UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Etude sur l'état des lieux et identification des espèces de cochenilles dévastatrices des caféiers au Burundi : cas de la commune Mutumba

Ndayisaba, Rénovat

2018-12
UB, FSI
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/159

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

INSTITUT SUPERIEUR D'AGRICULTURE

B.P. 35 GITEGA

« ETUDE SUR L'ETAT DES LIEUX ET IDENTIFICATION DES ESPECES DE COCHENILLES DEVASTATRICES DES CAFEIERS AU BURUNDI: Cas de la commune MUTUMBA ».



Par :

NDAYISABA Rénovat



Sous la direction de :

Ir SAKAYOYA Eliakim

Msc GACOREKE Spéciose

Mémoire présenté et défendu publiquement pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Industriel

Gitega, Décembre 2018

DEDICACE

A Dieu le Tout Puissant pour son extrême providence,

A nos parents pour leur affection sans limite,

A notre très chère épouse et nos enfants,

A nos formateurs pour leur gratitude et patience,

A nos amis, nos frères et nos sœurs,

A quiconque aspire à notre mieux être,

Nous dédions cordialement ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Au bout de notre travail de fin d'études universitaires, nous nous réjouissons d'adresser avant tout nos profonds remerciements à Dieu créateur et gardien de tout homme.

Nos remerciements sont particulièrement adressés à l'endroit de Monsieur Ir SAKAYOYA Eliakim, Promoteur et Directeur de ce thème de recherche et Madame Msc GACOREKE Spéciose (co-Directeur), qui ont consacré avec patience et gratitude une partie du temps alloué à leurs multiples occupations quotidiennes à nous suivre de près et à nous prodiguer de riches conseils qui ont concouru à l'aboutissement de ce mémoire.

Nous ne saurions combien remercier tous les enseignants tant du primaire, du secondaire et particulièrement ceux de l'Institut Supérieur d'Agriculture (ISA) de Gitega qui ont façonné notre savoir en nous dotant de riches acquis scientifiques.

Que nos parents, nos frères, nos sœurs et notre épouse qui ont si longuement supporté nos faiblesses ainsi que le lourd fardeau de nos perpétuelles suppliques trouvent en ce travail le soulagement des douleurs que nous leur avons soumises incognito. A nos compagnons de classe, nos amis (ceux encore en vie ou ceux qui nous ont déjà quittés) et toute personne qui d'une façon ou d'une autre nous a exhortés à persévérer, nous exprimons notre indéfectible admiration.

Merci de tout cœur.

LISTE DES SIGLES ET DES ABREVIATIONS

Cc : Centimètre cube

CEEMAT : Centre d'Etudes et d'Expérimentation du Machinisme Agricole

CIRA : Centre International pour la Recherche Agricole

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

ECOFO : Ecole fondamentale

EPF : Enseignement post-fondamental

EPI : Equipement de protection individuel

EU : Enseignement universitaire

FABI : Faculté d'Agronomie et de Bio-ingénierie

FACAGRO: Faculté des Sciences Agronomiques

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

Gma/ha : Gramme de matière active par hectare

IRHO : Institut pour la Recherche sur les Huileux et les Oléagineux

ORSTOM : Institut Français Scientifique et Technique Outre-Mer

ducafé et du cacao

PBI : Protection biologique intégrée

PCDC : Plan Communal de Développement Communautaire

PIB : Produit Intérieur Brut

PPP : Produit phytopharmaceutique

Tr/min : Tour par minute

YM : Yaga Mukama

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Quelques espèces de cochenilles économiquement utiles.....33

Tableau 2 : Répartition des sous collines enquêtées par zone et colline.....39

Tableau 3 : Genre des caféiculteurs enquêtés.....43

Tableau 4: Niveau d'étude des caféiculteurs enquêtés.....43

Tableau 5 : Ampleur des cochenilles par colline pour les caféières visité.....44

Tableau6 : Taux prévalence des cochenilles par colline pour les caféiers visités 45

Tableau 7: Types d'organes végétatifs infestés par les cochenilles.....46

Tableau 8 : Organes sur lesquels on trouve beaucoup plus de cochenille dans les dix caféières à plus grand taux d'attaque.....47

Tableau 9 : Mode de distribution des populations de cochenilles.....48

Tableau 10 : Importance et types de dégâts perpétrés par ces parasites.....49

Tableau 11 : Degré d'infestation par les cochenilles pour les caféières en directe de celles enquêtées.....50

Tableau 12 : Stades évolutifs respectifs des différents échantillons de cochenilles…….....50

Tableau 13: Répartition des échantillons de cochenilles adultes selon le sexe…51

Tableau 14 : Répartition des cochenilles adultes selon les groupes biologiques ….……51

Tableau 15 : Espèces de cochenilles identifiées.....52

Tableau 16 : Groupement des cochenilles identifiées par espèce et par sexe.….52

Tableau 17 : Répartition des espèces de cochenilles selon les organes Végétatifs…… …….....53

Tableau 18 : Fréquence des cochenilles suivant la consistance de l'organe parasité…….. ……54

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Phase de croissance.....6
Figure 2 : Phase de productivité.....7
Figure 3 : Phase de déclin physiologique.....7
Figure 4: Coupe longitudinale de la cerise ainsi que le positionnement des fèves dans le fruit.....9
Figure 5 : Isohyètes pluviométriques ainsi que des isothermes.....13
Figure 6: Grandes zones d'aptitude des terres à la caféiculture.....15
Figure 7 : Carte administrative de la commune Mutumba.....34
Figure 8 : Opération de collecte des échantillons de cochenilles à identifier….41
Figure 9 : Etape de l'identification stéréoscopique des échantillons de Cochenilles.....42

RESUME

Notre travail de fin d'études intitulé**: « Etude sur l'état des lieux et identification des espèces de cochenilles dévastatrices des caféiers au Burundi : cas de la commune Mutumba »** était centré sur l'objectif global relatif à l'inventaire et l'identification des espèces de cochenilles présentes sur les caféiers de la zone d'étude.

Pour y parvenir, une enquête a été organisée au cours des mois de février et mars 2018 sur huit des onze collines que compte la commune Mutumba. En tout, 206caféiculteurs répartis dans 20 sous-collines ont été interviewés. Le niveau moyen d'attaque des cochenilles trouvées dans les caféiers échantillonnés (6,37%) ainsi que celui des plantations (10%) nous ont guidés pour déterminer les huit collines et les vingt sous-collines où les échantillons de cochenilles identifiés ont été collectés par la modalité d'échantillonnage aléatoire en appliquant la méthode dite de stratification.

Notre enquête a montré que le dégât le plus éminent est l'obstruction suivie du noircissement des organes infestés (5,45%) alors que la défoliation et le dépérissement des jeunes plantules et repousses représentent respectivement

1,81 % et 1,36%. Aussi, 27,75 % des caféières contigües à celles enquêtées manifestent une attaque élevée de cochenilles tandis que 68,42% de ces mêmes plantations sont faiblement attaquées. Parmi les 120 échantillons qui ont été collectés, l'identification a révélé que des deux espèces trouvées, l'espèce la plus prépondérante et dommageable est *Saissetia coffeae* (cochenille à carapace) et représente 96,08% tandis que la moins représentée dans la zone d'étude est *Coccus viridis* (cochenille à bouclier) avec un taux de 3,91%.
En définitive, le degré moyen d'infestation de 10% prouve à suffisance que les cochenilles constituent pour les caféiers de la commune Mutumba un danger potentiel et un facteur limitant de la production caféicole non à négliger.

Ainsi, par suite de l'imminente dégradation progressive de l'environnement, la complexité de leur biologie, notamment leur pathogénicité, les mécanismes d'adaptation, de défense et de protection ainsi que leurs dégâts directs et indirects (leur degré de nuisibilité), des stratégies mieux adaptées doivent être prises pour juguler ou tout au moins réduire leurs effets sur la production caféicole et sur l'économie des ménages.

Auteur

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....i
REMERCIEMENTS.....ii
LISTE DES SIGLES ET DES ABREVIATIONS.....iii
LISTE DES TABLEAUX.....iv
LISTE DES FIGURES.....v
RESUME.....vi
TABLE DES MATIERES.....vii
INTRODUCTION GENERALE.....1
PREMIERE PARTIE : APPROCHE BIBLIOGRAPHIQUE.....3
CHAPITRE I : CULTURE DU CAFEIER.....4
I.1. Origine.....4
I.2. Aire de répartition.....4
I.3. Histoire de la caféiculture.....4
I.4. Description.....4
I.4.1. Description botanique.....4
I.4.2. Description génétique.....4
I.4.3. Position systématique.....5
I.4.4. Phases de développement du caféier.....6
I.4.5. Enracinement.....8
I.4.6. Appareil aérien.....8
I.4.7. Phyllotaxie du caféier.....8
I.4.8. Floraison du caféier.....9
I.4.9. Structure de la cerise.....9
I.4.10. Maturation de la cerise.....10
I.5. Exigences écologiques.....10
I.5.1. Exigences climatiques.....10
I.5.1.1. Température.....10
I.5.1.2. Régime des pluies.....11
I.5.1.3. Hygrométrie de l'air.....11

I.5.1.4. Vents.....11
I.5.1.5. Luminosité.....11
I.5.2. Exigences pédologiques.....11
I.5.2.1. Caractéristiques physiques du sol.....11
I.5.2.2. Caractéristiques chimiques du sol.....12
I.5.3. Conditions de culture de l'arabica rencontrées au Burundi.....12
I.5.3.1. Conditions climatiques.....12
I.5.3.2. Conditions pédologiques.....14
I.5.3.3. Terroirs caféicoles.....14
I.6. Phytotechnie du caféier.....15
I.6.1. Principaux systèmes de culture du caféier.....15
I.6.1.1. Systèmes intensifs et extensifs.....15
I.6.1.2. Associations.....16
I.6.2. Modes de multiplication.....16
I.6.2.1. Voie asexuée ou végétative.....16
I.6.2.2. Voie sexuée ou générative.....18
CHAPITRE II : PRINCIPAUX RAVAGEURS DU CAFEIER.....19
II.1. Introduction.....19
II.2. Cochenilles du caféier.....19
II.2.1. Histoire évolutive.....19
II.2.2. Description.....20
II.2.3. Aire de répartition.....20
II.2.4. Classification.....21
II.2.5. Reproduction et cycle de vie.....21
II.2.6. Mécanismes d'adaptation, de défense et de protection.....22
II.2.7. Pathogénicité.....23
II.2.7.1.Facteurs favorisant les cochenilles et leur nuisibilité.....23
II.2.8.Symptômesainsi que les dégâts.....24
II.2.8.1.Dégâts directs.....24
II.2.8.2. Dégâts indirects.....24

II.2.9. Méthodes de détection des cochenilles.....25
II.2.9.1. Détection visuelle.....25
II.2.9.2. Autres moyens de détection.....25
II.2.10.Méthodes delutte.....25
II.2.10.1. Méthodes curatives physiques ou chimiques.....26
II.2.10.2. Lutte biologique.....28
II.2.11. Intérêt économique et culinaire des cochenilles.....31
DEUXIEME PARTIE : APPROCHE PRATIQUE ETEXPERIMENTATION...34
CHAPITRE III : DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE.....34
III.1. Situation géographique.....34
III.2. Organisation administrative.....34
III.3. Caractéristiques physiques.....35
III.3.1.Relief et l'altitude.....35
III.3.2. Climat.....35
III.3.2.1. Température (moyenne pondérée sur 10 ans : 2007 à 2016).....35
III.3.2.2. Précipitations (moyenne pondérée sur 10 ans : 2007 à 2016).....35
III.3. 3.Hydrographie.....36
III.3.4. Végétation.....36
III.3.5. Sol.....36
III.4. Données démographiques.....36
CHAPITRE IV: MATERIEL ET METHODES.....37
IV.1. Matériel utilisé.....37
IV.1.1. Matériel de terrain.....37
IV.1.2. Matériel de laboratoire.....37
IV.1.3. Autre matériel.....37
IV.2. Méthodologie de travail.....38
IV.2.1. Elaboration du questionnaire d'enquête.....38
IV.2.1.1. Objectif global.....38
IV.2.1.2. Objectifs spécifiques.....38
IV.2.2. Présentation de la fiche d'enquête.....38

IV.2.3. Modalités d'échantillonnage.....38
IV.2.4. Déroulement de l'enquête.....40
IV.2.5. Protocole d'enquête.....40
IV.2.6. Modalités de collecte des échantillons.....40
IV.2.7. Identification des espèces de cochenilles collectées.....41
CHAPITRE V: PRESENTATION, ANALYSE ET DISCUSSION DES.....43
RESULTATS.....43
V.1. Présentation et analyse des résultats.....43
V.1.1. Résultats de la mini-enquête.....43
V.1.1.1. Identification du caféiculteur.....43
V.1.1.2. Enquête proprement dite.....44
V.1.2. Résultats d'identification des échantillons de cochenilles collectés.....50
V.2. Discussion des résultats.....55
V.2.1. Discussion des résultats de la mini-enquête.....55
V.2.1.1. Genre des caféiculteurs enquêtés.....55
V.2.1.2. Niveau d'étude des caféiculteurs interviewés.....55
V.2.1.3. Taux d'infestation des cochenilles pour caféiers et caféières.....56
visités.....56
V.2.1.4. Organes végétatifs les plus infestés par les cochenilles.....56
V.2.1.5. Importance et types de dégâts perpétrés par les cochenilles.....56
V.2.1.6. Situation des cochenilles dans les caféières situées en proximité.....57
directe de celles ciblées.....57
V.2.2. Discussion des résultats de l'identification des espèces de cochenilles...57
V.2.2.1. Répartition des échantillons récoltés selon le stade évolutif.....57
V.2.2.2. Répartition des cochenilles adultes selon le sexe.....58
V.2.2.3.Répartition des cochenilles adultes dans les 3 grands groupes.....58
biologiques.....58
V.2.2.4. Répartition des cochenilles adultes en espèces.....59
V.2.2.5. Répartition des espèces de cochenilles par espèces et par sexe.....59
V.2.2.6. Répartition des cochenilles selon l'organe végétatif.....60

V.2.2.7. Fréquence des cochenilles suivant la consistance de l’organe.....60
végétatif.....60
CHAPITRE VI: CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS...61
VI.1. Conclusion générale.....61
VI.2. Recommandations.....62
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....63
WEBOGRAPHIE.....65
ANNEXES.....66

INTRODUCTION GENERALE

Le café constitue le pilier de l'économie burundaise. En effet, les revenus issus de sa vente représentent près de 95% des recettes d'exportation et contribuent à peu près pour 4% au PIB. Cette culture couvre10% des superficies agricoles cultivées et constitue une source importante de revenu familial pour près de 600.000 ménages soit environ 46% de la population rurale (ISABU, 2009).

Depuis l'époque coloniale, des efforts inquantifiables n'ont cessé d'être déployés dans l'encadrement de ce secteur. Toutefois, par suite à des facteurs variés, on constate une baisse progressive de la production caféicole tant en qualité qu'en quantité ; ce qui remet en cause l'économie nationale en général et celle des ménages en particulier (http://novafrica-developments.net/2011/12/26/Burundi-reprise-de-la-production-decafe-les-afriques-n184-du-22122011,2018).

Au Burundi comme partout ailleurs, le caféier, voire les autres plantes de culture en général, se trouvent exposées à de nombreuses maladies dues à l'invasion des parasites (animaux ou végétaux) nombreux et variés pouvant prendre une telle extension que la majorité des caféiers se trouvent atteints à des degrés divers (https://fr.m.wikipedia.org,.wiki,2018).

Voilà pourquoi les cochenilles constituent directement ou indirectement un facteur limitant non négligeable pour la production caféicole. Elles sont en effet, des insectes communs ou devenus communs voire localement invasifs mais dont la biologie reste mal connue étant donné qu'il n'y a vraiment pas de période propice mais plutôt de conditions particulières de développement. Les cochenilles aiment la chaleur et une certaine humidité (http://www.freedon-corse.com/ravageurs/cochenille-cafeier.htm,2018).

Les cochenilles sont potentiellement étranges et dangereuses pour les plantes à cause de leur ponction de sève, du rejet de miellat qui entrave fortement l'activité photosynthétique de la plante et déprécie la beauté et la valeur marchande du café par suite des virus qu'elles peuvent contribuer à introduire dans les tissus qu'elles perforent. Les prises alimentaires peuvent elles-mêmes (selon la densité des ennemis offenseurs) causer des taches foliaires, un ralentissement de croissance des caféiers, une déformation des organes infestés et une chute de feuilles voire même la mort de toute la plante infestée (G:/Coccoidea-wikipedia.html, 2017).

On assiste à une détérioration des capacités de lutte contre ces parasites et maladies et cela compromet irréversiblement la pérennité de la culture du caféier. La qualité du café se dégrade et sa valeur marchande diminue de sorte que les revenus des producteurs ne cessent de baisser du jour au lendemain (DENNIS, 1983).

A travers les propos développés ci-haut, sur base de l'interview menée auprès de certains caféiculteurs ainsi que la collecte des échantillons d'espèces de cochenilles sur terrain, leur identification au laboratoire, se justifie le choix de notre sujet intitulé **: « Etude sur l'état des lieux et identification des espèces de cochenilles dévastatrices des caféiers au Burundi : cas de la commune MUTUMBA ».**

En définitive, notre travail se veut être le levain qui s'adonne sensu stricto à éveiller la prise de conscience à l'endroit des partenaires de bonne volonté épris du bien-être de la filière café pour que chacun s'approprie de sa part indéniable dans sa gestion quotidienne.

De la sorte, tous les intervenants (caféiculteurs, entreprises publiques et privées, bailleurs, …) parviendront à faire respecter scrupuleusement les normes techniques relatives aux entretiens, au contrôle rationnel des ravageurs en général et des cochenilles du caféier en particulier.

La présente étude aura donc contribué ipso facto à identifier les principaux foyers d'infestation des caféiers par les cochenilles, ainsi que les principales espèces de cochenilles présentes dans la zone d'étude et à déterminer leur degré moyen d'infestation. Toutes ces activités constituent une étape préalable et obligatoire pour des travaux ultérieurs d'éradication de ces cochenilles ainsi que les autres ravageurs du caféier apparentés.

L'ossature de notre travail est articulée sur deux principales parties :

L'approche bibliographique qui répertorie les informations générales sur la phytotechnie ainsi que les principaux ravageurs du caféier.

L'approche pratique et l'expérimentation qui décrivent le milieu d'étude, mettent en marge le matériel utilisé et les méthodes mises en œuvre, présentent, interprètent et se penchent sur la discussion desrésultats pour enfin de compte émettre la conclusion et les recommandations y relatives.

PREMIERE PARTIE : APPROCHE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : CULTURE DU CAFEIER

I.1. Origine

Le caféier d'Arabie, appelé dans le langage courant l'arabica a pour lieu d'origine les hauts plateaux d'Ethiopie situés entre 1000 et 2000 m d'altitude plus particulièrement dans la région délimitée par les parallèles de 5° et 10° de latitude nord et par les méridiens de 35° et 40° de longitude- est (GAIE et FLEMAL,1988).

I.2. Aire de répartition

Cette espèce préfère les terres en altitude (200 à 2 000 mètres d'altitude). Son aire de culture s'étend de part et d'autre de l'équateur du 28^{e} degré de latitude nord au 28^{e} degré de latitude sud, mais il donne les meilleurs résultats dans les zones intertropicales (AGCD, 1988).

I.3. Histoire de la caféiculture

Ce sont les Arabes qui ont les premiers utilisé le café comme boisson tonique. Sa diffusion est initialement liée à l'expansion de l'ISLAM (AGCD, 1988).Selon NYAMOYA et KAZUNGU (1986), la culture du café a été introduite au Burundi dans les années 1930 par les Belges qui colonisaient notre pays à cette époque.

I.4. Description

I.4.1. Description botanique

Le caféier d'Arabie est un arbre à feuilles lancéolées ; les fleurs sont blanches, assez grandes, pentamères et l'ovaire infère est inséré dans la base du calice. Le fruit est une drupe rouge (verte à l'origine) à maturité, qui contient deux noyaux, avec une face aplatie. Ces 2 noyaux sont issus de la soudure des 2 carpelles en plancentation axile (CHALANDRE, 2000).

I.4.2. Description génétique

Par suite de l'effet fondateur, les caféiers cultivés ne possèdent pas une grande diversité génétique. En effet, le café arabica cultivé provient d'une petite quantité de plants sauvages sélectionnés depuis quelques siècles. Ainsi, les recombinaisons génétiques, c'est-à-dire la réorganisation du code génétique

menant à de nouvelles séquences d'ADN, ne sont d'aucun recours étant donné la faible variabilité du matériel génétique entre les caféiers cultivés.

Contrairement aux autres espèces du genre Coffea, qui sont diploïdes, *Coffea arabica* est tétraploïde, c'est-à-dire que chaque cellule compte un total de 44 (4x11) chromosomes au lieu de 22 (2x11) (AGCD, 1988).

I.4.3. Position systématique

Le caféier d'Arabie ou caféier commun (*Coffea arabica*) appartient :

- au règne des Plantae,
- à l'embranchement des Angiospermes,
- à la division des Magnoliophyta,
- à la classe des Magnoliopsida,
- à l'ordre des Rubiales,
- à la famille des Rubiaceae,
- à la tribu des Coffeideae,
- à la sous-tribu des Coffeineae,
- à la sous-section des Erythrocoffea
- au genre Coffea

Le genre Coffea comprend plusieurs espèces parmi lesquelles deux font l'objet de cultures importantes : le *Coffea canephora Pierre*, adapté au climat équatorial et mieux connu par sa variété robusta, et le *Coffea arabica* L**.** qui, à lui seul, constitue la très grande majorité de plantations actuellement réparties dans le monde (https : //fr.m.wikipedia.org ≥wiki≥cafeier, 2017).

I.4.4. Phases de développement du caféier

Selon COSTE (1989, cité par SHERI, 1993), le caféier arabica connaît 3 grandes phases de développement physiologique.

La figure 1 représente la première phase de croissance qui va de la germination à sept ans.



La levée se réalise en un petit mois et aboutit au stade dit "petit soldat" : les cotylédons sont encore enroulés sur eux-mêmes dans la parche.
La germination est épigée puisque les cotylédons ont été soulevés hors de terre par la croissance de l'hypocotyle.



Les cotylédons se déploient en feuilles cotylédonaires et contribuent à nourrir la plantule pendant un bon mois après la levée. La gemmule reste longtemps au repos.



Les premières feuilles apparaissent opposées et décussées (chaque étage est perpendiculaire au précédent).
Les feuilles cotylédonaires, comme ici, persistent encore souvent au stade quatre feuilles.



Un nœud de la tige principale donne naissance, à l'aisselle de chacune de ses deux feuilles, à un rameau plagiotrope. D'autres bourgeons existent à ce niveau. S'ils débourrent, ils ne se développent pas en rameaux plagiotropes mais bien en gourmands orthotropes comme le tronc. Chaque nœud ne peut donc porter que deux rameaux plagiotropes irremplaçables issus de bourgeons dits "têtes de série" tandis que les gourmands sont issus de bourgeons sous-jacents dits bourgeons sériés.

Figure1: Phase de croissance

Figure 2 illustre la phase de productivité qui est elle-même subdivisée en 3 sous-phases : la floraison, la fructification et la maturation.



Les rameaux plagiotropes ne donnent naissance qu'à des rameaux plagiotropes secondaires, tertiaires... et d'ordres supérieurs. Ils portent également la floraison et la fructification.

C'est à l'aisselle des feuilles, sur les rameaux plagiotropes, que se développent la floraison et la fructification par vagues successives appelées "flushes".

Un nœud de la tige principale donne naissance, à l'aisselle de chacune de ses deux feuilles, à un rameau plagiotrope. D'autres bourgeons existent à ce niveau. S'ils débourrent, ils ne se développent pas en rameaux plagiotropes mais bien en gourmands orthotropes comme le tronc. Chaque nœud ne peut donc porter que deux rameaux plagiotropes irremplaçables issus de bourgeons dits "têtes de série" tandis que les gourmands sont issus de bourgeons sous-jacents dits bourgeons sériés.

Figure 2 : Phase de productivité

Figure 3 représente la phase de déclin physiologique qui survient après quinze à vingt ans.



Les rameaux plagiotropes ne donnent naissance qu'à desrameaux plagiotropes secondaires, tertiaires... et d'ordres supérieurs. Ils portent également la floraison et la fructification.

Figure 3 : Phase de déclin physiologique

Source : Stades+de+développement+du+Caféier&client (2016)

I.4.5. Enracinement

Dans un sol meuble et profond, le caféier développe une forte racine pivotante qui peut dépasser un mètre. Le rôle d'encrage du pivot est complété par la présence des racines latérales obliques. Sous le collet et rayonnant autour de l'arbuste, des racines latérales explorent les horizons superficiels du sol. Ces racines au développement plus ou moins horizontal, se ramifient et portent aux extrémités des ramifications formant le chevelu radiculaire ou radicelles dont le rôle primordial est d'assurer la nutrition minérale du caféier. La plus grande partie (plus de 80%) de ces racines occupent les 25 à 30 cm de la terre superficielle (GAIE et FLEMAL, 1988).

I.4.6. Appareil aérien

Les principales parties aériennes du caféier sont : la tige, les rameaux qui portent à leur tour des feuilles, des fleurs, des bourgeons et des boutons floraux.

Selon GAIE et FLEMAL (1988), les feuilles sont simples et courtement pétiolées, longues de 8 à 15 cm et larges de 4 à 7 cm. Le limbe est ovale, acuminé et brillant sur la face supérieure, légèrement gaufré ; la face inférieure est pourvue de domaties localisées dans les angles formés par la nervure principale et les nervures secondaires. On notera également la présence des stipules persistantes, de forme triangulaire, appliquées sur l'axe du rameau.

Aux aisselles foliaires, existent deux types de bourgeons, les bourgeons axillaires ou « sériés » et les bourgeons extra-axillaires ou « tête de série ». Les bourgeons extra-axillaires (un par aisselle foliaire) évoluent en des rameaux plagiotropes primaires alors que ceux axillaires aboutissent à la formation des boutons floraux.

I.4.7. Phyllotaxie du caféier

Etymologiquement, le mot phyllotaxie vient de 2 mots grecs : « phyllon » = feuille, « taxis» = arrangement et qui signifie donc l'ordre dans lequel les feuilles ou les rameaux sont implantés sur la tige d'une plante. Par extension, c'est la disposition des éléments d'un fruit, d'une fleur, d'un bourgeon ou d'un capitule.

Pour le cas du caféier, l'axe principal à croissance verticale ou axe orthotrope porte à chaque nœud des rameaux plus ou moins horizontaux ou axes plagiotropes qui sont opposés par paire. Leur disposition est décussée c'est-à-dire que chaque étage se développe dans un plan qui lui est inférieur.

Sur ramification plagiotrope comme sur le tronc, les feuilles sont opposées et décussées ce qui veut dire que chaque paire est orientée en croix par rapport à celle précédente. Finalement, la tige, par torsion, en cours de croissance replace le feuillage dans un plan (fr.wikipedia.org /wiki/phyllotaxie, 2017).

I.4.8. Floraison du caféier

Le caf**é**ier fleurit pour la première fois vers l'âge de trois ans, parfois même plutôt. Après la phase préparatoire, les bourgeons non différenciés (dits primordiums gemmaires) subissent l'initiation florale. Il s'en suit une différenciation qui a lieu sous l'influence de l'insolation. En cas de conditions défavorables, on assiste à la perturbation de l'initiation florale et les bourgeons indifférenciés entrent en dormance mais gardent la faculté de subir l'induction florale. L'initiation florale coïncide au Burundi avec le début de la saison sèche(GAIE et FLEMAL, 1988).

I.4.9. Structure de la cerise

Selon GAIE et FLEMAL (1988), la cerise renferme deux fèves opposées par leurs faces planes. L'avortement d'une des deux fèves est à l'origine de la formation des graines arrondies appelées « caracoli ».
La figure 4 montre la coupe longitudinale de la cerise ainsi que le positionnement des fèves dans le fruit.

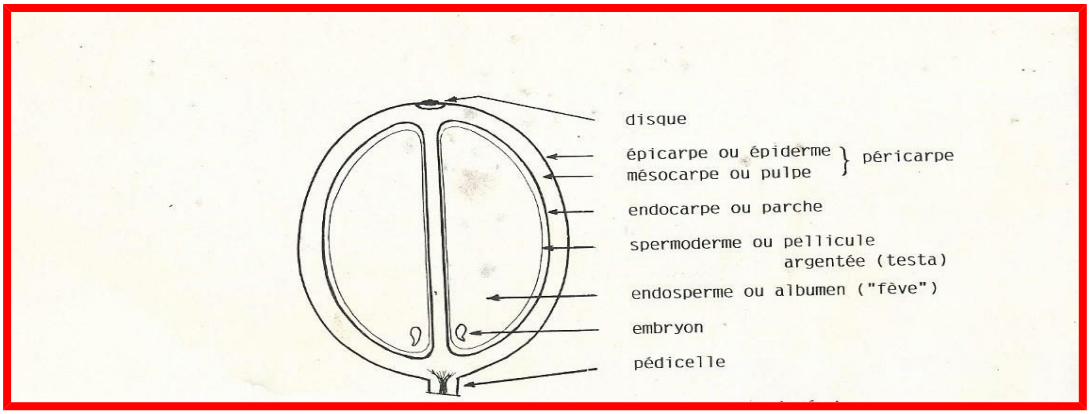


Figure 4: Coupe longitudinale de la cerise ainsi que le positionnement des fèves dans le fruit

Source : GAIE et FLEMAL, 1988

I.4.10. Maturation de la cerise

Lors du processus de maturation, les jeunes fruits augmentent rapidement de poids et de volume entre la fin du 2è et du 4è mois après la floraison.

Au cours de cette phase dite de grossissement, les fruits sont gorgés d'eau et on assiste à la lignification de l'endocarpe. L'alimentation du caféier en eau est indispensable.

La phase de maturation des fruits commence à 7-8 mois après la floraison lorsque les fèves occupent entièrement les loges. On assiste à l'augmentation de la teneur en matières sèches et du volume du péricarpe.

Le fruit ou «cerise » est une drupe qui atteint sa pleine maturité, en moyenne 8 à 9 mois après la fécondation (GAIE et FLEMAL, 1988).

I.5. Exigences écologiques

I.5.1. Exigences climatiques

Selon GAIE et FLEMAL(1988), la culture de l'arabica est très influencée par le climat. Ses exigences se marquent surtout pour trois facteurs importants : la température, les précipitations et la luminosité. Ceux-ci limitent l'aire de culture de l'arabica aux régions subtropicales.

I.5.1.1. Température

Les caféiers n'arrivent pas à se développer à des températures inférieures à 10°C ou 12°C et ne supportent pas non plus celles supérieures à 30-35°C. Ce sont des plantes qui n'apprécient ni l'hiver ni la sécheresse, et préfèrent les climats subtropicaux (A.G.C.D., 1988).

Les températures inférieures à 0°C sont particulièrement préjudiciables au caféier (GAIE et FLEMAL, 1988).

Le caféier d'Arabie est très affecté par le réchauffement climatique. Son développement optimal n'est possible qu'entre les températures de 18 à 21°C. Or, depuis quelques temps, la température moyenne est en hausse ; il est donc possible que d'ici quelques années, certaines régions où la culture est actuellement présente ne seront plus favorables à celle-ci car la qualité du grain et le rendementdes caféiers auront diminué. L'arabica a besoin des conditions climatiques spécifiques pour avoir une bonne production (A.G.C.D., 1988).

I.5.1.2. Régime des pluies

Selon GAIE et FLEMAL(1988), l'optimum des précipitations se situe entre 1500 et 1600 mm par an. Les pluies doivent être plus ou moins bien réparties durant l'année et surtout être interrompues par une période de sécheresse de quelques mois(en moyenne 2 à 3 mois) au cours de laquelle les précipitations mensuelles sont inférieures à 50 mm. Cette période sèche correspond à une période de repos, de croissance végétative très réduite du caféier, qui prépare la phase générative amenant celui-ci à fleurir dès le retour des pluies normales. Dans certaines régions, la fréquence des grêles constitue un handicap pour la culture.

I.5.1.3. Hygrométrie de l'air

Une humidité relative de 60% de l'air ambiant est suffisante pour la culture du caféier ; un taux d'humidité élevé en permanence (80 à 90%) en est aussi favorable (BUTOYI et KANYONI, 2003 repris par HABURIYAKIRA, 2010).

I.5.1.4. Vents

Les vents violents ou desséchants sont pernicieux. Ils peuvent occasionner des bris de troncs ou de branches et dans des vents secs, accentuer la transpiration avec conséquence le flétrissement et la chute prématurée du feuillage (shedding) (GAIE et FLEMAL, 1988).

I.5.1.5. Luminosité

L'ensoleillement exerce une très grande influence sur l'aptitude à fleurir du caféier. Le comportement du caféier à l'égard de la lumière l'a fait longtemps considérer comme une plante héliophile exigeant en plantation un haut couvert plus ou moins dense. Cette pratique d'ombrage longtemps controversée est aujourd'hui en voie d'abandon (BUTOYI et KANYONI, 2003).

Selon GAIE et FLEMAL(1998), une insolation annuelle est considérée comme satisfaisante si elle atteint 55 à 60 % du possible avec 70 à 75% en saison sèche.

I.5.2. Exigences pédologiques

I.5.2.1. Caractéristiques physiques du sol

Selon GAIE et FLEMAL(1988),le caféier est sensible aux propriétés physiques du sol et particulièrement à sa texture et à sa structure qui sont deux facteurs déterminants de la capacité à retenir l'eau. Le sol idéal doit être profond, de

bonne structure, bien drainé, suffisamment pourvu en matières organiques et, pour le surplus avoir un bilan hydrique favorable. En tout état de cause, on proscrira les sols à faible pouvoir de rétention de l'eau (sableux, caillouteux, latéritiques, …).

I.5.2.2. Caractéristiques chimiques du sol

Le caféier se développe aussi bien dans une terre argilo-sableuse que schisteuse, d'origine volcanique (basaltes, …) ou alluvionnaire suffisamment pourvue en éléments nutritifs. Le pH optimum se situe entre 5 et 6, mais le caféier peut encore se développer normalement au voisinage de la neutralité. Dans ce cas, il faut être attentif à l'apparition d'éventuelles carences minérales telles que celles en manganèse et en fer souvent associées à un excès en calcium. La productivité et la durée de vie de la caféière dépendront en grande partie des caractéristiques pédologiques du terroir choisi et du respect des techniques culturales bien adaptées (GAIE et FLEMAL, 1988).

I.5.3. Conditions de culture de l'arabica rencontrées au Burundi

I.5.3.1. Conditions climatiques

Aux altitudes comprises entre 1300 et 1900 mètres, on observe une température moyenne comprise entre 18 et 22°C ainsi qu'une pluviométrie supérieure à 1100 mm par an. La saison sèche se situe entre juin et septembre et dure 2,5 à 4 mois. Sur la crête Congo-Nil (au-dessus de 1900 m d'altitude), la température moyenne est inférieure à 18°C avec des extrêmes descendant en-dessous de 5°C. L'Est du pays se caractérise par des précipitations insuffisantes avec des moyennes annuelles inférieures à 1100 mm. Dans les régions situées en dessous de 1300 m d'altitude la température moyenne est trop élevée : supérieure à 22°C avec des maximas absolus dépassant 30°C.

La majeure partie du Burundi comprise entre les altitudes de 1300 et 1900m se trouvent donc dans des conditions limites, quant aux précipitations, pour la culture de l'arabica (GAIE et FLEMAL, 1988).

La figure 5 montre les moyennes annuelles des isohyètes pluviométriques ainsi que celles des isothermes.

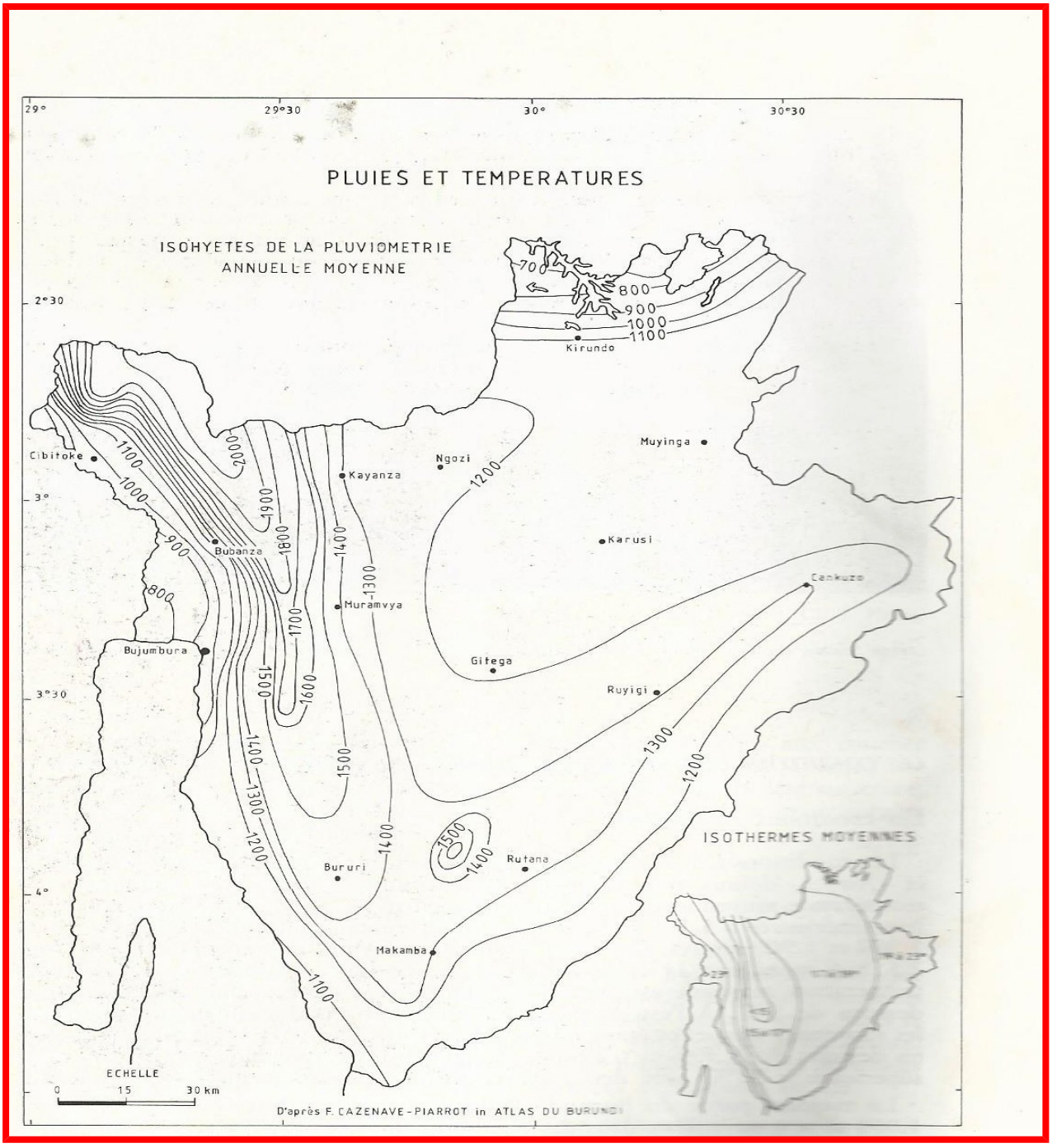


Figure 5 : Isohyètes pluviométriques ainsi que des isothermes

Source : GAIE et FLEMAL, 1988

I.5.3.2. Conditions pédologiques

Du point de vue strictement pédologique et en se plaçant sur un plan essentiellement théorique, GAIE et FLEMAL(1988) proposent l'échelle suivante d'aptitude décroissante des sols pour la culture de l'arabica au Burundi :

Sols de bonne aptitude :

- Ferrisols à revêtement argileux, de texture fine, profonds, à charge graveleuse faible à nulle, bien drainés.
- Ferrisols à teneur significative en limon fin et ferralsols de texture fine, profonds, à charge graveleuse faible à nulle, bien drainés, cultivés depuis de nombreuses années.

Sols d'aptitude modérée :

- Kaolisols cultivés, de texture fine, profonds à charge graveleuse modérée, bien drainés.

Sols d'aptitude marginale :

- Sols acides de texture fine, des écosystèmes naturels (forets, pâturages) profonds éventuellement modérément graveleux, bien drainés.

Sols inaptes :

- Sols peu profonds, à forte charge graveleuse,
- Sols mal drainés
- Sols de texture très grossière (sableux, sablonneux).

I.5.3.3. Terroirs caféicoles

On distingue quatre grandes zones :

- une zone de bonne aptitude regroupe la région du Buyenzi et le Mumirwa,
- une zone d'aptitude modérée couvre approximativement le Kirimiro, le Buragane et la plus grande partie du Bweru,
- une zone d'aptitude marginale comprend la plus grande partie du Buyogoma et l'ouest du Bugesera,
- une zone inapte regroupe l'Imbo, le Moso, le Mugamba et le Bututsi.

Dans ces deux dernières zones, il faut dissuader les paysans de pratiquer la culture du caféier (GAIE et FLEMAL, 1988).

La figure 6 montre les grandes zones d'aptitude des terres à la caféiculture en relation avec les régions naturelles du Burundi.

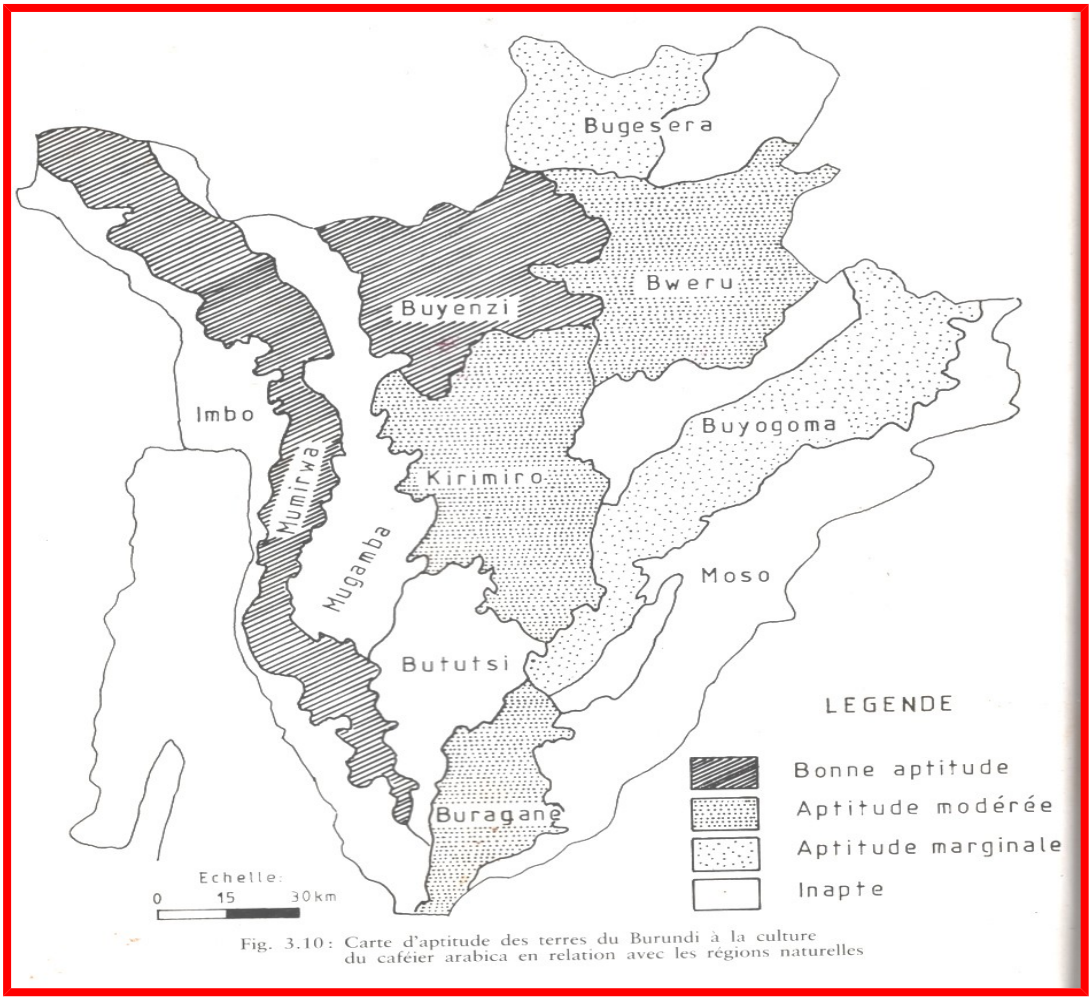


Fig. 3.10: Carte d'aptitude des terres du Burundi à la culture du caféier arabica en relation avec les régions naturelles

Figure 6: Grandes zones d'aptitude des terres à la caféiculture

Source : GAIE et FLEMAL, 1988

I.6. Phytotechnie du caféier

I.6.1. Principaux systèmes de culture du caféier

I.6.1.1. Systèmes intensifs et extensifs

Plus de 90% des caféières aux surfaces comprises entre 0,5 et 5ha appartiennent à de petits planteurs dont les systèmes d'exploitation sont basés sur les cultures vivrières. Le café leur procure l'essentiel de revenus monétaires. Les grandes exploitations uniquement caféicoles, situées surtout au Brésil, au Kenya, en Tanzanie et en Colombie peuvent atteindre plusieurs centaines d'hectares.

Le niveau d'intensification de la culture dépend essentiellement de la technicité des agriculteurs, de leur capacité d'investissement surtout en travail et du prix du café bord champ. On considère généralement qu'en dessous de 500 kg/ha on se trouve dans des systèmes extensifs ou semi-intensifs (WYBRECHT et *al.*, 2006).

I.6.1.2. Associations

Les associations végétales présentent un intérêt économique certain pour les petits producteurs en limitant l'enherbement de la caféière, en procurant des revenus complémentaires ou en réduisant les coûts en intrants.Les associations permanentes se rencontrent dans les systèmes d'agroforesterie qu'on trouve dans la grande majorité des pays producteurs où les caféiers sont cultivés sous-ombrage.

Les associations temporaires sont pratiquées durant les 2 ou 3 premières années de plantation et au moment du recépage. Le plus fréquemment, les caféiculteurs associent les cultures vivrières : mais, riz, igname, taro, arachide, chou, etc. L'association avec des légumineuses de couverture (Flemingia, Crotalaria, pois d'Angole, etc.) est recommandée si aucune culture n'est mise en place. Les plantes de couverture disparaissent spontanément lorsque les caféiers couvrent le sol (WYBRECHT et *al.*, 2006).

I.6.2. Modes de multiplication

Selon GAIE et FLEMAL(1988), la multiplication du caféier s'effectue par voies sexuée et asexuée.

I.6.2.1. Voie asexuée ou végétative

D'après WYBRECHT et *al.*, (2006), le clonage permet de reproduire à l'identique un individu donné. Dans ce cas, on ne multiplie que les individus performants d'une population d'hybrides (diffusion du matériel végétal clonal chez les agriculteurs) ou les géniteurs des champs semenciers (diffusion des semences). Pour le robusta, l'allogamie oblige à multiplier simultanément cinq à sept clones pour avoir une bonne synchronisation des floraisons au champ.

Selon les mêmes auteurs**,** les différentes techniques de propagation végétative sont :

1° **Le greffage** : il n'est utilisé que dans les circonstances particulières, exceptionnellement pour la sauvegarde d'un matériel précieux ou fragile ou en

routine dans la protection contre les nématodes. Dans ce dernier cas, on greffe l'arabica sur le robusta (greffe sur l'hypocotyle) ;

2°**Le bouturage horticole :** utilisé principalement pour le robusta qui est apte à produire beaucoup de rejets orthotropes. Ainsi, on prélève le bois orthotrope avec lequel on établit un parc à bois composé de clones à multiplier.

Pour des pépinières industrielles, on provoque l'enracinement des boutures en les plaçant dans des propagateurs ou dans des sachets en polyéthylène sous un tunnel constitué d'un film plastique transparent. Les boutures exigent une lumière naturelle n'excédant pas 50% et une atmosphère humide supérieure à 90%.

3° **Le micro-bouturage** : c'est une technique relativement récente qui nécessite l'installation d'un laboratoire spécialisé et demande une bonne technicité. Un nœud(ou explant) est prélevé, désinfecté, et placé sur un milieu nutritif gélosé. Après douze semaines, les rejets qui sont formés sont à leur tour repiqués sur de la gélose. L'enracinement est induit chimiquement deux jours avant le transfert en pépinière d'acclimatation.

4°**L'embryogénèse somatique** : elle consiste à faire passer une cellule différenciée à l'état indifférencié. On place une feuille sur un milieu nutritif adapté. Il en résulte la formation d'une cale ainsi que des cellules embryonnaires qui vont donner des embryons qui germeront pour être ensuite à leur tour repiqués dans des serres d'acclimatation.

La technique a l'avantage de garantir un taux de propagation très élevé mais exige des installations spéciales et des techniciens formés.

Selon GAIE et FLEMAL(1988), on recourt à la propagation végétative pour multiplier des caféiers dont on désire conserver l'intégralité du patrimoine génétique. Ainsi, peut-on, lors des travaux d'amélioration, reproduire des hybrides inters et intraspécifiques ou des sujets exceptionnels non fixés génétiquement. On peut recourir également à la multiplication végétative pour l'établissement des jardins semenciers d'élites.

I.6.2.2. Voie sexuée ou générative

Selon GAIE et FLEMAL(1988), le pourcentage élevé d'autogamie chez l'arabica permet une transmission satisfaisante, par graine, des caractères parentaux de variétés ou de cultivars suffisamment épurés.

La reproduction du caféier par graine constitue dès lors le moyen le plus pratique et le moins coûteux pour la production des plants de caféier.

De la sorte, vu le long itinéraire technique à parcourir en vue de l'élaboration du rendement tel que proposé par GAIE et FLEMAL (1988) d'une part, ainsi que WYBRECHT et *al*., (2006) d'autre part, nous avons délibérément privilégié plutôt les ravageurs du caféier et leurs méthodes de lutte étant donné que notre travail porte plus sur les ravageurs (cochenilles) plutôt que sur la phytotechnie du caféier.

CHAPITRE II : PRINCIPAUX RAVAGEURS DU CAFEIER

II.1. Introduction

Selon WYBRECHT et al (2006), le principal fléau du caféier au monde entier est le scolyte des baies (*Hypothenemus* ou *Stephanoderes hampei*). Ses dégâts sont évalués à 20% et aboutissent à la chute des fruits dont les perforations constituent des portes d'entrée pour des infestations secondaires de moisissures qui secrètent des microtoxines.

Parmi les autres ravageurs dommageables, on peut citer :

La punaise bigarrée (*Antestiopsisorbitalis ghesquierei)* qui cause d'importants dégâts en attaquant les fruits de l'arabica en Afrique de l'Est et au Cameroun.

Les nématodes (genres Pratylenchus et Méoidogyne) qui sont responsables de la mort des plantations d'arabica en Amérique centrale.

Les cochenilles qui attaquent les parties aériennes ou les racines. Elles sont souvent associées aux fourmis et sont responsables de l'apparition de la fumagine.

- Les foreurs des troncs (*Xyleborus sp),*
- Le scolyte des branchettes et,
- les termites, qui sont des ravageurs secondaires pouvant occasionnellement faire des dégâts importants.

Nous allons insister sur les aspects relatifs aux cochenilles étant donné que notre étude est orientée sur ces ravageurs mêmes.

II.2. Cochenilles du caféier

Plusieurs espèces de cochenilles peuvent coloniser les bourgeons, les jeunes feuilles, les rameaux et parfois les jeunes fruits des caféiers (GAIE et FLEMAL, 1988).

II.2.1. Histoire évolutive

Les cochenilles apparurent vers le milieu du Mésozoïque (il y a de cela 140 millions d'années). Faisant partie de la faune de la litière elles mangeraient en ces temps là des mycéliums. Certains groupes des Margarodidés existaient déjà en un grand effectif au crétacé inférieur (-100 millions d'années). C'est par coévolution avec certaines plantes à fleur que les cochenilles seraient devenues leurs parasites potentiels (G:/Drive /Coccoidea-Wikipedia.html, 2017).

II.2.2. Description

Les cochenilles sont des parasites des végétaux à fort dimorphisme sexuel.

On peut les classer en trois catégories : les cochenilles farineuses (rencontrées sous serres ou en intérieur, sur plantes vertes et rarement sur plantes annuelles), les cochenilles à carapaces (elles sont présentes aussi bien sous abri qu'en plein air et produisent du miellat en abondance) et celles à boucliers (celles-ci s'attaquent aux arbres fruitiers et ornementaux mais ne produisent pas de miellat). Les deux dernières catégories sont regroupées en cochenilles à coque. La coque n'est pas attachée à l'individu pour les cochenilles à bouclier contrairement à celle des cochenilles à carapace qui est reliée au corps (http://www.biobest.be,2018).

Selon l'état du corps, on distingue 3 types de cochenilles :

- celles qui ont un corps mou, sans bouclier protecteur

ex : Pseudococcidés, Margarodidés

- celles qui ont un corps durci par imprégnation de cires ou de laques

ex : Coccidés (ancien nom : Lécanidés)

- celles avec un corps mou couvert d'un bouclier protecteur cireux

ex :*Chrysomphalus aonidum*(G:/Drive /Coccoidea-Wikipedia.html,2017).

II.2.3. Aire de répartition

Il n'y a vraiment pas, pour les cochenilles, de période propice mais plutôt de conditions de développement. Elles préfèrent en effet, la chaleur et une certaine humidité.

Les cochenilles vivent dans une grande diversité d'habitats ; des toundras (zone paléarctique) jusqu'à l'équateur. Les cochenilles vivant en zone tropicale chaude sont plus grandes que celles des zones tempérées.

Ce sont des insectes communs ou devenus communs voire localement invasifs mais dont l'écologie reste mal connue (G/ Drive/Coccoidea-wikipedia.html,2017).

II.2.4. Classification

Les cochenilles appartiennent :

- au règne des Animaux
- à l'embranchement des Arthropodes
- au sous-embranchement des Hexapodes
- à la classe des Insectes
- à la sous-classe des Ptérygotes
- à l'infra-classe des Néoptères
- au superordre des Endoptérygotes
- à l'ordre des Hémiptères
- au sous-ordre des Sternorrynches
- à la superfamille des Coccoidés
- à la famille des Pseudococcidés

C'est un groupe monophylétique, l'un des quatre groupes frères des Sternorrhynches, les trois autres étant les pucerons, les Aleurodes et les psylles (G:/Drive/Coccoidea-wikipedia.html,2017).

II.2.5. Reproduction et cycle de vie

Les cochenilles constituent un groupe d'organismes doués d'un système de reproduction assez hétérogène. Elles sont soit ovovivipares (œufs pondus déjà embryonnés) et d'autres sont soit vivipares.

Certains groupes encore sont hermaphrodites : le genre Icerya (Monophlébidé) dont l'œuf fécondé donne un nouvel hermaphrodite. Si l'autofécondation échoue (cas rare), l'œuf donnera par parthénogénèse arrhénotoque un individu mâle.

Il existe 3 formes de parthénogénèse:

- **la parthénogénèse thélytoque** : les œufs non fécondés ne produisent que des femelles (Diaspididés et Margarodidés) ;
- **la parthénogénèse facultative** : les œufs non fécondés donnent des femelles mais la reproduction bisexuée fournit des individus des 2 sexes ;
- **la parthénogénèse arrhénotoque** : l'œuf non fécondé ne donne que des mâles (G:/Drive/Coccoidea-wikipedia.html,2017).

On connaît 4 principaux stades de développement chez les cochenilles : œuf, larve, nymphe et adulte.

Selon P.Kreiter et al. (2006) cité par le site http: //idtools.org /id/scales/keyinfo.Php(2018), le cycle de développement de la femelle comporte successivement le stade œuf, 2 à 3 stades larvaires et le stade adulte suivant les espèces ; celui du male comporte le stade œuf, 2stades larvaires, le stade pronymphe, le stade nymphe et enfin le stade adulte.

La femelle adulte pond de nombreux œufs et, selon l'espèce et le climat, on peut avoir des espèces uni ou bi ou poly-voltine(s) selon qu'elles produisent une ou plusieurs générations par an. Les cochenilles sont des parasites des végétaux à fort dimorphisme sexuel. (G:/Drive/Coccoidea-wikipedia.html,2017).

II.2.6. Mécanismes d'adaptation, de défense et de protection

Différents mécanismes d'adaptation aux conditions difficiles peuvent être signalés :

- Certaines espèces vivent en symbiose avec les fourmis qui les défendent en échange de leur miellat ;
- Des boucliers assurant le rôle de camouflage et les protections cireuses contre certains prédateurs et la déshydratation ;
- Positionnement des femelles sur certains organes des plantes où elles se cachent ou profitent parfois du ruissellement des eaux de pluie ;
- Quelques espèces se faufilent dans la plante (sous les écorces, dans les gaines foliaires ou dans les nœuds de graminées ou encore sur des racines souterraines (genres Kuania, Xylococcus et Matsucoccus) ;
- Protection des Eriococcidés dans un sac construit au fur et à mesure de leur croissance ;
- Recyclage des exuvies par les Diaspines dans un bouclier protecteur élaboré à partir des sécrétions cimentées par le liquide anal ;
- Retardement de la mue imaginale pour les Margarodidés qui se protègent sous un test étanche élaboré au moyen de leurs sécrétions en cas de stress hydrique.

En outre, des stratégies variées de protection des œufs et de jeunes larves peuvent exister :

- Un ovisac solide et structuré (genre Pulvinaria et la cochenille australienne) ;
- Un tapis de filament cireux enchevêtré (genre Porphyrophora) ;
- Transport des ovisacs par des femelles mobiles des Ortheziidés ;
- Protection des œufs sous le bouclier ou sous le corps (genre Kermesidés et Coccidés ;
- Production d'une poche marsupiale où les jeunes grandiront (genre Callipappus) ;
- Création des galles (tumeurs) sur les troncs de certains arbres(Eucalyptus) pour la protection des larves contre les prédateurs (genre Apiomorpha) (G:/Drive/Coccoidea-wikipedia.html,2017).

II.2.7. Pathogénicité

Le danger potentiel des cochenilles pour la plante attaquée, comme d'ailleurs de tous les autres insectes piqueurs-succeurs, réside dans leur ponction de la sève et dans le miellat sécrété qui peut provoquer des fumagines qui entravent la photosynthèse ainsi que du fait des virus et d'autres germes pathogènes qu'elles peuvent introduire dans la sève ou dans les tissus qu'elles perforent (G:/Drive/Coccoidea-wikipedia.html, 2017).

II.2.7.1.Facteurs favorisant les cochenilles et leur nuisibilité

(http : //idtools.org /id/scales/key_info.php,2017)

Considérées comme des ravageurs de faiblesse, les cochenilles parasitent préférentiellement des végétaux en état de stress, contrairement à d'autres organismes phytophages qui parasitent ou consomment des végétaux indifféremment de leur vigueur (chenilles, pucerons, …).

En effet, les divers facteurs qui régissent les phénomènes de pullulation des cochenilles font intervenir des interactions multiples mettant en jeu les compartiments air-sol/plante /ravageur. Par exemple, un arbre stressé hydriquement favorisera plutôt le développement des Diaspines qui se nourrissent de la sève brute. Inversement, une irrigation excessive ou un apport trop important en matières azotées entrainera la recrudescence des Pseudococcines ou Lécanines qui préfèrent la sève élaborée qui en est plus riche.

A part le déficit nutritionnel ou hydrique, il existe certes d'autres facteurs multiformes (des pratiques d'entretien inadapté, les facteurs environnementaux, …). Ainsi, la nuisibilité d'un organisme peut être généralement raccordée à sa biologie notamment au nombre de cycles successifs au cours d'une année : plus ils sont nombreux, plus la pression exercée sur le végétal sera importante car la densité de cochenilles sera d'autant plus élevée.

II.2.8.Symptômesainsi que les dégâts

(http: //idtools.org /id/scales/key_info.php,2018)

En production agricole, la nuisibilité d'une espèce de ravageur en général et celle d'une cochenille en particulier se mesure généralement à l'aune de son incidence sur le rendement ou de l'affaiblissement général des plantes attaquées.

Ainsi, selon leur niveau de développement, les cochenilles peuvent provoquer des nuisances de nature diverse, causées elles-mêmes de manière directe ou indirecte.

II.2.8.1.Dégâts directs

(Http: //idtools.org /id/scales/key_info.php, 2018)

La simple présence des cochenilles sur les parties de la plante peut déjà être considérée comme préjudiciable à la vente ou à la consommation car elle peut entraîner à première vue un refus d'achat même en l'absence de dépréciation visuelle évidente. A un stade plus avancé, les cochenilles se nourrissent de la sève des plantes ou du contenu des tissus végétaux, ce qui peut entraîner :

- Un affaiblissement général de la plante-hôte ;
- Un ralentissement de la croissance végétative ;
- Une déformation des organes et une décoloration de l'épiderme ;
- Un dessèchement des organes touchés qui commence par un jaunissement des feuilles ;
- La formation des auréoles rougeâtres autour du point de succion due à la salive toxique des cochenilles à bouclier,
- La perte d'organes, voire la mort de la plante-hôte.

II.2.8.2. Dégâts indirects

Les cochenilles sont des vecteurs de virus les plus mal connus contrairement à d'autres espèces phytophages comme les pucerons, les cicadelles ou les aleurodes. Le mode de transmission est de type « semi-persistant ».Ces insectes joueraient un rôle important dans les épidémies virales ainsi que dans les mécanismes qui sous-tendent l'interaction virus-vecteur.

(http : //idtools.org /id/scales/key_info.php,2018).

II.2.9. Méthodes de détection des cochenilles

Le site : (http : //idtools.org /id/scales/key_info.php,2018) distingue deux principales formes de détection :

II.2.9.1. Détection visuelle

La détection des cochenilles au stade précoce améliore l'efficacité des mesures curatives de lutte. Une autre attention particulière doit être portée au niveau de la face inférieure des feuilles, au cœur des bourgeons et à l'aisselle des tiges où ces ravageurs ont tendance à se regrouper et former des colonies.

Si l'observation des cochenilles dans leurs premiers stades n'est pas aisée à l'œil nu, le miellat, la fumagine et la présence des fourmis peuvent constituer un bon indicateur de leur présence (sauf les cochenilles à bouclier), quoique pouvant être révélateur de l'action d'autres bio-agresseurs comme les aleurodes et les pucerons.

II.2.9.2. Autres moyens de détection

On peut aussi soit utiliser les pièges à phéromones associant un piège de type panneau gluant même si cette méthode a le principal inconvénient de ne cibler qu'une espèce précise étant donné que ces produits volatiles ont une action spécifique.

II.2.10.Méthodes delutte

(http : //idtools.org /id/scales/key_info.php,2018).

Les particularités morphologiques bien marquées permettent de différencier les grands groupes de cochenilles. Ainsi, la lutte sera conduite en fonction du comportement biologique de la famille d'appartenance du ravageur considéré.

La détermination au rang d'espèce permet idéalement d'optimiser le contrôle, entraînant de meilleurs choix de traitement comme une rationalisation de leur utilisation ou de leur positionnement. La connaissance précise du cycle local (univoltin, polyvoltin) de la cochenille, est une condition importante et suppose sa connaissance préalable.

En effet, un bon contrôle passe à minima par le repérage du premier stade larvaire prépondérant car, le plus sensible aux produits de lutte phytosanitaire (bouclier pas encore formé) ou lorsque la larve est accessible pour la pulvérisation, voire pour divers autres modes de lutte.

II.2.10.1. Méthodes curatives physiques ou chimiques

La lutte contre les cochenilles se raisonne en priorité de façon préventive, mais lorsque les mesures prophylactiques ne suffisent pas, elle peut être complétée par des mesures correctives destinées à éliminer les foyers naissants ou enrayer des infestations plus sévères.

Selon le cas on privilégiera le recours à des méthodes physiques (traitement d'appoint), chimiques (intervention étendue à de nombreux sujets) ou biologiques (capacité à anticiper et organiser la lutte en amont d'une infestation).

- **Lutte physique ou mécanique**

- **Taille**

Il est impératif de supprimer les organes fortement infestés par les cochenilles en respectant les mesures d'hygiène de base tel que le nettoyage à l'alcool des outils de taille pour chaque plante afin de limiter la propagation des foyers. Les sujets fortement infestés doivent être évacués et traités séparément, confinés ou éliminés par des méthodes physiques (brulage), afin de ne pas constituer une source potentielle de contamination à distance.

- **Nettoyage à l'eau**

Il est plus recommandé en particulier sur les troncs ou les tiges des plus gros sujets atteints afin de déloger des cochenilles susceptibles d'adhérer dans les anfractuosités des écorces sur les surfaces rugueuses ou recouvertes d'aspérités.

- **Nettoyage à l'alcool isopropylique**

Il est préféré pour des infestations localisées où l'alcool isopropylique à 70% peut être appliqué sur les cochenilles en frottement à l'aide d'un coton-tige ou d'un simple badigeon pour en éliminer le plus grand nombre. Dans certains cas, une solution beaucoup plus diluée peut être appliquée en traitement localisé avec un pulvérisateur à main.

- **Lutte phytosanitaire**

En vue de réussir une lutte phytosanitaire, les conseils suivants doivent être scrupuleusement appliqués :

- Cibler les stades de développement précoce des ravageurs

La lutte contre les cochenilles est toujours plus efficace sur les jeunes stades mobiles que sur les stades fixés tout particulièrement pour les cochenilles à bouclier et à carapace puisque les structures qui les entourent, en plus de créer un microclimat favorable à leur survie protègent le corps de la cochenille contre le milieu extérieur.

Peu vulnérables à l'action des produits phytopharmaceutiques de contact, elles sont plus difficiles à éliminer. Dans une moindre mesure, la couverture poudreuse ou cireuse des cochenilles farineuses joue également un rôle protecteur.

Lorsque tous les stades du ravageur sont présents, un nettoyage mécanique ou manuel est recommandé préalablement au traitement.

Adapter le traitement à la plante-hôte et à la famille de cochenille identifiée, puisque les insecticides disponibles n'ont pas tous le même profil d'efficacité selon le végétal hôte ou la famille de cochenille visée.

Le cas échéant, mobiliser du personnel qualifié, formé à la réalisation d'un traitement phytosanitaire et pourvu des équipements de protection individuels (EPI) obligatoire adaptés à la réalisation du traitement.

Recourir à des produits phytopharmaceutiques compatibles avec les auxiliaires si les méthodes PBI sont mises en œuvre ou lorsque cela n'est pas possible, privilégier ceux dont la rémanence est la plus courte possible.

En définitive, un bon positionnement du produit en fonction du niveau d'infestation est un élément fondamental dans l'expression de l'efficacité, compte tenu du mode d'intoxication de la cible et de pénétration ou de dispersion de la bouillie de pulvérisation sur la plante.

Lorsqu'on a affaire à des populations naissantes du ravageur, on privilégiera au contraire, l'emploi d'insecticides à action choc (produit de contact).Pour des populations dont plusieurs stades se chevauchent, on préférera l'emploi des produits à action mixte (ex : thiamethoxam) tout en gardant la possibilité d'intervenir préventivement en amont de l'infestation ou à un stade précoce si de nouveaux foyers apparaissent.Lorsque le ravageur ne peut être maitrisé par une autre voie, ou pour des populations présentant un fort taux de développement, ou dont la croissance n'est pas ralentie par l'emploi d'un produit d'une catégorie précédente, on alternera plusieurs traitements en combinant au moins trois modes d'action biochimique différents, faisant appel à la fois à des produits pour les professionnels et des produits amateurs.

- **Lutte différenciée**

Un traitement phytosanitaire diffère selon que l'on est en présence d'une ou de plusieurs familles de cochenilles, en milieu ouvert ou celui fermé. En effet, les cochenilles farineuses en faible infestation sont combattues avec des produits de contact à condition de respecter certaines règles.

Comme dit précédemment, certains produits n'agissent que sur les stades juvéniles, les cochenilles adultes étant protégées sous une épaisseur de cire qui les met à l'abri des insecticides de contact. Les œufs et souvent les jeunes larves sont également exposés aux produits de contact. Pour être plus efficace, l'huile végétale doit être appliquée sur les colonies de cochenilles et non sur le

feuillage. Il suffit qu'une colonie s'en échappe pour que l'infestation reprenne de plus belle après quelques semaines.

Le produit doit être aspergé deux fois à quelques jours d'intervalle : la première application dissout la carapace, la seconde tue les cochenilles. Cette double aspersion doit être effectuée à trois reprises à une semaine d'intervalle afin de tuer les jeunes larves issues des œufs qui ont survécu au traitement précédent.

II.2.10.2. Lutte biologique

En complément des produits de lutte antiparasitaire, il existe des solutions à base d'organismes vivants que sont les microorganismes invertébrés, appelés auxiliaires de culture. Ce sont des insectes indigènes ou non, utilisés de façon raisonnée pour protéger les cultures contre les attaques de ravageurs, incluant cochenilles de façon ciblée ou non.

D'un point de vue réglementaire, on distingue des auxiliaires présents à l'état naturel de ceux allochtones qui doivent disposer d'une autorisation d'entrée préalable sur le territoire national. Parmi les ennemis des cochenilles, on peut citer : les prédateurs et les parasitoïdes.

A) Les prédateurs

Un prédateur est un organisme vivant qui capture et tue des proies pour s'en nourrir ou pour alimenter sa progéniture.

B) **Les parasitoïdes**

Un parasitoïde est un organisme qui se développe aux dépens d'un autre organisme dit « hôte », sur lui ou à l'intérieur de celui-ci et finit inévitablement par le tuer au cours ou à la fin de son développement. Très souvent, le prédateur est généraliste et se nourrit de plusieurs(ou tous les) stades de développement de la cochenille-de l'œuf à l'adulte- alors que le parasitoïde est souvent spécifique c'est-à-dire inféodé à un seul stade de développement de son hôte.

Exemples :

- **Prédateurs**
- ✓ **Les chrysopes**

Chrysoperla carnea forme un complexe d'espèces jumelles composé d'une vingtaine d'espèces semblables morphologiquement (BROOKS, 1994).

Seules les larves de chrysopes sont prédatrices, elles s'attaquent préférentiellement aux pucerons, mais se nourrissent également d'arthropodes à corps mou tels que les cochenilles farineuses, les thrips, les aleurodes ou encore les acariens (VILLENAVE-CHASSET, 2006). Elles soulèvent leurs proies et les vident de leur contenu.

Elles ont une activité nycthémérale : leur période de prédation commence dès le crépuscule et dure jusqu'à 2 heures du matin. En l'absence de proies, les larves peuvent devenir cannibales d'où l'importance de choisir judicieusement le positionnement des lâchers (http: //Ephytia.inra.fr/fr/C/18482/Biocontrol-Auxiliaires, 2018)

Les adultes quant à eux sont glycopalynophages ; c'est-à-dire qu'ils consomment du pollen, du miellat et du nectar. Il est donc recommandé de raisonner les lâchers de chrysopes en fonction du type de culture et donc de la floraison des plantes présentes afin de maintenir le plus longtemps possible les populations de chrysopes dans le couvert végétal.

- ✓ **Les coccinelles**

Les coccinelles prédatrices sont particulièrement voraces. Les stades larvaires sont prédateurs ; ce qui présente un avantage majeur à d'autres moyens de lutte biologique.

Selon LEMMET et *al.*, (2008), les adultes peuvent se déplacer sur de grandes distances et détecter leurs proies visuellement et/ou par olfaction, tandis que les larves ne percevraient leurs proies que par contact physique.

Plusieurs espèces de coccinelles se nourrissent de cochenilles. On peut citer notamment :

Cryptolaemus montrouzieri (cochenilles farineuses à tous les stades et certaines cochenilles à carapace)
Rodolia cardinalis (Icerya purchasi)
Exochomus quadripustulatus (cochenilles pulvinaires
Chilocorus nigritus (cochenilles à bouclier)
Lindorus lophantae (les 3 grandes familles de cochenilles avec nonobstant une préférence pour les cochenilles à bouclier mince du genre Aspidiotus par exemple).

- ✓ **Thrips prédateurs**

Franklinothrips vespiformis est un thrips prédateur polyphage qui peut se nourrir d'autres ravageurs comme les aleurodes, les pucerons et les cochenilles. Il a une

très bonne aptitude de recherche des hôtes en se répartissant sur l'ensemble de plantes.

- ✓ **Parasitoïdes**

Ce sont presque exclusivement les hyménoptères (sortes de « petites guêpes ») qui parasitent les cochenilles farineuses, celles à bouclier ainsi que celles à carapace. La plupart de ces parasitoïdes sont spécifiques d'un genre voire d'une espèce de cochenilles (RIS et *al.*, 2010).

Exemple : *Leptomastix dactylopii* qui parasite *Planococcus citri* et pond ses œufs dans le troisième stade larvaire et les adultes.

C) Contraintes liées à l'utilisation des auxiliaires de la lutte biologique

La variation de l'efficacité d'un auxiliaire sur un ravageur cible est fonction de la culture (espèce(s) végétale(s) cultivée(s), le climat, la conduite culturale, etc. …),

Difficulté voire impossibilité d'installer une population d'auxiliaires en périodes hivernales,

Nécessité de mettre en place une stratégie de communication envers les consommateurs afin d'éviter une perception négative de la présence d'auxiliaires sur les plantes qu'ils pourraient confondre avec des ravageurs.

3° Lutte intégrée

Elle consiste à combiner la lutte chimique, celle biologique ainsi que les autres méthodes de lutte. Elle garde l'avantage d'avoir un effet supérieur à celui de la lutte chimique seule.

En vue de réussir une lutte intégrée, il importe de respecter les recommandations suivantes :

Baser prioritairement les stratégies de lutte sur les mesures de prévention (détection, entretien et prophylaxie),

Privilégier la combinaison de différentes mesures de lutte : piégeage, prophylaxie et lutte chimique compatible, lâchers de prédateurs et/ou de parasitoïdes en fonction des conditions climatiques et des niveaux d'infestation,

Supprimer les produits végétaux les plus infestés.

Ainsi, une fertilisation excessive, un arrosage inadapté ou un climat chaud et humide sont des conditions propices au développement des cochenilles. Le raisonnement de la lutte contre ces ennemis redoutables passe donc obligatoirement par des mesures prophylactiques à savoir des règles d'hygiène stricte, l'entrée des végétaux sains. Lorsque l'on est devant la concomitance de plusieurs espèces de cochenilles, la lutte s'entendra de façon différenciée.

II.2.11. Intérêt économique et culinaire des cochenilles

Les cochenilles sont responsables de beaucoup de dommages culturaux. Toutefois, certaines espèces ont depuis très longtemps joué un précieux rôle économique qui a décliné depuis l'invention des substances de synthèse vers les années 1835 (G:/Drive/Coccoidea-wikipedia.html,2017).

Le tableau 1 nous montre un condensé de quelques espèces de cochenilles qui ont été économiquement utiles (si jamais elles ne le seraient plus aujourd'hui), les produits dont on en extrayait, leurs usages, la période probable ainsi que ceux qui s'en sont servi au cours de l'histoire.

Tableau 1 : Quelques espèces de cochenilles économiquement utiles

Cochenille (espèce)	Produit extrait	usages	Période probable	Usagers
Kerria lacca	Laque (le shellac)	Enrobage des chocolats(1)	Non précisée	Non précisés
Dactylopius coccus	Carmin rouge écarlate	Médicament (astringent) pour yeux	Antiquité-18ème siècle	Non précisés
	Alkermès	boisson	Même aujourd'hui	Italiens
	Rouge carmin cramoisi(3)	Teinture tissus, pot,…	400 av JC	Non précisé
			1626	Envahisseurs espagnols aux iles Canaries
		Colorant alimentaire	Même aujourd'hui	Péruviens
Grosses cochenilles *Llaveia axin*	Rouge carmin	Non précisé	Non précisé	Non précisé
	Aje (graisse)	Médicament contre goutte et diarrhée(2)	Non précisé	Non précisé
Trabutina mannipara	La manne	nourriture	Ancien Testament	Hébreux
Galles d'Eucalyptus	apiomorphas	Nourriture (friandise)	Non précisé	Australiens

1) : le shellac sert aussi à la fabrication des dragées pharmaceutiques et comme constituant des matières plastiques

2) : l'aje sert aussi à l'imperméabilisation (protection) des pots, bateaux, bois, gourdes, etc. et colorant pour histologie
3) : le carmin rouge écarlate est composé d'acides kermésique et laccaïque tandis que le carmin rouge cramoisi se compose de l'acide carminique pur

(G: /Coccoidea-wikipedia.html, 2017).

DEUXIEME PARTIE : APPROCHE PRATIQUE ETEXPERIMENTATION

CHAPITRE III : DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

III.1. Situation géographique

La commune Mutumba est l'une des sept communes de la province Karusi. Située à l'Est du chef-lieu de la Province Karusi, elle est délimitée au Nord par la commune Mwakiro de la province Muyinga, au Sud par la commune Butezi de la province Ruyigi, à l'Est par les communes Bweru et Cankuzo, à l'Ouest par la Commune Nyabikere et Buhiga.

III.2. Organisation administrative

La figure 7 montre la carte administrative de la commune Mutumba.

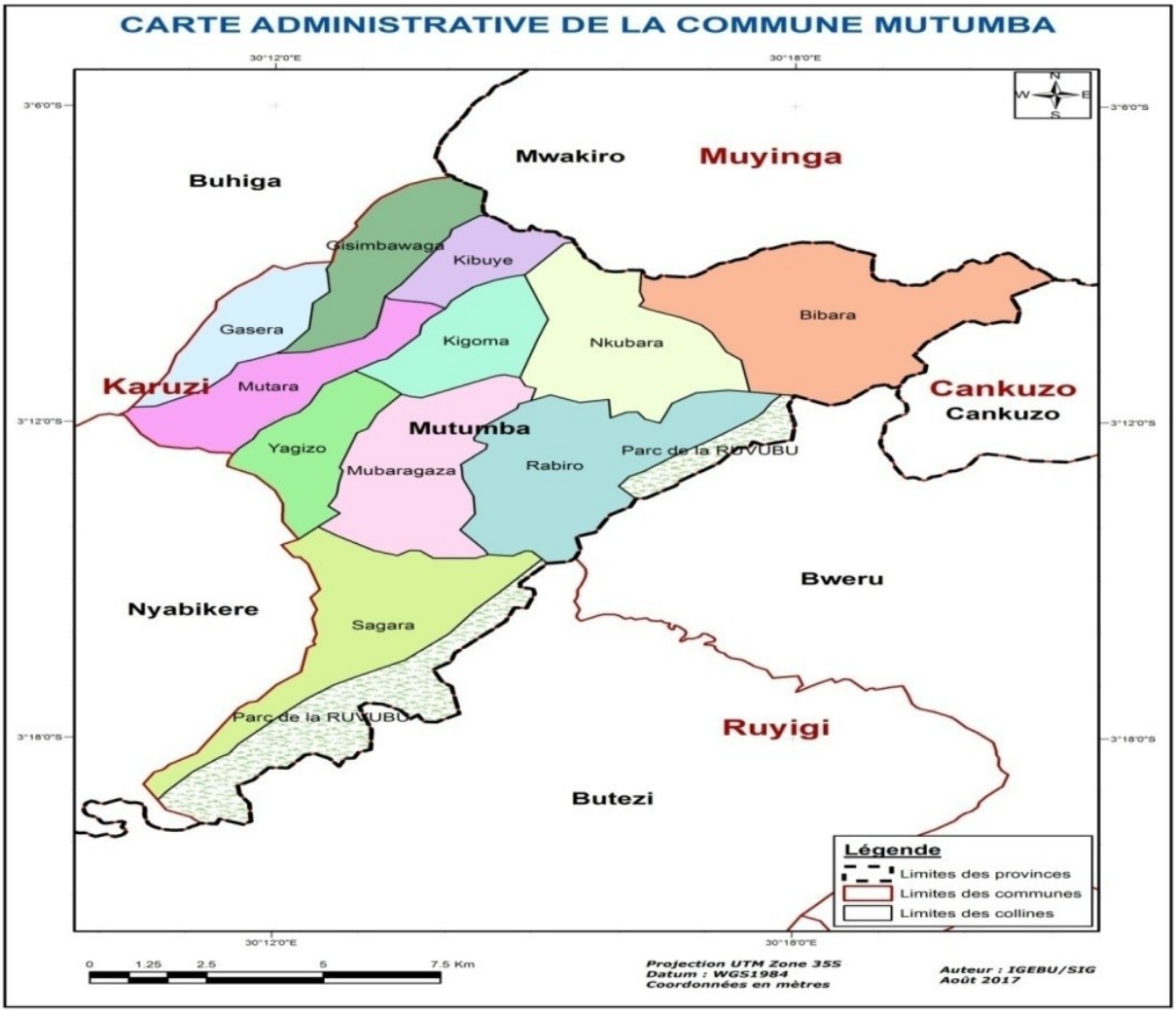


Figure 7 : Carte administrative de la commune Mutumba

Source : IGEBU, 2017

La commune Mutumba est subdivisée en deux zones qui,à leur tour, se départagent en onze collines :la zone Bibara compte cinq collines : Bibara, Nkubara, Rabiro, Mubaragaza et Sagara tandis que la zone Gisimbawaga se compose de six collines : Gisimbawaga, Gasera, Mutara, Yagizo, Kibuye et Kigoma.

III.3. Caractéristiques physiques

III.3.1.Relief et l'altitude

L'altitude de la commune Mutumba est comprise entre 1600 et 1900m. Son relief est accidenté et est caractérisé en grande partie par de fortes pentes où une érosion hydrique qui part des sommets en amont vers les vallées encaissées en aval est plus à craindre (PCDC, 2013).

III.3.2. Climat

La commune Mutumba se trouve à cheval sur trois régions naturelles que sont le Kirimiro, le Buyogoma et le Bweru.

Le climat est tropical du type tempéré caractérisé par une alternance de la saison pluvieuse qui s'étend généralement du mois d'Octobre à Mai et de la saison sèche qui va de Juin à Septembre (PCDC, 2013).

III.3.2.1. Température (moyenne pondérée sur 10 ans : 2007 à 2016)

Les températures moyennes annuelles varient entre 13,2°C et 28,6°C. La température maximale la plus élevée a été enregistrée en 2016 (30,4°C), la plus basse en 2008 (26,8°C). La température minimale la plus élevée a été observée en 2010 (14,6°C) tandis que la plus basse se rapporte à l'année 2013 (12,7°C) (IGEBU, 2017).Les fonds de vallée et les marais sont souvent les plus frais pendant la nuit. L'air froid a tendance à stagner dans les dépressions, ce qui accentue les températures minimales nocturnes, conduisant souvent à des inversions de température (PCDC, 2013).

III.3.2.2. Précipitations (moyenne pondérée sur 10 ans : 2007 à 2016)

Les précipitations moyennes annuelles varient entre 940 et 1423 mm. La moyenne la plus basse a été observée en 2009 (939,8mm) et la plus élevée se trouve en 2011 (1422,8mm).L'humidité relative moyenne annuelle varie entre 50 et 94%. L'humidité relative maximale la plus élevée a été relevée en 2015

(97%), la plus basse en 2013 (81,3%). L'humidité relative minimale la plus élevée a été observée en 2007 (56,9%), la plus basse en 2016 (42,4%) (IGEBU, 2017).

III.3. 3.Hydrographie

Entre la commune Mutumba et les provinces Ruyigi et Cankuzo se trouve la grande rivière Ruvubu qui, après la rencontre avec la Kagera se déverse dans le Nil. Elle se situe entièrement dans la région naturelle du Buyogoma**.**
En outre, la commune est encadrée de part et d'autre respectivement vers l'est et vers l'ouest par les 2 petites rivières : la Nyamwondo et la Nyakigezi qui sont des affluents de la Ruvubu (PCDC, 2017**).**

III.3.4. Végétation

La Commune Mutumba a une savane boisée à épines et arborée avec le parc de la Ruvubu d'une superficie de 3750 hectares (PCDC, 2013).

III.3.5. Sol

Le sol de la commune Mutumba connaît une dégradation extrême à cause des pratiques agricoles sans dispositif de protection et le morcellement du sol suite à la démographie galopante. Cette situation porte préjudice à la biodiversité du Parc National de la Ruvubu qui se voit menacée par le défrichement cultural à la recherche des terres fertiles et le braconnage à la recherche d'aliments protéiniques (PCDC, 2017).

III.4. Données démographiques

Selon le dernier recensement national de 2008, la population de la commune Mutumba était de 41.478 habitants. Le nombre de ménages était de 8.908. La commune Mutumba est la moins peuplée de la province et la moins étendue : sa densité est de 209,5 (recensement de 2008) avec 9,5% de toute la population de la province Karusi. Le taux annuel d'accroissement calculé sur base des données communales de 2013 était de 2,5% contre 2,7% calculé lors du recensement national en 2008.

Cet accroissement risque de maintenir son rythme accéléré. La population de la commune Mutumba est très jeune avec une base de la pyramide des âges large avec une population de la tranche d'âge se situant entre 4 et 25 ans la plus nombreuse (PCDC, 2013).

CHAPITRE IV: MATERIEL ET METHODES

IV.1. Matériel utilisé

Le matériel que nous avons utilisé au cours de notre travail peut être classé en deux grands groupes :

IV.1.1. Matériel de terrain

Le matériel utilisé sur terrain en vue de la réalisation de notre expérimentation était constitué de :

- Fiches d'enquête pour la collecte des informations,
- Pieds de caféier qui ont servi comme support principal de l'enquête,
- Stylo à bille pour l'enregistrement des données,
- Appareil numérique pour la prise des photos,
- Bloc-notes pour noter quelques commentaires utiles.

IV.1.2. Matériel de laboratoire

Au cours de notre étude, nous avions à notre disposition le matériel de laboratoire suivant :

- Boites de pétri pour contenir les échantillons lors de la manipulation,
- Flacons à urine pour conserver les échantillons après la récolte,
- Pince anatomique pour manipuler les échantillons,
- Pinceau pour la récolte des échantillons de cochenilles,
- Ethanol 70% pour garder intact les échantillons de cochenilles,
- Stéréoscope binoculaire pour identifier les échantillons,
- Pissette pour le remplissage des flacons à urine,
- Bechet pour garder en attente les échantillons déjà soumis à l'identification,
- clé de détermination pour la distinction des différentes caractéristiques des échantillons à identifier, etc.…

IV.1.3. Autre matériel

Mis à part ces deux types de matériel, nous avions à notre disposition un autre matériel qui était essentiellement composé d'un portable pour la saisie des textes.

IV.2. Méthodologie de travail

IV.2.1. Elaboration du questionnaire d'enquête

Avant de passer à l'enquête proprement dite, nous avons d'abord élaboré un questionnaire d'enquête sur base des objectifs à atteindre suivants :

IV.2.1.1. Objectif global

Le présent travail avait pour objectif global d'inventorier et identifier les espèces de cochenilles qui parasitent les caféiers en commune Mutumba.

IV.2.1.2. Objectifs spécifiques

La pré-enquête tout comme l'enquête proprement dite ainsi que le travail de laboratoire étaient guidés par trois objectifs spécifiques tous permettant de réaliser l'objectif global ci-haut énoncé.

a) Identifier les principaux foyers d'infestation des cochenilles sur les caféiers,
b) Identifier les endroits de plus ou moins forte infestation où ont été collectés les échantillons identifiés pour détecter les espèces de cochenilles les plus répandues en commune Mutumba.
c) Récolter et acheminer les échantillons au laboratoire pour les identifier.

IV.2.2. Présentation de la fiche d'enquête

La fiche d'enquête telle qu'elle apparait en annexe est constituée de deux grandes parties :

- L'identification du lieu et du caféiculteur enquêté
- Le questionnaire d'enquête constituée de treize questions

Il est bien évident de préciser que les réponses données par les caféiculteurs interviewés ont été condensées sur une fiche récapitulative que l'on trouve en annexe de ce document.

IV.2.3. Modalités d'échantillonnage

L'étude a été menée en étroite collaboration avec l'agronome communal ainsi que les autres agents de terrain sous ses ordres (assistants agricoles ainsi que les moniteurs agricoles) et a porté sur les trois collines les plus attaquées (Bibara, Rabiro et Yagizo), trois collines moyennement attaquées (Mutara, Mubaragaza

et Gasera) sans oublier deux collines présumées les moins attaquées (Kibuye et Sagara) par les cochenilles du caféier.

En tout, huit collines sur onze ont été enquêtées tandis que vingt sous-collines sur trente ont fait objet de l'enquête. Au niveau de chaque sous-colline, l'enquête a porté sur un effectif d'environ dix caféiculteurs choisis au hasard dans le registre du moniteur agricole.

Le tableau 2 montre la répartition des sous-collines enquêtées par zone et par colline ainsi que les nombres respectifs des caféiculteurs enquêtés et de caféières visitées.

Tableau 2 : Répartition des sous collines enquêtées par zone et colline

Zone	Colline	Sous-Collines	Nombre Caféières	Nombre Caféiculteurs
Bibara	Bibara	Bibara	10	12
		Kigarama	10	10
	Mubaragaza	Kibande	10	11
		Mubaragaza	10	11
		Nyamugari	11	11
	Rabiro	Gwangara	11	13
		Rabiro	10	11
		Taba	10	10
	Sagara	Busoza	10	10
		Taba	10	10
Gisimbawaga	Gasera	Gasera	12	12
		Nyarudehe	11	11
	Kibuye	Kibuye	10	11
		Kiduguda	10	10
	Mutara	Kinihura	10	10
		Mpame	10	10
		Mutara	10	10
	Yagizo	Karambi	10	10
		Nyamugari	10	14
		Yagizo	11	12
Total: 2	**8**	**20**	**206**	**220**

Source : Auteur, 2018

IV.2.4. Déroulement de l'enquête

Avant d'aborder l'enquête proprement dite, une étape de pré-enquête a été effectuée pour aider dans la reconnaissance des collines, des sous-collines et des caféiculteurs à enquêter.

A cet effet, nous étions chaque fois tenus à nous entretenir avec le caféiculteur dans ses caféières pour pouvoir nous rendre compte de l'état général d'entretien ainsi que de l'ampleur (recrudescence) des cochenilles.

Ceci nous a du permettre aussi à poser d'autres questions qui nous ont conduit à avoir d'autres commentaires et objections utiles des exploitants.

IV.2.5. Protocole d'enquête

Pour chaque caféiculteur échantillonné, au-moins une caféière sur trois était enquêtée. En cas de nécessité, nous étions tenu d'enquêter les caféières suivant l'âge des taillis de caféiers pour juger du degré de préférence des cochenilles sur les rameaux jeunes ou ceux aoûtés.

Dans chaque caféière enquêtée, une rangée sur trois était enquêtée et sur chaque rangée échantillonnée, tous les caféiers ont été attentivement observés quant aux symptômes des dégâts perpétrés par les cochenilles et/ou les parasites secondaires.

IV.2.6. Modalités de collecte des échantillons

Lors de notre étude, trois collines à forte ampleur d'infestation (Yagizo, Rabiro et Bibara), trois moyennement infestées (Mubaragaza, Mutara et Gasera) ainsi que deux autres collines : Kibuye, une des huit collines visitées qui a révélé le plus faible taux d'attaque et Gisimbawaga, l'une des trois collines qui n'ont pas fait objet de l'enquête et qui ont été déterminées selon les résultats de la mini-enquête ont fait objet de la collecte des échantillons de cochenilles à identifier.Cinq caféières par sous-colline ont été choisies à cet effet.

Dans chaque caféière échantillonnée, la collecte des échantillons a porté sur 3 pieds choisis au hasard. Pour un même pied échantillonné, les cochenilles àidentifier ont été prélevées s'il y avait lieu, sur différents organes : soit sur le collet, soit à mi-hauteur de la tige, soit sur les feuilles de 3 branches différentes situées à des étages et dans des directions différentes.

La collecte était faite à l'aide des flacons ainsi que des pinces et/ou pinceaux. Lors de cette opération, les cochenilles étaient soigneusement mises en flacons avec de l'éthanol à 70% (ou plus) de manière à les garder intactes (sans les blesser) pour les identifier par après. En tout 120 flacons remplis d'échantillons ont été acheminés au laboratoire de biologie de la FABI au campus Zege.

La figure 8montrel'opération de collecte des échantillons de cochenilles à identifier.



Figure 8 : Opération de collecte des échantillons de cochenilles àidentifier

Source **:** Auteur, 2018

IV.2.7. Identification des espèces de cochenilles collectées

Après la collecte des échantillons de cochenilles, nous les avons gardés dans des flacons contenant du formol et étaient acheminées au laboratoire pour identification. Le travail d'identification des cochenilles collectées revenait à l'observation des différentes caractéristiques morphologiques et anatomiques. Après avoir versé le contenu de chaque flacon dans une boite de pétri, on a d'abord éliminé tous les éléments indésirables (éléments autres que les cochenilles adultes, nymphes, larves ou œufs).

Pour chaque lot de cochenilles contenues dans chaque flacon, la première étape d'identification consistait à séparer les cochenilles selon le stade de

développement c'est-à-dire œufs, larves, nymphes ou le stade adulte. Par la suite, les sujets adultes étaient classés dans les trois grands groupes biologiques (cochenilles farineuses, celles à bouclier ainsi que celles à carapace). Enfin, après avoir classé les cochenilles selon le sexe, on terminait le travail par la détermination des espèces selon les différents critères repris dans la clé d'identification en annexe au présent document.

La figure 9 illustre l'étape de l'identification des échantillons collectés avec le matériel ayant servi à la conservation (flacons à urine avec couvercle rouge) et à l'identification des cochenilles au laboratoire de la FABI au Campus Zege (stéréoscope binoculaire).



Figure 9 : Etape de l'identification stéréoscopique des échantillons de Cochenilles

Source: Auteur, 2018

CHAPITRE V: PRESENTATION, ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS

V.1. Présentation et analyse des résultats

V.1.1. Résultats de la mini-enquête

V.1.1.1. Identification du caféiculteur

1° Répartition des caféiculteurs par genre

Le tableau 4 répartit les planteurs interviewés selon le genre

Tableau 3 : Genre des caféiculteurs enquêtés

Genre	Taille de l'échantillon	Caféiculteurs contactés	Pourcentage
Masculin	206	182	88,34
Féminin	206	24	11,65
Total	**206**	**206**	**99,99**

Ce tableau prouve que 88,34% des caféiculteurs sont des hommes tandis que 11,65% sont des femmes qui sont pour la plus part des femmes cheftaines de ménage (veuves).

2° Répartition des exploitants contactés par niveau d'étude

Le tableau 4 ici-bas montre la répartition des caféiculteurs selon leur niveau de formation.

Tableau 4: Niveau d'étude des caféiculteurs enquêtés

Niveau d'étude	Taille de l'échantillon	Caféiculteurs trouvés	Pourcentage
Néant	206	38	18,44
Yaga Mukama ou Umutwenzi	206	51	24,75
ECOFO	206	98	47,57
EPF	206	17	8,25
EU	206	2	0,97
Total	**206**	**206**	**99,98**

De ce tableau, nous remarquons que près de la moitié des caféiculteurs enquêtés (47,57%) ont fréquenté l'école fondamentale (l'ex-école primaire ou le quatrième cycle anciennement appelé cycle inférieur d'orientation). Une partie non négligeable (24,75%) ont fait l'enseignement informel c'est-à-dire soit Yaga Mukama, soit Umutwenzi voire l'alphabétisation des adultes. Si 18,44% des caféiculteurs sont des illettrés, 8,25% ont fréquenté l'école post-fondamentale (ex-cycle supérieur) tandis que ceux ayant fait l'enseignement universitaire n'excèdent guère 0,97% des caféiculteurs interrogés.

V.1.1.2. Enquête proprement dite

1° Nombre de caféières avec cochenilles

Le tableau 5 présente le nombre de caféières qui ont manifesté la présence des cochenilles pendant la période de la mini-enquête.

Tableau 5 : Ampleur des cochenilles par colline pour les caféières visité

Colline	Caféières suivies	Caféières avec cochenilles	Taux d'attaque (%)
Gasera	23	2	8,69
Mutara	30	2	6,66
Yagizo	36	5	13,88
Kibuye	21	1	4,76
Mubaragaza	33	3	9,09
Rabiro	34	4	11,76
Bibara	22	3	13,63
Sagara	21	2	9,21
Total	**220**	**22**	**10**

De ce tableau, nous remarquons que toutes les 8 collines manifestent une attaque des cochenilles. Les quatre collines qui affichent des taux les plus élevés sont Yagizo, Rabiro, Bibara et Mubaragaza avec des taux respectifs estimés à 13,88% ; 11,76% ; 13,63% et 9,09%.

De ces mêmes 8 collines, les trois collines suivantes : Mutara, Gasera et Sagara présentent des taux situés en dessous de la moyenne soit respectivement 6,66% ; 8,69% et 9,21%.

La colline de Kibuye montre le taux d'attaque le plus bas qui est estimé à 4,76% alors que le taux moyen global des 8 collines est de 10%.

2° Nombre de caféiers avec cochenilles

Le tableau 6 répertorie les caféiers sur lesquels on a trouvé des cochenilles parmi les caféières des 8 collines ayant fait l'objet de l'enquête.

Tableau6 : Taux prévalence des cochenilles par colline pour les caféiers visités

Colline	Caféiers enquêtés	Caféiers avec cochenilles	Taux d'attaque (%)
Gasera	4767	211	4,42
Mutara	5898	228	3,86
Yagizo	4097	312	7,61
Kibuye	3765	240	6,37
Mubaragaza	5475	378	6,90
Rabiro	4196	396	9,43
Bibara	3496	277	7,92
Sagara	2300	126	5,47
Total	**33994**	**2168**	**6,37**

De ce tableau, nous constatons que vis-à-vis des caféiers inspectés au niveau des 8 collines visitées, ce sont les mêmes collines à haut degré d'infestation pour les caféières (tableau 5) qui sont les plus infestées même pour les caféiers pris isolément à savoir Rabiro, Bibara et Yagizo avec des taux respectifs estimés à 9,43% ; 7,92% et 7,61%. Les collines de Sagara, Kibuye et Mubaragaza présentent des taux moyens respectifs de 5,43% ; 6,37% ; 6,90% qui oscillent autour du taux moyen général qui est de 6,37%. Parmi les 8 collines auxquelles notre étude a concerné, les 2 collines dont les caféiers sont moins infestés sont : Mutara et Gasera avec des taux respectifs s'élevant à 3,86% ; 4,42%.

3° Organes végétatifs infestés par les cochenilles dans les caféières visitées

Le tableau 7 présente les organes végétatifs des caféiers qui sont attaqués par les cochenilles dans les différentes caféières.

Tableau 7: Types d'organes végétatifs infestés par les cochenilles

Organe parasité	Taille de	Nombre	Pourcentage

	l'échantillon	caféières concernées	Par organe	cumulé
Tiges	220	5	2,27	2.27
Collet	220	7	3,18	5.45
Feuilles	220	4	1,81	7,26
Branches	220	2	0,90	8,16
Jeunes bourgeons	220	3	1,36	9,52
Cerises et bourgeons fructifères	220	1	0,45	9,97
Niveau infestation	-	22	10	-
Total indemnes	**-**	**198**	**-**	**90**

A partir de ce tableau nous constatons que les organes végétatifs sont parasités par les cochenilles dans l'ordre suivant :

- 3,18% des caféières sont infestées au niveau collet ;
- 2,27% de ces plantations sont parasitées au niveau des tiges ;

Les feuilles sont attaquées par les cochenilles à près de 1,81% tandis que les jeunes bourgeons le sont à 1,36% ;

- 0,9% des caféières visitées sont infestées à partir des branches ;

Les cerises et les bourgeons fructifères sont quant à eux parasités à un taux de 0,45% ;

Signalons que les organes d'une bonne proportion de 90%des caféières ne sont pas attaqués par les cochenilles alors que le niveau d'attaque cumulé est évalué à prés de 10%.

Il importe de signaler que plusieurs organes pouvaient être parasités à la fois mais les données du tableau concernent chaque fois l'organe le plus infesté dans chaque caféière échantillonnée qui a manifesté ne fusse qu'un signe d'une moindre infestation des cochenilles.

4° Répartition des caféières selon la fréquence des cochenilles sur les organes les plus colonisés

Le tableau 8 répartit les caféières les plus affectées selon la fréquence des cochenilles sur les organes les plus colonisés

Tableau 8 : Organes sur lesquels on trouve beaucoup plus de cochenilles dans les dix caféières à plus grand taux d'attaque

Organes les plus	Taille de	Nombre de caféières	Pourcentage

affectés	l'échantillon	concernées	
Branches	10	3	30
Feuilles	10	2	20
Collet des tiges non aoutées	10	6	60
Jeunes pousses gourmandes	10	4	40
Jeunes tiges	10	5	50
Cerises et bourgeons fructifères	10	1	10
Moyenne	-	**3,5**	**35**

Dans ce tableau, comme d'ailleurs partiellement dans le tableau 7 ci-haut présenté, nous remarquons que les organes les plus parasités sont les collets des tiges non aoûtées et les jeunes tiges respectivement pour 60% et 50% des dix caféières les plus infestées. Les organes moyennement affectés sont les jeunes pousses gourmandes, les branches et les feuilles respectivement pour 40%, 30% et 20% des dix plantations à plus fort taux d'attaque. Enfin, les cerises et bourgeons fructifères sont, à ce point de vue, les moins parasités pour 10% des dix caféières ciblées.

Aussi, faut-il signaler que dans une même caféière, plusieurs organes pouvaient être infestés à la fois voire sur un même pied. Ainsi, il serait insensé de faire le calcul d'effectifs cumulés (total).Donc, pour 35% de ces caféières, chacun des six organes était colonisé à un grand taux d'attaque et par un effectif considérable de cochenilles avec des dégâts plus dommageables. Quant à cette moyenne, elle signifie que pour 10 caféières considérées il ya au moins 3,5 plantations dont un à ces 6 organes du tableau 8 souffre(nt) gravement des cochenilles (Dégâts graves).

5° Importance des populations de cochenilles dans les caféières infestées

Le tableau 9 relate l'importance des populations de cochenilles dans les caféières ciblées où l'on a trouvé des cochenilles.

Tableau 9 : Mode de distribution des populations de cochenilles

Types de distribution des cochenilles	Taille de l'échantillon	Nombre de caféières concernées	Pourcentage
Colonie de quelques cochenilles	22	3	13,63

Colonie de plusieurs cochenilles	22	2	9,09
Quelques cochenilles isolées	22	10	45,45
Beaucoup de colonies éparpillées	22	7	31,81
Total	**22**	**22**	**99,98**

Au regard des données fournies dans le tableau ci-haut, nous constatons que dans près de la moitié des caféières infestées (45,45%), les cochenilles sont distribuées en quelques populations isolées. Dans 31,81% de ces caféières, ces parasites sont distribués en plusieurs colonies éparpillées presque partout sur tous les organes tandis que pour 13,63% des plantations visitées, on trouve ces ennemis sous forme d'une colonie de quelques cochenilles. Enfin, pour 9,09% desdites plantations, les cochenilles se retrouvent en une colonie de plusieurs parasites. Notons que la réduction de la taille de l'échantillon a permis de réduire le temps des observations pour pouvoir juger de la recrudescence et de la pathogénicité de ces parasites extrêmement dommageables

6° Gravité des dégâts causés par les cochenilles et les parasites secondaires

Le tableau 10 nous montre les principaux types de dégâts ainsi que leur degré de gravité dans différentes caféières ciblées.

Tableau 10 : Importance et types de dégâts perpétrés par ces parasites

Type de dégât	Taille de l'échantillon	Caféières concernées	Pourcentage
Défoliation	220	4	1,81
Jaunissement	220	1	0,45
Rabougrissement	220	2	0,90
Dépérissement	220	3	1,36
Obstruction et noircissement des organes infestés	220	12	5,45
Néant	220	198	90
Total	**220**	**220**	**99,97**

De ce tableau nous constatons que des caféières visitées (5,45%) se distinguent par l'obstruction et le noircissement des organes infestés qui constituent le dégât le plus prépondérant. Les autres dégâts sont d'une moindre gravité. En effet, la défoliation, le dépérissement, le rabougrissement et le jaunissement affectent respectivement 1,81% ; 1,36% ; 0,90% et 0,45% des caféières observées. Par ailleurs, les cochenilles et les parasites secondaires ne manifestent pas de dégâts remarquables dans 90% des plantations qui ont fait objet de la mini-enquête. Il importe toutefois de préciser que plusieurs dégâts pouvaient se présenter dans une même caféière mais avec une certaine variabilité au niveau de la gravité et nous étions tenus à relever à ce point de vue les dégâts les plus dommageables.

7° Situation des cochenilles dans les caféières contigües à celles ciblées

Le tableau 11 précise la prévalence des caféières en proximité de celles visitées quant à l'infestation des cochenilles.

Tableau 11 : Degré d'infestation par les cochenilles pour les caféières en directe de celles enquêtées

Caféières visitées	Total caféières contigües	Nbre caféières contigües et leur état		
		Saines	Attaque faible	Attaque élevée
220	209	186	17	6
Pourcentage	100	88,99	8,13	2,87

De ce tableau, nous constatons que la plus grande partie des caféières situées à proximité directe de celles visitées (88,99%) ne sont pas attaquées par les cochenilles. Nous trouvons aussi que 8,13% de ces plantations ont un niveau d'attaque faible tandis que 2,87% se caractérisent par un niveau d'attaque élevé.

V.1.2. Résultats d'identification des échantillons de cochenilles collectés

1°Répartition des échantillons de cochenilles récoltées selon le stade évolutif

Le tableau 12 répartit les échantillons de cochenilles récoltées selon les différents stades évolutifs.

Tableau 12 : Stades évolutifs respectifs des différents échantillons de cochenilles

Stade évolutif	Taille de l'échantillon	Nombre de cochenilles/œufs	Pourcentage
œufs	1964	163	8,29%
Nymphes	1964	446	22,70%
adultes	1964	1355	68,99%
total	1964	1964	99,98%

De ce tableau, nous constatons que les 1964 échantillons de cochenilles collectés étaient constitués de 8,29% d'œufs, 22,70% de nymphes et 68,99 %d'adultes.

2°Répartition des cochenilles adultes selon le sexe

Le tableau 13 répertorie les échantillons collectés selon le sexe mâle ou femelle.

Tableau 13: Répartition des échantillons de cochenilles adultes selon le sexe

Sexe	Taille de l'échantillon	Nombre de cochenilles adultes par sexe	pourcentage
Femelles	1355	1304	96,23%
Mâles	1355	51	3,76%
Total	1355	1355	99,99%

Des chiffres compilés dans ce tableau nous constatons que parmi les 1355 cochenilles adultes obtenues, 3,76%sont des mâles alors que 96,23% sont des femelles. La proportion des femelles est de loin supérieure à celle des mâles.

3°Répartition des cochenilles dans les 3grands groupes biologiques
Le tableau 14 range les 1355 cochenilles adultes obtenues dans les 3 principaux groupes biologiques.

Tableau 14 : Répartition des cochenilles adultes selon les groupes biologiques

Groupe biologique	Taille de l'échantillon	Nombre de cochenilles par groupe biologique	pourcentage
Cochenilles farineuses	1355	0	0%
Cochenilles à bouclier	1355	51	3,76%
Cochenilles à carapace	1355	1304	96,23%
Total	**1355**	**1355**	**99,99%**

Les chiffres compilés dans le tableau ci-dessus permettent de constater que les cochenilles collectées sont soit des cochenilles à bouclier (3,76%) ou soit des cochenilles à carapace et représentent un taux de 96,23%.On n'a pas pu trouver aucune cochenille farineuse dans notre zone d'étude.

4°Répartition de cochenilles adultes collectées en espèces

Le tableau 15 répartit les cochenilles obtenues en espèces.

Tableau 15 : Espèces de cochenilles identifiées

Espèces	Taille de l'échantillon	Nombre par espèce	Pourcentage
Saissetia coffeae	1355	1302	96,08%
Coccus viridis	1355	53	3,91%
Total	**1355**	**1355**	**99,99%**

Ce tableau montre que parmi les 1355 cochenilles collectées seules deux espèces ont été retrouvées dans la zone d'étude. L'espèce la plus prépondérante (96,08 %) est *Saissetia coffeae* (cochenille à carapace) tandis que la moins représentée est *Coccus viridis* **(cochenille à bouclier)** et révèle une fréquence de 3,91%.

5° Répartition des cochenilles identifiées par espèce et par sexe

Le tableau 16 répartit méthodiquement les cochenilles identifiées selon le sexe et l'espèce.

Tableau 16 : Groupement des cochenilles identifiées par espèce et par sexe

Espèce	Taille de l'échantillon	Nombre de cochenilles par sexe		Pourcentage par sexe	
		Femelles	mâles	Femelles	mâles
Saissetia coffeae	1355	1257	45	92,76	3,44
Coccus viridis	1355	47	6	3,46	0,44
Total	**1355**	**1304**	**51**	**96,23**	**3,76**

De ce tableau, nous constatons que pour toutes les espèces identifiées les femelles sont plus nombreuses que les mâles. En effet, pour*Saissetia coffeae* les femelles sont plus représentées (89,66%) que les mâles qui ne dépassent guère la proportion de 3,44%.

De même, les femelles sont plus nombreuses (3,46%) que les mâles dont la fréquence est de 0,44% pour l'espèce *Coccus viridis*. Globalement, en considérant l'ensemble des deux espèces trouvées, nous constatons aussi que les femelles occupent une plus grande proportion de 96,23% contre seulement 3,76% pour les sujets mâles.

6° Répartition des cochenilles identifiées selon l'organe végétatif parasité

Le tableau 17 range les différentes espèces de cochenilles identifiées selon l'organe végétatif parasité.

Tableau 17 : Répartition des espèces de cochenilles selon les organes végétatifs

Organe végétatif	**Total cochenilles**	**Nombre de cochenilles par espèce**		**Pourcentage par espèce**	
		Saissetia coffeae	*Coccus viridis*	*Saissetia coffeae*	*Coccus viridis*
Branches	1355	166	12	12,25%	0,88%
Collets	1355	565	8	41,69%	0,59%
Feuilles	1355	141	23	10,40%	1,69%
Tiges	1355	430	10	31,73%	0,73%
Total	**1355**	**1302**	**53**	**96,08%**	**3,91%**

Les données rassemblées dans ce tableau permettent de constater que les différentes espèces identifiées ne sont pas réparties de la même manière sur les différents organes du caféier. En effet, l'espèce *Saissetia coffeae* affiche la plus grande fréquence (41,69%) sur collets et sur les tiges moins aoutées plutôt que sur les autres organes. Par ailleurs, l'espèce *Coccus viridis* montre sur les différents organes inspectés une fréquence inférieure à 2%. En somme, en considérant tous les organes observés, l'espèce *Saissetia coffeae* affiche une plus grande fréquence de 96,08% alors que *Coccus viridis* n'affectionne les mêmes organes qu'à un taux de près de 4%.

7° Fréquence des cochenilles selon l'état végétatif des organes parasités (âge)

Le tableau 18 montre la répartition des cochenilles en tenant compte de l'état végétatif de l'organe parasité.

Tableau 18 : Fréquence des cochenilles suivant la consistance de l'organe parasité

Age moyen de l'organe	Taille de l'échantillon	Nombre de cochenilles	Pourcentage
Aouté	1355	167	12,32%
Non aoûté (jeune)	1355	1188	87,67%
Total	1355	1355	99,99%

A partir des données rassemblées dans ce tableau, nous constatons que la plus grande fréquence des cochenilles se remarque sur les organes non aoûtés (plus jeunes) plutôt que ceux aoûtés. Les fréquences respectives observées sont 87,67% et 12,32%.

V.2. Discussion des résultats

V.2.1. Discussion des résultats de la mini-enquête

V.2.1.1. Genre des caféiculteurs enquêtés

Comme le montrent nos résultats, la plus grande majorité des caféiculteurs (88,34%) sont des hommes tandis que 11,65% sont des femmes. Ces résultats trouveraient l'explication étant donné que dans la culture burundaise c'est l'époux qui est le chef de ménage et s'occupe au premier plan de la gestion des terres et spécialement des cultures pérennes qu'il reçoit en héritage sauf en cas de décès où il est relayé par sa femme. De surcroît, la femme est plutôt plus préoccupée aux travaux ménagers et aux cultures vivrières qu'à ceux caféicoles.

Ce qui se révèle d'autant vrai que les mêmes résultats ont été trouvés par BUKURU (2012) puis confirmés quatre ans plus tard par HARUMUKIZA et NDAMUHAWENAYO(2016).

V.2.1.2. Niveau d'étude des caféiculteurs interviewés

Les producteurs caféicoles jouissent d'une grande diversité au point de vue du niveau d'instruction. Notre travail confirme des taux de 47,57% ; 8,25% et 0,97% des caféiculteurs interviewés qui ont respectivement des niveaux d'instruction de l'ECOFO, du Post-fondamental et de l'enseignement supérieur. Le taux global de scolarisation se situerait autour de 56,79% contre 42,19% d'illettrés, ce qui concorde bien avec les propos développés dans le Plan Communal de Développement Communautaire (P.C.D.C. MUTUMBA, 2013) et peu avant par BUKURU(2012).

V.2.1.3. Taux d'infestation des cochenilles pour caféiers et caféières visités

En considérant la marge supérieure et celle inférieure, nos résultats montrent que l'infestation des cochenilles oscille entre les taux de 13,88% et 4,76% pour les caféières enquêtées ainsi que 9,43% et 3,86% pour les pieds de caféiers pris isolément dans les 8 collines visitées. Le taux moyen d'attaque auquel nos résultats nous ont permis d'aboutir se situe autour de 10% pour les caféières et 6,37% en considérant les pieds de caféiers. Ce décalage au niveau de l'ampleur d'attaque des caféiers par rapport aux caféières prises globalement s'expliquerait bien par le fait que plusieurs caféières peuvent manifester , sur une même colline ,la présence des cochenilles alors que ce n'est qu'un, deux, trois, … ou seulement quelques pieds de caféiers qui sont déjà attaqués.

V.2.1.4. Organes végétatifs les plus infestés par les cochenilles

Les résultats de notre étude indiquent que les organes végétatifs les plus colonisés sont, par ordre d'importance, les collets des tiges non aoûtées, les jeunes tiges, les jeunes pousses gourmandes, les branches, les feuilles et sans oublier les cerises et bourgeons fructifères dont les taux respectifs d'attaque sont : 60% ; 50% ; 40% ; 30% ; 20% et 10% des dix plantations ciblées.

Ces résultats confirmeraient les travaux d'autres auteurs notamment GAIE et FLEMAL(1988) qui avouent que les cochenilles peuvent coloniser les bourgeons, les jeunes feuilles, les rameaux et les jeunes fruits. La même observation sera de nouveau confirmée et généralisée un peu plus tard cette fois-ci sur les parties aériennes et racinaires du caféier par WIBRECHT *et al.*, (2006).

V.2.1.5. Importance et types de dégâts perpétrés par les cochenilles

Notre travail a permis de constater que le dégât le plus prépondérant concerne l'obstruction accompagnée du noircissement des organes infestés par les cochenilles et les parasites secondaires qui affectent 5,45% des caféières visitées. En outre, la défoliation, le dépérissement, le rabougrissement et le jaunissement affectent les caféières attaquées respectivement à concurrence de 1,81% ; 1,36% ; 0,90% et 0,45% des plantations qui ont fait objet de l'enquête.

Ces chiffrent expliqueraient bien les résultats similaires qui prouvent qu'une infestation de cochenilles tue rarement la plante hôte mais peut y provoquer des

dégâts importants tant au point de vue esthétique que sur le plan purement sanitaire voire même productif notamment le jaunissement suivi du ternissement des organes de la plante qui finit par mourir en cas d'une attaque grave (fr.wikipedia.org/wiki/Coccoidea,2018).

V.2.1.6. Situation des cochenilles dans les caféières situées en proximité directe de celles ciblées

Les résultats de notre étude montrent que la grande majorité des caféières situées en proximité de celles enquêtées (88,99%) ne sont pas parasitées par les cochenilles. Toutefois, nous constatons que 8,13% et 2,87% de ces mêmes plantations montrent des niveaux respectifs d'attaque faible et élevé.

Ce taux global d'attaque estimé à 12% pour ces caféières ci-haut signalées se rapproche bien du taux moyen d'attaque que nous avons trouvé dans les mêmes conditions pour les caféières infestées des 8collines visitées soit 10%(voir tableau 6).

Nos résultats prouvent à suffisance que même les caféières des collines non enquêtées voire d'autres caféiers qui n'ont pas fait objet de la mini- enquête sont aussi infestés par ces ravageurs.

V.2.2. Discussion des résultats de l'identification des espèces de cochenilles

V.2.2.1. Répartition des échantillons récoltés selon le stade évolutif

Au terme de notre travail, nous avons pu constater qu'au sujet du stade évolutif, parmi les échantillons prélevés dans la zone d'étude, 8,29% sont des œufs, 22,70%, des nymphes (et non des larves) tandis que la plus grande proportion estimée à 68,99% se sont révélés être des cochenilles adultes.

Les présents résultats se révéleraient probants car il ya prédominance des sujets adultes plus adaptés aux conditions de sécheresse comme le confirment des résultats similaires repris par le site internet : http: // www. Freedon-corse. com / ravageurs / cochenilles-caféiers.htm qui rapporte qu'il n'y a vraiment pas de période propice pour les cochenilles, mais plutôt les conditions particulières de développement. Les cochenilles aiment une chaleur et une certaine humidité. Dans le même ordre d'idée, les résultats similaires de HATUNGIMANA(2018), prouvent que l'effectif élevé des adultes par rapport aux nymphes qui sont difficiles à récolter tient à leur très petite taille. Aussi, les conditions de vie des

individus des stades immatures ne sont pas favorables en saison sèche, étant donné que les stades pré-imagos seraient plus exigeants en humidité. Ils ne sont pas tellement adaptés par rapport aux adultes qui ont une grande taille et sont sclérifiés.

V.2.2.2. Répartition des cochenilles adultes selon le sexe

A ce sujet, nos résultats prouvent que 3,76% sont des sujets males alors que 96,23% sont des femelles. Ce qui pourrait se justifier étant donné que les mâles adultes sont si infimes qu'on ne peut pas les voir aisément. Aussi, l'absence de vraies pièces buccales pouvant servir à la recherche des aliments pourrait justifier leur mort précoce. Ainsi, les résultats auxquels nous avons abouti se conforment bien à ceux que prône le site internet : http://idtools.org/id/scales/key_info.php(2018) en affirmant que les mâles adultes ressemblent à de petites guêpes que l'on voit très rarement étant donné qu'ils sont moins nombreux que les femelles et ont l'allure générale proche du moucheron invisible à l'œil nu ; ce qui rend leur présence presque inaperçue. De plus, le mâle adulte, dépourvu de pièces buccales ne se nourrit pas et ne vit que pendant seulement un à deux jours.

V.2.2.3.Répartition des cochenilles adultes dans les 3 grands groupes biologiques

L'étude que nous avons menée nous a permis de constater que la grande part de cochenilles adultes que nous avons collectées comme échantillons à identifier appartiennent au groupe des Lécanines (ou cochenilles à carapace) dans une proportion de 96,09% ainsi qu'à celui des Diaspines (ou cochenilles à bouclier) dont la fréquence s'élève à 3,92% seulement. Ceci serait réel étant donné que toutes les cochenilles collectées ont montré d'une part une morphologie qui a révélé une coque liée au corps de l'insecte alors que d'autre part, on en a vu qui ont un bouclier non lié au corps du ravageur. Aussi la couleur et la forme de la carapace ou du bouclier nous a permis de distinguer les deux groupes.

Les présents résultats ne contrarient pas les réalités émises par le site : http://id tools.org/id/scales /key_info.php au sujet des caractéristiques élémentaires des deux groupes biologiques de cochenilles. Selon ce site, les Lécanines ont une carapace de forme ovale ou arrondie et de couleur brune, noire ou grise et qui est indissociable de leur corps. Quant aux Diaspines, ce site précise qu'elles ont un bouclier circulaire en forme de virgule ou de bâtonnet de couleur variable :

pourtour blanc et centre jaune ou encore pourtour brun foncé et centre brun clair ou brun rougeâtre. Bien plus, ce bouclier est indépendant de leur corps et peut être détachable avec le bout de l'ongle.

V.2.2.4. Répartition des cochenilles adultes en espèces

Les échantillons des deux groupes biologiques ont été par la suite répartis dans deux espèces à savoir : *Saissetia coffeae* avec la plus grande fréquence dépassant 96% ainsi que *Coccus viridis* qui représente seulement 3,91%. Ceci pourrait bien s'expliquer par le fait que la zone d'étude connait, que ce soit dans les différentes exploitations agricoles ou encore plus dans le parc national de la Ruvubu qui s'y rapproche, une végétation très diversifiée en espèces floristiques. Il est même probable que ces deux espèces soient bien favorisées par le climat local.

Les résultats de notre étude montrent un certain rapprochement avec le contenu de la fiche technique que l'on trouve sur le site : www.jardinierparesseux.com(2018) qui stipule que ces deux espèces sont polyphages et ont un large spectre de plantes hôtes (80 familles environ : caféier, passiflore, bananier, palmier, ficus, citronnier, bambou, aubergine, …). Par delà, le même site ajoute que ces deux espèces préfèrent les atmosphères chaudes, sèches et ensoleillées qui ont caractérisé la zone d'étude pendant la période de la collecte des échantillons.

V.2.2.5. Répartition des espèces de cochenilles par espèces et par sexe

Parmi les espèces identifiées on constate que *Saissetiacoffeae* ou cochenille hémisphérique du caféier montre la plus grande fréquence (96,08%) par rapport à l'espèce *Coccusviridis* qui affiche un faible taux qui s'lève à 3,91%.

De plus, les différents chiffres prouvent que pour les deux espèces, les femelles affichent la plus grande fréquence (96,23%) par rapport aux males dont le taux n'excède pas 3,76%. Ceci pourrait être réel car *Saissetiacoffeae* jouit d'un mode de reproduction qui favoriserait son fort potentiel de pullulation malgré la courte durée du male.

Il ya lieu de remarquer que ces résultats s'apparentent aux propos développés sur le site **:** www.jardinierparesseux.com(2018) qui précise que la reproduction de la cochenille brune du caféier est parthénogénétique. En outre, la discussion

émise sur le point de la répartition des cochenilles selon le sexe là haut reste ici valable.

V.2.2.6. Répartition des cochenilles selon l'organe végétatif

Notre étude montre que les deux espèces *Saissetia coffeae* et *Coccus viridis* affichent une grande disparité dans leur préférence à parasiter tel ou tel autre organe végétatif d'où on les a prélevées. En effet, la première s'est retrouvée respectivement sur le collet, la tige, la branche et la feuille dans les proportions de 41,69%, 31,73%, 12,25%, 10,40% alors que *Coccus viridis* n'atteint point pour les 4 types d'organes inspectés un taux de 2%. A travers ces résultats, nous constatons que globalement, la cochenille brune affiche, pour les quatre types d'organes, un degré de préférence de 96,08% tandis que *Coccus viridis* parasite ces mêmes organes précités à un taux voisin de 4%. Nous pourrions expliquer cette situation par le fait que les cochenilles en général parasitent des organes multiples tel que le stipule le site : www.jardinierparesseux.com(2018) qui souligne que l'on retrouve les cochenilles sur divers organes : les feuilles, les tiges, les jeunes pousses voire même les fruits (cerises).

V.2.2.7. Fréquence des cochenilles suivant la consistance de l'organe végétatif

Les résultats de notre travail révèlent que la plus grande majorité des cochenilles préfèrent de jeunes organes non aoutés (87,67%) alors qu'une faible proportion (12,32%) affecte des organes plus âgés (aoutés). Cette situation s'expliquerait aisément car il est plus facile pour la cochenille d'introduire ses stylets dans un organe encore tendre plutôt que dans celui lignifié.

CHAPITRE VI: CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

VI.1. Conclusion générale

Le présent travail intitulé : «**Etude sur l'état des lieux et identification des espèces de cochenilles dévastatrices des caféiers au Burundi : cas de la commune Mutumba »** avait pour objectif d'inventorier et identifier les espèces de cochenilles que l'on retrouve sur les caféiers de la commune Mutumba.

Avant de procéder à la collecte des échantillons à analyser, une enquête menée sur 20 sous-collines réparties dans huit collines a révélé un taux global d'attaque estimé à 10% des caféières enquêtées mais qui fléchit à 6,37% du nombre total des caféiers enquêtés. Quant au travail d'identification, les 120 flacons qui ont été acheminés au laboratoire de la FABI à Gitega étaient composés de 163 œufs, 446 nymphes et 1355 cochenilles adultes.

L'identification proprement dite qui a été effectuée sur base du guide situé en annexe au présent document a montré que les cochenilles collectées appartenaient aux espèces *Saissetia coffeae* et *Coccus viridis* suivant les proportions respectives de 96,08% pour l'espèce la plus répandue et 3,91% pour celle la moins représentée.Par ailleurs, on a pu constater que les cochenilles récoltées appartenaient à 2 des 3 groupes biologiques dans les proportions suivantes : 96,23% pour les cochenilles à carapace et 3,76% pour celles à bouclier.

En considérant les organes végétatifs parasités, l'analyse des échantillons a révélé que l'organe le plus infesté était le collet (41,69%) tandis que le moins affecté était la feuille avec un taux de 10,40%.

En définitive, notre travail a prouvé que les cochenilles constituent des ennemis des caféiers et un danger potentiel dans la zone d'étude et les 2 espèces dont il faut tirer le plus d'attention sont *Saissetia coffeae* (à carapace) et *Coccus viridis* (à bouclier).

VI.2. Recommandations

A l'issue de notre travail de fin d'études universitaires, il s'avère extrêmement indispensable de formuler les recommandations suivantes à l'endroit de différents partenaires et intervenants de la filière café au sujet de laquelle nous manquerions de formuler quelques avis relatifs à son apogée :

Aux structures d'encadrement

Appuyer les institutions de recherche dans les activités de transfert de toutes les innovations, les technologies et les pratiques culturales de nature à prévenir au moment opportun, les attaques des ravageurs et des maladies des caféiers.

Aux institutions de recherche

- Mener une étude relative àl'impact des maladies et ravageurs sur la déperdition de jeunes caféiers et sur le degré de prévalence des différents ennemis du caféier en général et des cochenilles en particulier ;
- Faire une étude comparative des pesticides systémiques sans effet dépréciatifs sur l'environnement pouvant juguler les différents fléaux pathologiques (maladies et ravageurs) du caféier ;
- Collaborer efficacement avec les divers partenaires et les caféiculteurs eux-mêmes pour une recherche en synergie et la maitrise des différentes causes de la recrudescence des maladies et ravageurs ;

Aux caféiculteurs

Rester vigilants face aux fléaux et calamités pour alerter les services compétents en vue de mener des interventions phytosanitaires au moment opportun.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AUTRIQUE et D. PERREAUX, 1989 : Maladies et ravageurs desculturesde la Régiondes Grands Lacs d'Afrique Centrale. AdministrationGénérale de la Coopérationau Développement. Place du Champ de Mars, 5, Boite 57 B- 1050 Bruxelles, Belgique, 232p.
2. A.G.C.D., 1988 : La culture du caféier au Burundi, Coopération Belge, 196p.
3. BUKURU J., 2012 : Contribution à l'étude de certains facteurs de déclin de la culture du caféier au Burundi, cas des communes GITEGA, GISHUBI et BUGENDANA, Mémoire ISA,UB, 63p.
4. Brooks S.J., 1994: A taxonomic review of the common green lacewingChrysoperla(Neuroptera : Chrysopidae); Bulletin of the Natural History Museum, Enomolgy,63, 137-210, p1719
5. BUTOYI F. et KANYONI A., 2003 : Contribution à l'étude de la problématique d'efficience du traitement contre l'anthracnose du caféier dans la province de Gitega, Mémoire de fin d'études, Université du Burundi, ISA,GITEGA,68p
6. COSTE,1989 : Les caféiers et les cafés. Techniques agricoles et production tropicales. Edition GB Maison Noeuve et Larose 15, Rue Victor-Cousin, Paris (Vè), 374p.
7. Dennis S. Hill, 1983: Agricultural Insect Pests of the Tropics and Their Control, CUP Archive, 746 p.
8. GAIE W. et FLEMAL J., 1988 : La culture du caféier d'Arabie au Burundi. Bruxelles, AGCD, Publication Nº 14, 183p.
9. HABURIYAKIRA N., 2010 : Contribution l'étude de l'impact de l'état actuel des plantations caféicoles sur le revenu de la population au Burundi : cas des communes GITEGA et MAKEBUKO en province GITEGA. Mémoire ISA, UB, GITEGA, 62p.
10. HARUMUKIZA I. et NDAMUHAWENAYO T., 2O16 : Variations spatiales des principaux paramètres chimiques du sol dans la commune de Vugizo, Mémoire, U.B., FACAGRO, 159p.
11. HATUNGIMANA F., 2007: Contribution à la détermination de la meilleure densité de plantation de la pomme de terre (Variété NDINAMAGARA) en vue de produire des tubercules de calibre semences en milieu paysan : cas du site Mugongo-manga. Mémoire ISA, UB, GITEGA, 67P.
12. HATUNGIMANA S., 2018 : Identification des tiques parasitant les bovins : cas de la province Karusi, Mémoire, U.B., FACAGRO, 63p.

13. ISABU, 2009 : Etudes sur les causes profondes de la cyclicité de la population du café au Burundi, Buja-Burundi, 9p.
14. J. M. Waller, M. Bigger et R. J. Hillocks, *Coffee Pests, Diseases and Their Management*, CABI, 2007, 434 p.
15. Lemmet S., Maugin E., et Chauprade E. (2008) : Lutte raisonnée contre la cochenille des agrumes en culture de dipladénia. PHM Revue horticole, 499, 31
16. NYAMOYA P. et KAZUNGU C., 1986 : Le financement de la filière café : History+of+coffee.htm) ,357p
17. P. Kreiter, Audant P., Germain J.F. "Les cochenilles en arboriculture ornementale".- 1ère conférence de l'AFPP sur l'entretien des Espaces Verts, Jardins, Gazons, Forets et ZNA, Avignon- 11 et 12 octobre 2006, p1253
18. Pr M-C. CHALANDRE, 2000 : Eléments de Botanique, UFR de Pharmacie et Ingénierie de la santé- ANGERS, 16p
19. Ris N., Warot S.,Ruis A., Giuge L., Germain J.F., Malausa T. et Kreiter P. (2010), Cochenilles farineuses, la biologie moléculaire pour la lutte biologique. Phytoma, 631, 39-43
20. ROMAIN H., 2001 : Agriculture en Afrique tropicale. Direction Générale de la Coopération Internationale (DGCI), Rue des petits Carmes,-Karmelietenstraat 15, B-1000 Bruxelles, Belgique, 1934p.
21. Villenave-Chasset J., 2006 : Etude de la bioécologie des Névroptères dans une perspective de lutte biologique par conservation. Interactions entre organismes. Université d'Angers, 2016, Français, p958
22. WYBRECHT B., PAQUOT E., LEPLAIDEUR M-A., WILLIAMS D., FOVET-RABOT C. et LOUBET M., 2006: Mémento de l'Agronome, CIRAD-GRET, Monastère des affaires étrangères, République française, Société Jouve, France, Bd de Sébastopol, 75001 Paris N^0 388960Z, 1691p.

WEBOGRAPHIE

1. http://E-phy.agriculture.grow.fr(07 :01/2018)

1. http://fr.wikipedia.org/wiki/phytopharmacie (08/06/2018)
2. http//www.comrevues.org (07/01/2018)
3. http://novafrica-developments.net/2011/12/26/burundi-reprise-de-laproduction-de cafe-les- afriques-n184-du-22122011(24/05/2018)
4. https://fr.m.wikipedia.org,.wiki, (27/07/2018)
5. https://fr.m.wikipedia.org≥wiki≥cafeier(02/07/2017)
6. fr.wikipedia.org/wiki/Coccoidea (24/03/2018)
7. fr.wikipedia.org /wiki/phyllotaxie (14/08/2017)
8. G:/Drive /Coccoidea-Wikipedia.html (14/08/2017)
9. http://www.biobest.be (07/01/2018)
10. http://fr.wikipedia.org/wiki/phytopharmacie (07/11/2017)
11. http://e-phy.agriculture.grow.fr/ (12/05/2018)
12. http://idtools.org /id/scales/key_info.php (27/07//2018)
13. http: //entomofaune.qc.ca/index.html (07/01/2018)
14. http://wwwFreedon-corse.com/ravageurs/cochenilles- caféiers.htm
15. (11/06/2018)
16. http: //Ephytia.inra.fr/fr/C/18482/Biocontrol- Auxiliaires (03/04/2018)
17. Stades+de+développement+du+Caféier&client (08/12/2018)
18. www.jardinierparesseux.com(05/08/2018)

ANNEXES

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

1. 1. IDENTIFICATION

Zone …….

Colline……..

Sous-colline……..

Nom et prénoms……

Genre…….

Age……

Niveau d'étude :

Enseignement formel : 1° ECOFO ☐ 2° EPF ☐ 3° EU ☐

Enseignement informel : 1° YM ☐ 2° UMUTWENZI ☐

3° Néant ☐

Composition familiale (nombre)……..

Statut matrimonial :-Marié ☐ -Célibataire ☐ -Divorcé ☐ -Séparé ☐

-Veuf ☐

Profession :-Cultivateur ☐ -Fonctionnaire ☐ -Commerçant ☐

-Artisan ☐ Chômeur (sans) ☐ Autre (préciser) ☐

1.2. QUESTIONNAIRE D'ENQUETE PROPREMENT DITE

Q1 : Combien de caféières possédez-vous ? ☐

Q2 : Combien de caféiers avez-vous en tout ? ☐

Q3 : Quel est l'âge moyen de votre caféière ? ☐

Q4 : Quel est le mode d'acquisition de cette caféière ? 1°Plantation ☐

2°Héritage ☐ 3° Achat ☐ 4° Autre ☐

Q5 : Combien de caféiers trouve-t-on dans cette caféière enquêtée?

Q6 : Où se trouve la caféière enquêtée ?

-1°Sommet de colline ☐ur flanc de colline ☐

- 3° Bas-fond ☐ -4° Sous bananier ☐

-5°Sous les arbres agroforestiers ☐ -6°Autre espace dégagé ☐

Q7 Densité de plantation :

-1°Elevée (2,5x3) ☐-2°Moyenne (2,5x1, 5) ☐ 3°Faible (2x1, 5) ☐

Q8 : Quels sont les travaux d'entretien exécutés

Travail	Fait	Non fait	Appréciation
Sarclage/désherbage			
Paillage			
Taille			
Egourmandage			
Fertilisation			
Désinsectisation			
Récolte sanitaire			

Q9 : Trouve –t-on des cochenilles dans la caféière enquêtée ? Oui ☐ON ☐

Nombre de caféiers avec cochenilles. ☐

Y-a-t-il d'autres parasites secondaires ? Oui ☐ Non ☐

- Si oui lesquels ?

1°Fourmis ☐2° Oidium ☐ 3° Fumagines ☐° Autres (préciser) ☐

Q10. La caféière avait-elle déjà connu un traitement spécial contre les cochenilles ? Oui ☐ Non ☐ Lequel ?

1°Dursban ☐ 2° Lambdalm ☐3°Karaté ☐ 4°Iron ☐

5°Fury100 ☐ 6°Dimethoate ☐ 7°Autres (préciser) ☐

Q11. Comment appréciez-vous la répartition des cochenilles sur la caféière enquêtée ?

1° Forte et généralisée 2°☐mais localisée par endroit ☐

3° Faible mais généralisée ☐ 4° Faible mais localisée ☐ Néant ☐

Q12. Comment appréciez-vous la répartition des cochenilles sur les organes attaqués ?

1°Tiges ☐ 2°Collet ☐ 3°Feuilles ☐ 4°Bourgeons ☐

5°Branches ☐ 6°Autres organes (préciser) ☐

-Sur quel(s) organe(s) observe-t-on beaucoup plus de cochenilles ?.....

Quelle importance attribuez-vous à la population de cochenilles ?

Une colonie de quelques cochenilles ☐

Une colonie de plusieurs cochenilles ☐

Quelques cochenilles isolées ☐

Beaucoup de colonies éparpillées ci et ça ☐

Q13. Quelles sont les conséquences de l'attaque de cochenilles sur le caféier ?

1°Néant (attaque récente) ☐ 2°Jaunissement ☐ 3°Rabougrissement ☐
4°Dépérissement ☐ 5°Autre (préciser) ☐

Q14. Situation des cochenilles dans les autres caféières environnantes

-Existe-t-il d'autres caféières contigües à celles enquêtées ? Oui ☐ non ☐

-Si oui, y a-t-il des cochenilles dans ces caféières ? Oui ☐ non ☐

- Comment appréciez-vous le niveau d'attaque ?

1° Néant ☐ 2° Faible ☐ 3°Elevé ☐

Q15.Que suggérez-vous pour que les dégâts perpétrés par les parasites en général et les cochenilles en particulier puissent être minimisés ou éradiqués

ANNEXE2 : GUIDES D'IDENTIFICATION DES COCHENILLES DU CAFEIER

2.1. Critères de différenciation des 3grands groupes biologiques des Coccoidés

L'identification des cochenilles reste une affaire extrêmement ardue. Les risques de confusion sont tellement nombreux étant donné que les seuls traits morphologiques suffisent rarement à identifier complètement une espèce donnée. Un montage entre lame et lamelle reste évidemment indispensable pour finaliser un diagnostic, qui doit souvent être complété par une analyse d'ADN.

Nous nous limiterons ici à l'aspect général (forme et dimension) des trois grands groupes biologiques de cochenilles ravageurs des plantes, sur base de leurs grandes caractéristiques anatomiques.

Familles	Cochenille à corps mou(Pseudococcine)	Cochenille à bouclier(Diaspine)	Cochenille à carapace(Lécanine)
Illustration de la femelle			
Morphologie d'un individu femelle	Corps ovoïde recouvert d'une pruine blanchâtre d'aspect farineux	Cochenille détachée de son bouclier circulaire en forme de virgule ou de bâtonnet de couleur variable : pourtour blanc et centre jaune ou pourtour brun foncé et centre brun clair ou brun rougeâtre	Cochenille intimement fixée à sa carapace de forme ovale ou arrondie et de couleur brune, noire ou grise
Taille moyenne	3 à 7 mm	1 à 3 mm	3 à 8 mm
Autres particularités	Chez la plupart des espèces, les larves et les femelles adultes restent mobiles Absence de miellat d'où pas de fourmis ni de fumagine Sans pattes elles restent immobiles	Bouclier indépendant de la femelle et facilement détachable avec le bout de l'ongle Pas de miellat et par conséquent ne causent pas de fumagine ni de fourmis	Carapace indissociable du corps de la femelle Sécrètent du miellat qui attire les fourmis et la fumagine Pourvues de pattes, elles se déplacent quand on les dérange

NB : Parmi les cochenilles à carapace, les cochenilles pulvinaires développent un amas cotonneux blanchâtre plus important qui déborde en soulevant la carapace.

Pour *Eupulvinaria hydrangeae*, cet amas s'étale tout en longueur alors que chez P. regalis il déborde légèrement mais suffisamment pour être visible.

Source : http://idtools.org/id/scales/key_info.php

2.2. Critères permettant de différencier les adultes mâles et femelles

Mâles adultes	Femelles adultes
Corps allongé de petite taille de 0,5mm (il est rare de les voir)	Corps large et aplati de grande taille (1à 8mm selon les familles)
Pourvus d'ailes, d'antennes et pattes articulées (mobiles)	Dépourvues d'ailes (aptères) et parfois de pattes
Dépourvus de pièces buccales : ne se nourrissent pas (durée de vie : 1 à 2jours)	Se nourrissent de la sève prélevée sur les organes où elles sont fixées
Absence de sécrétions	Sécrétion de revêtement cireux et rassemblent à des larves en forme d'écailles, de galles ou couvertes de cires (ces sécrétions permettent de différencier les 3 catégories de cochenilles).

- **Autres traits de différenciation**

Morphologie de la femelle adulte	**Morphologie du mâle adulte**
Tête, thorax et abdomen fusionnés en sorte de sac aplati ;	Tête, thorax et abdomen clairement définis ; arrière de la tête moins large vers le thorax et forme une sorte de « cou »
Pattes et antennes bien développées ;	De longues pattes et antennes garnis de plus ou moins 10articles ainsi que 2 longs filaments sur chaque côté du 8ème segment abdominal ;
Plaques anales de forme triangulaire avec marges extérieures arrondies ;	9 plaques principales découpes par 12 sutures
Absence des ailes	Présence des ailes : paire antérieure avec 2 nervures, celle postérieure absente ou réduite en une paire d'haltères ;
Petits yeux consistant en deux points difficilement observable situés dorsalement près de la marge et antérieurs aux antennes	Une paire d'yeux dorsale, celle centrale ainsi que probablement 1 à 3 paire de petits yeux latéraux
Echancrure situé sur la partie postérieure de la carapace plus ou moins profonde	Bouclier ambre, opaque, blanc au gris couvert de cire floconneuse avec une texture vitreuse transparente ou granuleuse et orné de projections
Cuticule dorsale dure et brillante ;	Absence cuticule

Source : http://idtools.org/id/scales/key_info.php

2.3. Critères de différenciation des nymphes et des adultes de cochenilles

Les hémiptères immatures sont appelés « nymphes » étant donné que leur métamorphose est graduelle. De l'œuf, la nymphe mue à plusieurs reprises, la dernière mue produisant l'adulte. Les nymphes de cochenilles sont si petites qu'elles sont difficiles à détecter sans la présence d'un adulte plus grand à proximité. La larve est, en effet, le nom de l'immature des insectes à métamorphose complète ; elle forme une pupe pour effectuer sa transformation radicale en adulte (ex ; coléoptère).

Caractéristiques des nymphes	Caractéristiques des adultes
Absence des ailes ou ailes enfermées dans les fourreaux	Ailes couvrant toute la surface du dos
Nervures des futures ailes cachées par le fourreau qui les enveloppe aux stades plus avancés	Nervures généralement apparentes
L'attache des fourreaux au thorax couvre la largeur du dos	Ailes postérieures cachées en dessous de celle antérieure, points d'attache des ailes au thorax sont courts.

Source : http://entomofaune.qc.ca/index.html

2.4. Critères distinctifs de quelques espèces de cochenilles

critères	forme	longueur	Présence coque ou filament	Couleur
Ferrisia virgata[1]	ovale	2 à 5 mm	2prolongements filamenteux blancs à l'extrémité de l'abdomen	Blanche
Planococcus citri Risso[1]	ovale	2 à 5mm	-	Blanche
Planococcus kenyae(Pelley)[1]	ovale	2 à 5mm	-	Blanche
Coccus viridis Green[2]	Bouclier légèrement aplati	2,5à 3,25 mm	-	Bouclier vert jaunâtre
Coccus alpinus[2]	Bouclier ovale aplati			Couleur vert jaunâtre
Asterolecanium coffeae[2]	Bouclier en forme d'étoile	-	-	Bouclier gris jaunâtre
Saissetia coffeae Wlk[3]	Bouclier bombé	2 à 2,5mm	Bouclier attaché au corps de l'individu	Bouclier brun rouge
Chrysomphalus dictyospermii[2]	Bouclier circulaire	Bouclier de diamètre 1,8 à 2,1mm	-	Corps jaune œuf jaune-doré
Aonidiella aurantii[2]	Bouclier circulaire	Bouclier de 1,8 mm	Voile ventrale blanchâtre	Bouclier brun rouge
Ceroplastes rusci[3]	-	Carapace de 4à5mm de long et 3à4mm de large formée de 8 plaques de cire	Carapace formée de 8 plaques de cire, une dorsale et les plaques latérales séparées par des marges rouge foncé	Carapace brune claire

NB : -Les espèces en (1) sont des cochenilles farineuses dites Pseudococcines (Pseudococcidae) -Les espèces en (2) sont des cochenilles à bouclier ou Diaspines (Diaspididae)
-L'espèce en (3) est une cochenille à carapace appelée aussi Lecanine (Coccidae).

Source : WILLY G. et J. FLEMAL (1988), D. PERREAUX et A. AUTRIQUE(1989),

http://idtools.org/id/scales/key_info.php

2.5. Autres critères d'identification

Cycle de développement de *Planococcus citri*

Source: http://idtools.org/id/scales/key_info.php

***Saissetia coffeae* sur feuille et tige du caféier**



Cochenille à carapace

Source: http://idtools.org/id/scales/key_info.php

***Coccus sp* sur feuille Cafféier**



cochenille à bouclier

Source: D. PERREAUX et A. AUTRIQUE(1989)

2.6. Clés de Steher

(http : entomofaune.qc.ca/index.html)

Présence d'une masse d'écume ou de bulles >>>>> cercopes

Robustes, très grosses, on observe plus fréquemment l'exuvie >>>>> cigales

Dessus de la tête bombé, abdomen se terminant par un long tube, pattes souvent larges >>>>> membracides

Cornicules, en colonie avec des adultes >>>>> pucerons

Généralement plus grosses que les autres Hémiptères, antennes longues et robustes, parfois prédatrices>>>>> punaises

Généralement petites, fines antennes courtes, pattes fines >>>>> cicadelles

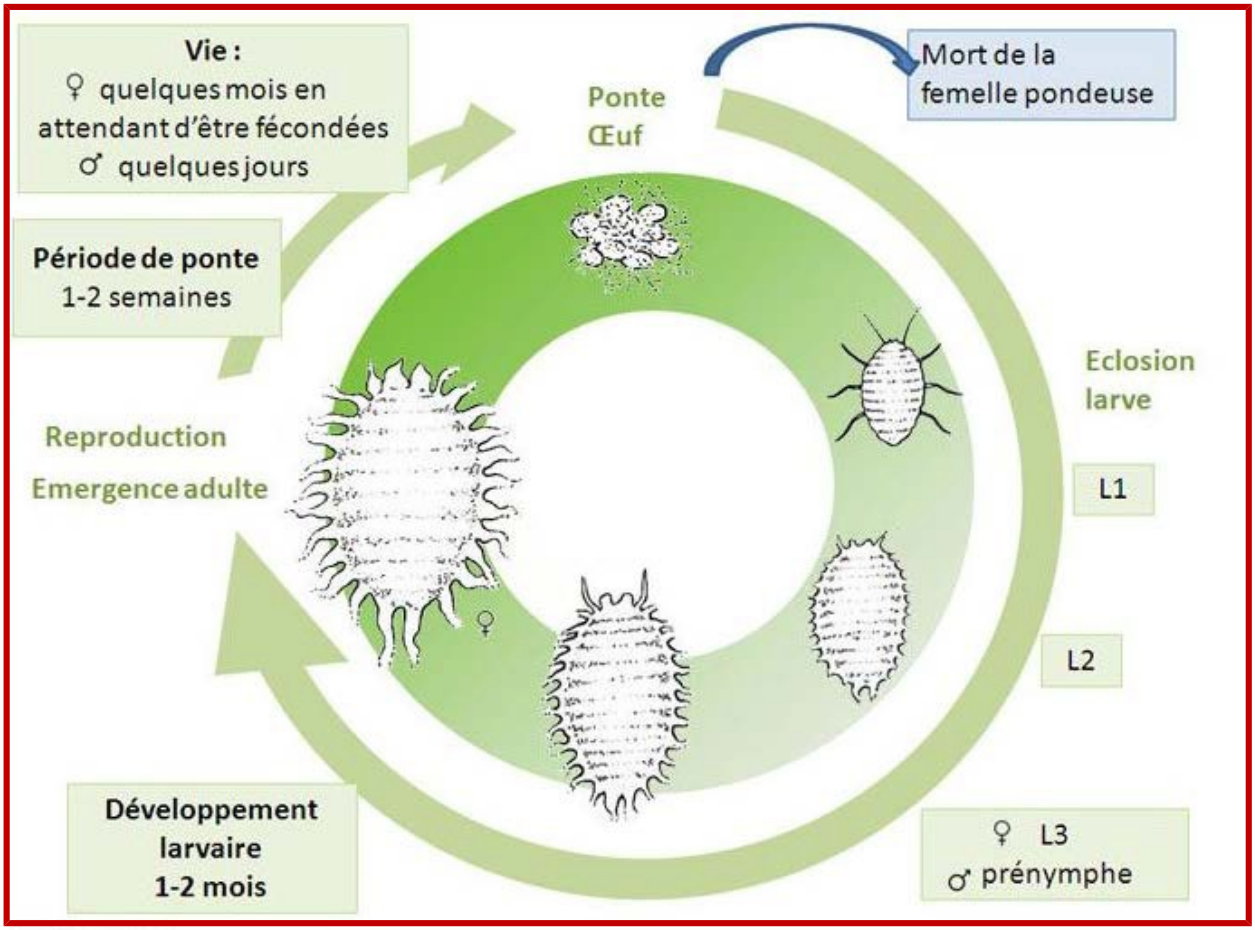
Antennes courtes et fines sous les yeux, parfois de la cire >>>>> fulgores

Souvent sous la cire, fourreaux alaires dépassant parfois les côtés de l'abdomen, tube de miellat >>>>> psylles

Environ 1 mm, souvent fixes. La présence proche des adultes est un bon indice. >>>>> aleurodes

Présence de boucliers ou d'adultes >>>>>cochenille

ANNEXE3 : Exemples d'espèces de cochenilles



Famille des Ortheziidae

Orthezia urticae (Linnaeus, 1758)

Famille des Margarodidae

Guerriniella serratulae (Fabricius, 1775)

Icerya purchasi (Maskell, 1879)

Matzucoccus pini (Green, 1925)

Neomargarodes europaeus (Goidanich, 1969)

Porphyrophora italica (Goidanich, 1963)

Famille des Pseudococcidae

Asphodelococcus ashodeli (Bodenheimer, 1927)

Balanococcus santilongoi (Mazzeo, 1996)

Chaetococcus phragmittis (Marchal, 1909)

Delottococcus euphorbiae (Ezzat& Mc Connell, 1956)

Dismicoccus brevipes (Cockerell, 1893)

Dymicoccus neobrevipes (Beardsley, 1959)

Dysmicoccus pietroi (Marotta, 1992)

Euripersia tomlini (Newstead, 1892)

Hypogeococcus pungens (Granara de Willink, 1981)

Nipaecoccus nipae (Maskell, 1893)

Peliococcus cycliger (Leonardi, 1908)

Peliococcus vivarensis (Tranfaglia, 1981)

Phenacoccus aceris (Signoret, 1875)

Phenacoccus graminicola (Leonardi, 1908)

Phenacoccusinterruptus (Green, 1923)

Phenacoccusmadeirensis (Green, 1923)

Phenecoccusmespili (Signoret, 1875)

Phenacoccusneohordei (Marotta, 1992)

Phenacoccussylvanae (Longo&Russo, 1969)

Phenacoccusyerushalmi (Ben-Dov, 1985)

Planococcuscitri (Risso, 1813)

Planococcus ficus (Signoret, 1875)

Pseudococcusaffinis (Maskell, 1894)

Pseudococcuscalcerolariae (Maskell, 1878)

Pseudococcuslongispinus (TargioniTozzetti, 1867)

Putopalinuri (Marotta e Tranfaglia, 1993)

Putosuperbus (Leonardi, 1907)

Putotauricus (Borchesenius, 1948)

Rhizoecuscacticans (Hambleton, 1946)

Rhizoecusfalcifer (Kunckel d’Herculais, 1878)

Rhizoecuslelloi (Mazzeo, 1996)

Spilococcusmammillariae (Bouché, 1884)

Spinococcusmultispinus (Silaiwa, 1939)

Trionymusperrisii (Signoret, 1875)

Trionymusn, tomlini (Green, 1925)

Vryburgiarimariae (Tranfaglia, 1981)

Famille des Eriococcidae

Acanthococcusaraucariae (Maskell, 1879)

Acanthococcuscactaerum (Leonardi, 1908)

Acanthococcuscoccireus (Cockerell, 1894)

Acanthococcuscynodontis (Kiritchenko, 1940)

Acanthococcusdevoniensis (Green, 1896)

Acanthococcusrosannae (Tranfaglia&Espositi, 1985)

Ovaticoccusagavanium (Douglass, 1888)

Rhizococcusinsignis (Newstead, 1891)

Famille des Cryptococcidae

Cryptococcusfagisuga (Lindinger (1936)

Famille des Micrococcidae

Micrococcussilvestrii (Leonardi, 1907)

Famille des Kermesidae

Kermesbacciformis (Leonardi, 1908)

Kermesgibbosus (Signoret, 1875)

Kermesroboris (Forcroy, 1785)

Kermesvermilio (Planchon, 1864)

Nidulariapulvinata (Planchon,1864)

Famille des Cerococcidae

Polliniapollini (Costa, 1857)

Famille des Coccidae

Ceroplastesrusci (Linnaeus, 1757)

Ceroplastessinensis (Del Guercio,1900)

Coccus hesperidum (1759)

Coccus pseudomagnoliarum (Kuwana, 1914)

Eucalymnatustessellatus (Signoret, 1873)

Eulecaniumtiliae (Linnaeus, 1758)

Filippiafollicularis (TargioniTozzetti, 1867)

Lecanopsisformicarum (Newstead, 1893)

Lichtensiaviburni (Signoret, 1873)

Nemolecaniumgraniformis (Wünn, 1921)

Parthenolecaniumcorni (Bouché, 1844)

Parthenolecaniumpersicae (Fabricius, 1776)

Parthenolecaniumrufulum (Cockerell, 1903)

Pulvinariamesembryanthemi (Vallot, 1830)

Pulvinariafloccifera (Westwood, 1870)

Pulvinariavitis (Limnaeus, 1758)

Rhizopulvinariagrassei (Balachawsky, 1936)

Saissetia coffeae (Walker, 1852)

Saissetiaoleae (Olivier, 1791)

Scythiaaetnensis (Russo& Longo, 1990)

Famille des Acleridídae

Aclerdaberlesei (Buffa, 1897)

Famille des Asterolecaniidae

Asterodiaspisbella (Russel, 1941)

Asterodiaspisilicicola (TargioniTozzetti, 1888)

Asterodiaspisroboris (Russel, 1941)

Asterodiaspisbambusae (Boisduval, 1869)

PlanhoniaZanthenes (Russel, 1941)

Famille des Phoenicococcidae

Phoenicococcusmarlatti (Cockerell, 1899)

Famille des Diaspididae

Abgrallaspiscyanophylli (Signoret, 1869)

Acanthomytilusintermittens (Hall, 1924)

Acanthomytilussacchari (Hall, 1923)

Aonidialauri (Bouché, 1833)

Aonidiella, aurantii (Maskell, 1879)

Aonidiellataxus (Leonardi, 1906)

AspdiotushedericolaLeonardi, 1920)

Aspidiotusnerii (Bouché, 1933)

Aspidiotusspinosus (Comstock, 1883)

Aulacaspisrosae (Bouché, 1833)

Caruaspiscarueli (Signoret, 1869)

Carulaspisjuveniperi (Bouché, 1851)

Carulaspissilvestrii (Lupo, 1966)

Carulaspisvisci (Schrank, 1781)

Chionaspispinifoliae (Fitch, …)

Chionaspissalicis (Limnaeus, 1758)

Chrysomphalusaonidum (Limnaeus, 1758)

Chrysomphalusdictyospermi (Morgan, 1889)

Diaspidiotusdistinctus (Leonardi, 1900)

Diaspidiotusosborni (Newel&Cockerell, 1898)

Diaspidiotus, viticola (Leonardi, 1913)

Diaspisboisduvalii (Signolet, 1869)

Diaspisbromeliae (Kerner, 1778)

Diaspiscoccois (Lichtenstein, 1882)

Diaspisechinocacti (Bouché, 1833)

Duplachionaspisberlesei (Leonardi, 1898)

Duplichionaspissicula (Lupo, 1938)

Dynaspidiotusbritannicus (Newstead, 1898)

Epidiaspisgennadii (Leonardi, 1898)

Epidiaspisleperii (Signoret, 1869)

Evallaspisampelodesmae (Newstead, 1897)

Fioriniafioriniae (TargioniTozzetti, 1867)

Furchadaspiszamiae (Morgan,1890)

Gonaspidiotusminimus (Leonardi, 1896)

Hemiberlesialataniae (Signoret, 1869)

Hemiberlesiarapax (Comstock, 1881)

Howardiabiclavis (Comstock, 1883)

Ischnaspislongirostis (Signoret, 1882)

Lepidosaphesbeckii (Newman 1869)

Lepidosaphesconchiformis (Gmelin 1789)

Lepidosaphesdestefanii (Leonardi, 1907)

Lepidosaphesgloverii (Packard, 1869)

Lepidosaphesgranati (Koronés, 1934)

Lepidosaphesnewsteadi (Sulc, 1895)

Lepidosaphespinnaeformis (Bouché, 1851)

Lepidoaphesulmi (Linnaeus, 1758)

Leucaspisloewi(Colvée, 1882)

Leucaspispini (Hartig, 1839)

Leucaspispusilla (Loew, 1883)

Leucaspisriccae (TargioniTozzetti, 1881)

Lindingaspisrossi (Maskell, 1891)

Melanaspisinopinata (Leonardi, 1913)

Mercetaspissphaerocarpae (Gomez Menor, 1927)

Nuculaspisabietis (Schrank, 1776)

Pallulaspisretamae (Hall, 1926)

Parlatoriacamelliae (Comstock, 1883)

Parlatoriaoleae (Colvée, 1880)

Parlatoriapergandii (Comstock, 1881)

Parlatoriaziziphi (Lucas, 1853)

Pinnaspisaspidistrae (Signoret, 1869)

Pinnaspisstrachani (Cooley, 1899)

Pseudaulacaspiscockerelli (Cooley, 1897)

Pseudaulacaspispentagona (TargioniTozzetti, 1886)

Quadraspidiotuscecconii (Leonardi, 1908)

Quadraspidiotuslenticularis (Lindinger, 1912)

Quadraspidiotusostraeformis (Curtis, 1843)

Diaspidiotusperniciosus (Comstock, 1881)

Quadraspidiotuszonatus (Frauenfeld, 1868)

Rungaspiscapparidis (Bodenheimer, 1929)

Saharaspisceardi (Balachowsk,1928)

Suturaspisarchangelkyae (Lindinger, 1929)

Targionianigra (Signoret, 1870)

Targioniavitis (Signoret, 1876)

Unaspiseuonymi (Comstock,