deux sexes des agrumiculteurs enquêtés ne diffère pas dans les groupements de ces deux territoires. Les travaux de [Lututala et Ngondo \(2003\)](#) qui ont rapporté qu'en milieu rural congolais les travaux ne se partagent pas suivant le sexe et le niveau de scolarité est majoritairement bas. Dans tous ces groupements de ces territoires, il n'existe aucune différence entre l'état civil des agrumiculteurs (les célibataires, les mariés, les divorcés et les veufs) de même en ce qui concerne le niveau d'étude des agrumiculteurs enquêtés et aussi, les activités génératrices de revenus. Ces résultats correspondent à ceux de [Rubabura et Baluku \(2011\)](#).

Les trois types d'agrumes sont cultivés dont les orangers, les citronniers et les mandariniers dans le couloir du Lac-Kivu, l'Est de la RDC. [Garcia-Lor et al., \(2013\)](#) rapportent que les agrumes (cédrat, la mandarine, orange, citron) sont adaptés à un climat avec alternance de saison sèche et de saison froide. En ce qui concerne l'âge d'exploitation des vergers varie 1 à 5ans, 5 à 10ans, 10 à 15ans, 15 à 20ans, 20 à 25ans et plus de 25ans c'est-à-dire dans les deux territoires choisis pour l'étude il y a des jeunes vergers et des vieux vergers qui demandent de les rajeunir. [Ooreka \(2020\)](#) et [Wikifarmer \(2021\)](#) rapportent que la longévité d'un verger des agrumes est de 40 à 70ans si le verger est bien soigné peut vivre jusqu'à 100ans ou plus de ce fait, un verger peut être hérité. La provenance de la semence des agrumes est soit le marché, l'ONG, le même verger et/ou l'autre verger et l'héritage (ou inconnu).

Les types des agrumes dans les milieux d'étude sont préférés de la même manière par les agrumiculteurs, les vergers des orangers de plus de 25 ans et de 15à 20 ans ainsi que de 20 à 25 ensuite les vergers de citronniers de 1 à 5 ans dominant. [Wikifarmer \(2021\)](#) affirme que l'oranger est préféré car il produit en moyenne 300-400 oranges et dont une orange pèse en moyenne 140g, les oranges résistent au transport grâce à son écorce épaisse qui donne aux producteurs le temps de négocier les meilleurs prix et profiter des fluctuations des prix tout au long de l'année.

Les agrumiculteurs conduit les vergers d'agrumes en association avec l'amarante, le haricot et /ou le haricot et maïs, le maïs, le petit-pois, le soja et/ou en monoculture. [Umeh et al., \(2008\)](#) qui stipulent que plus souvent, l'association des cultures améliore la fertilité du sol par la fixation biologique de l'azote atmosphérique en intégrant les légumineuses, ce qui augmente la conservation du sol par une plus grande étendue couverte que les cultures isolées. [Jagoret et al., \(2009\)](#) confirment que des cultures vivrières annuelles ou pluriannuelles (maïs, macabo, manioc...) sont aussi présentes, ces cultures vivrières sont souvent plantées soit à la lisière des champs, soit à l'intérieur des parcelles dans des petites clairières. Ils font le sarclage, le sarclage et la taille associé et /ou la taille et les autres ne font pas l'entretien. De plus, les uns des

agrumiculteurs fertilisent par la matière organique et les autres pas et les uns rotent les cultures associées durant moins de 2 ans, de 2 à 5 ans ou plus de 5 ans et les autres pas. Les résultats vont de pair avec ceux de [Aulong et al., \(2000\)](#), [Laird et al., \(2007\)](#), [Ndo \(2007\)](#), [Sonwa et al., \(2007\)](#) qui ont trouvé que le système de culture des agrumes le plus important en RDC est celui dans lequel ils sont en association avec les légumineuses. Ces échanges sont bénéfiques pour toutes les cultures (fertilisation, sarclage, ombrage, lutte des ravageurs).

Les agrumes sont attaqués dans le couloir du Lac-Kivu par la cercosporiose, l'antracnose, la fumagine, le psylle, le greening, la tristeza et la chlorose (le jaunissement). Ces résultats rencontrent ceux d'[Autrique et Perreux \(1989\)](#), de [Rubabura et Baluku\(2011\)](#) et de [Mupenda \(2018\)](#) qui ont travaillé aussi sur l'état phytosanitaire des agrumes aux alentours du Lac Kivu. Les agrumiculteurs diagnostent les maladies par le dessèchement, la noirceur, l'observation et d'autres ne font rien. Les maladies apparaissent au stade d'avant la floraison et pendant la fructification dans les deux territoires Kabare et Kalehe durant la saison pluvieuse et n'ont aucun moyen de lutte, suivi de la lutte chimique et mécanique mais ils utilisent plusieurs pesticides tels que Lava Dichlorvros, Maconzèbe, Mercure de Cuivre, Rocket et Sulfate de Cuivre appliqués une fois par semaine et chaque matin. Les recherches menées par [Yesuf \(2007\)](#) rapportent l'utilisation des pesticides par exemple en Ethiopie prouvent que l'utilisation du Cuproxat (sulfate de cuivre) a permis de réduire l'incidence et la sévérité de la maladie fongique.

A Kabare, les orangers sont dominants ([Wikifarmer, 2021](#)) et plantés en monoculture attaqués par les punaises et les pucerons (D : 21 à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées), par les aleurodes (C : 11 à 20% de lésions et/ou des feuilles affectées) ainsi que par *Trioza erythrae* (A : Jusqu'à 5% de la surface foliaire affectée). Ces orangers sont affectés par les psylles et les greening (A : Jusqu'à 5% de la surface foliaire affectée). A Kalehe, les citrus souffrent de jaunissement ou chlorose (A : jusqu'à 5% de lésions et/ou des feuilles affectées) et sont cultivés en association attaqués par les cochenilles (D : 21 à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées) qui causent la fumagine (D : 21 à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées). Les fourmis en grand nombre protègent les cochenilles (E : supérieur à 50% de lésions et/ou des feuilles affectées). Les résultats d'[Isabelle \(2021\)](#) stipulent que la principale cause du développement de la fumagine, psylle et greening est la présence d'insectes et de parasites comme les pucerons, les aleurodes et les cochenilles. Ces derniers développent un miellat sucré et collant qui permet au champignon de se déposer et de se développer rapidement, formant ainsi une couche noire

sur les feuilles. Le CTV est influencé par la présence des insectes, plus particulièrement les pucerons du genre *Toxoptera citricida* Fontaine (2020).

Les vergers de plus de 5 ans souffrent de la fumagine, de la cercosporiose et de noirceur. L'incidence moyenne a été de 75,86% et la sévérité élevée de 52%. Ces résultats sont semblables avec ceux de Rubabura et Baluku (2011) sur la côte occidentale du lac Kivu (Incidence de 72,85%) ils ont confirmé que cette situation est due aux conditions climatiques plus favorables au développement du champignon responsable de la maladie sur le couloir du Lac-Kivu. Yesuf (2002) et Ndo (2011) renchérissent que la cercosporiose est plus sévère dans des altitudes supérieures à 1300 m. Ils sont attaqués par les punaises, les aleurodes, de fois il n'y a aucune présence des insectes et la présence des abeilles. Les agrumiculteurs n'y pratiquent aucune lutte phytosanitaire. Ceux de 2 à 5 ans souffrent de l'anthracnose et de la chlorose (le jaunissement) et ils appliquent le maconzebe et le sulfate de cuivre et pour les fourmis, la cendre est appliquée 2 fois et il n'y a pas de rotation. Tandis que les vergers de moins de 2 ans sont en observation et attaqués par les cochenilles, les mouches blanches, les pucerons et *Trioza erytrae* et affectés par greening, tristezza, Psylles. Les agrumiculteurs appliquent la rocket, Lava Dichlorvros et font la lutte mécanique. Rubabura et Baluku (2011) ont rapporté aussi l'utilisation des insecticides, fongicides, de la lutte mécanique et le savoir-faire local bref la lutte intégrée. Fontaine (2020), GIZ et FiBL (2021) ont rapporté l'application de l'insecticide Lava Dichlorvros dans l'élimination obligatoire des Citrus atteints et/ou les branches de ces Citrus dominées par les vecteurs afin d'éviter l'apparition d'un foyer de multiplication de *Toxoptera citricida*. Il existe divers produits insecticides, permettant de lutter contre les pucerons des agrumes (Agrimaroc, 2019). Ces résultats sont prouvés par Vullin, (2006) qui stipule qu'un traitement insecticide à base d'organophosphorés comme Rocket ou Lava Dichlorvros est efficace pour contrôler ce ravageur *Trioza erytrae*.

Dans les deux territoires, la cercosporiose affecte plus les agrumes suivis de tristezza et de la fumagine ainsi que d'anthracnose et plus des agrumes sont affectés par le greening à Kalehe qu'à Kabare. Les vergers demandent une fertilisation à cause de la chlorose ou le jaunissement et sont peu affectés par les psylles. Ces résultats rejoignent ceux d'Autrique et Perreaux (1989) qui ont inventorié les maladies des agrumes dans les pays des grands lacs de l'Afrique centrale.

L'anthracnose a une sévérité C et D (32,14% et 39,29 %) et la cercosporiose D (42,86% et 48,57%). La fumagine en a une sévérité E et D (22,73% et 50%) et le greening, une sévérité C et B (26,67% et 33,33%) tandis que le jaunissement en a B et O (25% et 41,67%). Le psylle a une sévérité A et B (23,08% et 30,77%) et la tristezza renferme une sévérité (70%). Quant à

l'antracnose, les recherches faites par [Silué et al., \(2017\)](#) prouvent que cette maladie due par *Colletotrichum gloeosporioides*. Elle est l'une des contraintes majeures à l'expression des potentialités réelles des agrumes en Afrique tropicale humide. [Munch et al., \(2008\)](#) les spores sont formées à la surface des tissus infectés, puis elles sont dispersées par les insectes, le courant d'air et les éclaboussures d'eau pour commencer un autre cycle d'infection. L'étude de [Timmer et al., \(2000\)](#) et [Serrano et al., \(2010\)](#) sur l'épidémiologie de l'antracnose des agrumes prouvent que quelques fois l'antracnose est moins sévère dans les vergers mais plus sévère sur les fruits récoltés précocement car l'éthylène déclenche la croissance du champignon quiescent, et il augmente également la susceptibilité de l'écorce à l'invasion ultérieure. Des concentrations d'éthylène supérieures à celles requises pour un dévernissage optimal des fruits récoltés augmentent de manière significative l'apparition de cette maladie. Le fongicide Prochloraz est utilisé lorsque les conditions météorologiques favorisent l'infection de *C. gloeosporioides* aident à contrôler l'antracnose. Le vaporisateur fongicide s'applique à l'intervalle de 14 jours dans le verger ([Dirou et Stovold, 2005 ; Timmer, 1998](#)). [Isabelle \(2021\)](#) et [Scot \(2019\)](#) rapportent que la fumagine est causée par le champignon de type *Capnodium oleaginum* ou *Fumago salicina* et dont ce champignon se développe plus dans des altitudes supérieures 1400m dans les saisons moyennement humides. [Scot \(2019\)](#) rapporte que la fumagine est rarement sévère pour la plante, la fumagine peut néanmoins réduire la photosynthèse lorsqu'elle recouvre l'ensemble des feuilles sur une forte épaisseur. C'est alors qu'elle vient à asphyxier la feuille qui finit par dépérir. En revanche, lorsque la fumagine ne représente que quelques taches noires les dégâts sont souvent très limités. Les recherches de [FAO \(2003\)](#) rapportent qu'il existe un danger réel que le vecteur asiatique, le puceron *Diaphorina citri*, se déplace depuis l'Arabie via Madagascar, le continent africain, pour s'y établir en compagnie de la forme africaine existante. Dans ce cas, la production d'agrumes dans les zones plus chaudes et sèches est à son tour menacée. Par analogie avec les résultats trouvés par [Fontaine \(2020\)](#) au niveau mondial, la maladie est répandue en zone tropicale sur tous les continents où elle est considérée comme dévastatrice. Le CTV est influencé par la présence des pucerons du genre *Toxoptera citricida*. Ces résultats cadrent toujours avec ceux trouvés par [Fontaine \(2020\)](#), le virus se développe dans les tissus vasculaires. [Fontaine \(2020\)](#) a diffusé deux manières de propagation de CTV, soit par du matériel végétal infecté et soit encore par différentes espèces de pucerons (*Toxoptera citricida*, *T. aurantii*, *Aphis gossypii* et *A. spiraecola*). Les pucerons acquièrent le virus en quelques secondes lors d'un prélèvement de sève contaminée. Ils sont attirés par les bourgeons tendres et riches où ils se développeront en colonies abondante. Ces pucerons sont ensuite capables de transmettre le CTV pendant 1 à 2 jours ; en outre les résultats de [Agrimaroc \(2019\)](#) montrent que le vecteur le plus important est le puceron

brun des agrumes (*Toxoptera citricida*) dont la vitesse d'avancement est estimée à 300 km par an. D'après [Ramaeckers \(2001\)](#), cette maladie a fait disparaître plus de la moitié d'agrumes en Amérique. Elle constitue de ce fait une menace pour les agrumes de l'Est de la RDC au regard de l'incidence trouvée. Greening et psylles ont été signalés depuis 2002 dans toutes les régions productrices d'agrumes d'Afrique : Burundi, Éthiopie, Kenya, République Centrafricaine, Rwanda, RD. Congo, Somalie, etc Le greening est fortement influencé par les insectes de la famille des Psyllidae plus précisément l'espèce *Trioza erytrae* ([USDA, 2013](#)). [Diva do carmo et al., \(2005\)](#) qui démontre que les agents pathogènes sont des bactéries mobiles du genre *Candidatus Liberibacter* spp qui sont transmises par deux espèces d'insectes de la famille des Psyllidae proches des pucerons et inféodés aux agrumes : le psylle asiatique des agrumes, *Diaphorina citri* et, en Afrique, par le psylle africain des agrumes, *Trioza erytrae*. [Isabelle \(2021\)](#) rapporte que la gravité et/ou l'infestation par la bactérie *Liberibacter candidatus* entraîne inévitablement la mort de l'agrume au bout de quelques années (laps de temps qui peut varier en fonction de l'âge de l'arbre contaminé). Le greening est une maladie mortelle pour les agrumes en Afrique tropicale ([INRA, 2006](#)). Le jaunissement ou chlorose des agrumes est dû au dysfonctionnement physiologique par la carence en éléments nutritifs comme en zinc ou en eau ([Ramaeckers , 2001 ; Chapot et Cassin, 2001](#)).

Les agrumes de Kalehe ont une sévérité élevée en cercosporiose que ceux de Kabare. Les résultats de [Kuaté et al., \(2002\)](#) qui montrent que l'expression parasitaire de la cercosporiose est observée à partir des différentes altitudes variant de 1250 m. [Kuaté et al., \(2002\)](#) ont trouvés que les insectes ne sont pas principalement à la base de l'infection, mais le champignon *Phaeoramularia angolensis* est l'agent causal de la cercosporiose. L'infection est favorisée par les conditions climatiques. En ce qui concerne l'anthracnose, le greening, la Tristeza, le psylle, la fumagine et la chlorose ou le jaunissement, il n'y a pas de différence entre les deux territoires Kalehe et Kabare donc les affections de ces maladies sont les mêmes. [Pronanut \(2019\)](#) et [Caid \(2017,2021\)](#) montrent que le couloir Lac-Kivu jouit d'un même climat tropical de montagne avec une alternance de deux saisons (une saison de pluie et une saison sèche) et une altitude plus basse 1460 m et plus haute 2225 m avec une température modérée.

CONCLUSIONS, RECOMMANDATIONS ET SUGGESTIONS

Ce présent travail consistait à l'étude de l'état phytosanitaire des agrumes (*Citrus* sp.) sur le couloir du Lac-Kivu, cas du territoire de Kabare et Kalehe, Est de la RDC. Pour ce faire, une pré-enquête a été effectuée dans le mois d'Avril 2022 et une enquête combinée à des observations a été réalisée en mois d'Octobre dans les vergers des agrumes du territoire de Kabare et Klaehe sur le couloir du Lac-Kivu, Est de la RDC. Dans le territoire Kabare et Kalehe sur le couloir du Lac-Kivu, seuls les groupements qui bordent le Lac-Kivu étaient soumis à l'étude et dans chaque groupement vingt vergers étaient sujets d'enquête. Dans chaque verger, dix arbres disposés selon deux diagonales (X) ont été évalués pour l'incidence de la maladie en raison de cinq arbres dans chaque diagonal. Cinq arbres ont été pris aléatoirement dans le verger pour évaluer la sévérité de la maladie. Par ailleurs, l'enquête sur la perception paysanne par rapport aux méthodes de gestion utilisées pour lutter contre les maladies des agrumes a été réalisée.

D'une manière spécifique, ce présent travail avait comme objectif :

- Évaluer les caractéristiques des vergers d'agrumes dans le territoire de Kabare et Klaehe sur le couloir du Lac-Kivu, Est de la RDC,
- Inventorier les maladies qui attaquent les agrumes dans le milieu d'étude,
- Évaluer l'incidence et la sévérité des maladies des agrumes dans ledit milieu,
- Analyser la compréhension et la perception des agrumiculteurs sur la gestion des maladies des agrumes dans ce milieu.

A l'issu des objectifs fixés et de la méthodologie utilisée, les résultats trouvés sont suivants :

- Les agrumiculteurs dans le territoire de Kabare et Kalehe sur le couloir du Lac-Kivu, Est de la RDC cultivent les agrumes du type oranger (58,89%), citronnier (25%) et mandarinier (16,11%) mais l'oranger est beaucoup cultivé (de plus de 60%) ;
- Les vergers des agrumes dans le milieu d'étude sont âgés de plus de 25ans (64,44%). La provenance de la semence est inconnue à 64,44%, d'un autre verger à 27,22%. Les vergers des agrumes dans le territoire de Kabare et Kalehe sur le couloir du Lac-Kivu ont été hérités des parents ;
- L'association des cultures est le système le plus pratiqué à 63,33% avec les haricots et les maïs, mais aussi la rotation des cultures à 33% ;
- La cercosporiose est présente dans tous les deux territoires sur le couloir du Lac-Kivu à 75,86%. Elle affecte sévèrement le rendement à 52%. Le sulfate de cuivre ou le mercure de cuivre sont utilisés pour lutter contre la cercosporiose comme étant une maladie fongique ;

- L'anthracnose est également présente (57,5%) et est due à la présence des insectes tels que les pucerons, elle affecte faiblement le rendement à 37,17%. Le mercure de cuivre ou le mancozèbe sont appliqués pour lutter contre l'anthracnose ;
- Le CTV (Citrus Tristeza Virus) a une incidence de 73,5% et est véhiculé par les pucerons du genre *Toxoptera citricida*. La tristeza affecte à 61,11% le rendement des agrumes dans le territoire de Kabare et Kalehe sur le couloir du Lac-Kivu. La lutte mécanique et l'insecticide Lava Dihlorvros sont appliqués pour limiter les dégâts ;
- Le greening est observé dans toutes les localités (62%) et le psylle a une moindre incidence (13,85%). Ces deux maladies sont fortement influencées par les insectes de la famille des Psyllidae plus précisément l'espèce *Trioza erythrae*. De même, le greening a une faible sévérité (33,33%) comme le psylle (31,67%). La lutte se fait par la pulvérisation aux insecticides comme Rocket ou Lava Dichlorvros;
- Le jaunissement ou la chlorose est dû au dysfonctionnement physiologique de la carence en éléments nutritifs comme en zinc ou en eau.

De ce qui précède, les recommandations suivantes sont rédigées :

- La régénération des vieux vergers ;
- Le recours à la rotation des cultures pour contribuer à la lutte contre les ravageurs les maladies et la fertilisation du sol.

Ceux trouvés sur terrain, nous suggérons :

- Aux chercheurs d'approfondir les recherches sur toutes les maladies des agrumes trouvées sur le couloir du Lac-Kivu dans la caractérisation morphologique des agents pathogènes et d'élargir la zone d'étude pour comprendre le comportement des agrumes dans les autres milieux.
- Au gouvernement Congolais de rendre disponible une bibliothèque nationale pour la documentation mais également la réhabilitation des routes pour faciliter les descentes sur terrain lors des recherches ;
- Aux animateurs communautaires dans la protection des végétaux de renforcer le lien et la compétence des agrumiculteurs en matière de la gestion des maladies.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Acf (2009). Assistance alimentaire, manuel pour les professionnels de terrain. Action Contre la Faim Internationale. p45
- Adaskaveg, J.E., Förster, H., Prusky, D., Freeman, S. & Dickman, M.B. (2000). Occurrence and management of anthracnose epidemics caused by *Colletotrichum* species on tree fruit crops in California. Pages 317-336 in: *Colletotrichum: Host Specificity, Pathology, and Host-Pathogen Interactions*. eds. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Admasie, K., Belete, E. & Merkez, A. (2021). Incidence et gravité du mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*) influencées par les pratiques agricoles adoptées dans le nord du Wollo, dans l'est de l'Amhara, en Ethiopie.
- Afouda, L. C., Zinsou, V., Balogoun, R. K., Onzo A. & Ahohuendo, B. C. (2013). Inventaire des agents pathogènes de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) au Bénin. BRAB. 73 : 13-19.
- Agrimaroc, (2019). Citrus Tristeza Virus : La maladie des agrumes la plus dévastatrice. Lien article : <http://www.agrimaroc.ma/citrus-tristeza-virus-agrumes/> (Consulté le 29 Juin 2023)
- Aiello, D., Carieri, R. & Guarnacia, V. (2015). La caractérisation et la pathogénicité du *Colletotrichum gloeosporioides* et *C. karstii* causant l'Anthracnose.
- Ajay, K. (2014). *Colletotrichum gloeosporioides*: biology, pathogenicity and management in India Journal of Plant Physiology & Pathology India.
- Alcon, F., De-Miguel, M. & Burton, M. (2011). Analyse de la durée de l'adoption de la technologie d'irrigation goutte à goutte dans le sud-est de l'Espagne. Prévisions technologiques Soc 78 (6): 991-1001.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.02.001>
- Anderson, N., Domsch, KH., & Gams, N., (2013). Compendium of soil fungi. Academic Press LTD, London, 859 p.
- Anon (2004). Climate Change Impacts, Agroforestry Adaptation and Policy Environment in Sri Lanka. Open Journal of Forestry, Vol.4 No.5, October 17, 2014
- Imbert, E. (2007). Prévisions campagne d'agrumes. Ed. Fruitrop
- Barel, C. et Faivre, R. (2013) Clementiniers et autres petis agrumes, production des agrumes: Comment augmenter le rendement. p104
- Loeillet, D. (2006). Agrumes et jus d'orange. Ed. Cyclope: les marches mondiaux. Paris: Economica, p.411-414
- Yann, F. (2017). Corse, terre d'agrumes. www.Lepoint.fr
- Robert, C. (2019). Cultiver les agrumes en pot. P19
- Antoine, F., Bruno, H., Romuald, F., & Gilles, C. (2016). La maladie du Huanglongbing (HLB). Ed. FDGDON.
- Antonio, J. A. (2001). Le contrôle des maladies des agrumes au Brésil. Symposium sur les agrumes Chine/FAO
- Antony (2013). Genomics of the origin and evolution of Citrus.
<https://doi:10.1038/nature25447>

- Arauz, L. F. (2000). Mango Anthracnose: Economic Impact and Current Options for Integrated Management. *Plant Disease* 84: 600-611.
- Atlasbig, (2019). Principaux pays producteurs totaux d'agrumes, Pays par production totale d'agrumes. <http://www.atlasbig.com/fr-fr/pays-par-production-totale-d-39-agrumes>
- Aubert (2010). Pépinières et plantations d'agrumes. Ed. Cirad p192.
- Aulong, S., Dury, S., & Temple, L. (2000). Dynamique et structure floristique des agro-forêts à agrumes au centre du Cameroun. *Fruits*, 55(2), 103-114.
- Autrique, A. et Perreaux, D. (1989). Mladies et ravageurs des cultures de la région des grands lacs d'Afrique Centrae (No.24). AGCD -Coopération Belge.232 p
- Avelino, J., Willocquet, L., & Savary, S. (2004). Effect of crop management patterns on coffee rust epidemics. *Plant Pathology*, 53, 541-547.
- Bailey, G., Carden, M., Clarke, P., & Clausus, N. (2006). Mythologie : mythes et légendes du monde entier (de Lodi ed.). Paris.
- Barkley, N.A., Roose, M.L., Krueger, R.R., Federici, C.T. (2006) Assessing genetic diversity and population structure in a citrus germplasm collection utilizing simple sequence repeat markers (SSRs). *TAG Theoretical and Applied Genetics* 112: 1519-1531
<https://DOI:10.1007/s00122-006-0255-9>
- Barkry, F., Didier, C. & Ganry, J. (2002). Les espèces fruitières. *Memento de l'Agronome*, 932-1020.
- Beautiful, C. (2008). Les maladies et ravageurs du citronnier et des autres agrumes. Pub : Jardiner avec binette et jardin 02/04/2008
- Belhia (2016). L'étude des adventices des agrumes dans la région de Rémchi et de Hennaya. Mémoire de fin d'étude
- Bella-Manga (1998). Criblage variétal au champ de divers groupes d'agrumes en fonction de leur sensibilité à la cercosporiose (*Cercospora angolensis* de Carvalho & Mendes), in : Cirad-irfa, Journées Irfa Agrumes et mangues, 4-10 septembre 1991, Montpellier, France, document interne n ° 45, 1991.
- Benediste, A. & Baches, M. (2002). Agrumes. Ed. Ugen Ulmer, PARIS, n° 132, 96 p.
- Berton, A. (2015). BSV Agrumes. *Bulletin de Santé du Végétal*, 1, 1-12.
- Biche, M. (2012). Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. Institut national de la protection des végétaux et le ministère de l'agriculture et du développement durable,
- Bouzouina, M., Brahim L., Kolai, N., & Berkani A., (2014). Contribution à l'étude de l'influence des composés phénoliques des feuilles de Citrus sur l'activité des Adultes de *Phyllocnistis citrella* STANTON (Lepidoptera; Gracillariidae)
- Bruno, H., Romuald, F., Gilles, C., & Antoine, F. (2016). La maladie du Huanglongbing (HLB). Ed. Anses. P12
- CABI (2015). CABI shares expertise on how to tackle citrus greening disease in the Caribbean. [News Articles](#)
- CAID, (2017). Pour plus des données. Ed.caid 4-8p
- CAID, (2021). Lancement du programme présidentiel accéléré de la lutte contre la pauvreté.
- Cannon, P.F, Damm, U., Johnston, P.R., & Weir, B.S. (2012). *Colletotrichum* - current status and future direction. *Studies in Mycology* 73: 181-213.
- Cassin P. J. (1976) A. Guyane. IRFA. 16p. Rapport d'archive.

- Cavalcante D., Ivo S., & Teogenes S. (2000). Soil quality indicators for monitoring the short-term effects of mined soil rehabilitation strategies for bauxite. March 2023. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 47(e0220126) :1-22.
[DOI :10.36783/18069657rbc20220126](https://doi.org/10.36783/18069657rbc20220126)
- César, R. M. (2013). « Huanglongbing ('Citrus greening') y elpsíldo asiático de los cítricos, una perspectiva de su situación actual »
- Chapot, H. et Cassin, J. (2001). Maladies et troubles divers affectant les citrus au maroc. 119p
- Chung, K.R. & Timmer, L.W. (2009). Citrus Diseases Exotic to Florida : Phaeoramularia Fruit and Leaf Spot (PFLS) Fact Sheet PP-234. Université de Floride, Gainesville.
- CIRAD, (2016). La maladie du Huanglongbing (HLB). Ed. Cirad. P1-2
- CIRAD–GRET, (2009). Mémento de l'agronome. Quae : France. 1695p.
- Cord, A.C. (1837). Pilze in J. Sturm. Deutschland Flora 3, 41.
- Crouch, J., Clarke, B. & Hillman, B. (2009). What is the value of ITS sequence data in *Colletotrichum* systematics and species diagnosis ? A case study using the falcate-spored gramminicolous *Colletotrichum* group. *Mycologia* 101 : 648–656.
- Crous, P., Aptroot, A., Kang, J., Braun, U. & Wingfield, M. (2000). The genus *Mycosphaerella* and its anamorphs. *Studies in Mycology* 45 : 107–121
- Crous, P., Wingfield, M., & Richardson D. (2016). Fungal Planet description sheets: 400–468. *Persoonia* 36 : 316–458.
- Damm, U., Cannon, P.F, Johnston, P.R., & Weir, B.S. (2012). *Colletotrichum* - current status and future direction. *Studies in Mycology* 73: 181-213.
- Damm, U., Cannon, P., Woudenberg, J. & Crous, P. (2012a). The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Studies in Mycology* 73 : 37–113
- Damm, U., Weir, B. S., Johnston, P.R. (2012b). Le complexe d'espèces *Colletotrichum acutatum*. *Studies in Micology, Pays-Bas*, v. 73, p. 1-113.
- Daniella, E. G. (2011). Évaluation des facteurs de risque épidémiologique de Phaeoramulariose des agrumes dans les zones humides du Cameroun. École Doctorale Systèmes Intègres en Biologie, Agronomie, Géosciences Hydro-sciences et Environnement.
- De Silva, D., Poliquin, S., Zeng, R., Zamudio-Ochoa, A., Marrero, N., Perez-Martinez, X., Fontanesi, F. & Barrientos, A. (2017). L'hélicase DEAD-box Mss116 joue des rôles distincts dans la ribogenèse mitochondriale et la traduction spécifique de l'ARNm. *Acides nucléiques Res* 45(11) :6628-6643
- Dean, R., Van-Kan, J. A., Pretorius, Z. A., Hammond-Kosack, K. E., Di-Pietro, A., Spanu, P. D., Rudd, J. J., Dicman, M., Kahmann, R. & Ellis, J. (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 13: 414-430.
- Dersseh, M., Melesse, A., Tilahun, S., Abate M, Dagnew DC. 2019. Jacinthe d'eau : examen de ses impacts sur l'hydrologie et les services écosystémiques – leçons pour la gestion du lac Tana. *Climat hydrol extrême Var.* 1(1) :237–251.
- Sankaréla, T. D. M. (2001). Progression de la cercosporiose des agrumes (*Phaeoramularia angolensis*) en Guinée
- Sankaréla, T. D. M (2003). Vers une lutte contre la cercosporiose des agrumes en Guinée. p25
- Diedhiou, P. M., Mbaye, N., Dramé, A. & Samb, P.I. (2007). Alteration of postharvest diseases of mango *Mangifera indica* through production practices and climatic African. *Journal of Biotechnology* 6: 1087-1094

- Diroun J. et Stovold, G. (2005). Fungicide management program to control mango anthracnose. Primefact 19. Departm
- Diva-do-Carmo, T., Colette, S., Sandrine, Eveillard., Jean-Luc, D., Paulo, I. C., Antoni, J. A. & Joseph, B. (2005). *Candidatus liberibacter americanus* associated with citrus huanglongbing (greening disease) in São Paulo State, Brazil », International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, vol. 55, no 5, septembre 2005, p. 1857-1862
<https://dx.doi.org/10.1073/pnas.0307747100>
- DPVSPV (2022). Complément au programme national de contrôle des intrants dans le domaine végétal pour 2022. Instructions du ministère de l'agriculture depuis 1998 et Bulletin officiel depuis 2014. p4-7.
- DRAAFM-P, (2013). Virus de la tristezza – Genre *Closterovirus* Direction régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt de Midi-Pyrénées.
- Economos, C., & Clay, W. D. (1998). Nutritional and health benefits of citrus fruits. Paper presented at the Twelfth Session of the Intergovernmental Group on Citrus Fruit.
- Ecoport, (2013). Citrus tristezza closterovirus.
- El Ajjouri, M., Mohamed, G., Badr, S., Fatiha, A. (2008). Composition chimique et activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. Contre les champignons de pourriture du bois
- EPPO (2006). Distribution map of Quarantine pests for Europe *Phaeoramularia angolensis*. EPPO.
- Eshetu, D. (1999). Occurrence, prévalence et méthode de contrôle de la maladie des feuilles et des taches de fruits de *Phaeoramularia* des agrumes en Éthiopie. Fruits, 54, 225-232.
- Eunice, G. (2011). Évaluation des facteurs de risque épidémiologique de *Phaeoramulariose* des agrumes dans les zones humides du Cameroun. Présentée et soutenue publiquement ; le 12 décembre 2011. École Doctorale Systèmes Intègres en Biologie, Agronomie, Géosciences Hydro-sciences et Environnement.
- FAO. (2001). Production 2001. Collection F.A.O. Statistique n°170, Vol. 55, Rome, 259 P.
- FAO. (2001). La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Rome.
- FAO. (2003). Problèmes phytosanitaires du secteur des agrumes et politiques de lutte. Treizième session ; La Havane (Cuba), 20-23 mai 2003
- FAO. (2010). Division de la Statistique 2011.
- FAO. (2012). Principaux faits nouveaux et perspectives à court terme concernant les marchés. Comité des produits, 69. 14p.
- FAO-STAT. (2010). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/> (ed). <http://faostat.fao.org/>
- Farr et Rossman, (2017). Bases de données fongiques, U.S. National Fungus Collections. Département de l'agriculture des États-Unis, Service de recherche agricole. <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>.
- Fontaine, R. (2020). Le virus de la tristezza des agrumes (Citrus Tristezza Virus) ; University of Hawaii
- Froelicher, Y., Patrick, O., Maria, A., José, C., Pablo, A., Raphaël, M., Jude, W. & Wenwu, G. (2000). Manipulation de la ploïdie pour la sélection des agrumes, la génétique et la génomique

- Froelicher, Y., Mouhaya, W., Bassene, J. B., Ollitrault, P., Costantino, G., Kamiri, M., Luro, F. & Morillon, R. (2010). New universal mitochondrial PCR markers reveal new information on maternal citrus phylogeny. *Tree Genetics & Genomes*.
[DOI:10.1007/s11295-11010-10314-x](https://doi.org/10.1007/s11295-11010-10314-x)
- Garcia-Lor, F., Curk, H., Snoussi-Trifa, R., Morillon, G., Ancillo, F., Luro, L., Navarro, P., Ollitrault, A., (2013). Nuclear phylogenetic analysis: SNPs, indels and SSR deliver new insights into the relationships in the 'true citrus fruit trees' group (Citrinae, Rutaceae) and the origin of grown species, *Annals of Botany*, 111, 1, p. 1-19.
- Guarnaccia, V., Groenewald, J. Z., Polizzi, G., & Crous, P. W. (2017). High species diversity in *Colletotrichum* associated with Citrus diseases in Europe. *Persoonia*, 39, 32–50
- Gildemacher, R., Paul, D., Ian, B., Wachira, K., Gebremedhin, W., William, W., Mercy, W., Cees, L., & Paul, C. (2009). A Description of Seed Potato Systems in Kenya, Uganda and Ethiopia
- Gilles, C., Bruno, H., Romuald, F. & Antoine, F. (2016). La maladie du Huanglongbing (HLB). Ed. Anses. p2
- GIZ & FiBL (2021). Manuel de formation en agriculture biologique pour l’Afrique. 16p.
- Gmitter, J. & Hu, X. (1990). The possible role of Yunan, China, in the origin of contemporary Citrus species (Rutaceae). *Economic Botany* 44 : 267–277.
- Golda, D. (2011). Évaluation des facteurs de risque épidémiologique de Phaeoramulariose des agrumes dans les zones humides du Cameroun. Présentée et soutenue publiquement ; le 12 décembre 2011. École Doctorale Systèmes Intègres en Biologie, Agronomie, Géosciences Hydro-sciences et Environnement.
- Grisoni, M., **Rochat, J., Vincenot D. & Quilici, S.** (2008). Pucerons des agrumes et faune auxiliaire associée. Saint-Pierre : CIRAD-FLHOR, p2.
- Guerber, J. C., & Correll, J. C. (2001). Characterization of *Glomerella acutata*, the teleomorph of *Colletotrichum acutatum*. *Mycologia* 93: 216-229.
- Guerber, J.C., Liu, B., Correll, J.C., & Johnston, P.R. (2003). Characterization of diversity in *Colletotrichum acutatum* sensu lato by sequence analysis of two gene introns, mtDNA and intron RFLPs, and mating compatibility. *Mycologia* 95 : 872-895.
- Halima, Y. (2018). Caractérisation morphologique de *colletotrichum gleosporioides* et *colletotrichum sp.*, responsables de l’antracnose des agrumes à Mostaganem et spécialisation parasitaire du pathogène. P24-29.
- Harling, R., Shamie, I., Sesay S., Kamara. A., Reeder, R., Boa, E. & Kelly, P. (2010). Premier rapport de *Pseudocercospora angolensis* causant des taches de feuilles et de fruits d’agrumes en Sierra Leone. Nouveaux rapports sur les maladies, 22 : Article 1.
<http://www.ndrs.org.uk/article.php?id=022001>
- Heckman, J., Jorge, G., Anna, J. & Ziff, L. (2019). Early childhood education and crime
[DOI : 10.1002/imhj.21759](https://doi.org/10.1002/imhj.21759)
- Hostachy, B., Antoine, F., & Romuald, F. (2016). La maladie du Huanglongbing (HLB). Ed. CIRAD. P1-2
<https://www.planetnatural.com/pest-problem-solver/plantdisease/antracnose/,2023>

- Hubballi, M., Sevugapperumal, N. & Thiruvengadam, R. (2011). Premier rapport d'antracnose sur noni causé par *Colletotrichum gloeosporioides* en Inde. <https://doi.org/10.1080/03235408.2011.559045>
- Hyde, K., Cai, L., Mckenzie, E., Yang, Y., Zhang, J. & Prihastuti, H. (2009). *Colletotrichum* : a catalogue of confusion. *Fungal Diversity*, 39 : 1.
- Iglesias, D. J., Cerco, s M., Colmeneroflores, J. M., Naranjo, M. A., Rios, G., Carrera, E., Ruiz-Rivero, O., Lliso, I., Morillon, R., Tadeo, F. R. & Talon, M. (2007). Physiology of citrus fruiting. *Brazilian journal of plant physiology*. p333-362.
- INRA (2006). Une bactérie s'attaque aux agrumes du Brésil, sur futura-sciences, 20 juillet 2006
- Isabelle (2021). [Les écorces d'agrumes sucrées et épicées](#)
- ITB/SEDA (2017). [La cercosporiose - Recherche et expertise au service de la filière betteravière \(itbfr.org\)](#)
- Jacqemond, C., Agostini, D. & Cur, K. (2009). Des agrumes pour l'Algérie, Bureau d'ingénierie en horticulture et agro-industrie, p 4.
- Jagoret, P., Ngogue, H., Bouambi, E., Battini, J. L., & Nyasse, S. (2009). Diversification des exploitations agricoles à base de cacao au Centre Cameroun : mythe ou réalité. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 13(2), 271-280.
- Jamoussi, B. (2016). Les maladies de dépérissement des Agrumes. O.R.S.T.O.M, Collection de référence n°1785
- Jazet-Dongmo, P., Kuate, J., Boyom, F., Ducelier, D., Damesse, F., Zollo, P., Menut, C. & Bessier, J., (2002). Composition chimique et activité antifongique in vitro contre *Phaeoramularia angolensis* des huiles essentielles d'agrumes. *Fruits*, 57 :95-104.
- Jazet-Dongmo, P., Ngonne, L., Dongmo, B., Kuate, J., Zollo, P. & Menut, C. (2008). Potentiel antifongique des huiles essentielles d'Eucalyptus saligna et d'Eucalyptus camaldulensis du Cameroun contre *Phaeoramularia angolensis*. *European Journal of Scientific Research*, 24 :348-357.
- Jazet-Dongmo, P., Tatsadjieu, L., Ndongson, B., Kuate, J., Amvam, Z. & Menut, C. (2009). Corrélation entre la composition chimique et les propriétés antifongiques des huiles essentielles de *Callistemon rigidus* et *Callistemon citrinus* du Cameroun contre *Phaeoramularia angolensis*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(1):9-15. <http://www.academicjournals.org/jmpr/abstracts/abstracts/abstracts2009/Jan/Jazet%20et%20al.htm>
- Jérôme, M. (2016). Composés hétérocycliques oxygénés pour différencier les huiles essentielles de *Citrus* spp. par des stratégies métabolomiques
- Jiang, M., Yang, L., Zhu, L., Piao, J. & Jiang, J. (2011). Analyse comparative GC/MS des huiles essentielles extraites par 3 méthodes du bourgeon de *Citrus aurantium* L. var. amara Engl. *J. Science de l'alimentation* 76 1219-1225. <http://DOI:10.1111/j.1750-3841.2011.02421.x>
- Kamiri, M. (2011). Biologie de la reproduction des hybrides somatiques tétraploïdes d'agrumes ; implication sur la structure génétique des populations d'hybrides générées dans les croisements diploïdes x tétraploïdes. Thèse. 22 février 2011, Université De Corse-Pascal Paoli.

- Kidist, F. (2015). Identification and characterization of *colletotrichum* species associated with mango and citrus diseases in the Ashanti region of Ghana, doctor of philosophy in plant pathology
- Kirub (2013). Citrus flavonoids and lipid metabolism – Pub.Med
- Kolech, S., Halseth, D., DeJong, W., Perry, K., Wolfe, D., Tiruneh, F. & Schulz, S. (2015). Potato Variety Diversity, Determinants and Implications for Potato Breeding Strategy in Ethiopia. *American Journal of Potato Research* 92 (5) :551-566.
- Kuaté, J., Éric, F., Jacob, F. & Daniel, D. (2002). La phaeoramulariose des agrumes au Cameroun due à *Phaeoramularia angolensis* : expression parasitaire à différentes altitudes
- Kuate, J. (1997). La Cercosporiose des Agrumes au Cameroundue à *Phaeoramularia angolensis* (De Carvalho et Mendes), P.M. Kirk Epidémiologie, Biologie in vitro du champignon et Relation Hôte-Parasite. Thèse de Doctorat, Université de Dschang (Cameroun).
- Kuate, J. (2003). La Cercosporiose des Agrumes au Cameroun provoquée par *Phaeoramularia angolensis* : Evaluation de la lutte Chimique et de la sensibilité variétale au champ comme méthode de contrôle. Unpublished Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies, Communauté de Française de Belgique/Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux
- Kuate, J., Foko, J., Ndindeng, S. A., Jazet-Dongmo, P. M., Fouré, E. & Damesse, F. (2006). Effects of essential oils from citrus varieties on in vitro growth and sporulation of *Phaeoramularia angolensis* causing citrus leaf and spot disease. *European Journal of Plant pathology*, 2006(114), 151-161.
- Kuate, J., Jazet-Dongmo, P. M., Ducelier, D., Damesse, F., Menut, C., & Bessière, J. M. (2003). Effets de la Cercosporiose à *Phaeoramularia angolensis* sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles de peaux d'orange. *Fruits*, 58(3), 143-149.
- Laird, S.A., Leke-Awung, G., & Lysinge, R.J. (2007). Cocoa farms in the Mount Cameroon region: biological and cultural diversity in local livelihoods. *Biodiversity and Conservation*, 16, 2401-2427.
- Lakshmi, S., Sri-Deepthi, R., Pedda-Kasim, D., Suneetha, P., & Krishna, M.S. (2011). Anthracnose, a Prevalent Disease in Capsicum ISSN : 0975-8585
- Lanbuithingoc (2009). Apport de la génétique évolutive dans la taxonomie et l'épidémiologie de *Xanthomonas citri* pv., bactérie responsable du chancre asiatique des agrumes. UMR PVBMT le 18 février 2009
- Leandro Peña¹, Mar Martín-Trillo^{2,3}, José Juárez¹, José A. Pina¹, Luis Navarro¹, and José M. Martínez-Zapater^{2,3}. (2010). L'expression constitutive des gènes *Arabidopsis* LEAFY ou APETALA1 chez les agrumes réduit leur temps de génération.
- Lima, R., Diaz, R., Castro, A. & Fievez, V. (2011). Digestibilité, production de méthane et bilan azoté chez des moutons nourris avec des mélanges de sorgho et de soja nourris avec ensilés ou frais. *Vivant. Sci.*, 141 (1) : 36-46
- Lionel, H. (2022). Les Meilleurs Pays Producteurs D'Agrumes Au Monde. 108 Ed. Marion St, Thornton, Illinois (IL), 60476

- Loussert, R. (Ed.). (1989). Les agrumes. 2-Production. Techniques agricoles méditerranéennes. Paris.
- Lututala M. et Ngondo S. (2003). La demande d'éducation en république démocratique du Congo. Education for All Global Monitoring Report 2003/4 Gender and Education for All : The Leap to Equality, 70 p
- Mawussi, G., Damien, A., [Kolani, L.](#), Koffi-Kouma, A. & Komla, S. (2009). Utilisation de pesticides chimiques dans les systèmes de production maraîchers en Afrique de l'Ouest et conséquences sur les sols et la ressource en eau : Le cas du Togo
- Medaouar (2018). Caractérisation morphologique de *colletotrichum gleosporioides* et *colletotrichum sp.*, responsables de l'antracnose des agrumes à Mostaganem et spécialisation parasitaire du pathogène. Master; Université Abdelhamid Ibn. 04/07/2018
- Melisa, K. & Fahima, C. (2018). Identification des champignons phytopathogènes de l'oranger *Citrus sinensis* associés aux attaques de la mouche des fruits *Ciratitis capitata* en vue d'une lutte biologique par Bacillus dans la région de Lakhdaria. Mémoire de fin d'études, Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira. 21/09/2019.
- Messaoudi, N. & Gadi, B. (2018). Effet de la température sur la croissance et la sporulation de *Colletotrichum sp.* agent de l'antracnose des agrumes et spécialisation parasitaire de l'agent pathogène dans la région de Mostaganem. Université Abdelhamid Ibn. Master. P5-41.
- Messaoudi, N. & Gadi, B. (2018). Les effets des traitements chimiques sur la population et la pullulation d'un puceron des agrumes. Mémoire, Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira. 23/09/2018
- Mourad, K. (2011). Biologie de la reproduction des hybrides somatiques tétraploïdes d'agrumes ; implication sur la structure génétique des populations d'hybrides générées dans les croisements diploïdes x tétraploïdes. Thèse. 22 février 2011, Université De Corse-Pascal Paoli.
- Munch, E., Launey, M. E., Alsem, D. H., Saiz, E., Tomsia, A. P. & Ritchie, R. O. (2008). Tough, Bio-Inspired Hybrid Materials E
- Munyuli, T., Cihire, K., Rubabura, D., Mitima, K., Kalimba, Y, Nabintu, T., Emmanuel, K.M., Ombeni, B., Umoja, M., Eloi, C., Théodore, T.M., Meschac, T., & Remy T. M. (2017). Perceptions, croyances, connaissances et pratiques de gestion des agriculteurs sur les ravageurs de la pomme de terre dans la province du Sud-Kivu, à l'est de la République démocratique du Congo
[DOI : 10.1515/opag-2017-0040.](https://doi.org/10.1515/opag-2017-0040)
- Mupenda, K. T. (2018). Etat Phytosanitaire de l'Oranger (*Citrus Sinensis*) Cultivé dans la Plaine de la Ruzizi : Cas de Sange. International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 37 No. 1 Jun. 2018, pp. 83-89
- Nait, N.B. (2018). Exploitation des sous-produits des fruits pour une nanosynthèse respectueuse de l'environnement : Fabrication médiée par l'extrait d'écorce d'agrumes × de clémentine de nanoparticules d'argent avec une grande efficacité contre les agents pathogènes microbiens et les cellules C6 tumorales gliales de rat.
[DOI : 10.1007/s11356-017-8724-z](https://doi.org/10.1007/s11356-017-8724-z)

- NAPPO, (2014). Detection of Huanglongbing (*Candidatus liberibacter asiaticus*) in accessed municipality of Tizimin, Yucatan, Mexico. North American Plant Protection Organization's Phytosanitary Alert System.
- NCBI, (2021). Citrus tristeza virus. 2p
- Ndo, E. G (2007). Analyse du risque épidémiologique des populations d'agrumes vis à vis de la cercosporiose, du scab et de la gommose dans les zones humides du Cameroun. Thèse de MSc, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles Université de Dschang
- Ndo, E. G. (2011). Évaluation des facteurs de risque épidémiologique de Phaeoramulariose des agrumes dans les zones humides du Cameroun. Présentée et soutenue publiquement ; le 12 décembre 2011. École Doctorale Systèmes Intègres en Biologie, Agronomie, Géosciences Hydro-sciences et Environnement.
- Ndo, E. G., Bella-Manga, F., Ndindeng, S. A., Nkeng, M. N., Fontem, A. D., & Cilas, C. (2010). Altitude, tree species and soil type are the main factors influencing the severity of *Phaeoramularia* leaf and fruit spot disease of citrus in humid zones of Cameroon European Journal of Plant pathology,2010(128).
- Negrier, A., Christina, M., Marnotte, P., Hoarau, E., Gauvin, G.J.M., Gueno, J.M. & Ribotte, J.C. (2020). Croissance de plantes de services en fonction de la date de semis dans le Nord de la Réunion. Saint-Denis : CIRAD, 1 p
- Nelson, R. & Eric, I. (2019). Agrumes, prévisions campagnes 2019-20
- Nguere, T., Ariel, S., & Pilar, U. (2015). Impact du verdissement des agrumes sur les exploitations d'agrumes en floride.
- Nicolas, J. (2013). Phase exploratoire à la mise en place d'un schéma d'approvisionnement de plants d'agrumes sains et authentiques en Guyane. Mémoire ; Ecole Supérieure d'Agro-Développement International.
- Nicolosi, E., Deng, Z. N., Gentile, A., Malfa, S. I., Continella, G., & Tribulato, E. (2000). Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. TAG Theoretical and Applied Genetics 100: 1155-1166.
- Nir, I., Goren, R., & Leshem, B. (2013). Effects of water stress, gibberellic acid, 2 chloroethyltrimethylammonium chloride (CCC) on flower differentiation in 'Eureka' lemon trees. Journal of the American Society for Horticultural Science, 97. p774-778.
- Obediel, M.C. (2002). Les nouvelles technologies de l'information et de la communication et leur application au développement rural. Cas du territoire de Kalehe en république démocratique du Congo. Mémoire 2002
- Okello J.J., Zhou Y., Kwikiriza N., Ogutu S., Barker I., SchulteGeldermann E., Atieno E., & Ahmed, J.T. (2017). Productivity and food security effects of using of certified seed Potato : the case of Kenya's potato farmers. Agric. & Food Secur, 6(25), 9.
- Ollitrault P., Jacquemond C. & Dubois C. (2003). Botany and genetic ressources. Genetic Diversity of Cultivated Tropical Plants, pp. 89-193.
- Ollitrault, P., Dambier,D, Froelicher, Y., Bakry, F. & Aubert, B. (1999). Rootstock breeding strategies for the Mediterranean citrus industry; the somatic hybridization potential. Fruits (Paris) 53 : 335-344

- Ollitrault, P., Gancel A. L., Froelicher, Y., Tomi, F., Jacquemond, C., Luro, F. & Brillouet, J.M. (2003). Leaf volatile compounds of seven citrus somatic tetraploid hybrids sharing willow leaf mandarin (*Citrus deliciosa* Ten.) as their common parent. *J Agric Food Chem* 51: 6006-6013
- Ollitrault, P., Terol, J., Garcia-Lor, A., Bérard, A., Chauveau, A., Froelicher, Y., Belzile, C., Morillon, R., Navarro, L., Brunel, D., & Talon M. (2012). SNP mining in *C. clementina* BAC end sequences; transferability in the Citrus genus (Rutaceae), phylogenetic inferences and perspectives for genetic mapping. *BMC Genomics*. 19p. Article de recherche.
- ONAGRI & USDA (2017). Un regard sur le marché mondial et tunisien des agrumes, la production mondiale des agrumes. p1-3
- Ooreka, W. (2020) : L'oranger doux, citrus sinensis est le fruit le plus fruit le plus cultivé au monde ! ce representant des agrumes est réputé pour le parfum enchanteur de sa floraison, la saveur douce et acidulée de ses fruits d'une belle couleur vive au cœur de l'hiver.
- Overmars, K.P., Koning, W. & Antonie, V. (2003). Autocorrélation spatiale dans les modèles multi-échelles d'utilisation des terres. *Modélisation écologique* 164(2003)257–270
- Parfonry, R. & Nguere, M. (2012). Intensification de la production de plants fruitiers en milieu tropical semi-aride (Sénégal), p. 117-121. vol. 9 no 3
- Pauly, A. (2019). Abeilles de Belgique et des régions limitrophes (Insecta : Hymenoptera : Apoidea). Famille Halictidae. *Faune de Belgique*, 517 pp
- Huay, H., Chengming, T., Yonghuai, H., & Huanhua, H. (2011). Biological control of poplar anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.
- Peres, N.A. (2005). Modes de vie des *Colletotrichum acutatum*. *Maladies des plantes*, Saint-Paul, v. 89, p. 784-796, 2005
- Perfect, S.E., Hughes, H.B., Richard, J., Connell, O., & Jonathan, R.G. (1999). *Colletotrichum* : A Model Genus for Studies on Pathology and Fungal-Plant Interactions
- Perrone, G., Magistà, D. & Ismail, A.M. (2016). First report of *Colletotrichum kahawae* subsp. *ciggaro* on mandarin in Italy. *Journal of Plant Pat*
- Phoulivong, S., Bruce, D. S., Christiana, D. F. & Michereff, S.J. (2010, 2013). *Colletotrichum gloeosporioides* n'est pas un agent pathogène courant sur les fruits tropicaux. *Diversité fongique*, Kunming, v. 44, p. 33-43.
- Polese, J. M. (2008). La culture des agrumes. Édition artémis. p 94
- Praloran, C. (1971). Les agrumes. Ed. Éditeur 8348, Paris, n° 5, p. 25.
- Peerzada, S.H., Najar, A.G., Ahmad, M., Dar, G.H., & Bhat, K.A. (2013). Original Research Article Studies on status of Late Blight Disease (*Phytophthora infestans* (Mout) de Bary) of Potato in Kashmir valley. 2(10), 7-15.
- Pretorius, M. C., Crous, P. W., Groenewald, J. Z., & Braun, U. (2003). Phylogeny of some cercosporoid fungi from Citrus. *Sydowia*, 55, 286-305.
- PRONANUT, (2019). Acquis ou impacts du projet Nutrition à assise Communautaire (NAC) par les ménages participants. Ed.hpp-Congo
- Prusky, D. & Plumbley, R.A. (1992). Quiescent infections of *Colletotrichum* in tropical and subtropical fruits. In: *Colletotrichum: Biology, Pathology and control*. CAB International, Wallingford, UK, pp.289-307.

- Pujari, J., Yakkundimath, R. & Byadgi, A.S. (2013). Détection automatique des maladies fongiques basée sur l'extraction des caractéristiques des ondelettes et l'analyse PCA dans les cultures commerciales. *Int. J Image, graphique. Processus de signalisation.* 6 (1), 24
- R Core Team (2018) R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>.
- Ramaeckers, R.H., (2001). Agriculture en Afrique tropicale, Direction Générale de la Coopération Internationale (DGCI), pp. 1634, 2001.
- Raphaël, M.V. (2021). Les insectes du monde. Memento de l'agronome. p257-259
- Rapilly, F. (1991). L'épidémiologie en pathologie végétale. Mycoses aériennes. 75007 Paris.
- Rebour, H. (2011). Manuel de culture des citrus pour le bassin méditerranéen. Ed. de Les agrumes
- Rhaim, A., Taylor, P.W., (2016). *Colletotrichum gloeosporioides* associated with anthracnose symptoms on citrus, a new report for Tunisia. *Eur. J. Plant. Pathol.* 146, 219–224.
- Rodriguez, R.J., White, J.F., Arnold, A. E. & Redman R.S. (2008). Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New Phytol.* 2009; 182(2) 314–30.
- Romuald, F., Gilles, C., Bruno, H., & Antoine, F. (2016). La maladie du Huanglongbing (HLB). Ed. FDGDON ; Anses ; Cirad. P1-2
- Rubabura K. JA., Baluku B. J-P. (2011). Etat phytosanitaire des vergers des citrus en milieu rural du Sud Kivu, côte occidentale du lac KIVU, RD.Congo. Centre de Recherche et de Documentation Africaine, N° 29, 270-283.
- Sanders, G. M. (1999). Comparative study of *Colletotrichum gloeosporioides* from Avocado and Mango. PhD Thesis, University of Pretoria, Pretoria.
- Scot J.W. (2019). La fumagine, dégâts de développement des citrus. *Journal plant.* p4 - 7
- Seif, A.A., & Hillocks, R.J. (1998). Some factors affecting infection of citrus by *Phaeoramularia angolensis*. *Journal of phytopathology*, 146 (8-9), 385-391.
- Seif, A. A., & Hillocks, R. J. (1999). Reaction of some citrus cultivars to *Phaeoramularia* fruit and leaf spot in Kenya. *Fruits*, 54(3), 23-29.
- Seif, A. A., & Hillocks, R. J. (1997). Chemical control of *Phaeoramularia* fruit and leaf spot of citrus in Kenya. *Crop Protection*, 16(2), 141-145.
- Seif, A.S. & Abd El-Samad, G.A. (2001). Effet du déficit d'irrigation sur la croissance végétative, la productivité, l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la densité de la longueur des racines de trois cultivateurs de pêches. *Annales d'Agric. Sc.Moshtohor*, 39:2307-3223, Egypte.
- Serrano, S.M., Beguería, S. & Lopez-Moreno, J.I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming : the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *J. Clim.* 23 (7), 1696–1718.
- Silué, N., Soro, S., Koné, T., Abo, K., Koné, M. & Koné, D. (2017). Parasitical Fungi in Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Orchard of Cote d'Ivoire. *Plant Pathology Journal* Volume 16 (2) : 82-88.
- Skiredj, A. (2007). Notion de base sur l'absorption des racines Département d'Horticulture/IAV Hassan II/ Rabat/ Maroc.

- Sonwa, D. J., Nkongmeneck, B. A., Weise, S. F., Tchatat, M., Adesina, A., & Janssens, M. J. (2007). Diversity of plants in cocoa agroforests in humid forest zone of Southern Cameroon. *Biodiversity Conservation*, 16, 2385-2400.
- Sreenivasaprasad, S. & Talhinas, P. (2005). Genotypic and phenotypic diversity in *Colletotrichum acutatum*, a cosmopolitan pathogen causing anthracnose on a wide range of hosts. *Molecular Plant Pathology*, 6: 361-378. Structure in *Candida dubliniensis*. *FEMS Microbiology Letters*. 10394: 1-6
- Svetlana, Ž., Stojanović S., Ivanović Ž., Nenad T., Dolovac N., Goran A. & Jelica B. (2010). Morphological and Molecular Identification of *Colletotrichum acutatum* from Tomato Fruit University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia
- Swingle, W.T., & Reece, P.C. (1967). The botany of citrus and its wild relatives. The citrus industry, University of California; Ed. Reuther W, Webber HJ & Bachelor L D: Riverside, California 1: 190-430
- Taheri, H., Javan-Nikkhah, M., Elahinia, S. A., Khodaparast, S. A., & Golmohammadi, M. (2016). Espèces de *Colletotrichum* associées aux agrumes en Iran. *Mycologia Iranica*, 3(1), 1-14.
- Taheri, H. & al., (2016). Species of *Colletotrichum* associated with citrus trees in Iran., *Mycologia Iranica* 3(1): 1 –14.
- Tanina, N. M., & Zakia, O. (2018). Effet de la température sur la croissance et la sporulation de *Colletotrichum sp.* agent de l'anthracnose des agrumes et spécialisation parasitaire de l'agent pathogène dans la région de Mostaganem. Université Abdelhamid Ibn. Master. 4/07/2018.
- Tatineni, S., Siddarama, G., María, A. A. & William, O. D. (2004). Closterovirus bipolar virion: Evidence for initiation of assembly by minor coat protein and its restriction to the genomic RNA region, *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, vol. 101, no 3, 20 janvier 2004, p. 799.
- Thébaud, G., Sauvion, N., Chadoeuf, J., Dufils, A., & Labonne, G. (2006). Identifying risk factors for European stone fruit yellows from a survey. *Phytopathology*, 96(890-899).
- Timmer, L. W. (1998). Diseases of fruit and foliage. Pages 107-115 in : *Citrus Health Management*. L. W
- Timmer, L. W., Darhower, H. M., Zitko, S. E., Peever, T. L., Ibáñez, A. M., Bushong, P. M. (2000). Environmental Factors Affecting the Severity of Alternaria Brown Spot of Citrus and Their Potential Use in Timing Fungicide Applications. *Plant Disease*, 84 : 638-643
- Timmer, L. W., Peres, N. A., Adaskaveget, J. E. & Correl, J. C. (2005). Modes de vie de *Colletotrichum acutatum* Affiliations Publié en ligne : 5 Feb 2007 <https://doi.org/10.1094/-89-0784>
- Tode, H.J. (1790). *Fungi Mecklenbergensis Selecti* 1, 1–64.
- Uaciquete, A., Korstenb, L. & Van-Der-Waals J. E. (2013). Epidemiology of cashew anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) in Mozambique. *Crop Prot.* 49: 66 - 72.

- Umeh, C.V., Garcia, E.L. & De Meyer, M. (2008). Fruits flies of sweet oranges in Nigeria : Species diversity, relative abundance and spread in major producing areas. *Fruits* 63 (3) (2008) 145-153
- USDA, (2013). Citrus Greening Background. USDA, 26 décembre 2013; 2p.
- Van-Ee, S. (2005). La culture fruitière dans les zones tropicales. Wageningen.
- Vidyalakshni, A. & Divya, C.V. (2013) New report of *Colletotrichum gloeosporioides*
- Von-Arx, J.A. (1957). Die Arten der Gattung *Colletotrichum* Cda. *Phytopathologische Zeitschrift*, 29: 413-468.
- Vullin (2004). Pépinières et plantations d'agrumes. Librairie Quae. Des livres au cœur de la science
- Walali-Loudyi, D. E., Skiredji, A., & Hassan, E. (2003). Fiches techniques : le bananier, la vigne, les agrumes. In T. d. t. e. agriculture (Ed.). Rabat : Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II.
- Wazaentrepreneur, (2021). Démarrer une entreprise agricole de culture d'Orange au Congo–Kinshasa et en Afrique. *Art. Populaire*. 8 mars 2021. p1-4
- Westphal, E., Embrechts, J., Ferweda, J. D., Van-Gils-Meeus, H. A., Mutsaers, H.W. & Wesphal-Stevels, J. M. (1985). Cultures vivrières tropicales avec référence spéciale au Cameroun. Wageningen, Netherlands.
- Wikifarmer (2021). Informations sur les Oranges. p2.
- Wonni, I., Sereme, D., Ouedraogo, I., Kassankagno, A.I., Dao I., Ouedraogo L. & Nacro, S. (2017). Diseases of Cashew Nut Plant (*Anacardium occidentale* L.) in Burkina Faso. *Advanc*
- Woudenberg, J. H. C., Damm, U., Canon, P. F. & Crous, P. W. (2012). Le complexe d'espèces *Colletotrichum acutatum*. Article gratuit de PMC.
[DOI : 10.3114/sim0010](https://doi.org/10.3114/sim0010)
- Yesuf, M. (2002). *Phaeoramularia* leaf and fruit spot of citrus: A major threat to citrus production in tropical Africa, present status and future perspective. Paper presented at the Horticulture Seminar on Sustainable Horticultural Production in the tropics Jomo Kenyatta University of Agriculture Technology Juja Kenya.
- Yesuf, M. (2007). Distribution and management of *phaeoramularia* leaf and fruit disease of citrus in Ethiopia. *Fruits*, 99-102.
- Yesuf, M. (2013). *Pseudocercospora* leaf and fruit spot disease of citrus: Réalisations and challenges in the citrus industry: A review. *Agric. Sci.* 4 (07), 324.
- Yssaad, H. et Medaouar, Z. (2018). Caractérisation morphologique de *colletotrichum gloeosporioides* et *colletotrichum sp.*, responsables de l'antracnose des agrumes à Mostaganem et spécialisation parasitaire du pathogène. Master; Université Abdelhamid Ibn. 04/07/2018
- Zadocks, J. C. (2001). Plant Disease Epidemiology in the Twentieth Century. A Picture by Means of Selected Controversies Plant Disease, 85(8), 808-816.
- Zahra, M. (2017). Caractérisation morphologique de *colletotrichum gloeosporioides* et *colletotrichum sp.*, responsables de l'antracnose des agrumes à Mostaganem et spécialisation parasitaire du pathogène. P5,14-18