



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE

UFR AGROFORESTERIE

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique

ANNEE : 2020-2021

N° D'ORDRE :

044 / 21

CANDIDAT

Nom : FONDIO

Prénom : DRISSA

THÈSE DE DOCTORAT

Mention : Agriculture et foresterie tropicale

Spécialité : Entomologie agricole

Entomofaune de la culture du concombre (*Cucumis sativus* Linné 1753, Cucurbitaceae), bioécologie et lutte à base d'extraits aqueux de plantes locales contre *Leptoglossus membranaceus* Fabricius, 1781 (Coreidae), principal ravageur du concombre à Daloa, Côte d'Ivoire

+

**Soutenue publiquement
le 08/ Janvier / 2022**

JURY

Président :	M. BAKAYOKO Sidiky	Professeur Titulaire	Université Jean Lorougnon Guédé
Directeur :	Mme YEBOUE N'guessan Lucie	Maître de Conférences	Université Jean Lorougnon Guédé
Rapporteur :	M. N'DEPO Ossey Robert	Maître de Conférences	Université Jean Lorougnon Guédé
Examineur :	M. DOSSO Kanvaly	Maître de Conférences	Université Nangui Abrogoua
Examineur :	M. AYOLIE Koutoua	Maître de Conférences	Université Jean Lorougnon Guédé

DÉDICACE.....	vii
REMERCIEMENTS.....	viii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	xi
LISTE DES TABLEAUX.....	xii
LISTE DES FIGURES.....	xiii
LISTE DES ANNEXES.....	xv
INTRODUCTION.....	1

PREMIÈRE PARTIE: GÉNÉRALITÉS

1.1 Généralités sur le concombre	6
1.1.1 Position systématique.....	7
1.1.2 Système racinaire	7
1.1.3. Système foliaire.....	7
1.1.4 Système reproducteur.....	8
1.1.5 Fruit	8
1.1.6 Variétés cultivées	8
1.1.7 Exigences du concombre.....	8
1.1.7.1 Exigences climatiques	10
1.1.7.2 Exigences édaphiques	11
1.1.8 Itinéraire techniques de la culture du concombre.....	11
1.1.8.1 Préparation du sol.....	11
1.1.8.2 Semis	11
1.1.8.3 Entretien de la plantation.....	12
1.1.8.4 Récolte et conservation de concombre.....	12
1.1.9 Importance du concombre	13
1.1.9.1 Poids économique en Côte d’Ivoire	13
1.1.9.2 Usages alimentaires.....	13
1.1.9.3 Usages sanitaire et diététique	13
1.1.10. Principales maladies.....	14
1.1.10.1 Flétrissement bactérien.....	14
1.1.10.2 Mildiou des curcubitacées.....	15
1.1.10.3 Pourriture amère (moisissure rose).....	15

1.1.10.4 Oïdium.....	15
1.1.10.5 Verticilliose du concombre	15
1.1.10.6 Fonte des semis (pourriture des racines)	16
1.1.10.7 Virus de la jaunisse (Virus du concombre)	16
1.1.11 Quelques insectes inféodés à la culture du concombre	16
1.1.11.1 Chrysomèle rayée (<i>Acalymma vittatum</i> , Coléoptères)	16
1.1.11.2 Mouches de fruit (Diptères)	18
1.1.11.3 Pyrales des Cucurbitacées (<i>Diphania</i> sp. Lépidoptères)	18
1.1.11.4 Thrips (Thysanoptères)	21
1.1.11.5 Pucerons (Hémiptères)	21
1.1.11.6. Punaises (Hétéroptères).....	21
1.2 Généralités sur les Hétéroptères	23
1. 2.1 Description des Hétéroptères	23
1.2.2 Biologie des Hétéroptères	23
1.2.2.1 Régime alimentaire	23
1. 2.2.2 Reproduction et développement.....	24
1.2.3 Ennemis naturels des Hétéroptères	24
1.2.3.1 Oiseaux.....	25
1.2.3.2 Lézards	25
1.2.3.3 Batraciens	25
1.2.3.4 Autres prédateurs.....	25
1.2.4 Famille des Coreidae	25
1.2.4.1 Sous-famille des Pseudophloeinae	26
1.2.4.2 Sous-famille des Coreinae.....	26
1.2.4.3 Description de <i>Leptoglossus membranaceus</i> Fabricius (1781).....	27
1.2.4.4 Position systématique.....	28
1.2.4.5 Dégâts de <i>Leptoglossus membranaceus</i> sur le concombre	28
1.3 Moyens de Lutte contre les insectes ravageurs du concombre	30
1.3.1 Lutte agronomique	30
1.3.2 Lutte chimique.....	30
1.3.3 Lutte biologique	31
1.4 Généralités sur les plantes à effet insecticide.....	31
1.5 Quelques plantes utilisées	35

1.5.1 <i>Ricinus communis</i> Linné, 1753 (Ricin)	35
1.5.2 <i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum, 1895 (Laurier jaune)	35
1.5.3 <i>Zingiber officinale</i> Roscoe, 1807 (Gingembre).....	36
1.5.5 <i>Ocimum gratissimum</i> Linné, 1753 (Menthe sauvage ou basilic africain).....	36
1.5.6 <i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit, 1806 (Hyptis)	37

DEUXIÈME PARTIE: MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Matériel	39
2.1.1 Zone d'étude.....	39
2.1.1.1 Climat	39
2.1.1.2 Relief et végétation.....	39
2.1.1.3 Sol.....	41
2.1.2 Matériel biologique	41
2.1.3 Matériel technique	43
2.1.3.1 Matériel de mise en place et d'entretien de la parcelle expérimentale.....	43
2.1.3.2 Matériel d'échantillonnage et de conservation des insectes.....	43
2.1.3.3 Matériel d'observation et d'identification.....	43
2.1.3.4 Matériel de mesure de longueur, de masse, d'humidité et de température	44
2.1.3.5 Matériel d'élevage de <i>L. membranaceus</i>	44
2.1.3.6 Matériel de préparation et de conservation d'extraits aqueux.....	44
2.1.3.7 Matériel de traitement des insectes et de protection des applicateurs	44
2.2 Méthodes	48
2.2.1 Dispositif expérimental	48
2.2.2 Dispositif d'élevage de <i>L. membranaceus</i>	50
2.2.3 Méthodes de capture et de collecte des insectes.....	50
2.2.4 Méthodes de conservation et d'identification des insectes.....	51
2.2.5 Méthodes d'exploitation des données de l'entomofaune	52
2.2.6 Méthodes d'élevage de <i>L. membranaceus</i>	54
2.2.7 Méthodes de mesure des insectes, fruits, température et Humidité	54
2.2.8 Paramètres biologiques mesurés sur <i>L. membranaceus</i>	54
2.2.8.1 Détermination des périodes de pré-copulation et de pré-oviposition.....	54

2.2.8.2 Détermination du nombre d'œufs pondus par femelle, de la période de ponte et de la durée de vie des adultes.....	55
2.2.8.3 Détermination des périodes d'incubation et du taux de fertilité des œufs	56
2.2.8.4 Détermination des taux moyens de survie larvaire, de la durée de développement larvaire et du sex-ratio	56
2.2.9 Détermination de la perte sur la production de concombre due aux attaques de <i>L. membranaceus</i>	57
2.2.10 Analyse de l'effet des extraits aqueux des plantes sur <i>L. membranaceus</i>	58
2.2.10.1 Préparation des extraits aqueux de plantes.....	58
2.2.10.2 Traitement des œufs, larves et adultes de <i>L. membranaceus</i> avec les extraits aqueux	61
2.2.10.3 Pulvérisation des extraits aqueux et de l'insecticide chimique à concentrations variables	61
2.2.11 Traitement et analyse statistique des données	61

TROISIÈME PARTIE: RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 Résultats.....	63
Chapitre I : Inventaire des insectes inféodés à la culture du concombre en fonction des saisons et de la phénologie.....	63
3.1.1 Composition taxonomique des insectes collectés	63
3.1.1.1 Ordre des Diptères.....	65
3.1.1.2 Ordre des Coléoptères	65
3.1.1.3 Ordre des Lépidoptères	65
3.1.1.4 Ordre des Odonates	65
3.1.1.5 Ordre des Orthoptères	67
3.1.1.6 Ordre des Hyménoptères	67
3.1.1.7 Ordre des Héteroptères.....	67
3.1.2 Efficacité des différentes méthodes de capture	67
3.1.3 Abondance et dynamique des Ordres d'insectes en fonction des saisons et des stades phénologiques du concombre.....	69
3.1.4 Abondance, diversité spécifique et dégâts des insectes sur le concombre.....	72
3.1.4.1 Ordre des Diptères.....	72
3.1.4.2 Ordre de Coléoptères.....	74
3.1.4.3 Ordre des Lépidoptères	76
3.1.4.4 Ordres des Odonates.....	78

3.1.4.5	Ordre des Orthoptères	80
3.1.4.6	Ordres des Hyménoptères	82
3.1.4.7	Ordre des Héteroptyères	83
Chapitre II : Bio-écologie de <i>L. membranaceus</i> et dégâts		86
3.1.5	Périodes de pré-copulation et de pré-oviposition	86
3.1.6	Nombre d'œufs pondus par femelle, période de ponte et durée de vie des adultes	86
3.1.7	Période d'incubation et taux de fertilité des œufs.....	86
3.1.8	Taux de survie larvaire, durée de développement et sex-ratio de <i>L. membranaceus</i>	89
3.1.9	Dynamique de <i>L. membranaceus</i> et incidence de ses attaques sur la production de concombre	92
Chapitre III : Essais de lutte contre <i>L. membranaceus</i>		96
3.1.10	Effet des extraits aqueux sur la fertilité des œufs de <i>L. membranaceus</i>	96
3.1.11	Evaluation de l'efficacité des extraits aqueux sur les larves de <i>L. membranaceus</i> 24 heures après traitement.....	98
3.1.12	Evaluation de l'efficacité des extraits aqueux sur les larves de <i>L. membranaceus</i> 72 heures après traitement.....	101
3.1.13	Concentration létale médiane (CL50) des extraits aqueux sur des adultes de <i>L.</i> <i>membranaceus</i>	104
3.1.14	Effet des extraits aqueux sur la ponte des femelles et la longévité les adultes	105
3.2	Discussion	107
3.2.1	Entomofaune de la culture du concombre	107
3.2.2	Biologie de <i>L. membranaceus</i> et facteurs écologiques majeurs.....	110
3.2.3	Efficacité des extraits aqueux contre <i>L. membranaceus</i>	112
CONCLUSION		115
RECOMMANDATIONS		116
PERSPECTIVES.....		116
REFERENCES.....		117
RESUME.....		142
ANNEXES		

DÉDICACE

Je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers :

A ma défunte mère FANNY Tionro,

A mon défunt père FONDIO Tchèzé,

A mon épouse bien aimée Coulibaly Madjara,

A mes enfants Fondio Tionro Rachida, Fondio Massourou Latifat et Fondio Dognimin
Zié Habib,

A mes frères, Brahima et Séguénan,

A mes Soeurs, Feue Tchépilé, Massourou, Thénourgo, Magnan, et Karidja,

A mes neveux Daouda, Karim, Mourlaye, Sélihè, Tibénan et Sifoly,

A mes beaux parents, Moyamou, Minata, Sita, tantie Kady et Adaman.

REMERCIEMENTS

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été effectués dans le cadre de l'obtention du grade de Docteur de l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG). La réalisation de cette thèse a été possible grâce aux soutiens et aux conseils de plusieurs personnes à qui je tiens à exprimer nos profondes gratitude :

Mes remerciements vont à l'endroit de Professeur Tidou Abiba Sanogo épouse Koné, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé, pour avoir créé les conditions d'apprentissage pour une formation de qualité.

Je remercie le Professeur Koné Tidiani, Vice-président chargé de la pédagogie, de la vie universitaire, de la recherche et de l'innovation technologique, pour sa bienveillance sur la formation et la recherche dans notre Université.

Nos remerciements vont également à l'endroit du Professeur Akaffou Doffou Sélastique, Vice-président chargé de la planification et des relations extérieures, pour sa grande implication dans la visibilité externe de l'UJLoG.

J'exprime ma profonde gratitude à la Directrice de l'UFR Agroforesterie, Docteur Tonessia Dolou Charlotte, Maître de Conférences en Physiologie Végétale, qui a bien voulu accepter notre inscription au sein de son UFR.

Mes remerciements vont également à l'endroit de Docteur Ayolie Koutoua, Maître de Conférences, responsable du laboratoire Amélioration de la Production Agricole, pour m'avoir accueilli dans son laboratoire.

J'associe à ces remerciements Docteur Djetoa Mathieu, Maître de Conférences, Directeur de l'UFC (l'Unité de Formation Continue) pour avoir accepté mon inscription en Master 1 depuis 2015.

Je suis redevable au Docteur Yeboue N'guessan Lucie, Maître de Conférences, ma directrice de thèse, pour sa disponibilité, sa rigueur, sa grande générosité et sa patience. Qu'elle trouve dans ces lignes, l'hommage d'un admirateur. Ses compétences scientifiques ont largement contribué à l'aboutissement de ce travail.

Je tiens à remercier du fond du cœur :

-Professeur Bakayoko Sidiky, Professeur Titulaire, pour avoir accepté d'être le Président de jury de ce travail de thèse ;

- Docteur N'dépo Ossey Robert, Maître de Conférences, pour sa contribution dans l'identification des Diptères, sa rigueur dans le travail, ses critiques pertinentes et son apport scientifique lors de la correction du mémoire et pour avoir accepté de faire partie du jury de la soutenance de thèse en tant que rapporteur ;

- Docteur Dosso Kanvaly, Maître de Conférences, pour avoir accepté de faire partie du jury lors de la soutenance de thèse en tant qu'examineur;

- Docteur Ayolié Koutoua, Maître de Conférences, pour avoir accepté faire partie du jury lors de la soutenance de thèse en tant qu'examineur,

- Docteur Nandjui Jacob, Maître de Conférences, pour sa rigueur dans le travail, ses critiques pertinentes et son apport scientifique lors de la correction et de l'instruction du mémoire.

- Docteur Konan Yao Lucien, Maître de Recherches, pour sa rigueur dans le travail, ses critiques pertinentes et son apport scientifique lors de la correction et de l'instruction du mémoire.

Un grand remerciement au Docteur Soro Senan, Maître de Conférences, qui m'a inspiré dans le choix de l'entomologie, pour sa disponibilité, sa rigueur et son implication dans mon travail.

Je remercie sincèrement Docteur Tano Djè Kévin Christian, Maître de Conférences pour son expertise, sa disponibilité dans la réalisation de cette étude et à la rédaction de ce mémoire.

Mes remerciements vont à l'endroit de Docteur Tra Bi Crolaud Sylvain, Maître de Conférences, pour son expertise et disponibilité dans la réalisation de cette étude.

Toute ma profonde reconnaissance au Professeur Yéo Kolo, Directeur de la station de recherches LAMTO et Enseignant-Chercheur à l'Université Nangui Abrogoua, qui m'a réservé un accueil chaleureux au sein de sa station. C'est grâce à lui que nous avons pu identifier les Hyménoptères.

J'exprime ma profonde reconnaissance au Docteur Traoré Awa, Assistante à l'UJLoG, pour ses encouragements et sa contribution à la rédaction de ce mémoire.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit de Docteur Coulibaly Tenon, Maître-Assistant à l'Université Péléforo Gon Coulibaly pour ses précieuses propositions et ses sages conseils au cours de la rédaction de cette thèse et des articles.

Je remercie aussi tous les autres enseignants de l'UJLoG qui, de près ou de loin ont pris une part active dans notre formation.

Je remercie sincèrement messieurs Siratigui Koné, Koné Issa, Fani Karim, Sindou Bamba, Koulibali Souleymane, Mamadou Fondjo, Konaté Seydou et Daouda Fofana pour leurs constants encouragements et leur soutien.

J'exprime toute ma reconnaissance à mesdames Koné Fanny Amy, Koné Konaté Sanata pour leur soutien.

Mes remerciements aux frères et amis du « grin » dont Ouattara souleymane, Coulibaly Nanourougo, Ouattara Amidou, Kouadio Alban Mathurin, Coulibaly Kassoumou, Siaka Ouattara, Koné Effierita Yacouba, Soumahoro Mamadou Lamine et Sib Sansan Valentin pour leurs soutiens.

Je remercie mon ami et frère Soro Lacina, pour sa collaboration et les échanges fructueux que nous avons partagés dans le cadre de ce travail.

Mes remerciements à tous les auditeurs de Master 1 et 2 SVT (l'UFC 2015-2017) particulièrement Yéo N'djamogo, Souaré Bakary, Keita N'gaoussou, Dramane Ouattara, Gnangouli Bi Koffi Albert, Assui N'guessan Dawi, Kouassi Anatole, Coulibaly Pétionri, Daouda Touré, Souaré Bakary et Kouassi Narcisse pour leur participation à la réussite de ce travail.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit du Proviseur et tous les collègues du conseil d'enseignement (CE) SVT du Lycée Moderne Antoine Gauze de Daloa pour leur soutien.

J'exprime toute ma reconnaissance à Messieurs Sib Ollo, Coulibaly Adama, Yao N'guessan pour leur participation dans la préparation de la soutenance. A messieurs Baïbo Guy Léonce, Sékongo Kolo, Kouadio Fabrice et Koffi Mathieu pour leurs contributions dans la préparation des extraits aqueux et les travaux sur le terrain.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, retrouvez ici l'expression de notre grande reconnaissance.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

°C :	Dégré Celsius
CL 50 :	Concentration Létale médiane
CNRA :	Centre National de Recherche Agronomique
ds/m :	Densité par mètre
FAO :	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
FAOSTAT :	Statistiques de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
NPKS :	Azote Phosphore Potassium Soufre
UFC :	Unité de Formation Continue
UJLoG :	Université Jean Lorougnon Guédé

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Quelques variétés de concombre et leurs caractéristiques agronomiques	10
Tableau II: Quelques espèces de plantes tropicales testées pour leur effet insecticide	34
Tableau III: Produits phytosanitaires utilisés	43
Tableau IV: Composition taxonomique de l'entomofaune du concombre en fonction des saisons.....	66
Tableau V: Comparaison des différentes méthodes de captures utilisées	68
Tableau VI : Effectifs moyens des insectes capturés par les différentes méthodes utilisées.....	68
Tableau VII: Récapitulatif des indices de diversité des Diptères en fonction des saisons	73
Tableau VIII: Récapitulatif des indices de diversité des Coléoptères en fonction des saisons	74
Tableau IX: Récapitulatif des indices de diversité des Lépidoptères en fonction des saisons	77
Tableau X : Récapitulatif des indices de diversité des Odonates en fonction des saisons	79
Tableau XI: Récapitulatif des indices de diversité des Orthoptères en fonction des saisons	81
TableauXII: Récapitulatif des indices de diversité des Hyménoptères en fonction des saisons	83
TableauXIII: Récapitulatif des indices de diversité des Héteroptères en fonction des saisons	84
Tableau XIV: Taux de survie et longueur moyenne des larves de <i>L. membranaceus</i> des 2 saisons...	91
Tableau XV: Taux de fertilité des œufs après traitement.....	97
Tableau XVI : Taux moyen de fertilité des œufs après traitement.....	98
Tableau XVII: Taux de mortalité des larves 24 heures après le traitement des larves.....	99
Tableau XVIII : Taux moyen de mortalité 24 heures après traitement des larves.....	100
Tableau XIX: Taux de mortalité des larves 72 heures après le traitement des larves	102
Tableau XX : Taux moyen de mortalité 72 heures après traitement des larves.....	103
Tableau XXI : Concentrations létales médianes des extraits aqueux	104

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Cycle de développement du concombre (<i>Cucumis sativus</i>)	6
Figure 2 : Plante de <i>Cucumis sativus</i>	9
Figure 3 : <i>Acalymma vittatum</i> sur feuille de Cucurbitaceae	17
Figure 4 : Mouches de fruit <i>Bactrocera dorsalis</i>	19
Figure 5: Pyrales ravageurs du concombre	20
Figure 6 : <i>Lygus lineolaris</i> du quatrième stade	22
Figure 7 : <i>Leptoglossus membranaceus</i>	29
Figure 8 : Localisation de la zone d'étude	40
Figure 9 : Diagramme ombrothermique de la ville de Daloa sur 3ans.....	40
Figure 10 : Matériel animal	41
Figure 11 : Matériel végétal :	42
Figure 12 : Matériel technique	45
Figure 13 : Cage d'élevage.....	46
Figure 14 : Matériel d'extraction et de collecte des extraits	46
Figure 15 : Matériel de traitement des insectes et de protection	47
Figure 16 : Parcelle expérimentale.....	49
Figure 17 : Dispositif d'élevage	50
Figure 18 : Cage de mise en incubation	52
Figure 19 : Diagramme de préparation des extraits aqueux	60
Figure 22: Comparaison des abondances totales d'insectes des deux saisons.....	70
Figure 23: Dynamique des insectes en fonction de la phénologie de la plante et des saisons .	71
Figure 24 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Diptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche	72
Figure 25 : Larves de Diptère dans un fruit de concombre en décomposition.....	73
Figure 26 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Coléoptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche	74
Figure 27 : <i>Henosepilachna sp.</i> sur feuille de concombre et ses dégâts sur fruit	75
Figure 28 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Lépidoptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche	77
Figure 29 : Dégâts de chenille de <i>Diphania nitidalis</i> sur des plants de concombre	78
Figure 30 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Odonates de la saison	

des pluies à celle de la saison sèche	79
Figure 31 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Orthoptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche	80
Figure 32: <i>Zonocerus variegatus</i> sur feuille de concombre	81
Figure 33 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Hyménoptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche.....	82
Figure 34 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Héteroptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche.....	84
Figure 35: <i>Leptoglossus membranaceus</i> sur jeune fruit de concombre	85
Figure 36: Nombre d'œufs pondus par les femelles de <i>L. membranaceus</i> en fonction des saisons	87
Figure 37: Durée de ponte des femelles de <i>Leptoglossus membranaceus</i> en fonction des saisons	87
Figure 38: Ecllosion des œufs de <i>Leptoglossus membranaceus</i>	88
Figure 39 : Cycle de développement de <i>Leptoglossus membranaceus</i> des deux saisons	90
Figure 40 : Survie larvaire de <i>L. membranaceus</i> des deux saions	91
Figure 41: Durée du cycle de développement de <i>L. membranaceus</i> en fonction de la température interne des cages.....	92
Figure 42: Dynamique de <i>L. membranaceus</i> en fonction de l'évolution de la plante du concombre	93
Figure 43: Fruit de concombre déformé suite aux attaques répétées de <i>L. membranaceus</i>	93
Figure 44: Impact des attaques de <i>L. membranaceus</i> sur une jeune tige du concombre.....	93
Figure 45: Colonie de <i>L. membranaceus</i> sur fruit de concombre	94
Figure 46 : Impact des attaques de <i>L. membranaceus</i> sur la production de concombre	95
Figure 47 : Influence de CL50 sur la ponte des femelles de <i>L. membranaceus</i>	106
Figure 48 : Influence de CL50 sur la longévité des adultes de <i>L. membranaceus</i>	106

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1

Quelques dégâts dus aux attaques de *Leptoglossus membranaceus*

ANNEXE 2

Test LSD : Effectifs des insectes en fonction des saisons et des stades phenologiques du concombre

Test LSD : Efficacité des différents pièges

ANNEXE 3

Tableaux et graphiques des Doses Létales médianes (CL50) induites par les extraits aqueux *Hyptis suaveolen*

ANNEXE 4

Tableaux et graphiques des Doses Létales médianes (CL50) induites par les extraits aqueux *Zingiber officinal*

ANNEXE 5

Tableaux et graphiques des Doses Létales médianes (CL50) induites par les extraits aqueux *Ricinus communis*

ANNEXE 6

Tableaux et graphiques des Doses Létales médianes (CL50) induites par les extraits aqueux *Thevetia peruviana*

ANNEXE 7

Tableaux et graphiques des Doses Létales médianes (CL50) induites par les extraits aqueux *Tithonia diversifolia*

INTRODUCTION

Le concombre (*Cucumis sativus*) est une plante diploïde ($2n=14$), annuelle, potagère, herbacée, rampante, de la famille des Cucurbitacées. Il est largement consommé frais en salade ou fermenté (cornichons) ou comme légume cuit. Parmi les 30 espèces de *Cucumis*, *C. sativus* a la plus grande valeur économique (Sotiroudis *et al.*, 2010). La production mondiale annuelle est estimée à 80 646 131 tonnes et la Chine en est le premier pays producteur mondial avec 77 % (FAOSTAT, 2020). En 2020, la production annuelle de l'Afrique s'élevait à environ 507 000 tonnes sur 25 000 ha, ce qui représentait un peu moins de 1,5 % de la production mondiale (FAO, 2018). Quant à la production ivoirienne, qui est essentiellement dans les grandes villes, elle a été estimée à environ 30 000 tonnes/an (Sangaré *et al.*, 2009). Malgré cette faible production nationale, ce légume est tout de même essentiel dans l'alimentation des citoyens. Le concombre est cultivé pour son fruit. La plante se comporte bien à des températures comprises entre 20 et 35°C. Elle est très sensible au froid et est irrémédiablement détruit par la gelée (Sissoko, 2010). Le concombre ne tolère pas les écarts de températures entre le jour et la nuit. Sur le plan nutritionnel, le concombre est constitué de 0,46 % de protéines, 96,01 % d'eau, 0,11 % de lipides, 0,81 % d'hydrates de carbonate et des vitamines A, B1, B2 et C. Il a des propriétés hydratantes, cicatrisantes, assainissantes et astringentes. Il est utilisé traditionnellement (sous forme de cataplasme ou de lotion) pour lutter contre les problèmes de peau (Kankonde & Tollens, 2001).

Malheureusement cette culture est soumise à des contraintes majeures telles que la mauvaise structuration de la filière et surtout la pression des bioagresseurs qui entravent la production (Cissé *et al.*, 2003 ; Williamson *et al.*, 2008). En Côte d'Ivoire, le concombre est l'un des légumes les plus attaqués et donc l'un des plus vulnérables. Il est plus vulnérable que la courge, la pastèque et le chou (Déclert, 1987). Les insectes, vecteurs de maladies, causent des problèmes majeurs au concombre, (Jeffery, 2001). Leurs dégâts peuvent entraîner des pertes allant jusqu'à 40 % du rendement (Onovo, 1992).

Parmi les insectes déprédateurs du concombre, *Leptoglossus membranaceus* (Heteroptera : Coreidae) est l'un des plus voraces. Il apparaît dès la floraison et pullule à la fructification. Les adultes et les larves de cet insecte sont des piqueurs-suceurs. Ils se nourrissent de la sève issue des tiges, des feuilles et principalement des fruits. Ses attaques déshydratent considérablement la plante et peuvent entraîner le ralentissement de la croissance et la mort de celle-ci. Les piqûres provoquent également la malformation des fruits, la réduction de la floraison et un retard dans le développement des nouvelles pousses (Chaput, 1998). Les piqûres sur les bourgeons floraux peuvent provoquer leur avortement par la suite ou la chute des jeunes fruits lorsqu'elles sont tardives. Ces piqûres sur les fruits, les gousses ou les graines entraînent des

décolorations, des changements de consistance en surface et des tâches dans la chair (Schmidt, 2015). Elles sont parfois accompagnées de toxine, causant des renflements et des galeries sur les tiges, les feuilles et les fruits ainsi que des déformations et des arrêts de croissance des apex (Liette & Müller, 2015). Vu que des énormes dégâts sont causés par *L. membranaceus* au concombre, la connaissance des paramètres biologiques de cet insecte est un préalable à la mise en place de nouvelles méthodes de lutte. Pour réduire l'impact de cet insecte afin d'accroître le rendement du concombre, la lutte chimique a été largement pratiquée. Le contrôle des insectes ravageurs par l'usage d'insecticides de synthèse a un effet positif sur le rendement. Mais, il a aussi certainement un impact négatif sur la faune utile et l'environnement (Williamson *et al.*, 2008). L'utilisation des insectes utiles ou de biopesticides contre les insectes nuisibles constitue une méthode plus respectueuse de l'environnement (Jeffery, 2001).

Ainsi, la maîtrise de certaines plantes locales à effet pesticide dans la lutte contre *Leptoglossus membranaceus* pourrait être une méthode efficace et respectueuse de l'environnement. Depuis des siècles, les communautés humaines ont utilisé des pesticides d'origine végétale pour lutter contre les ravageurs des cultures et des denrées stockées. Ces produits constituent sans doute une des clés du développement durable des activités agricoles dans le monde. Les récents progrès enregistrés dans les techniques de chimie analytique et de biologie moléculaire ont en effet permis une meilleure compréhension des interactions entre plantes et ravageurs (Catherine *et al.*, 2006).

La mise en place des produits à effet insecticide s'est appuyée sur le constat selon lequel certaines plantes se protègent mieux que d'autres contre les déprédateurs. Des essais en laboratoire ont révélé la présence des propriétés insectifuges et/ou insecticides chez certains végétaux (Foua-Bi, 1993). Ainsi, plus de 2 000 espèces végétales, dotées de propriétés insecticides, ont été répertoriées (Jacobson, 1989 ; Philogène *et al.*, 2002). Ces plantes pesticides peuvent être normalement utilisées et manipulées en toute sécurité plus que les pesticides synthétiques (Rother, 2013). Elles sont inoffensives pour l'environnement et moins nocives pour les insectes utiles (Amoabeng *et al.*, 2013 ; Mkenda *et al.*, 2015). Parmi ces plantes à effet biopesticide, six espèces locales ont fait l'objet de la présente étude ; ce sont *Ocimum gratissimum* ou Basilic à grande feuille (Lamiaceae), *Ricinus communis* ou ricin (Euphorbiaceae) *Thevetia peruviana* ou thevetia (Apocynaceae), *Tithonia diversifolia* ou Tournesol (Asteraceae) *Zingiber officinale* ou gingembre (Zingiberaceae) et *Hyptis suaveolens* ou hyptis (Lamiaceae).

L'objectif général de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la production de concombre à travers la lutte biologique. De façon spécifique, cette étude vise à:

- inventorier les insectes inféodés à la culture du concombre et leurs dégâts ;
- déterminer quelques paramètres bio-écologiques de *L. membranaceus* en vue d'évaluer l'incidence des attaques de ce ravageur sur la production de concombre ;
- tester l'efficacité des extraits sur les stades de développement de *L. membranaceus*.

Ce mémoire qui est une synthèse des résultats obtenus au cours de notre étude est structuré comme suit : après l'introduction, la première partie est consacrée aux généralités sur le concombre et les Hétéroptères en particulier *L. membranaceus*. Ensuite la description du matériel et des méthodes utilisés. La troisième partie présente les résultats suivis de leur discussion. Enfin le mémoire se termine par une conclusion, des perspectives et des recommandations.

PREMIÈRE PARTIE :
GÉNÉRALITÉS

1.1 Généralités sur le concombre

Le concombre (*Cucumis sativus*) est une plante potagère herbacée, rampante, de la famille des Cucurbitacées. Cette plante, qui poussait naturellement au pied de l'Himalaya, aurait été domestiquée pour la première fois en Inde il y a au moins 3 000 ans avant Jésus-Christ (Drabo, 2016). Ce légume était cultivé sur les bords du Nil par les égyptiens qui en consommaient beaucoup et le faisaient figurer parmi les offrandes destinées à leurs dieux. Aujourd'hui, ce légume est présent sur tous les continents mais il est largement répandu dans les régions subtropicales et tropicales (Jeanneau, 2014). Il peut être cultivé dans les régions littorales et sub-littorales et même dans les zones intérieures et sahariennes (Bodnar & Fitts, 2000). Le cycle de développement du concombre est 45 jours environ, Les formes sauvages sont monoïques (fleur mâle et fleur femelle sur la même plante) de couleur jaune (Figure 1) (Meyer, 2018).

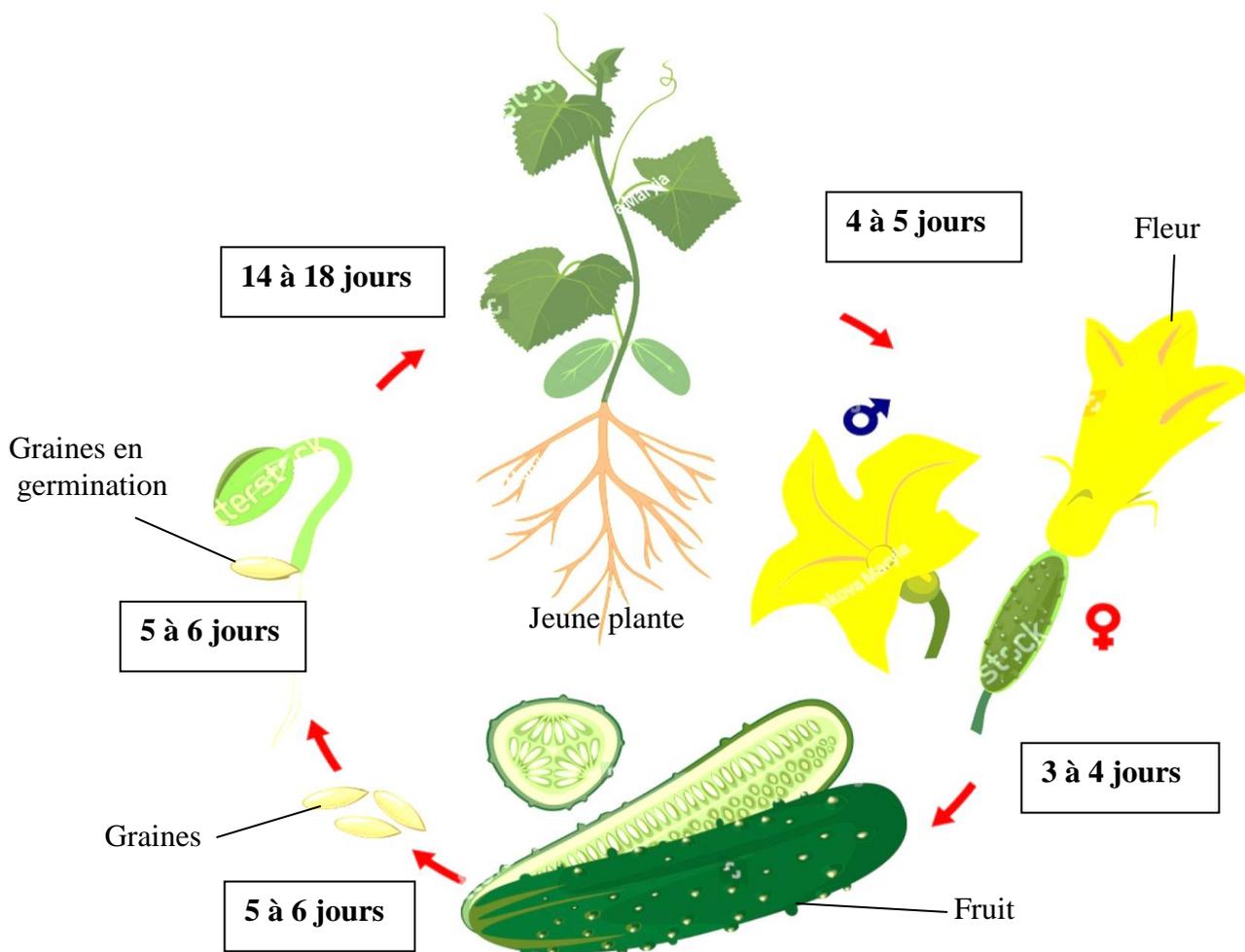


Figure 1: Cycle de développement du concombre (*Cucumis sativus*), (Meyer, 2018)

1.1.1 Position systématique

Les Cucurbitacées sont constituées de 90 genres et 750 espèces. Le genre *Cucumis* contient près de 40 espèces dont trois sont plus cultivées. Il s'agit de *C. anguria* L. (cornichon antillaise), *C. sativus* (concombre) et *C. melo* L. (cantaloup) (Iqbal *et al.*, 2015). La famille des Cucurbitacées est la plus diversifiée parmi les plantes alimentaires. Elle comporte les courges, les citrouilles, les melons, les concombres et les pastèques. Cette famille est subdivisée en deux sous-familles que sont les Zanonidoïdae et les Cucurbitoïdae (Salifou *et al.*, 2015). Il existe plusieurs variétés de concombre dont les fruits diffèrent avec les variétés et la précocité (Sanogo, 2006). La position systématique du concombre se présente comme suit (Linné, 1753) :

Règne	: Plantae
Sous-règne	: Tracheobionta
Division	: Magnoliophyta
Classe	: Magnoliopsida
Sous-classe	: Dilleniidae
Ordre	: Violales
Famille	: Cucurbitaceae
Genre	: <i>Cucumis</i>
Espèce	: <i>Cucumis sativus</i> (L. 1753)

1.1.2 Système racinaire

Le concombre a un système racinaire assez dense, étendu et essentiellement superficiel (Anonymes, 2010). Il est fragile par sa sensibilité aux conditions asphyxiantes et de ce fait aux attaques de *Pythium* (Pitrat & Foury, 2003).

1.1.3. Système foliaire

Ces grandes feuilles alternes et stipulées, pentagonales à nervation palmée, comptent trois à cinq lobes (Figure 2). Elles sont souvent poilues et plus anguleuses que celles du melon. Le bord du limbe est denté (Pitrat & Foury, 2003). Le concombre présente une grande variabilité foliaire (triangulaires ou ovales avec une base profondément cordée) sur le même individu (Drabo, 2016). Le pétiole a une longueur qui varie de 5 à 15 cm (Rogg, 2002 ; Ahmed, 2005).

1.1.4 Système reproducteur

Les fleurs sont mâles ou femelles, rarement hermaphrodites, avec des sépales partiellement soudés (Pitrat & Foury, 2003). Les fleurs mâles au pistil non fonctionnel et les fleurs femelles au gynécée composé d'un ovaire infère tricarpellé sont distinctes et portées par le même pied (plante monoïque). Certaines variétés de concombre sont parthénocarpiques ; les boutons floraux engendrent des fruits sans pépins (Drabo, 2016) (Figure 2).

1.1.5 Fruit

Les fruits sont des baies ayant une forme ovale plus ou moins arrondie, charnue, allongée contenant de nombreuses graines (Figure 2). Ils peuvent atteindre 30 cm de long et 5 cm de diamètre (Drabo, 2016). Les fruits de concombre sont variables en forme et en taille selon les variétés. La chair est verte-pâle et les graines sont plates, blanches de 8 à 10 mm avec environ 50 graines par gramme (Rogg, 2002 ; Ahmed, 2005).

1.1.6 Variétés cultivées

Les variétés de concombre diffèrent par la longueur, le diamètre, la couleur et le rendement (Sanogo, 2006). Quant à la qualité des fruits, les variétés *Breso* et *Gemini* ont les plus longs fruits (22 et 24 cm). Par contre, les variétés *Antilla* et *Arizona* présentent les plus gros fruits (6 à 7 cm de diamètre). La variété *Tokyo* est la plus productrice (Tableau I).

1.1.7 Exigences du concombre

Le concombre se cultive très généralement sous abris dans les pays tempérés pour maintenir la température à environ 25⁰C. Dans la zone tropicale il est cultivé en plein champ (Jeanneau, 2014).

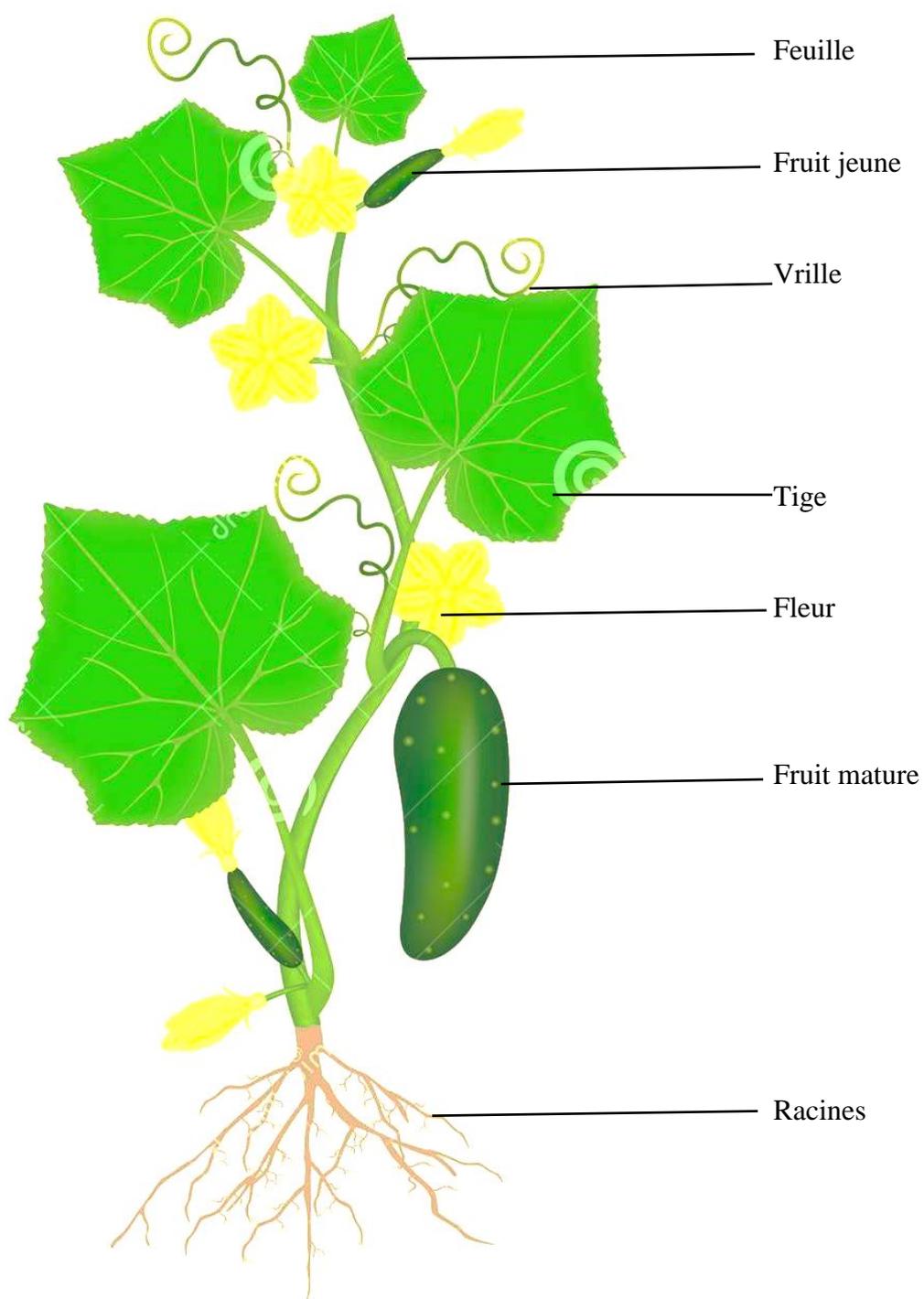


Figure 2 : Plante de *Cucumis sativus* (Meyer, 2018)

Tableau I: Quelques variétés de concombre et leurs caractéristiques agronomiques (Sanogo, 2006)

Variétés	Précocité (jours)	Fruits			
		Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Couleur d'ensemble	Rendement
<i>Chipper</i>	55	15-16	6	Vert clair	+
<i>F1 Antilla</i>	50-55	16-18	6 à 6,5	Vert moyen	++
<i>F1 Calypso</i>	55	15-16	6	Vert moyen	+
<i>F1 Arizona</i>	50	17-18	6 à 7	Vert moyen	++
<i>F1 Basma</i>	50-55	14-16	5	Vert foncé	+
<i>Marketer</i>	65-70	20	5	Vert foncé	+
<i>Poinsett</i>	65	19-20	5	Vert foncé	+
<i>F1 Bresco</i>	60-65	22-24	5 à 6	Vert foncé	+
<i>F1 Gemini</i>	65	20-22	6	Vert foncé	+
<i>Olympic</i>	60	19-20	5	Vert foncé	++
<i>F1 Tokyo</i>	55	18-20	5	Vert foncé	+++

+++ : Très élevé ; ++ : élevé ; + : moyennement élevé

1.1.7.1 Exigences climatiques

Toutes les cucurbitacées sont des cultures de saison chaude. La croissance s'arrête pratiquement quand les températures tombent sous les 10 °C. Si les températures tombent en deçà de 5 °C pendant plusieurs jours, les plants risquent d'être gravement endommagés et la maturité sera retardée. La plante se comporte bien à des températures comprises entre 20 et 35°C. Elle est très sensible au froid et est irrémédiablement détruite par la gelée (Sissoko, 2010). Le concombre n'aime pas les écarts de températures jour/nuit. L'aération est nécessaire lorsque la température est supérieure à 24°C, toutefois il faut tenir compte de l'hygrométrie. Le concombre se développe bien avec les fortes humidités et avec une hygrométrie optimale comprise entre 70 et 90 %. Si elle descend à 60 %, il est préférable de ventiler le moins possible. Il est également très sensible au stress hydrique et fane rapidement en cas de fort rayonnement solaire (Cécile *et al.*, 2013).

1.1.7.2 Exigences édaphiques

Le concombre se développe dans les sols limono-argileux avec un taux de matière organique de 2,87 % et une teneur en azote disponible avant plantation à 87,4 mg/kg (Delmas & Goillon, 2015). Il se comporte très bien aussi sur les sols profonds fertiles, humifères et silico-argileux. Ce légume craint l'excès d'humidité, mais a besoin d'une certaine fraîcheur. Il est très exigeant en humidité du sol et de l'air (sol : 70 à 80 % ; air : 80 à 95 %). Le pH du sol doit excéder 5,6. Les sols argileux tassés lui sont défavorables (Joseph, 2005). Le concombre peut être cultivé et produit dans différents sols, à condition qu'ils ne soient pas asphyxiants ni trop frais. Il est notamment conseillé d'éviter les sols lourds et froids sous peine de provoquer la fonte des jeunes plantules (Jeanneau, 2014).

1.1.8 Itinéraire techniques de la culture du concombre

Le maraîchage est en général une culture de contre-saison qui exploite les nappes d'eau souterraines pendant la saison sèche. Il est limité dans l'espace et nécessite une technicité élaborée pour assurer l'exhaure et la maîtrise de l'irrigation. Il est donc largement localisé le long des cours d'eau, dans les lits majeurs où la nappe phréatique est facilement accessible et, de ce fait, exclue ou presque des inter-fleuves et des zones montagneuses (Olivier, 2000).

1.1.8.1 Préparation du sol

Avant la plantation du concombre, il est conseillé de procéder à un labour profond suivi d'une incorporation de fumure de fond (selon la nécessité et l'état de pauvreté du sol). Un paillage avec du plastique biodégradable peut être réalisé après la confection des billons (largeur ne dépassant guère 90 cm et hauteur de 15 cm) et l'installation des rampes d'irrigation (Anonymes, 2010). La préparation du sol doit permettre un bon drainage et une bonne aération pour favoriser l'enracinement du concombre. C'est une plante dont le système racinaire est fragile. La température du sol doit être comprise entre 16 et 17°C pour la plantation. Le paillage opaque installé quelques jours avant la plantation permet souvent de réchauffer assez le sol (Jeanneau, 2014).

1.1.8.2 Semis

En Côte d'Ivoire, la mise en place de la culture de concombre se fait en semis direct. La Période de semis de concombre sous abri peut se faire toute l'année avec une densité de 3 plants / m², en réalisant des rangées de plants (1,2 m entre les rangées ou rampes) avec une distance maximale de 80 cm entre les plants de chaque rangée. Trois sarclages sont effectués :

le premier sarclage est réalisé une semaine après semis, le deuxième se fait 20 jours après semis et le troisième a lieu 35 jours après semis (Serigne & N'diaye, 2006).

1.1.8.3 Entretien de la plantation

Chaque sarclage est combiné à un apport d'engrais. Les traitements phytosanitaires débutent à la mi-floraison et s'échelonnent sur toute la période des récoltes (Serigne & N'diaye, 2006).

Le palissage est en général effectué grâce à des ficelles tendues verticalement. La plante est conduite sur un bras qui sera enroulé au fur et à mesure de sa croissance pour bénéficier d'un support. Les fruits seront supprimés sur les premiers nœuds ; on ne laissera par la suite qu'un seul fruit au niveau du huitième nœud. L'irrigation est un point très important pour la réussite de la culture. Le concombre est une plante gourmande en eau mais les excès lui sont préjudiciables. Pour sa bonne croissance, il est conseillé de mettre des tuteurs de 1,80 à 2 m de hauteur 15 jours après semis (Jeanneau, 2014). Un rendement de l'ordre de 8 kg/m² exige une fertilisation apportant environ 150 unités/ha d'azote, 80 unités de phosphore et 200 unités de potasse. L'une des solutions nutritives efficaces pour le concombre est obtenue par dissolution, dans 1000 litres d'eau, de 100 g d'engrais foliaire, 500 g de NPK 00-23-19 ; 300 g de NPK 10-08-18 ; 700 g de NPKS 12-24-18-4 et de 600 g de nitrate de calcium. Cette solution a une conductivité électrique de 2,15 dS/m (Fondio *et al.*, 2012). Pour une très bonne production, 500 kg de compost, 4 kg de super, 3 kg de sulfate de potasse à l'hectare sont utilisés (Kroll, 1994).

1.1.8.4 Récolte et conservation de concombre

La récolte se fait quand le fruit a atteint sa taille optimale variant entre 10 et 30 cm et pendant qu'il est encore vert-foncé. La récolte varie en fonction du circuit de commercialisation. Il faut récolter au minimum trois fois par semaine lors du pic de production. Les rendements moyens sont de 8 à 12 kg/m², soit 20 à 30 fruits par m² (Jeanneau, 2014). La conservation se fait au frais. Il faut faire attention aux chocs thermiques sur les fruits. Alors, il n'est pas conseillé de récolter trop tard dans la journée (Sissoko, 2010). La récolte commence à partir de 40 à 45 jours après plantation et le rendement est estimé à 4 tonnes/500 m² soit 80 tonnes/hectare selon la variété. Concernant la conservation, le stockage se fait à des températures comprises entre 10 et 12 °C et à une humidité relative approchant 90 % dans un local aéré. L'entreposage ne doit pas dépasser 1 à 2 jours pour éviter que la qualité des fruits se dégrade d'une manière irréversible. A une température supérieure à 12 °C, le fruit, initialement de couleur verte, jaunit (Richards, 2016).

1.1.9 Importance du concombre

La culture de concombre est une source de revenus (Anonymes, 2020). C'est un légume très désaltérant et particulièrement léger en calories. Il fournit un large éventail de vitamines (toutes les vitamines du groupe B, de la vitamine C et un peu de provitamine A et de vitamine E). Ces vitamines sont plus concentrées dans sa peau (Kankonde & Tollens, 2001). Il est également utilisé dans la fabrication de plusieurs produits cosmétiques (Mukherjee *et al.*, 2011).

1.1.9.1 Poids économique en Côte d'Ivoire

Le concombre est une source de revenus certaine pour le planteur. Sa culture a l'avantage d'avoir un cycle très court (environ 45 jours), simple et à fort rendement. Il peut être produit sur tout le territoire ivoirien. Selon la variété, la production du concombre varie entre 40 et 60 tonnes/hectare. Le prix au kilogramme est entre 250 et 600 franc CFA selon les périodes et les régions (Anonymes, 2020).

1.1.9.2 Usages alimentaires

Le concombre est cultivé pour son fruit. Ses fruits contiennent de l'eau (96,4 %), des protéines (0,4 %), des lipides (0,1 %), des glucides (2,8 %), du calcium (0,01 %), du phosphore (0,03 %), du fer (1,5 mg/100 g), de la crepsine enzymatique, des enzymes protéolytiques, de l'acide ascorbique, des oxydases, des déshydrogénases succiniques et maliques (Chu *et al.*, 2002). Ils contiennent aussi les lipides, les hydrates de carbonate et les vitamines A, B1 et B2 (Kankonde & Tollens, 2001). Le concombre est habituellement consommé cru, mais il est très savoureux, servi cuit en légume d'accompagnement. Pour cela, il doit être taillé en petits dés, qui peuvent être cuits à la vapeur ou être étuvés doucement dans un peu de matière grasse (Sissoko, 2010).

1.1.9.3 Usages sanitaire et diététique

Les propriétés médicinales du concombre avaient été décrites depuis sa découverte. Différentes parties de la plante à savoir, les feuilles, les fruits et les graines ont été explorées pour leurs avantages thérapeutiques (Mukherjee *et al.*, 2011). Quant au fruit, il est un potentiel agent dans les produits cosmétiques (Maity *et al.*, 2011). En effet, le concombre a des propriétés hydratante, cicatrisante, assainissante, anti-démangeaison, anti-ride, antimicrobien, antidiabétique, hypolipidémique, anti-diarrhéique, détoxifiant, anti-inflammatoire, anti-gonorrhéique et astringente. Il est utilisé pour divers problèmes de peau, y

compris le gonflement sous les yeux et coups de soleil (Nema *et al.*, 2011). Posé en rondelles sur les yeux, il permet de réduire le gonflement des paupières. L'eau contenue majoritairement dans ce fruit renferme une haute teneur en potassium qui, associée à son faible taux de sodium, en fait un allié idéal pour éliminer les toxines et l'excès d'eau dans l'organisme. Consommé régulièrement, il est un excellent draineur et favorise la dissolution de calculs rénaux. Le jus de concombre absorbé à jeûn a des propriétés dépuratives et apéritives (Sissoko, 2010). Il est un puissant draineur, désintoxiquant et dissolvant des déchets, du cholestérol, de l'acide urique et de l'acide oxalique qui encrasse les artères et les articulations. Sa consommation agit sur la glycémie, les rhumatismes et les affections intestinales puis respiratoires (Caru & García, 2016). Il permettrait de lutter contre la multiplication des cellules pancréatiques cancéreuses, donc limiterait les risques de cancer des ovaires, du sein, de l'endomètre et de la prostate. L'équivalent d'une tasse remplie de concombres couvre environ 20 % des besoins quotidiens en vitamine K, dont le corps a besoin pour solidifier les os. Associer une consommation régulière de concombre avec des aliments riches en vitamine D permettrait de réduire le nombre de fractures en augmentant la densité des os. Pour la santé de notre cœur, le concombre est riche en potassium et en vitamine K. Il contribue donc au maintien de la santé cardiovasculaire (Debnath *et al.*, 2021).

1.1.10. Principales maladies

De nombreuses maladies d'origines bactérienne, fongique et virale peuvent affecter le concombre à tous les stades de développement. Les maladies foliaires entraînant de graves dégâts sont des maladies fongiques dont le mildiou (*Pseudoperonospora cubensis*), l'oïdium (*Erysiphecichora cearum et Sphaerotheca fuliginea*) et la pourriture (*Trichothecium roseum* ou *Didymella bryoniae*) (Anonymes, 2008).

1.1.10.1 Flétrissement bactérien

Le flétrissement bactérien est causé par *Erwinia tracheiphila*. Le parasite envahit les vaisseaux des feuilles puis ceux de la tige jusqu'à la base des plants. Il provoque des zones vert terne et molles sur les feuilles (Kritzman & Zutra, 1983).

Comme méthode de lutte, on peut prévenir la maladie en posant des moustiquaires sur les châssis et les portes afin d'empêcher les chrysomèles du concombre, qui sont des vecteurs de la maladie.

1.1.10.2 Mildiou des cucurbitacées

Le Mildiou des cucurbitacées est causé par *Pseudoperonospora cubensis*. Il se manifeste par des petites taches jaunes sur la surface des vieilles feuilles. Le centre de la tache brunit et la feuille meurt.

Pour lutter contre ce parasite, il faut éviter d'arroser les feuilles; volatiliser du lithothamne (calcium) avec une poudreuse ventrale pour assécher les feuilles. L'huile de neem, d'orange douce et le cuivre peuvent ralentir l'évolution. En cas de culture sous abri il faut bien aérer la serre (Gourmel, 2014).

1.1.10.3 Pourriture amère (moisissure rose)

La pourriture amère ou moisissure rose est causée par *Trichothecium roseum*. Cette maladie se manifeste par de petites lésions qui apparaissent sur la face supérieure des feuilles et de plus grandes et plus nombreuses sur la face inférieure. Au départ, les lésions apparaissent huileuses, cernées d'une bordure jaunâtre assez large.

Une attention soutenue à la ventilation de la serre et à la régulation de l'humidité contribuent à prévenir cette maladie (Gourmel, 2014).

1.1.10.4 Oïdium

L'Oïdium est causé par *Sphaerotheca fuliginosa* et *Erysiphe cichoracearum*. Cette maladie est visible par des taches blanches et poudreuses s'étendant sur les deux surfaces des feuilles. En conditions chaudes (23-26 °C) et sèches, elle provoque des séchements rapides des tiges et pétioles qui sont également touchées.

Pour lutter contre cette pathologie, il faut choisir des variétés résistantes (Px) et détruire les parties touchées. Il faut également traiter préventivement à l'huile de neem ou d'orange douce et à titre curatif avec *Subtilis bacillus* ou au soufre (éviter les heures les plus chaudes de la journée) (Gourmel, 2014).

1.1.10.5 Verticilliose du concombre

Verticillium dahliae ou *Verticillium albo-atrum* est l'agent causal de la Verticilliose du concombre. L'infection des plants se fait par le sol et les microbes y sont très persistants. La verticilliose est favorisée par des basses températures même si les symptômes n'apparaissent généralement qu'en temps chaud.

Pour y remédier, il faut maintenir un sol chaud et assurer une période de lumière assez longue tout en évitant la fertilisation excessive. Désinfecter le sol, soit par solarisation ou le traitement à la vapeur, semble la seule méthode de contrôle éprouvée (Tjamos, 1979).

1.1.10.6 Fonte des semis (pourriture des racines)

Le *Pythium* spp cause la fonte des semis. La maladie se manifeste par une pourriture brun-orangé au collet, qui peut progresser vers le haut de la tige sur une distance de 8 à 10 cm.

Pour l'éviter, les plantes ne doivent pas être trop rapprochées. Les plantes gravement infectées au début de la saison peuvent être éliminées et repeupler la zone de plants sains (Gerlagh & Blok, 1988).

1.1.10.7 Virus de la jaunisse (Virus du concombre)

Le virus peut infecter les plantes à tous les stades de croissance. Si les plantules sont infectées, les cotylédons flétrissent ou jaunissent et les plantes sont rabougries suivies de tâches en mosaïque accompagnée de boursouflures.

Le moyen de lutte est d'éliminer le réservoir de plantes-hôtes autour des champs de concombres, ce qui réduit habituellement la quantité d'inoculum primaire. Il faut éviter le chevauchement des cultures et ne planter qu'une nouvelle culture près de cultures infectées ou de leurs résidus (Gourmel, 2014).

1.1.11 Quelques insectes inféodés à la culture du concombre

Plusieurs insectes s'attaquent au concombre avec des dégâts variables selon l'espèce. L'on peut citer entre autre la Chrysomèle rayée, les mouches, les Pyrales des Cucurbitacées, les Thrips, les Pucerons et les punaises qui sont les plus voraces (Hinds & Hooks, 2013).

1.1.11.1 Chrysomèle rayée (*Acalymma vittatum*, Coléoptères)

La chrysomèle rayée (*Acalymma vittatum*) est un petit coléoptère très répandu (Figure 3). Au stade adulte, la chrysomèle mesure 8 à 12 mm de longueur et la larve 5 mm. Elle est l'un des ravageurs du concombre qui attaque dès la germination. Les adultes consomment les feuilles, les tiges, les fleurs et les fruits, les larves attaquent les racines et la tige. Les larves se nourrissent des racines (Boukli, 2012). Elle transmet le flétrissement bactérien causé par *Erwinia tracheiphila*. Cette maladie peut entraîner jusqu'à 50 % de mortalité chez certains cultivars (Lefrançois *et al.*, 2003). Duval (1994) a remarqué auparavant que les adultes consomment les feuilles, les tiges, les fleurs et les fruits. Les larves attaquent les racines et la tige. En période sèche, elles semblent être le principal problème sur les cultures de Cucurbitacées (Babo *et al.*, 2004). Les dégâts peuvent être très importants sur les jeunes plants. Les plantes plus âgées peuvent supporter jusqu'à 25 % de feuillage (Berthon, 2015).



Figure 3 : *Acalymma vittatum* sur feuille de Cucurbitaceae (Gourmel, 2014)

1.1.11.2 Mouches de fruit (Diptères)

Les mouches des fruits sont essentiellement de la famille des Tephritidae qui regroupe des espèces de Diptères Brachycères. L'adulte mesure entre 5 et 6 mm de long. Ils sont tâchetés et l'abdomen est formé de 5 à 6 segments (Figure 4). Deux cent cinquante (250) espèces d'importance économique au plan mondial, causent chaque année des dégâts sur les cultures fruitières et légumières (N'Dépo *et al.*, 2009). Les mouches des Cucurbitacées sont l'un des principaux ravageurs des cultures légumières. Seules les femelles adultes causent des dégâts en piquant les fruits des cultures attaquées (Zakari *et al.*, 2014). Elles peuvent occasionner des dégâts importants de l'ordre de 90 à 100 % de pertes en culture de plein-champ. De par leurs attaques, ces ravageurs dégradent et déprécient les fruits proches de la récolte, cultivés à des fins commerciales en les rendant impropres à la consommation (Christian, 2010). Ces pertes sont en moyenne de 20 % en culture de concombre sous-abris (Meignan, 2011). Certaines espèces telles que *Zeugodacus cucurbitae*, *Dacus ciliatus* et *Dacus demmerezi* sont inféodées aux Cucurbitaceae (Orian & Moutia, 1960 ; Etienne, 1974). *Bactrocera invadens*, *Ceratitis anonae*, *Ceratitis cosyra* et *Ceratitis breinii* sont inféodées à la mangue (N'Dépo *et al.*, 2009).

1.1.11.3 Pyrales des Cucurbitacées (*Diphania* sp. Lépidoptères)

Les pyrales appartiennent aux Familles des Pyralidae et des Crambidae. Les adultes ont une envergure de 50 mm de long. Elles sont actives la nuit et reconnaissable par ses ailes blanches bordées de brun-noir. La Figure 5A présente un adulte de *Diphania nitidalis* libre. Chez *D. hyalinata*, les chenilles sont toujours vertes. Quant aux chenilles de *Diphania nitidalis*, elles sont claires et ponctuées de noir au premier stade (Figure 5B). Elles deviennent vertes au cinquième stade (Gourmel, 2014). Deux espèces appartenant au genre *Diphania* (*Diaphania nitidalis* et *Diphania hyalinata*) sont beaucoup présentes sur les Cucurbitacées (Bado *et al.*, 2004). Les adultes ne sont pas voraces. Les dégâts sont causés par les larves qui creusent des galeries dans les fruits de concombre et peuvent également consommer les fleurs, les feuilles et les tiges. Les trous d'entrée de la larve dans le fruit sont aussi des portes d'entrée pour diverses maladies fongiques ou bactériennes (Figure 5C) (Berthon, 2015).

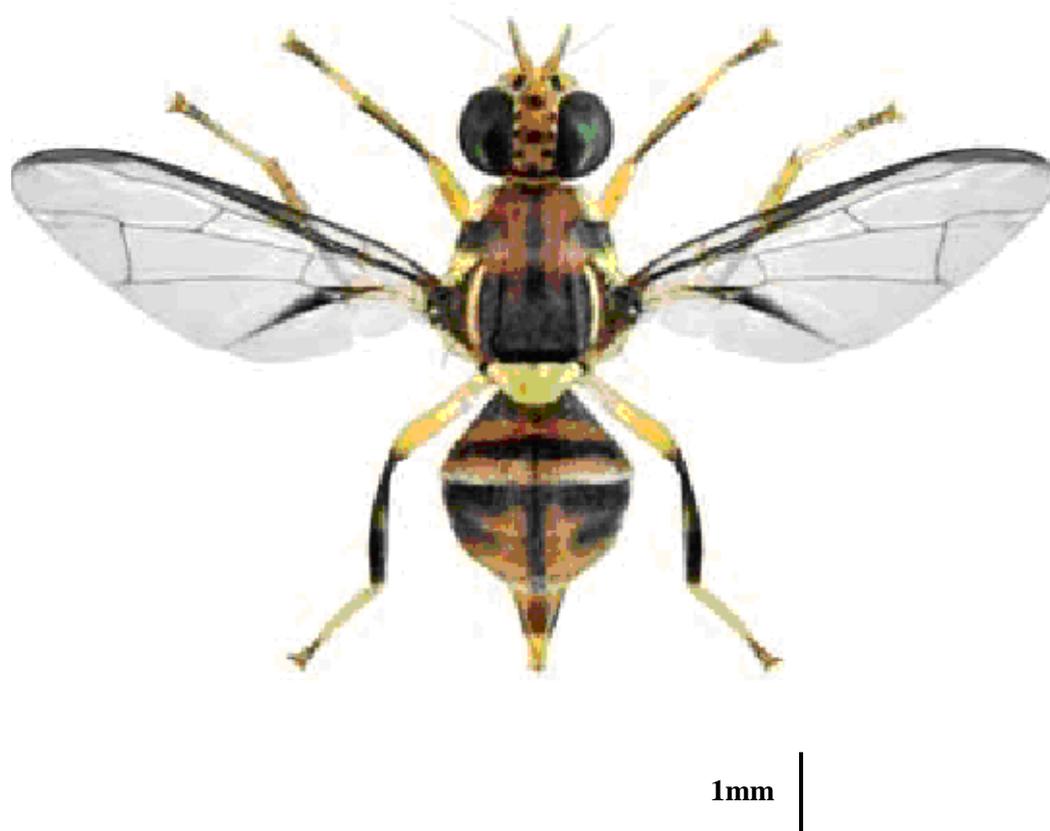


Figure 4 : Mouches de fruit *Bactrocera dorsalis* (Source : N'Dépo *et al.*, 2009)

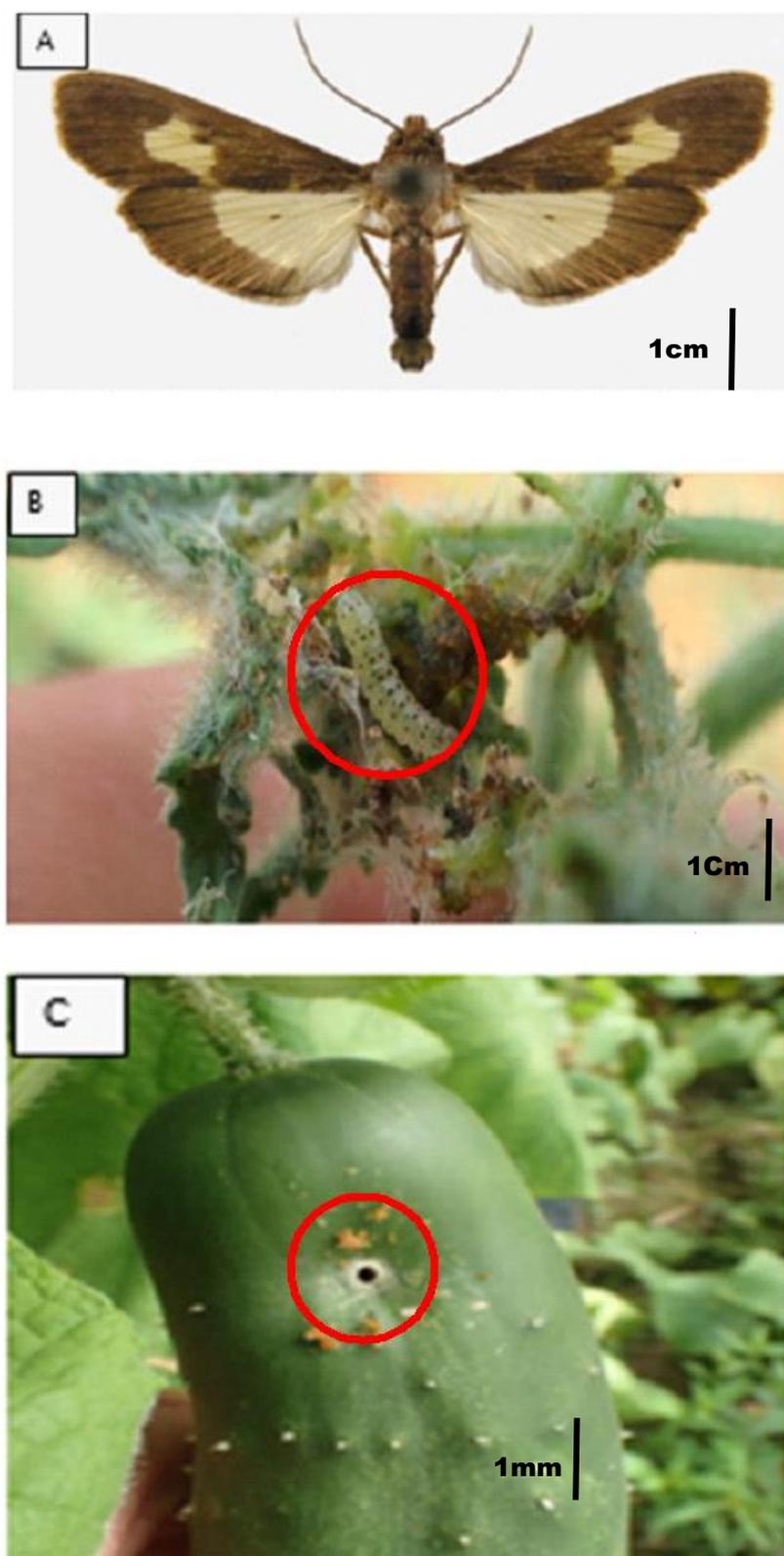


Figure 5: Pyrales ravageurs du concombre (Berthon, 2015)

A : adulte de *Diphania nitidalis* ; B : Larve de *D. nitidalis* et C : Dégâts de larve de *D. nitidalis* sur fruit de concombre.

1.1.11.4 Thrips (Thysanoptères)

Les thrips appartiennent à la famille des Thripidae. Ils sont de très petite taille mesurant en général 1 à 2 mm, de couleurs jaune, noire ou brune. Ils grattent la surface des tissus avec leurs pièces buccales pour ensuite les piquer pour se nourrir, entraînent des décolorations et déformations des tissus sur les jeunes plants et leur croissance est ralentie. Ils favorisent l'installation de champignons saprophytes (Hamdini, 2009). Les espèces *Thrips tabaci* et le *Frankliniella occidentalis* s'attaquent au concombre, poivron, melon, aubergine, chrysanthème et rosier. Dans la culture du concombre, les thrips occasionnent la courbure des fruits et des pertes de rendements. Ils peuvent transmettre le virus de la tache bronzée de la tomate. Les larves et les adultes des thrips endommagent les plantes en frottant et en égratignant les tissus végétaux ce qui laisse sortir la sève qu'ils sucent par la suite. Ceci a pour effet de provoquer l'apparition de taches pâles et argentées et la déformation des points de croissance. D'autres espèces de thrips telle que *Thrips palmi*, *Heliothrips haemorrhoidalis* et *Frankliniella* spp. s'attaquent à la tomate (Duval, 1993).

1.1.11.5 Pucerons (Hémiptères)

Les pucerons sont des insectes appartenant à l'Ordre des Hémiptères dominée par la famille des Aphididae (Astier *et al.*, 2001 ; Simon *et al.*, 2002). Leur taille dépasse rarement 4 mm. Ils sont dotés de pièces buccales de type piqueur-suceur qui leur permettent de percer les parois végétales et d'atteindre les vaisseaux du phloème pour y prélever la sève dont ils se nourrissent (Jack & Perry, 2004). Les pucerons sont vecteurs de virus et leurs plantes-hôtes sont les Cucurbitacées et de nombreuses plantes adventices. Leurs piqûres n'occasionnent pas de blessures visibles, mais les prélèvements répétés de sève sont préjudiciables à la plante puisqu'ils constituent pour elle une perte d'énergie (Gourmel, 2014). Le virus de la jaunisse des Cucurbitaceae *Cucurbit Aphid-Borne Yellows Virus* (CABYV) est transmis par les pucerons (Lecoq & Desbiez, 2012).

1.1.11.6. Punaises (Hétéroptères)

La punaise est un petit insecte plat d'environ 6 mm de longueur. Elle possède un appareil buccal de type piqueur-suceur, deux paires d'ailes mais toutes ne sont pas phytophages. Son appareil buccal ne leur permet d'ingérer que des liquides qui peuvent être d'origine végétale (sève) ou animale (Gourmel, 2014). Le groupe des punaises est très diversifié. Il compte environ 80 familles dont la plupart sont phytophages. *Lygus lineolaris* (Figure 6) qui est une

punaise terne s'attaque au concombre, à la tomate, au poivron et à l'aubergine (Carrier & Sénécal, 2013). Elle est présente partout dans la nature et attaque une multitude de cultures. Quant à *Leptoglossus gonagra* appartenant à la famille des Coreidae a été retrouvée sur plusieurs plantes-hôtes de la famille des Cucurbitaceae. Elle se nourrit de la serve des fruits des jeunes tiges (Gourmel, 2014).



Larve de *Lygus lineolaris*

Figure 6 : *Lygus lineolaris* du quatrième stade (Young, 1986)

1.2 Généralités sur les Hétéroptères

Les Hétéroptères sont présents dans toutes les régions zoogéographiques (Yeboue *et al.*, 2015). Ils renferment un grand nombre d'espèces tropicales réparties dans plus de 70 familles. Environ 75 000 espèces ont été décrites dans le monde (Carver *et al.*, 1991; Dolling, 1991; Leraut, 2003). En Côte d'Ivoire, 745 espèces d'Hétéroptères ont été recensées à ce jour, parmi lesquelles 130 appartiennent à la famille des Coreidae (Yeboue *et al.*, 2015).

1.2.1 Description des Hétéroptères

Le sous-ordre des Hétéroptères (Miridae, Coreidae et autres punaises) et des «Homoptères» (cigales, cicadelles, aleurodes, pucerons, cochenilles) font partie de l'Ordre des Hemiptères (Schuh & Slater, 1995; Wheeler, 2001). Les Hétéroptères sont des insectes hémimétaboles (en général, cinq stades larvaires) qui se caractérisent par des ailes antérieures semi membraneuses, un rostre piqueur-suceur, une gula formée par la fusion ventrale des plaques maxillaires et des glandes odoriférantes métathoraciques, responsables de l'odeur de punaise. La taille des Hétéroptères va de moins de 2 mm (Micronecta, Dipsocoridae) à plus de 10 centimètres (la plupart des Coreidae et certains Belostomatidae). On rencontre différentes familles à savoir Capsidae ou Miridae, Coreidae, Lygeidae, Pentatomidae, Pyrrhocoridae, Tingidae, etc. Les piqûres de ces insectes causent des dégâts mécaniques qui dilacèrent les tissus végétaux et transmettent parfois de graves maladies virales (Yeboue *et al.*, 2014).

1.2.2 Biologie des Hétéroptères

1.2.2.1 Régime alimentaire

Leur régime alimentaire est très varié. La plupart des Hétéroptères se nourrissent de la sève de plusieurs espèces végétales (Villiers, 1952). Certaines espèces sont monophages (*Cossutia* spp.) tandis que d'autres sont polyphages (*Anoplocnemis* spp., *Clavigralla* spp., *Homoeocerus* spp., *Cletus* spp., *Leptoglossus* spp.). Les polyphages sont des ravageurs des plantes cultivées et spontanées. Ils se nourrissent de sève grâce à leur pièce buccale adaptée, en forme de rostre, qui leur permet de pénétrer l'épiderme de la feuille, des tiges, des fruits ou l'écorce du tronc. Certains Hétéroptères sont hématophages et se nourrissent du sang des Mammifères et des Oiseaux tels que: *Cimex lectularis* (Cimicidae) et *Triatoma* spp. (Reduviidae). D'autres sont des prédateurs et se nourrissent d'insectes qu'ils capturent à l'aide de leurs pattes antérieures (Reduviidae: *Rhinocoris carmelita*) (Leraut, 2003). Au moment de se nourrir, les Hétéroptères explorent, au moyen des soies apicales de leur rostre, la surface du tissu végétal ou animal qu'ils veulent perforer. Les stylets maxillaires et mandibulaires leur servent à dilacérer les

tissus et perforer les organes. Une fois les stylets introduits dans les tissus attaqués, la salive est projetée dans le canal salivaire au moyen d'une pompe pharyngienne. Cette salive a pour action de dissoudre le contenu et les parois des cellules créant ainsi un passage aux stylets et facilitant l'aspiration des sucres végétaux ou du sang. La réaction des tissus est souvent caractérisée par des galles ou des chancres caractéristiques (Leraut, 2003).

1.2.2.2 Reproduction et développement

Les Hétéroptères s'accouplent dans des positions très variées conditionnées par la structure des organes reproducteurs des insectes (Villiers, 1952). Il a été observé l'accouplement par superposition (le mâle monte sur le dos de la femelle, exemple d'*Anoplocnemis curvipes* Fabricius) et l'accouplement en opposition où le mâle et la femelle sont opposés en un angle obtus formé par l'apex des abdomens (cas de certains Reduviidae) (Villiers, 1952). Les œufs des Hétéroptères sont en général déposés dans le milieu fréquenté par les adultes. Ils sont de formes très variées pouvant être arrondis, ovoïdes, fusiformes et présentent des ornements de soies, épines ou cannelures. La coloration varie également selon les groupes. Ces œufs sont munis d'un dispositif de fixation lors de la ponte. Ils sont pondus sur les troncs, les tiges, à l'aisselle ou à la face inférieure des feuilles. Les œufs sont pondus soit en masse compacte ou isolément disposés suivant une ligne droite (*Anoplocnemis curvipes* Fabricius) ou une ligne courbe (Villiers, 1952). Ils sont parfois introduits dans l'écorce des arbres ou des fruits (*Helopeltis* spp.). Les œufs de *A. curvipes* sont violet-brun, semi-cylindriques, aux extrémités tronquées et mesurant 3 mm de longueur. Ils sont pondus en files régulières soit à la surface inférieure des feuilles soit sur les tiges. Les œufs de cette espèce sont abondants surtout en saison des pluies. Chez certains Coreidae, les œufs sont collés sur la plante grâce à un pédoncule. L'œuf pondu possède un opercule d'éclosion très net qui occupe la région de son pôle antérieur. Cet opercule se détache ou s'ouvre comme un couvercle suivant une ligne régulière au moment de l'éclosion (Villiers, 1952). Dès l'éclosion, les jeunes larves d'Hétéroptères ressemblent aux adultes aussi bien dans leur structure générale que leur habitat. Néanmoins, il existe un certain nombre de différences portant sur l'absence d'ailes et d'ocelles. En outre, les tarsi comptent généralement un article en moins et ont une couleur différente de celle des adultes (Leraut, 2003).

1.2.3 Ennemis naturels des Hétéroptères

Selon Conradi (1904), les sécrétions des glandes odoriférantes des Hétéroptères sont toxiques. Cela n'exclut pas le fait que certains d'entre eux soient la proie d'un grand nombre de

prédateurs contre lesquels les sécrétions odoriférantes paraissent inefficaces. Les principaux prédateurs connus des Héteroïptères sont les oiseaux, les reptiles, les batraciens, les fourmis et les araignées (Gillon, 1973 ; 1974).

1.2.3.1 Oiseaux

Les oiseaux se nourrissent de nombreux insectes (Dajoz, 1980). Les Héteroïptères sont un des Ordres qui constituent la base de la nourriture des oiseaux et plus spécialement pour les Falconidae notamment les coucous, les rolliers, les moqueurs, les fauvelles et les peigrichés (Thiollay, 1970).

1.2.3.2 Lézards

Les lézards sont les prédateurs les plus réguliers des Héteroïptères. Le régime alimentaire de cinq espèces de lézards (*Mabuya perrotetis*, *M. maculilabris*, *M. buettneri* et *Panaapis nimbaensis*) est composé d'Héteroïptères (Barbault, 1973).

1.2.3.3 Batraciens

Les batraciens sont essentiellement insectivores, ils se nourrissent régulièrement d'Héteroïptères. L'étude des régimes alimentaires des batraciens révèle que les espèces telles que *Ptychadena pulmilio*, *Ptychadena macCarthyensis*, *Bufo regularis*, *Hyperolius nasutus*, *Phrynobatrachus gutturosus*, *P. accraensis*, *Leptopelis viridis* et *Ptychadena oxyrhynchus* se nourrissent des Héteroïptères (Barbault, 1973). L'étude des contenus stomacaux de ces mêmes batraciens vivant au Sud-ouest de la Côte d'Ivoire, montre que 15 % de leurs proies sont des Héteroïptères (Bellier *et al.*, 1969).

1.2.3.4 Autres prédateurs

Ils sont constitués d'une part d'autres insectes que sont des fourmis carnivores, des mantes religieuses, des punaises Reduviidae, et d'autre part des araignées et des acariens (David *et al.*, 2019). Les Reduviidae prédateurs de Coreidae sont : *Rhinocoris albopilosus* Signoret, *R. carmelita* Signoret, *Vestula lineaticeps* Phonoctonus *fasciatus* Pallisot de Beauvois, *Cosmoclopius nigroannulatus* Stål et *Nagasta* sp. (Dabiré, 2001 ; Rocha *et al.*, 2002).

1.2.4 Famille des Coreidae

La famille des Coreidae est présente dans les pays chauds, ce sont des phytophages redoutables des cultures comme le manioc, le cotonnier, l'oranger, le goyavier, le riz et les Cucurbitaceae (Maurice, 1980). La famille des Coreidae est composée de la Sous-famille des Pseudophloeinae et la Sous-famille des Coreinae (Claude *et al.*, 2012). Dans la région

tropicale, toutes les sous-familles et 16 tribus sont représentées. Dans les écosystèmes tropicaux, ils se nourrissent d'herbes et d'arbustes dans les zones ouvertes des forêts ainsi qu'aux lisières. Cette famille comporte environ 252 genres et 1 802 espèces dans le monde dont 500 sont spécifiques à l'Afrique (Schuh & Slater, 1995). Certaines espèces sont très colorées et des expansions inhabituelles d'antennes, d'angles huméraux, de fémurs ou de tibias se produisent dans de nombreux groupes. Certains d'entre eux ne bougent presque pas même lorsqu'ils sont dérangés et volent à peine pour s'échapper. D'autres sont extrêmement agiles, s'envolent rapidement lorsqu'ils sont dérangés (José *et al.*, 2017). Les coreidae font l'objet de prédation en occurrence, ses œufs sont parasités par des insectes appartenant à l'ordre des Hyménoptères. Les œufs de *Clavigralla tomentosicollis* (Coreidae, Pseudophloeinae) et *Leptoglossus phyllopus* (L.) (Coreinae) sont parasités par *Ooencyrtus* spp. (Encyrtidae), *Gryon gnidus* syn. *G. fulviventris*, *G. clavigrallae* (Scelionidae) et *Anastatus* sp. (Scelionidae) (Asante *et al.*, 2000 ; Romeis *et al.*, 2000 ; Abudulai *et al.*, 2001 ; Dabiré, 2001).

1.2.4.1 Sous-famille des Pseudophloeinae

Les individus de cette Sous-famille ont plusieurs caractères morphologiques et de couleur brune foncée. Les différences sont parfois subtiles entre les espèces. Cette sous-famille comporte 5 tribus que sont les Clavigrallini, les Clavigralloides, les Gralliclava, les Oncaspidia et des Pseudophloeini. L'espèce type pour cette sous-famille est *Pseudophloeus Burmeister*. Les articles antennaires 2 et 3 sont subégaux, le pronotum est épineux même sur son bord postérieur et les métafémurs sont dentés. La sous-famille des Pseudophloeinae comporte 8 espèces que sont *Arenocoris falleni*, *Arenocoris waltlii*, *Bathysolen nubilus*, *Bothrostethus annulipes*, *Ceraleptus gracilicornis*, *Ceraleptus lividus*, *Coriomeris denticulatus*, *Coriomeris hirticornis* (Moulet, 1995).

1.2.4.2 Sous-famille des Coreinae

La sous-famille des Coreinae de l'Afrique Centrale et de l'Ouest renferme plusieurs tribus dont les Mictini qui sont constitués de plusieurs genres. Il s'agit des genres *Anoplocnemis*, *Callichlamydia*, *Cipia*, *Cossutia*, *Elasmopoda*, *Kollerella*, *Mygdonia*, *Odontolaba*, *Paranoplocnemis*, *Plectropoda*, *Plectropodoides*, *Phyllogonia*, *Puppeia*, *Thryallis* et *Leptoglossus* qu'on rencontre fréquemment en Côte d'Ivoire. De récentes études menées en Côte d'Ivoire signalent 85 espèces au sein de la sous-famille des Coreinae réparties en 11 tribus et 41 genres (Yeboue *et al.*, 2014). En Côte d'Ivoire en général, les Coreinae se

rencontrent plus en forêt qu'en savane (Yéboué *et al.*, 2015). Chez la tribu Anisoscelini, la distance entre les ocelles est plus grande que celle d'un ocelle à un œil. La membrane des ailes antérieures n'est pas transparente. Les Coreidae sont des inoculateurs de maladies à virus, à bactéries et de maladies cryptogamiques entraînant la déformation, la décomposition et souvent la mort des végétaux (Delvare & Aberlenc, 1989 ; Riou, 1995). Les pattes des insectes de cette tribu ne sont pas allongées comme celles des Alydini (Schaefer, 1965). La tribu des Anisoscelini est représentée par plusieurs genres, parmi lesquels le genre *Leptoglossus* Guérin qui est représenté partout dans le monde entier et par conséquent en Côte d'Ivoire (Yebooue, 2008). Dans le cas de notre étude, nous allons nous intéresser à *L. membranaceus*.

1.2.4.3 Description de *Leptoglossus membranaceus* Fabricius (1781)

Leptoglossus membranaceus est encore appelé *Cimex mornordiaceae*, *Anisoscelis orientalis*, *Anisoscelis flavoprunctatus*, et *Cimex membranaceus*. La longueur du mâle est comprise entre 15 et 18 mm et celle de la femelle va de 17 à 20 mm. La coloration générale est noire avec un corps allongé (Figure 7A). Les pattes postérieures sont longues à tibias très dilatés à la base. La partie médiane des articles antennaires II et III, la bande latérale longitudinale derrière les ocelles et la base du tylus sont rougeâtres. La partie apicale de l'IVème article est noirâtre. Il a une large bande transversale recourbée en avant du pronotum. Deux petites taches latérales sont à la marge basale du scutellum et deux autres à la partie postérieure de la corie. Des taches plus ou moins arrondies sont présentes en dessous de la tête. Le pronotum a des angles huméraux proéminents avec une longue épine de chaque côté. Les pattes sont noires avec une petite tache orange sur la dilatation des tibias postérieurs. En position ventrale, tout le corps de l'insecte est parsemé de taches orange (Figure 7B). L'appareil reproducteur de ces insectes comprend l'appareil génital femelle et l'appareil génital mâle qui se composent chacun de deux parties : une interne et l'autre externe (Cassier *et al.*, 1997). La partie interne comporte deux ovaires, deux oviductes latéraux, et un oviducte médian qui débouche dans un atrium génital constitué de zones spécialisées que sont le vagin, la bourse copulatrice, la poche incubatrice ou l'utérus (Pendergrast, 1957). Selon Appert & Deuse (1982), les larves de *L. membranaceus* Fabricius sont verdâtres. Le nombre de mues est de 5 et avant la dernière, des rudiments alaires sont visibles et font saillie dans des fourreaux alaires (Yebooue, 2008).

1.2.4.4 Position systématique

Règne	:	Animalia
Embranchement	:	Arthropoda
Sous-embranchement.	:	Hexapoda
Classe	:	Insecta
Sous-classe	:	Pterygota
Infra-classe	:	Neoptera
Ordre	:	Hemiptera
Sous-ordre	:	Heteroptera
Infra-ordre	:	Pentatomomorpha
Super-famille	:	Coreidea
Famille	:	Coreinae
Tribu	:	Anisoscelini
Genre	:	<i>Leptoglossus</i>
Espèce	:	<i>Leptoglossus membranaceus</i> Fabricius (1781)

1.2.4.5 Dégâts de *Leptoglossus membranaceus* sur le concombre

Le concombre est l'une des cultures les plus attaqués par *Leptoglossus membranaceus*. Lorsqu'il est attaqué, l'extrémité de la plante devient incapable de maintenir une croissance normale. Il fait de petites incisions à l'extrémité des plants à l'aide de ses pièces buccales. Au même moment, de la salive toxique est injectée dans les cellules de la plante ; ce qui interfère avec la croissance normale de cette dernière et peut même l'arrêter dans certains cas (Carrier & Sénécal, 2013).

Chez *L. membranaceus*, la larve et les adultes sont des piqueurs-suceurs. Leurs piqures d'alimentation, parfois accompagnées de toxine, causent des renflements et des trous sur les tiges, les feuilles et les fruits qui se déforment (Figure 7C). Plus les plants sont jeunes, plus ils sont sensibles à leurs dégâts de nutrition. Il peut arriver que des dommages sévères aillent jusqu'au frémissement des feuilles et la mort des plants (Liette & Müller, 2015).

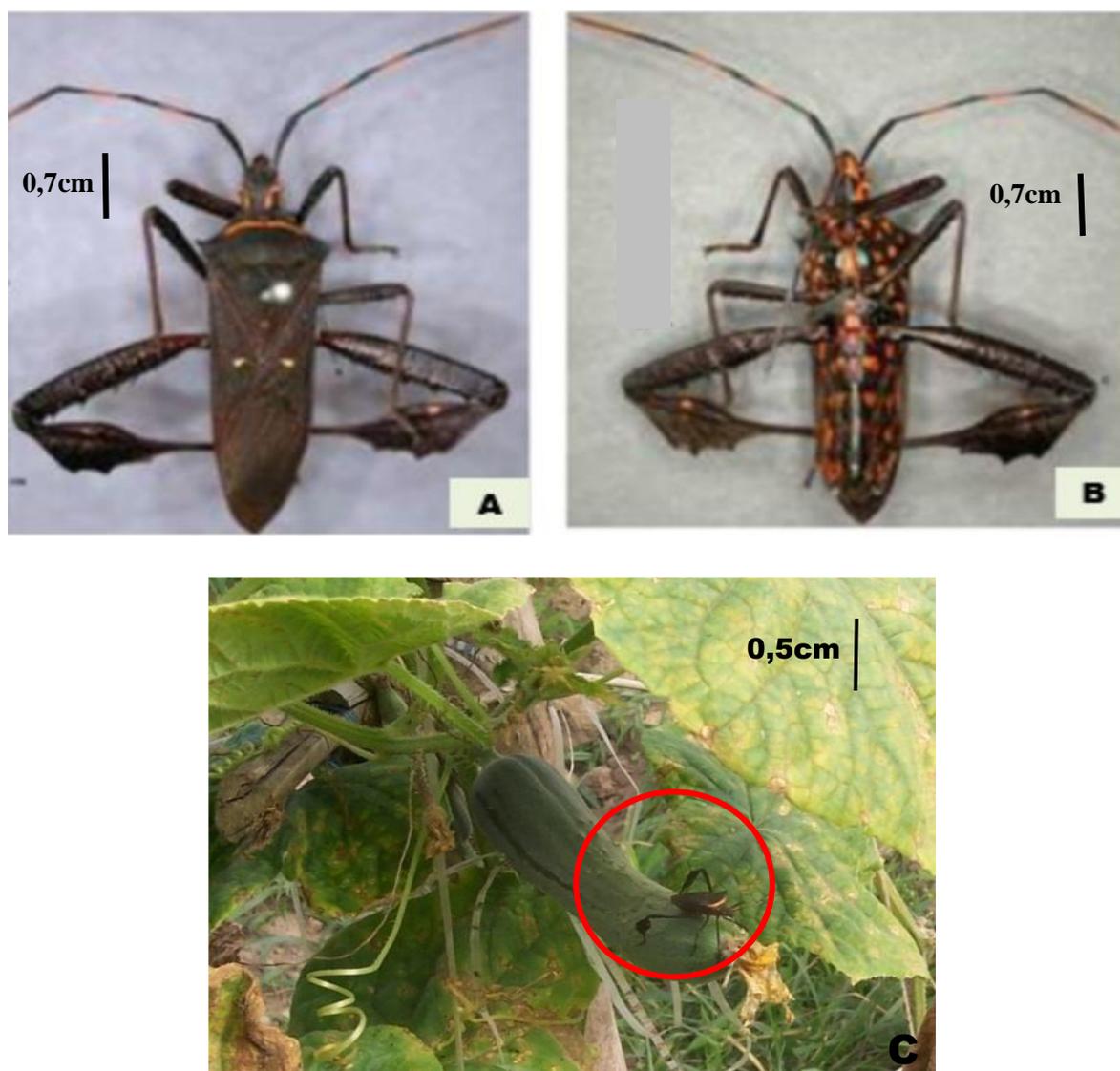


Figure 7 : *Leptoglossus membranaceus* (Yeboue *et al.*, 2015)

A : vue dorsale; B : vue ventrale ; C : Sur fruit de concombre

1.3 Moyens de Lutte contre les insectes ravageurs du concombre

En agriculture, la lutte contre les ravageurs des cultures se fait avant tout de manière préventive plutôt que curative (Brust *et al.* 2003). Il s'agit donc de gérer le système agricole pour que les insectes nuisibles aient des difficultés à trouver leurs hôtes et que les ennemis naturels soit suffisants pour maintenir la pression phytosanitaire en dessous d'un seuil économique critique. Pour ce faire, la phytoprotection en production est basée sur deux fondements que sont la biodiversité et la prévention. Dans un système agricole de gestion biologique, une plus grande biodiversité favorisera un réseau trophique plus complexe et, par conséquent, une plus grande stabilité. Par ailleurs, la prévention fait partie d'une des principales composantes de la lutte. Finalement, la lutte curative reste le dernier maillon de défense (Boisclair & Estevez, 2006).

1.3.1 Lutte agronomique

La lutte agronomique est basée sur l'entretien de la parcelle. Elle consiste au nettoyage régulier de la parcelle en vue d'éliminer les mauvaises herbes et de détruire les résidus de cultures. Elle consiste également à supprimer les premières feuilles attaquées par les larves mineuses de *Liriomyza* spp. (Djidi & Fondio, 2013). Les semis peuvent être faits en pépinière sous-abris au lieu du semis au champ afin de protéger les jeunes plants qui sont plus susceptibles à la déprédation de ces insectes. La culture peut également être réalisée sous filet si le précédent cultural n'est pas une Cucurbitacée. La collecte et la destruction des feuilles fortement minées peuvent aider à contrôler le ravageur (Berthon, 2015). En Côte d'Ivoire, *L. membranaceus* en particulier est une espèce à deux pics de croissance dont l'un se situe dans le mois d'avril et l'autre en juillet. Pour réduire les attaques de cet insecte il est donc préférable d'éviter ces périodes d'abondance (Yeboue, 2008).

1.3.2 Lutte chimique

Elle repose essentiellement sur l'emploi des insecticides chimiques qui sont de divers types. La chimie occupe indiscutablement la place la plus importante dans la lutte contre les insectes nuisibles aux cultures (Fondio & Djidji, 2007). Le Kaolin (silicate d'alumine hydraté) est appliqué aussi en prévention, avant l'apparition des chrysomèles dans le champ, dès le stade cotylédon ou sur les transplants. Les applications de kaolin doivent être répétées cinq à sept jours pour maintenir la couverture blanche sur le feuillage le plus longtemps possible. Un maximum de cinq applications par année est conseillé. Le traitement à base de Décis (deltaméthrine) contrôle les pyrales mais n'a pas d'effet sur les pucerons. De plus, le Décis ne

doit pas être appliqué lorsque les températures sont supérieures à 25 °C. L'orthene (acéphate) contrôle la pyrale et les pucerons mais il faut respecter un délai avant la récolte qui est de 7 jours (Legault, 2006).

1.3.3 Lutte biologique

La lutte biologique consiste en l'utilisation des organismes vivants pour entraver, réduire ou éliminer des ravageurs. Plusieurs groupes d'organismes peuvent être utilisés en lutte biologique. Les principaux sont les micro-organismes, les nématodes, les insectes et les arachnides. Les organismes utilisés en lutte biologique doivent avoir un bon taux de reproduction, être spécifiques, avoir une bonne capacité d'adaptation et leur cycle de vie doit être synchronisé à celui du ravageur (Weeden *et al.*, 2007). Les prédateurs naturels tels que les Hyménoptères (Vespidae) et les larves des Syrphidae peuvent s'attaquer aux premiers stades larvaires de la Pyrale du concombre. Ces auxiliaires présents naturellement peuvent être favorisés en limitant les traitements insecticides et par l'implantation de plantes nectarifères à proximité de la parcelle. Les fourmis sont aussi d'excellents prédateurs des œufs de *Diphania* sp. (Berthon, 2015). On peut attirer les insectes utiles dans le potager en y associant directement ou tout près quelques-unes de leurs plantes à nectar et pollen favorites. Les membres de la famille de la carotte (aneth, carvi, fenouil et persil), de la menthe (cataire, hysope et mélisse) et de la marguerite (achillée et rudbeckie) ont la réputation d'attirer de tels insectes. En leur fournissant eau et abri, il est plus facile de les retenir à proximité. Les oiseaux et les crapauds sont aussi des aides précieux de lutte contre les insectes ravageurs (Howard *et al.*, 2000). Les prédateurs les plus importants des larves de la Chrysomèle rayée (Coléoptères) du concombre sont les fourmis et les carabes. Pour les adultes, il s'agit surtout des carabes (Duval, 1994). Des Tachinidae (Diptères) du genre *Celatoria* et des Braconidae (Hyménoptères) du genre *Centistes* sont aussi des parasitoïdes de chrysomèles adultes. Lorsqu'un puceron est parasité, il prend un aspect particulier et est alors qualifié de momie (Gourmel, 2014). L'utilisation de *Steinernema carpocapsae* permet de tuer les larves de mouches mineuses. Toutefois, ce produit de bio contrôle peut avoir un effet toxique sur les larves de coccinelles (auxiliaires importants dans la lutte contre les pucerons qui sont des vecteurs de virus sur cucurbitacées) (Fortin, 2004).

1.4 Généralités sur les plantes à effet insecticide

Depuis l'Antiquité, les Chinois, les Grecs et les Romains utilisaient des plantes ou extraits de plantes avec du soufre et de l'arsenic pour lutter contre les insectes. Il a été rapporté que les

Romains utilisaient des poudres préparées à partir de *Veratrum* sp. comme insecticides et rodenticides tandis que des extraits d'ifs (*Taxus baccata*) ont été utilisés par certains peuples de l'hémisphère nord (Schmutterer, 1992). Sous les tropiques, l'utilisation du neem (*Azadirachta indica* Juss. Meliaceae) est répertoriée depuis au moins 4 000 ans avant Jésus-Christ (Larson, 1989).

Au XIX^e siècle, seuls quelques composés d'origine végétale étaient identifiés et abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques parmi lesquels il y avait la nicotine (alcaloïde) et ses dérivés, la roténone, les pyrèthres et les huiles végétales.

Avec l'avènement de la Seconde Guerre mondiale, les produits phytosanitaires d'origine végétale furent relégués en arrière-plan au profit des pesticides chimiques de synthèse. Les problèmes de contamination de l'environnement, de résistance des populations de ravageurs et des effets nocifs sur les organismes non visés ont contribué au renouveau d'intérêt pour les molécules présentes dans les végétaux et les agents de contrôle des insectes. Plus de 2 000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées (Grainge & Ahmed, 1988 ; Jacobson, 1989 ; Philogène *et al.*, 2002 ; Seljåsen R. & Meadow R., 2006.). Certaines des plantes à effet biopesticide sont énumérées dans le tableau II. La roténone s'est révélée être un composé phytosanitaire du plus haut intérêt. Après une période d'accalmie autour de 1940, elle est redevenue populaire pour les adeptes de l'agriculture biologique. Elle est utilisée pour lutter contre le doryphore de la pomme de terre (Weinzeirl, 1998). Les pyrèthres servaient pour se débarrasser des poux lors des guerres napoléoniennes (Ware, 1991). Ces produits pouvaient provoquer de nombreux effets sur les mammifères mais vu leur instabilité à la lumière, à l'air et à l'humidité, ces risques étaient considérablement amenuisés. A cause de ces aspects, les pyrèthrinoïdes de synthèse ont fait leur apparition (Weinzeirl, 1998). Les huiles ont été utilisées très tôt dans la lutte contre les insectes sous forme d'émulsions. Elles sont considérées comme non toxiques pour les mammifères, lors d'un usage normal. Aujourd'hui, les huiles sont très utilisées aux États-Unis pour la protection des vergers contre certains insectes ravageurs (*Dysaphis plantaginea* et *Panonychus ulmi*) qui sont devenus résistants à diverses familles d'insecticides (Weinzeirl, 1998).

Le taux de croissance du marché prévu pour les biopesticides serait de 10 à 15 % contre 2 % pour les pesticides de synthèse, même si les pesticides chimiques de synthèse dominent largement actuellement les marchés mondiaux (89 % des matières actives) (Powell & Jutum, 1993 ; Riba & Silvy, 1993). Ces biopesticides peuvent être aussi bien utilisés en agriculture conventionnelle qu'en agriculture biologique, certains permettent aux plantes de résister à des stress abiotiques et d'une manière générale, ils sont moins toxiques que leurs homologues

chimiques. Même s'ils ont souvent la réputation d'être moins efficaces que ces derniers, les biopesticides sont l'objet d'un intérêt croissant de la part des exploitants, notamment dans le cadre de stratégies de lutte intégrée (Jovana *et al.*, 2014). Plusieurs travaux ont été menés sur le pouvoir thérapeutique du neem (*Azadirachta indica*). Le filtrat des feuilles et des fruits broyés est utilisé contre plusieurs espèces d'insectes ravageurs (Obeng-Ofori & Akuamoah, 1998). Le neem contient plusieurs composés actifs, mais l'azadirachtine est le composant principal (Schmutterer, 1990). Elle est contenue dans presque toutes les parties de la plante ; toutefois c'est dans la graine que le composé est plus concentré. Les sous-produits de Neem ont un effet répulsif qui inhibe la croissance et ils sont également toxiques contre les insectes (Schmutterer, 1985).

Tableau II: Quelques espèces de plantes tropicales testées pour leur effet insecticide (Glitho, 2002)

Familles	Genres	Espèces
ANNONACEAE	<i>Annona</i>	<i>Annona reticulata</i>
	<i>Monodora</i>	<i>Monodora myristica</i>
	<i>Xylopia</i>	<i>Xylopia aethiopica</i>
CAPARIDACEAE	<i>Boscia</i>	<i>Boscia senegalensis</i>
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha</i>	<i>Jatropha curcas</i>
	<i>Ricinus</i>	<i>Ricinus communis</i>
LAMIACEAE	<i>Aollanthus</i>	<i>Aollanthus pubescens</i>
	<i>Hyptis</i>	<i>Hyptis spicigera</i>
		<i>Hyptis suaveolens</i>
	<i>Ocimum</i>	<i>Ocimum basilicum</i>
		<i>Ocimum canum</i>
		<i>Ocimum gratissimum</i>
		<i>Ocimumkilimandicharium</i> <i>Ocimum suave</i>
LILIACEAE	<i>Allium</i>	<i>Allium cepa</i> <i>Allium sativum</i>
MELIACEAE	<i>Azadirachta</i>	<i>Azadirachta indica</i>
	<i>Cedrela</i>	<i>Cedrela odorata</i>
	<i>Melia</i>	<i>Melia azadirachta</i>
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus</i>	<i>Eucalyptus citriodora</i> <i>Eucalyptus tereticomis</i>
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>
	<i>Syzygium</i>	<i>Syzygium aromaticum</i>
PIPERACEAE	<i>Piper</i>	<i>Piper guineense</i> <i>Piper nigrum</i>
RUTACEAE	<i>Citrus</i>	<i>Citrus paradisiaca</i> <i>Citrus limon</i>
	<i>Zanthoxylum</i>	<i>Zanthoxylum alatum</i> <i>Zanthoxylum</i> <i>zanthoxyloides</i>
SOLANACEAE	<i>Capsicum</i>	<i>Capsicum frutescens</i>
	<i>Lycopersicon</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>
	<i>Nicotiana</i>	<i>Nicotiana tabacum</i>
UMBELIFERAE	<i>Diplolophium</i>	<i>Diplolophium africanum</i>
VERBENACEAE	<i>Lantana</i>	<i>Lantana camara</i>
	<i>Lippia</i>	<i>Lippia multiflora</i>
ZINGIBERACEAE	<i>Aframomum</i>	<i>Aframomum melegueta</i>
	<i>Curcuma</i>	<i>Curcuma longa</i>
	<i>Zingiber</i>	<i>Zingiber officinale</i>

1.5 Quelques plantes utilisées

Dans notre étude six espèces locales ont été utilisées du fait de leur forte présence à Daloa et il existe une forte bibliographie sur leur action anti-insectes. Ces espèces ce sont *Ricinus communis* Linné, 1753 ; *Thevetia peruviana* (Pers.) K. Schum, 1895; *Zingiber officinale* Roscoe, 1807 ; *Tithonia diversifolia* Hemsl. A. Gray, 1883; *Ocimum gratissimum* Linné, 1753, et *Hyptis suaveolens* (L.) Poit, 1806.

1.5.1 *Ricinus communis* Linné, 1753 (Ricin)

Ricinus communis communément appelé le ricin est de la famille des Euphorbiaceae. C'est un arbuste sempervirent, glabre, au bois tendre, souvent cultivé comme plante annuelle et atteignant 7 m de haut. Les feuilles sont simples, avec des bords à dents glandulaires et disposées en spirale. Le ricin se reproduit par graines qui sont enveloppées par des capsules. Cette plante est originaire du Nord-est de l'Afrique tropicale. (Maroyi, 2007).

Le ricin peut être utilisé comme larvicide. Ainsi les extraits aqueux des feuilles et des graines présentent-ils des effets toxiques sur les larves de moustiques *Culex pipiens* (Ghnimi *et al.*, 2014). Ces extraits aqueux causent la mortalité (54 à 71 %) des larves de *Plutella xylostella*, la déformation (ailes et pattes) des adultes à l'émergence et réduit l'oviposition (Tounou *et al.*, 2011). Sur les moustiques culicidés, la mortalité des larves atteint un taux de 100 % à partir d'une concentration de 4 % (Brahim *et al.*, 2006).

1.5.2 *Thevetia peruviana* (Pers.) K. Schum, 1895 (Laurier jaune)

Le *Thevetia* ou laurier à fleurs jaunes appartenant à la famille des Apocynaceae est un arbuste pouvant atteindre 8 m de haut. La section de l'écorce fait apparaître du latex. Cette plante, originaire du Pérou se reproduisant par graines est un arbuste ou petit arbre, au port dressé, buissonnant, à la silhouette aérée. Elle est largement cultivée dans les régions tropicales, notamment, en Afrique tropicale comme plante ornementale (Schmelzer, 2006).

Les feuilles persistantes, alternes, étroites, lancéolées, lustrées, vert moyen, mesurent jusqu'à 15cm de long, et sont plutôt concentrées au sommet des tiges comme si elles formaient un plumeau (Apovo, 2017). Les graines, les feuilles, les fruits et les racines de *Thevetia peruviana* sont des sources potentielles des composés biologiques actifs comme insecticides fongicides, virucides et bactéricides (Mboussi *et al.*, 2016). Cette plante peut être mortelle en cas d'ingestion. Plante également toxique pour les animaux. L'extrait aqueux de laurier jaune testé contre *S. vayssierei* infestant le manioc, réduit le nombre de cochenilles vivantes par plant à 3 mois (Boni *et al.*, 2017).

1.5.3 *Zingiber officinale* Roscoe, 1807 (Gingembre)

Le gingembre, appelé communément « Gnamakou » en Côte d'Ivoire est un bio antioxydant naturel puissant. Cette plante, originaire d'Asie est de la famille des Zingiberaceae comprenant une centaine d'espèces. *Zingiber officinale* se reproduit par bouturage. Les tiges se développent verticalement sur des rhizomes souterrains et portent parfois des inflorescences compactes aux extrémités de tiges feuillées (Abdou, 2009).

Les Zingiberaceae sont utilisés contre la chrysomèle défoliatrice du gombo (*Podagrica uniformis* Jacoby) (Echereobia *et al.*, 2010). *Zingiber officinale* a été utilisé sur les œufs, les larves et les adultes des punaises. Concernant les larves, les stades 1 et 2 ont été les plus sensibles avec un taux mortalité variant de 28,33 à 100 % soixantedouze (72) heures après le traitement (Danon *et al.*, 2014)

1.5.4 *Tithonia diversifolia* Hemsl. A. Gray, 1883 (Fleur marguerite ou tournesol)

T. diversifolia appartient à la famille des Asteraceae et à la sous-famille des Asteroideae et originaires du Mexique et de l'Amérique centrale. Elle a été introduite en Afrique comme plante ornementale (Jovana *et al.*, 2014). *Tithonia diversifolia* est une plante ligneuse ou arbuste succulent, pouvant atteindre 3m de haut. Les feuilles sont opposées. Les fleurs sont jaunes. La plante fleurit et produit des graines tout au long de l'année. Ces graines germent pour donner de nouvelles plantes (Anjarwalla, 2016).

Il est utilisé comme fertilisant des sols et comme pesticide (Kaho *et al.*, 2011). L'extrait aqueux dosé à 131,25 g/l est utilisé pour lutter contre les termites. La rémanence de l'extrait aqueux dure plus de 4 mois (Diby *et al.*, 2015).

1.5.5 *Ocimum gratissimum* Linné, 1753 (Menthe sauvage ou basilic africain)

Ocimum gratissimum de la Familles des Lamiaceae est communement appelé "Goudjélé" en Sénoufo, "Aoulo-magnerin" en Baoulé et Agni. C'est un arbuste touffu, aromatique, pouvant atteindre 1,5 m de hauteur. Cette plante herbacée à port dressé, tige quadrangulaire et feuilles odorantes, est pérenne et se reproduit par graine. L'espèce *O. gratissimum* est originaire de l'Asie, de l'Inde et du Vietnam (Vanier *et al.*, 2006). Cette plante, probablement introduite d'Asie, pousse aux alentours des maisons (Séri-Kouassi, 2004). *Ocimum gratissimum* peut non seulement inhiber l'oviposition des acariens, mais aussi provoque une forte mortalité (90 %) (Ogayo, 2015). Les parcelles de chou en association avec des plants d'*O. gratissimum* sont moins infestées par les chenilles des Lépidoptères *S. littoralis*, *P. xylostella* et *H. undalis* (Assogba-Komlan *et al.*, 2012). L'huile extraite d'*O. gratissimum* est toxique contre le ver

rose *Pectinophora gossypiella*. *O. gratissimum* permet d'obtenir 100 % de mortalité du ravageur 72 h après le test (Koffi *et al.*, 2018).

1.5.6 *Hyptis suaveolens* (L.) Poit, 1806 (Hyptis)

Hyptis suaveolens, appelé le Chan, "*Sossofaganan*" en malinké, appartient à la famille des Lamiaceae ou Labiées, comprenant plus de 250 genres et près de 7 000 espèces se répartissant sur tout le globe. Les plus rencontrées sont *Hyptis atrorubens*, *H. brevipes*, *H. crenata* et *H. spicigera*. *H. suaveolens* est originaire d'Amérique Tropicale et fait approximativement 2 mètres de haut (Johnson, 1997). Les feuilles sont simples, entières, pétiolées, opposées et pubescentes sur les deux faces. Les fleurs sont de couleur violacée, hermaphrodites sessiles et groupées en glomérules axillaires qui aboutissent à des fruits contenant des graines qui germent pour engendrer des jeunes plantes de *H. suaveolens*.

L'application des extraits aqueux de *H. suaveolens* sur des plants de tomate infectés par *Sclerotium rolfsii* (champignon) permet de réduire la sévérité de la maladie et d'obtenir une meilleure croissance des plants (Okereke *et al.*, 2007). *H. suaveolens* s'est révélée efficace sur les pucerons et les thrips 3 jours après traitement (Dansou *et al.*, 2007). Les huiles essentielles ont une activité insecticide sur les adultes et les œufs des bruches du niébé (Kéita *et al.*, 2001).

DEUXIÈME PARTIE :
MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Matériel

2.1.1 Zone d'étude

L'étude a été réalisée à Daloa (06° 52'38'' N et 06° 27'00'' W), ville située au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Chef-lieu de la région du Haut-Sassandra. La ville de Daloa est située à 373 km d'Abidjan (capitale économique) et à 137 km de Yamoussoukro, capitale politique de la Côte d'Ivoire. Elle s'étend sur une superficie de 80 km² (Anonymes, 2014). La ville de Daloa est limitée au Nord par la ville de Vavoua au Sud par la ville d'Issia, à l'Est par la ville de Bonon et à l'Ouest par la ville de Zoukougbeu. Le nouveau découpage administratif actualisé de la Côte d'Ivoire en 2011, montre que la région du Haut Sassandra comprend un district (la ville de Daloa), un chef-lieu de région (la ville de Daloa), cinq départements dont Zoukougbeu, Saioua, Issia, Daloa et Vavoua ; neuf Sous-préfectures (Gadouan, Iboguhé, Gboguédia, Gboguhé, Zahibo, Bédiala, Dania, Saïoua et Seitifla) (N'Guessan *et al.*, 2014) (Figure 8). L'étude a été réalisée sur un site au Nord de la ville de Daloa avec pour coordonnées géographiques 08° 53'87''N et 06°29' 08''W (Anonymes 2021).

2.1.1.1 Climat

La ville de Daloa se caractérise par un climat chaud et humide de type tropical, marqué par une saison sèche (de Novembre à Février) et une saison pluvieuse (de Mars à Octobre) (Figure 9). Les précipitations du département de Daloa varient entre 1 400 et 1 800 mm avec une moyenne annuelle de 1 600 mm. La température moyenne est de 27 °C (Brou *et al.*, 2005). De 2019 à 2020 (périodes de nos travaux), il ya eu deux saisons des pluies (Mars à Juin et Août à Septembre) et deux saisons sèches (Octobre à Février et le Mois de Juillet) (Anonymes, 2021).

2.1.1.2 Relief et végétation

Le relief du département de Daloa est constitué de plateaux granitiques de 200 à 300 m d'altitude. Ce sont des mamelons séparés par des bas-fonds. En fait, il s'agit d'une pénéplaine monotone légèrement inclinée vers le sud. Elle regroupe un ensemble de dômes cristallins de faible altitude (300 à 400 m) situé au Nord et les bas plateaux du Sud (200 à 300 m) (Die, 2006). La végétation est représentée par la forêt dense. (Anonymes, 2018).

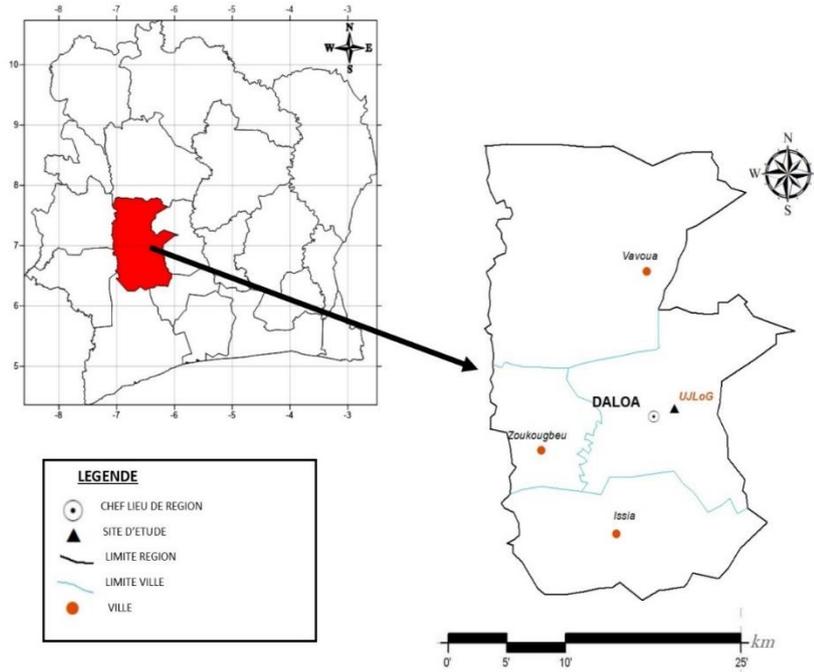


Figure 8 : Localisation de la zone d'étude (source : Coulibaly, 2015),

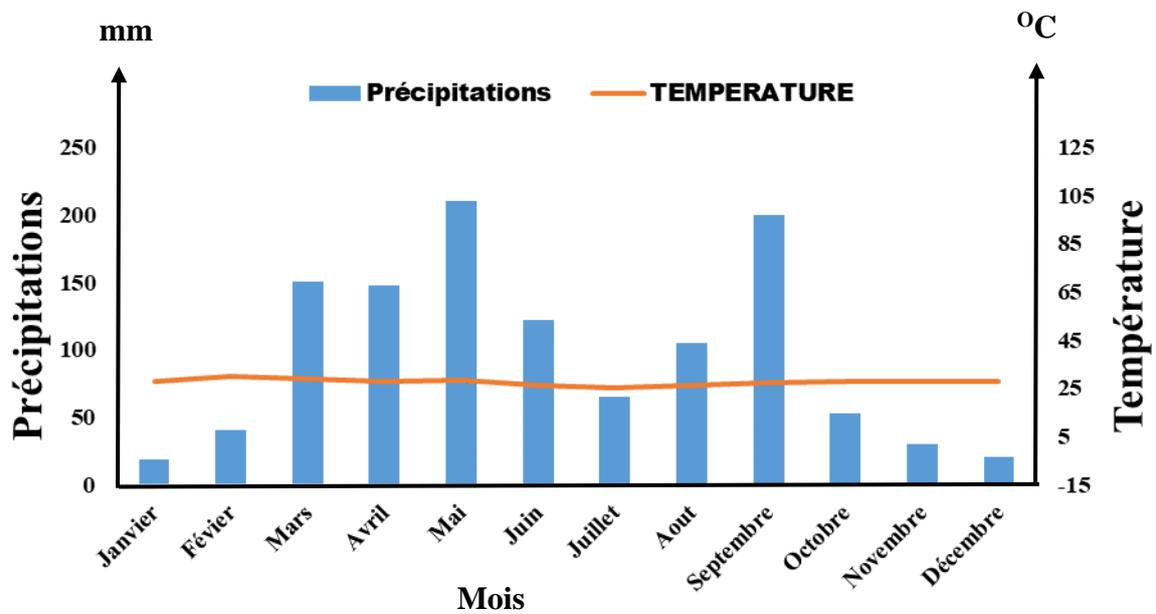


Figure 9 : Diagramme ombrothermique de la ville de Daloa sur 3 ans (2018-2020) (source : Anonyme, 2021).

2.1.1.3 Sol

Les sols sont de type ferrallitique très lessivés dans lesquels il y a une très faible solubilisation de la silice. Les sols ferrallitiques résultent de sédiments du tertiaire et ont une texture sableuse (Jacquemard, 1995). Le pH moyen est 4,84 et les concentrations moyennes de NO_3^- , NO_2^- et NH_4^+ sont respectives de 93,19 ; 0,20 et 0,54 ppm. Le dosage chimique des eaux a donné des teneurs moyennes de HCO_3^- , Cl^- , NO_3^- et SO_4^{2-} respectives de 10,73 ; 8,42 ; 8,05 et 5,31 mg/l et de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ et Na^+ respectives de 2,21 ; 1,03 ; 1,84 et 5,18 mg/l (Oi *et al.*, 2019).

2.1.2 Matériel biologique

Le matériel biologique est d'origine animale et végétale. Le matériel animal est constitué des insectes ravageurs du concombre et en particulier l'espèce *Leptoglossus membranaceus*. Cet insecte est une grosse punaise phytophage de coloration générale noire tacheté de jaune. Les pattes postérieures longues avec les tibias dilatés à la base (Figure 10). Chez le genre *Leptoglossus* il existe un dimorphisme sexuel (mâle 15 à 18 mm et femelle 17 à 20 mm) (Yeboue 2008). Le matériel végétal est composé d'une part de plants de concombre des variétés *Tokyo* et *Poinsett* (Figure 11). Dans le cadre de cette étude, le choix a été porté sur les variétés *tokyo* et *poinsett* du fait de leur forte présence sur le marché de Daloa. Il est composé d'autre part des espèces de plants à effet biopesticide (*Ricinus communis* Linné, 1753, *Zingiber officinale* Roscoe, 1807, *Thevetia peruviana* (Pers.) K. Schum, 1895, *Tithonia diversifolia* (Hemsl. A. Gray), *Hyptis suaveolens* (L.) Poit et *Ocimum gratissimum* Linné, 1753) (Figure 11). Ces dernières ont été utilisées pour obtenir des extraits aqueux. La présence endémique de ces plantes et l'existence d'une riche bibliographie sur leur action insecticide ont justifié le choix.



Figure 10 : Matériel animal (couple de *Leptoglossus membranaceus*)

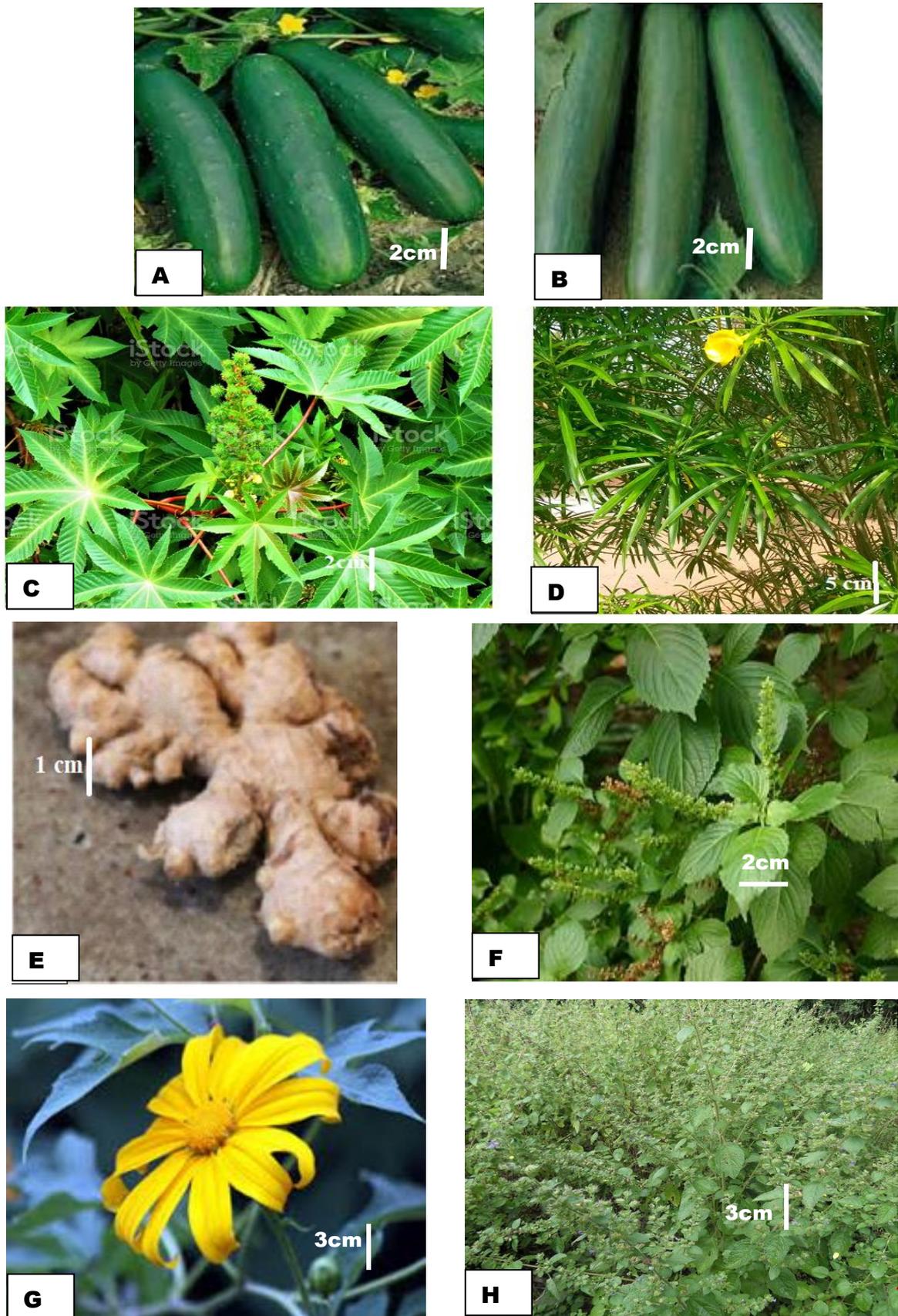


Figure 11: Matériel végétal

A: variété Tokyo, B: variété poinsett, C : Ricin (*Ricinus communis*) D: Laurier jaune (*Thevetia peruviana*)
E: Rhizome de gingembre (*Zingiber officinale*), F: Basilic à grande feuille (*Ocimum gratissimum*),
G: Tournesol (*Tithonia diversifolia*) et H: Hyptis (*Hyptis suaveolens*) Source : Tano (2012)

2.1.3 Matériel technique

Le matériel technique est composé d'outils ayant servi dans la mise en place et l'entretien d'une parcelle expérimentale de concombre, dans l'échantillonnage et la conservation des insectes, dans l'identification et l'observation, dans la mesure des insectes, dans l'élevage de *Leptoglossus membranaceus*, dans la préparation et de conservation des extraits aqueux, dans le traitement des insectes et de protection des applicateurs.

2.1.3.1 Matériel de mise en place et d'entretien de la parcelle expérimentale

La machette a servi à désherber la parcelle. La daba a permis de faire les billons, le semis et le sarclage. Le décamètre de 50 mètres a été utilisé pour mesurer la longueur des lignes sur la parcelle expérimentale et à faire également le piquetage. Les cordes ont été utilisées pour le palissage. L'arrosoir a servi à l'arrosage des plantes. Les produits phytosanitaires ont été utilisés pour la lutte contre les bioagresseurs du concombre (Tableau III).

Tableau III: Produits phytosanitaires utilisés

Nature	Nom commercial et fabricant	Matière active	Ravageur cible
Fongicides	Daconil (Callivoire)	Mancozèbe,	<i>Verticilium</i> spp., <i>Fusarium</i> spp.,
	Banko plus (Callivoire)	Chlorothalonil- Carbendazime	<i>Septoria</i> sp., <i>Pithium</i> sp, <i>cladosporiose</i>
	Ivory (Callivoire)	Mancozèbe,	<i>L. taurica</i> , <i>F. fulva</i> <i>Alternaria</i> spp.
Nématode	Furadan (Callivoire)	Carbofuran	<i>Meloidogyne</i> sp.
Bactéricide	Callicuivre	Oxyde de cuivre	<i>Xantomonas axonopodis</i> ,
	(Callivoire)		<i>Ralstonia</i> sp.

2.1.3.2 Matériel d'échantillonnage et de conservation des insectes

L'échantillonnage a été réalisé à l'aide de pièges colorés (récipients en plastique de couleur jaune et de profondeur 5 cm contenant de l'eau savonneuse), d'un filet fauchoir, d'une pince entomologique. Pour la conservation des échantillons, de petits bocaux contenant de l'alcool à 70° ont été utilisés (Figure 12 A, B et C).

2.1.3.3 Matériel d'observation et d'identification

Il est composé d'un appareil photo numérique de marque *SAMSUNG ES 90* (14,2 Méga pixel) qui a permis de photographier les insectes et leurs dégâts. Des loupes de main et binoculaire de marque *Leica EZA* ont servi à observer les insectes (Figure 12 D et E). L'identification des

insectes a été faite avec des clés ou guides (De Meyer, 2000 ; Mike *et al.*, 2004 ; Brian & Barry, 2016)

2.1.3.4 Matériel de mesure de longueur, de masse, d'humidité et de température

Un papier millimétré en plastique a été utilisé pour mesurer la taille des larves et des insectes. Une balance de laboratoire a été utilisée pour les pesés des fruits et échantillons d'organe végétal. Un thermohygromètre électronique de marque *TA-298* a été utilisé pour déterminer la température et l'humidité du milieu (Figure 12 F).

2.1.3.5 Matériel d'élevage de *L. membranaceus*

Le matériel d'élevage est composé des cages en forme de Pavé (25 cm de largeur, 70 cm de longueur et 160 cm de hauteur), confectionnées avec le fer à béton et la mousseline blanche de 0,50 mm de maille (Figure 13). Des boîtes cylindriques de 10 cm de diamètre et 20 cm de hauteur munies de couverture perforée ont servi à transférer les insectes d'une cage à une autre.

2.1.3.6 Matériel de préparation et de conservation d'extraits aqueux

Le matériel de préparation et de conservation d'extraits aqueux est composé d'une étuve pour sécher le matériel végétal. D'un mixeur (Figure 14A) pour réduire en poudre le matériel séché, d'un agitateur pour mélanger la poudre avec de l'eau distillée. Du papier Whatman pour les filtrations (3 mm), d'une étuve pour l'évaporation des filtrats et des piluliers de conservation des extraits préparés (Figure 14B).

2.1.3.7 Matériel de traitement des insectes et de protection des applicateurs

Ce matériel est constitué d'un pulvérisateur à main, de seringues de 10 ml, d'un insecticide chimique de synthèse (*Cothrine 50 EC*, matière active : Cyperméthrine ; famille chimique : Pyrethriinoïde) et de gants (Figure 15). Le pulvérisateur et les seringues ont servi à appliquer les insecticides et les extraits aqueux tout en se protégeant les mains avec les gants.

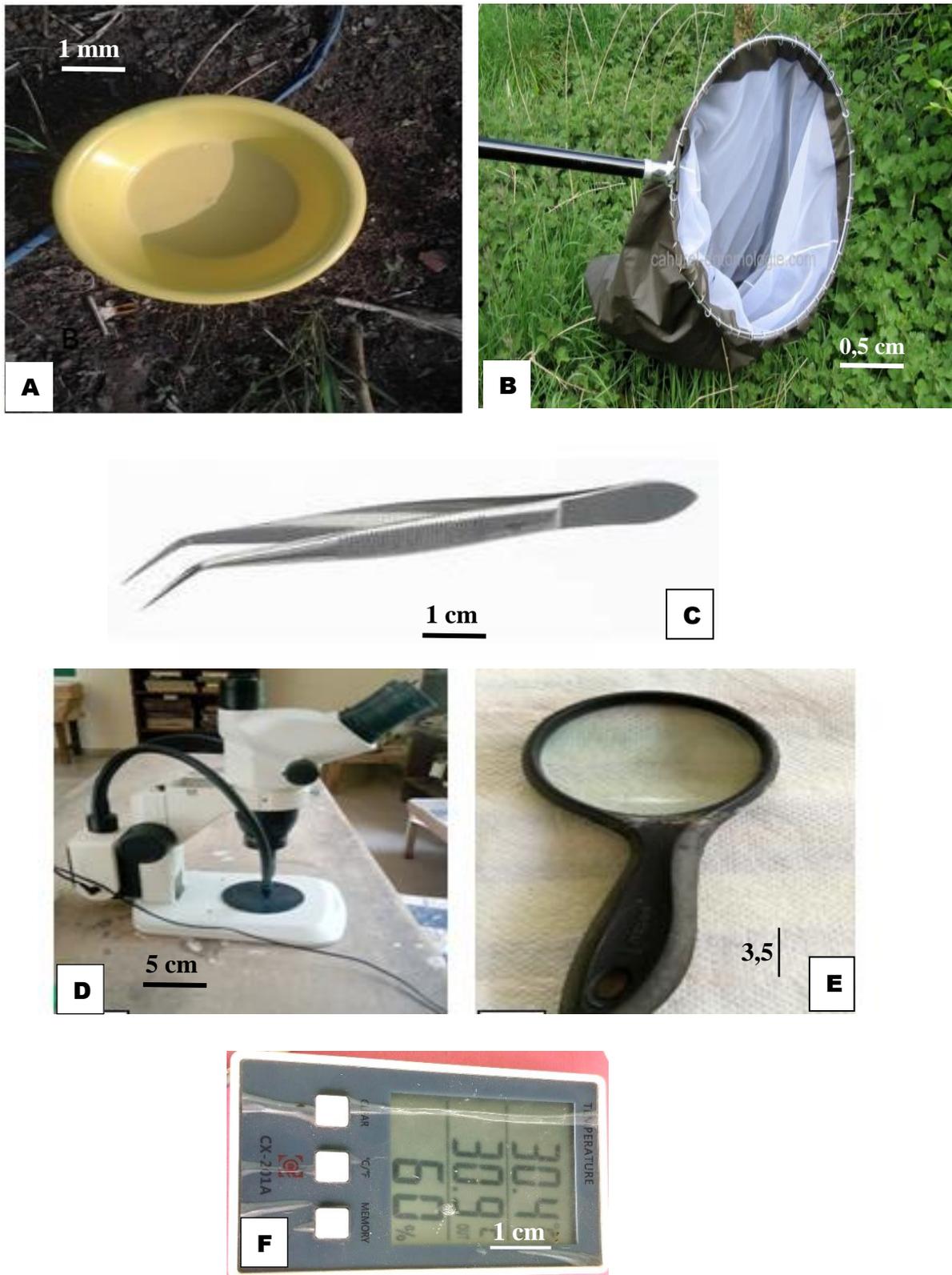


Figure 12 : Matériel technique

Matériel d'échantillonnage (A : piège coloré ; B : filet fauchoir et C : pince entomologique), d'identification et d'observation des insectes (D : Loupe binoculaire ; E : Loupe à main) et de mesure (F: Thermo-Hygromètre)

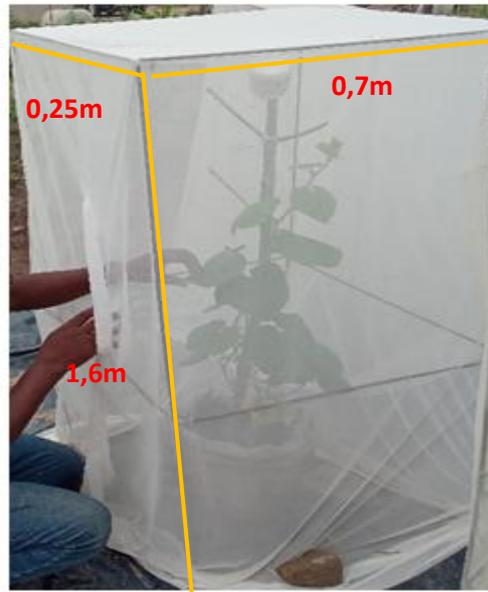


Figure 13 : Cage d'élevage



Figure 14 : Matériel d'extraction et de collecte des extraits

A: Mixer et B: piluliers de collecte

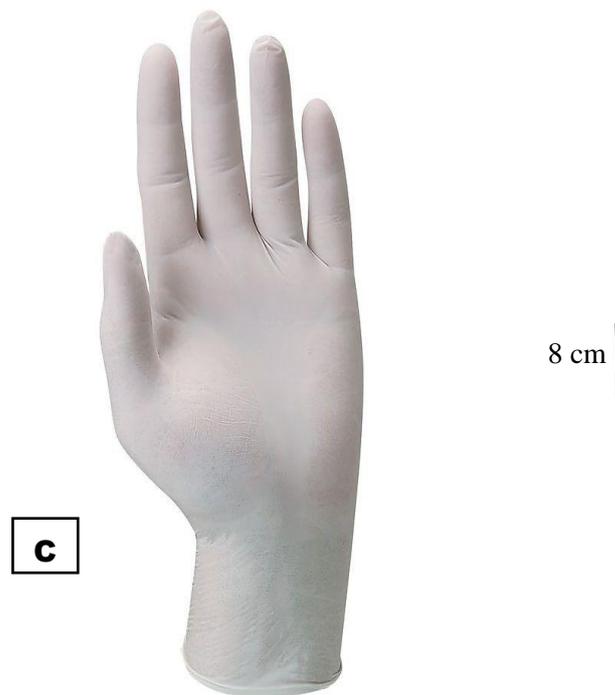


Figure 15 : Matériel de traitement des insectes et de protection

A: pulvérisateur ; B: Insecticide chimique et C : Gant

2. 2 Méthodes

Les essais ont été réalisés sur deux ans. Dans l'ensemble, huit essais ont été réalisés dont quatre en saison des pluies et quatre autres en saison sèche. Pour les comparaisons, chaque essai a constitué une répétition. Quand un essai est arrivé à terme, une autre parcelle avec les mêmes dimensions est utilisée en vue de minimiser toute contamination des plants.

2.2.1 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental dans cette étude a été réalisé sur une parcelle de 150 m² (15 m x 10 m), constituée d'un seul bloc situé dans un bas-fond. Cette parcelle a été subdivisée en deux sous-parcelles de 75 m². Chaque sous-parcelle comportait une variété de concombre. Au total seize (16) billons (lignes) espacés de 1 m chacun ont été réalisés. Sur chaque billon 20 poquets espacés de 0,5 m ont été disposés soit 320 poquets sur l'ensemble de la parcelle. Dans chaque poquet deux grains de concombre des variétés *Tokyo* ou *Poinsett* ont été semés par sous parcelle. Ce qui conduit à 640 pieds sur l'ensemble de la parcelle soit une densité de 4,26 pieds / m². (Figure 16)

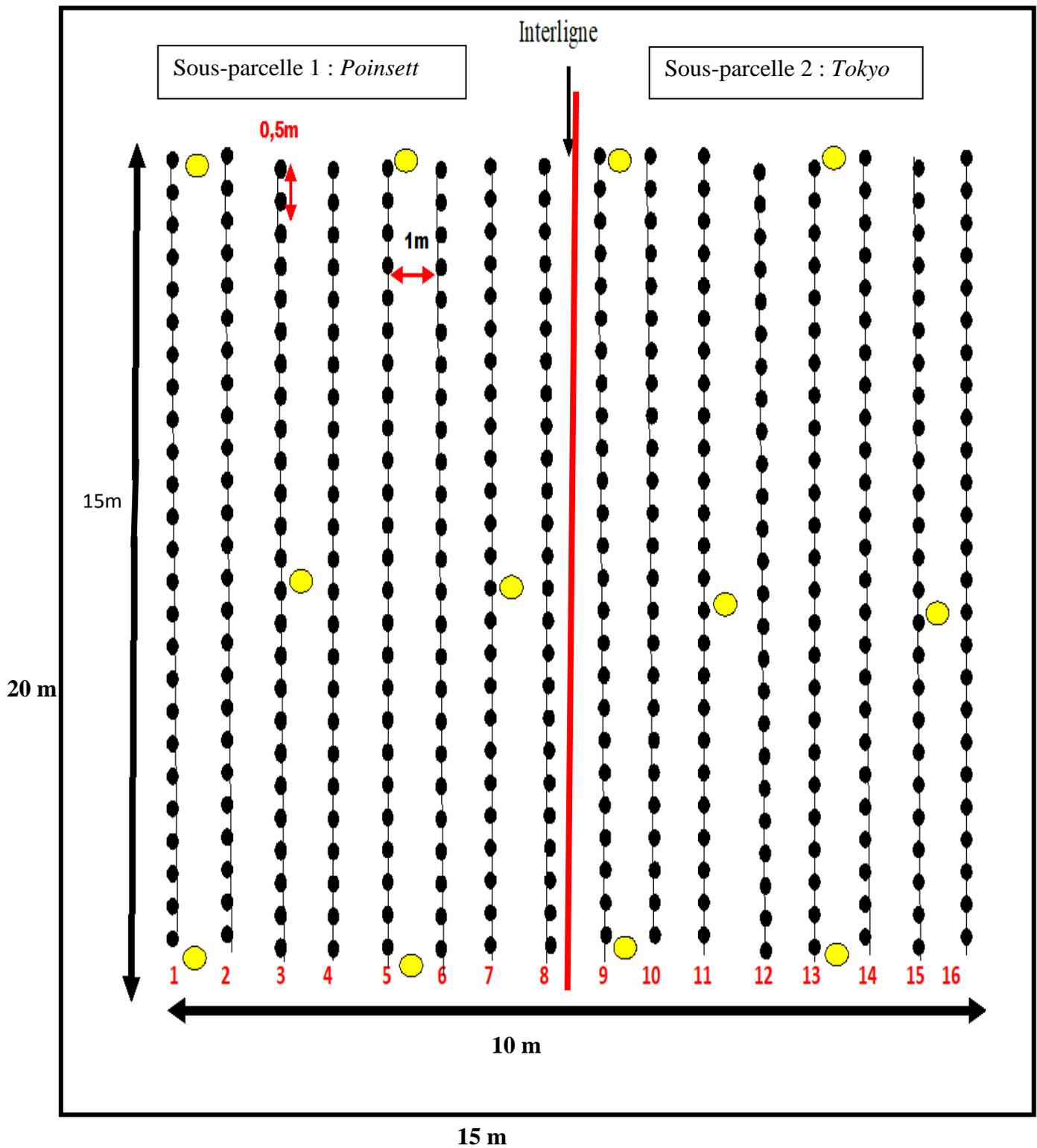


Figure 16 : Parcelle expérimentale

● : Emplacement des poquets ● : Piège coloré

2.2.2 Dispositif d'élevage de *L. membranaceus*

L'élevage de *L. membranaceus* a été réalisé sur la parcelle dans des cages (70 cm de largeur et 160 cm de hauteur par cage) recouvertes de mousseline blanche de 0,50 mm de maille contenant un pied de concombre par cage. Les voiles (de mousseline) sont bordées de bandes adhésives fixées sur l'amature au sol en vue d'empêcher la sortie des insectes en élevage sur le pied de concombre germé dans un sac à cet effet. Chaque cage contient un couple (Figure 17).



Figure 17 : Dispositif d'élevage

2.2.3 Méthodes de capture et de collecte des insectes

Sur l'ensemble de la parcelle, 12 pièges colorés ont été disposés. Un piège coloré a été placé à chacune des extrémités des interlignes. Cette étude a été réalisée en saison pluvieuse (Mars à Juin et Août à Septembre) et en saison sèche (Octobre à Février). Trois méthodes de capture à été utilisées (physiques, pièges coloré et incubation de fruits). Les méthodes de capture physique ont consisté à capturer les insectes avec la pince entomologique ou avec le filet fauchoir. Avec le filet fauchoir, certains insectes volants ont été poursuivis puis faucher. Les pièges colorés ont été utilisés pour retenir les insectes qui tombent à l'intérieur. La récolte des insectes dans l'eau savonneuse se fait à l'aide de tamis de petites mailles. Les insectes retenus par le tamis sont récupérés avec une pince entomologique et conservés dans des pilluliers étiquetés.

La capture des insectes a été faite en fonction des stades phénologiques de la plante. Dans cette étude, deux stades ont été identifiés. Le premier stade commence de la germination jusqu'à l'apparition de la première fleur (soit une durée de 3 semaines). Quant au second stade, il part du début de la floraison jusqu'à la fin de la fructification (soit une durée de 9 à 10 semaines après germination). L'échantillonnage a été effectué régulièrement tous les deux (2) jours à 8 heures et à 17 heures. A ces heures il fait moins chaud, ce qui favorise la présence des insectes sur la parcelle.

Pour collecter le maximum de Diptères, des fruits de concombre matures ont été récoltés et mis en incubation au sol puis recouverts ensuite avec de la mousseline de forme pavé (Figure 18).

2.2.4 Méthodes de conservation et d'identification des insectes

Après la capture et la collecte, les échantillons ont été conservés dans des piluliers contenant de l'alcool dilué à 70 % et transportés au laboratoire en vue de leur identification. Les échantillons ont été étiquetés avec un marqueur indélébile. Sur ces étiquettes, sont mentionnés, le stade phénologique du concombre, la méthode de capture des insectes et la date de collecte. A la fin de chaque stade phénologique, les insectes ont été identifiés au moyen de clés d'identification et de loupes. L'identification était basée sur les caractères morphologiques externes (Yeboue, 1998).



Figure 18 : Cage de mise en incubation

2.2.5 Méthodes d'exploitation des données de l'entomofaune

Les insectes associés à la culture du concombre ont été identifiés puis classés par saison et par stade phénologique de la plante de concombre. Dans le cadre de cette étude, les indices écologiques de composition tels que la richesse totale (S), l'abondance relative (AR %), puis les indices écologiques de structure comme l'indice de Shannon-Weaver (H'), l'indice de Simpson et l'équitabilité (E) de Pielou ont été déterminés.

2.2.5.1 Indices écologiques de composition

- **Richesse totale (S)**

La richesse totale (S) correspond au nombre total d'espèces échantillonnées dans un milieu donné (Morin & Findlay, 2001). La richesse totale (S) sera déterminée pour les relevés effectués dans chacune des saisons.

- **Abondance relative des espèces (AR)**

L'abondance relative est une notion qui permet d'évaluer une espèce, une catégorie, une classe ou un ordre (n) par rapport à l'ensemble du peuplement animal présent, inventorié. L'abondance relative a été calculée pour les Ordres d'insectes. Elle est calculée selon la formule suivante (Faurie *et al.*, 2003):

$$AR (\%) = (ni/N) \times 100 \quad (1)$$

Avec AR % : est l'abondance relative exprimée en pourcentage.

ni est le nombre total des individus de l'espèce considérée

N est le nombre total des individus de toutes les espèces présentes confondues.

2.2.5.2. Indices écologiques de structure

Deux (2) indices écologiques de structure ont été utilisés dans cette étude. Il s'agit de l'indice de Shannon Weaver (H') et l'indice d'équitabilité ou équirepartition de Piélou (E).

- **Indice de Shannon Weaver**

Cet indice permet d'apprécier l'hétérogénéité et la diversité d'un biotope. Il est indépendant de la taille de l'échantillon. Quand H' tend vers 0, la diversité est minimale. Elle est maximale quand H' tend vers 5 (Grall & Coïc, 2006). L'indice de diversité de Shannon a été déterminé pour tous les Ordres d'insectes et a permis de comparer la diversité des espèces. Sa formule mathématique est :

$$H' = - \sum_{i=1}^S (Pi \times \log_2 Pi) \quad (2)$$

Avec S = nombre total d'espèces

Pi = probabilité de rencontre de l'espèce i $Pi = ni / N$

i : une espèce du milieu d'étude

S : richesse spécifique

ni : nombre d'individus pour l'espèce i

N : effectif total (les individus de toutes les espèces)

- **Indice d'équitabilité E de Piélou ou Equirepartition**

Cet indice permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (l'équitépartition des individus dans les espèces) (Piélou 1966). Il se calcule par la formule suivante :

$$E = H' / H_{\max} \quad (4)$$

S: Le nombre d'espèces formant le peuplement ; $H_{\max} = \text{Log}_2(S)$

L'équitabilité permet de comparer les structures des peuplements des insectes.

2.2.6 Méthodes d'élevage de *L. membranaceus*

Vingt insectes (10 mâles et 10 femelles) capturés sur la parcelle ont été introduits dans cinq cages contenant un pied de concombre. Ces insectes ont été suivis jusqu'à l'obtention de descendances. Lorsque les descendants ont atteint l'âge adulte, les couples ont été formés et placés chacun dans une cage contenant un pied de concombre puis suivis jusqu'à la mort. Les accouplements, les pontes, les éclosions et le nombre de morts ont été notés. Des boîtes cylindriques de 10 cm de diamètre et 20 cm de hauteur munies de couverture perforée ont été utilisées pour transférer les insectes d'une cage à l'autre. L'étude a été réalisée (4 répétitions par saison) dans ces conditions semi-naturelles. Cette étude a commencé à partir de la première descendance des insectes sauvages.

2.2.7 Méthodes de mesure des insectes, fruits, température et Humidité

Les œufs, les larves et les insectes issus de l'élevage ont été déposés sur du papier millimétré pour mesurer la longueur.

La circonférence de chaque fruit a été mesurée à partir du milieu avec un mètre ruban.

Un thermo-hygromètre électronique a été placé dans les cages d'élevage pour relever la température et l'humidité.

2.2.8 Paramètres biologiques mesurés sur *L. membranaceus*

Les périodes de pré-copulation, de pré-oviposition et de ponte, le nombre d'œufs pondus par femelle, les durées d'incubation des œufs, des stades larvaires et de vies des adultes ainsi que le sex-ratio ont été déterminés (Tano, 2012).

2.2.8.1 Détermination des périodes de pré-copulation et de pré-oviposition

Deux cent quarante (240) couples (120 par saison) d'imagos de *L. membranaceus*, nouvellement issus de la mue imaginale, ont été isolés. Chaque couple a été immédiatement placé dans une cage contenant un plant de concombre pourvu de fruits, permettant ainsi de faire des observations tous les jours à 8 heures et en conditions semi-naturelles. La date de la mue imaginale (Jo) a été notée. Les couples ont été suivis jusqu'à l'observation du premier

accouplement. La date de l'accouplement (J_a) a été relevée puis la période moyenne de pré-copulation a été déterminée à l'aide de la formule de Tano (2012) :

$$\text{Période moyenne de pré-copulation (Jours)} = \frac{\sum x_i n_i}{\sum n_i} \quad (5)$$

Avec $x_i = J_a - J_o$; n_i : nombre de couples

L'expérience s'est poursuivie jusqu'à l'observation de la première ponte dans chaque cage. La date de la première ponte (J_{pp}) a été relevée, puis la période moyenne de préoviposition a été déterminée grâce à la formule suivante (Tano, 2012):

$$\text{Période moyenne de pré-ovulation (Jours)} = \frac{\sum o_i f_i}{\sum f_i} \quad (6)$$

Avec $o_i = J_{pp} - J_a$;
 O_i : temps séparant l'accouplement à la première ponte
 f_i : effectif de femelles

2.2.8.2 Détermination du nombre d'œufs pondus par femelle, de la période de ponte et de la durée de vie des adultes

Le nombre d'œufs déposés (visibles à l'œil nu) par chaque femelle sur les faces inférieures des feuilles et sur les vrilles a été noté. L'expérience est poursuivie jusqu'à la mort des femelles. La date de la dernière ponte (J_{dp}), la période moyenne de ponte et la somme des œufs pondus par femelle ont été déterminées à l'aide de la formule suivante (Tano, 2012) :

$$\text{Période moyenne de ponte (jours)} = \frac{\sum p_i f_i}{\sum f_i} \quad (7)$$

Avec $p_i = J_{dp} - J_{pp}$; f_i : effectif de femelles ; J_{pp} : la date de la première ponte
 P_i : temps compris entre la première ponte et la dernière ponte

Enfin la durée de vie des adultes est le temps compris entre la date de l'éclosion des œufs (J_o) et celle de la mort (J_m) de l'individu émergé. La durée moyenne de vie des femelles et des mâles constituant les 240 couples a été calculée avec la formule suivante (Tano, 2012) :

$$\text{Durée moyenne de Vie (Jours)} = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i} \quad (8)$$

$d_i = J_m - J_o$; v_i : effectif de mâles ou de femelles

d_i : temps séparant la ponte de l'œuf à la mort de l'adulte

2.2.8.3 Détermination des périodes d'incubation et du taux de fertilité des œufs

La date de ponte (J_p) et la date d'éclosion ont été notées, ce qui a permis d'évaluer la période d'incubation. A chaque essai, la date de ponte et celle d'éclosion ont été notées pour 30 femelles. Le taux moyen de fertilité est déterminé grâce à la formule suivante (Tano, 2012) :

$$\text{Taux moyen de fertilité (\%)} = \frac{\sum t_i f_i}{\sum f_i} \times 100$$

(9)

Avec f_i : effectif de femelles

t_i : rapport entre nombre œufs pondus et nombre d'œufs éclos

$$t_i = \frac{\text{Nombre d'œufs éclos}}{\text{Nombre d'œufs pondus}}$$

2.2.8.4 Détermination des taux moyens de survie larvaire, de la durée de développement larvaire et du sex-ratio

Les observations portant sur la survie larvaire, la durée de développement et le sex-ratio ont été faites à partir de la descendance des couples formés. Les larves de premier stade éclos ont été isolées dans une cage contenant une plante de concombre. Les cages ont fait l'objet d'un suivi journalier. Les dates des mues successives ont été notées.

- Taux moyen de survie larvaire

Le taux moyen de survie a été calculé pour chaque stade larvaire grâce à la formule suivante (Tano, 2012) :

$$\text{Taux moyen de survie larvaire (\%)} = \frac{\sum s_i f_i}{\sum f_i} \times 100$$

(10)

Avec f_i : effectif des femelles

$$s_i = \frac{\text{Nombre de larves au stade suivant}}{\text{Nombre de larves au stade précédent}}$$

(11)

S_i : rapport entre les larves d'un stade au stade suivant

- **Durée de développement larvaire**

Quatre cent cinquante (450) larves (221 en moyenne/femelle en saison sèche et 229 en moyenne/femelle en saison pluvieuse) issues de l'élevage ont été suivies. Le passage d'un stade larvaire à l'autre est marqué par une mue suivie du rejet d'une exuvie. La taille de cette exuvie est toujours supérieure à celle du stade précédent. La durée moyenne de passage d'un stade larvaire à l'autre a été calculée et exprimée en jours. Après la mue imaginale, les insectes qui atteignent l'âge adulte ont été regroupés par sexe. La durée moyenne totale de développement, qui regroupe la période d'incubation de l'œuf (Pi), la durée de la période larvaire (DI) et le temps de passage de l'imago à l'adulte (Dim), a été calculée grâce à la formule suivante (Tano, 2012) :

$$\text{Durée totale moyenne de développement (jours)} = \frac{\sum b_{ki}}{\sum k_i} \quad (12)$$

Avec $b_i = P_i + DI + Dim$ et k_i : effectif des adultes

- **Sex-ratio**

Le sex-ratio a été calculé pour les descendants de chacune des 240 femelles, suivant la formule

$$\text{Sex-ratio} = \frac{\text{Nombre de femelles}}{\text{Nombre de mâles}} \quad (13)$$

2.2.9 Détermination de la perte sur la production de concombre due aux attaques de *L. membranaceus*

Des observations ont été effectuées sur les fruits de concombre. Les fruits qui ont subi moins de cinq attaques n'ont pas été dégradés. Alors ceux qui ont subi au moins cinq attaques ont été considérés. Cela, dans le but d'évaluer le taux de perte. Ils ont été suivis jusqu'à la maturité. Pour évaluer le degré des dégâts causés par *L. membranaceus* sur le concombre, l'indice de dégât a été calculé comme suite :

0: aucun symptôme;

1: ≤ 5 % des fruits concernés ont été détruits;

2: 5 à 25 % des fruits concernés ont été détruits;

3: 25 à 50 % des fruits concernés ont été détruits;

4: ≥ 50 % des fruits concernés ont été détruits (Yéboué *et al.*, 2015).

- **Evaluation des pertes dues aux attaques de *L. membranaceus***

Pour évaluer les pertes dues aux attaques de *L. membranaceus*, 60 plants ont été sélectionnés au hasard sur la parcelle expérimentale et couverts avec la mousseline. Une pollinisation assistée du fait de la barrière due à la mousseline a été effectuée en vue d’obtenir des fruits. La pollinisation assistée se fait par l’expérimentateur en mettant en contact les fleurs. La moitié des plants a été soumise à des attaques répétées de *L. membranaceus* et l’autre moitié est restée sans attaque. Le nombre de fruits de chaque groupe de plants (plants attequés et plants sains) a été dénombré et pesé selon la formule de Tano (2012) :

$$\text{Nombre moyen de fruits par plant} = \frac{\sum f_i}{\sum P_i} \quad (14)$$

Avec P_i : Nombre de plant et f_i : Nombre de fruits

Pour estimer le taux de perte en nombre de fruits dû aux attaques répétées par *L. membranaceus*, les 60 plants précédants ont été considérés. Le nombre de fruits des 30 plants attequés et des 30 non attequés à été noté puis le taux de perte a été calculé selon la formule suivante (Tano, 2012) :

$$\text{Taux de perte (\%)} = \frac{\sum f_i p_{ia}}{\sum f_i p_{is}} \times 100 \quad (15)$$

Avec P_{ia} : Nombre de plants attequés, P_{is} : Nombre de plants sains et f_i : nombre de fruits

2.2.10 Analyse de l’effet des extraits aqueux des plantes sur *L. membranaceus*

2.2.10.1 Préparation des extraits aqueux de plantes

L’extraction des extraits aqueux a été faite selon le diagramme (Figure 19). Ainsi six (6) plantes locales ont été utilisées. Le rhizome pour *Zingiber officinale* et les feuilles pour les autres plantes ont été préalablement séchés dans une étuve à 30 °C pendant 48 à 96 heures (selon la plante) et ensuite ont été broyés au moyen d’un mixeur. Pour chaque espèce de plante, 100 g de poudre obtenue ont été mélangés à 1 litre d’eau distillée puis le mélange a été agité et filtré à l’aide de mèche de coton hydrophile et avec du papier Whatman (3 mm). Le

filtrat obtenu a été évaporé à la température de 70 °C dans une étuve. Le résidu sec a servi à préparer cinq concentrations d'extraits aqueux (Tano 2012): 0,1 g/ml ; 0,2 g/ml ; 0,4 g/ml ; 0,6 g/ml et 0,8 g/ml. En ce qui concerne l'insecticide chimique (*Cothrine 50 EC*), une dilution de 1 ml a été faite dans 200 ml, 250 ml, 300 ml, 350 ml et 400 ml de l'eau distillée. Cela a permis d'obtenir cinq concentrations que sont C1 ($0,12 \cdot 10^{-3}$ g/ml), C2 ($0,14 \cdot 10^{-3}$ g/ml), C3 ($0,16 \cdot 10^{-3}$ g/ml), C4 ($0,2 \cdot 10^{-3}$ g/ml) et C5 ($0,25 \cdot 10^{-3}$ g/ml). En milieu paysan les maraîchers diluent 50 ml dans 15 000 ml ; ce qui correspond à $0,16 \cdot 10^{-3}$ g/ml.

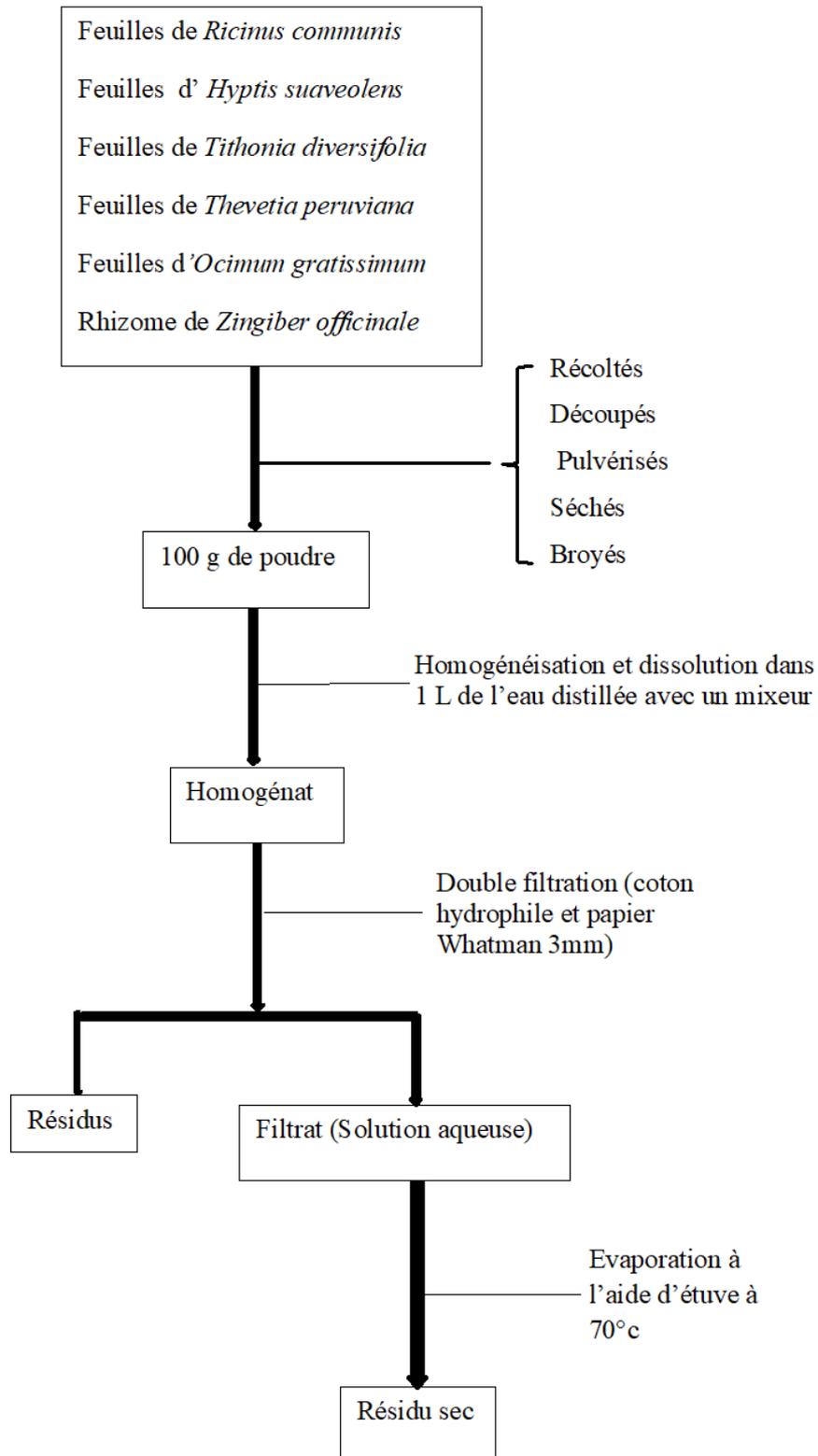


Figure 19 : Diagramme de préparation des extraits aqueux (Zirih *et al.*, 2003)

2.2.10.2 Traitement des œufs, larves et adultes de *L. membranaceus* avec les extraits aqueux

Pour chaque extrait, la concentration prévue est récupérée à l'aide d'une seringue ou pulvérisateur, ensuite 1 ml du contenu est directement appliqué sur des œufs, des larves ou des adultes de *L. membranaceus*. Après le traitement, l'individu traité est suivi jusqu'à l'éclosion des œufs puis pendant 24 et 72 heures pour les larves pour évaluer le taux de fertilité des œufs et le taux de survie des larvaires.

2.2.10.3 Pulvérisation des extraits aqueux et de l'insecticide chimique à concentrations variables

Vingt (20) œufs de chaque âge (1, 2, 4, et 6 jours) ont été traités avec chacune des cinq concentrations. Ce qui donne 100 œufs traités par âge par extrait. Un total de 400 œufs ont été traités avec chaque extraits. Une fois traité, ils sont suivis jusqu'à l'éclosion en vue d'observer leur taux de fertilité.

Vingt 20 larves de chaque stade (larve de stade 1, larve de stade 2, larve de stade 3, larve de stade 4 et larve de stade 5) ont été traités avec chacune des cinq concentrations. Ce qui donne 100 larves traités par stade larvaire avec chaque extrait. Un total de 500 larves ont été traités avec chaque extraits. Le taux de mortalité en 24 heures puis en 72 heures a été évalué.

Cinq groupes de femelles et cinq groupes de mâles tous adultes ont été formés (50 individus par groupe soit 250 individus au total par sexe) et ont reçu chacun une dose de chaque extrait. Le taux de mortalité après 72 heures a été évalué. Chaque concentration a causé la mort de certains insectes. La CL50 qui correspond à 50 % de la mortalité a été ensuite calculée à l'aide d'un logiciel *WinDL* 32.0. Les femelles qui ont survécu à la CL50 de chaque extrait ont été suivies et mises en couple avec des mâles adultes normaux. Le nombre d'œufs pondus par chacune a été comparé à la ponte d'une femelle normale.

2.2.11 Traitement et analyse statistique des données

Le traitement des données a été réalisé avec le logiciel Excel version 2013, le logiciel *Statistica*, le logiciel *paléontologique Past* et le logiciel *WinDL* 32.0

Excel a permis de faire les graphiques. L'effectif moyen des insectes, l'abondance relative des insectes par saison et l'efficacité des pièges ont été soumis à ANOVA au moyen du logiciel *STATISTICA* version 7.1 au seuil de 5 %. Le test t de Student au seuil de 5 % a permis d'analyser et de comparer la durée moyenne du cycle de développement pendant les saisons

sèche et pluvieuse, les paramètres biologiques, les pourcentages d'efficacité des extraits aqueux, les taux de mortalité et de réduction du nombre d'œufs pondus. Les moyennes obtenues ont été classées en se basant sur le calcul des plus petites amplitudes significatives. Les moyennes sont également classées par le test t de Student. Le test de corrélation a été utilisé pour établir le rapport entre l'abondance des insectes et les facteurs abiotiques. Le logiciel *WinDL* a été utilisé pour calculer les concentrations létales 50 des différents extraits aqueux sur les adultes de *L. membranaceus*.

TROISIÈME PARTIE :
RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 Résultats

Chapitre I : Inventaire des insectes inféodés à la culture du concombre en fonction des saisons et de la phénologie

3.1.1 Composition taxonomique des insectes collectés

Sur 36 501 insectes, 12 174 (33,35 %) ont été recoltés en saison sèche contre 24 327 (66,65 %) en saison pluvieuse (Figure 20). Les analyses statistiques révèlent une différence significative entre les effectifs des insectes collectés au cours de ces deux saisons ($p = 0,023$). Concernant les stades phénologiques, 614 et 1226 insectes ont été recoltés à la préfloraison respectivement en saison sèche et en saison pluvieuse contre 11560 et 23101 à partir de la floraison respectivement en saison sèche et en saison des pluies (Figure 21). Le test t de Student a montré qu'il y a une différence très significative entre les effectifs des insectes des deux stades phénologiques de la plante pour chaque saison (saison sèche : $p = 0,00$; saison des pluies : $p = 0,8 \cdot 10^{-6}$), (Annexe 2). 7 ordres, 37 familles et 61 espèces en saison pluvieuse contre 7 ordres, 34 familles et 58 espèces en saison sèche ont été identifiés. Les 7 ordres répertoriés sont les Hyménoptères, les Coléoptères, les Hétéroptères, les Diptères, les Lépidoptères, les Odonates et les Orthoptères.

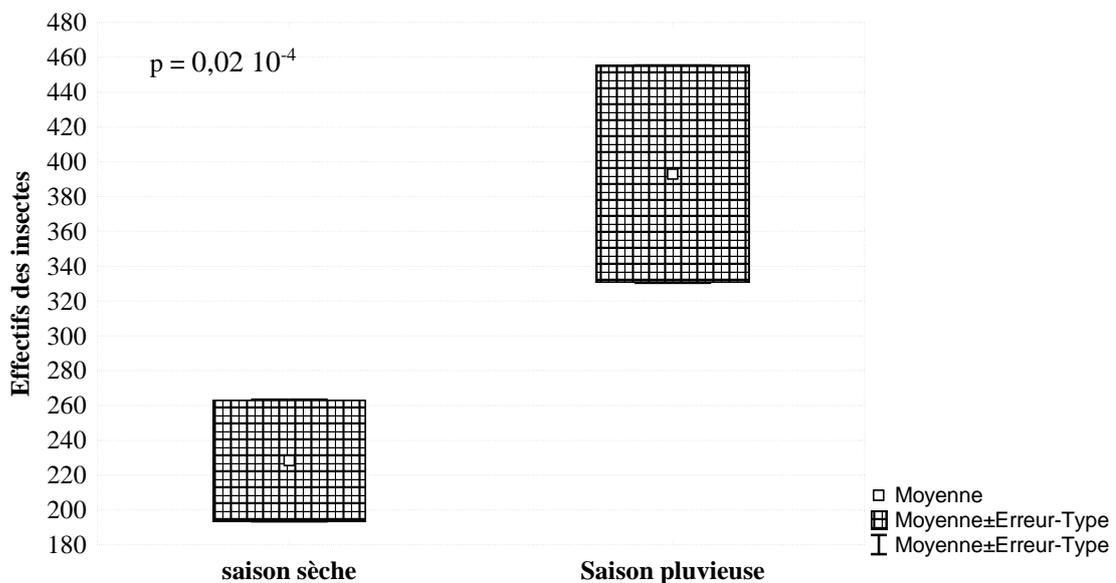


Figure 20 : Effectifs des insectes en fonction des saisons

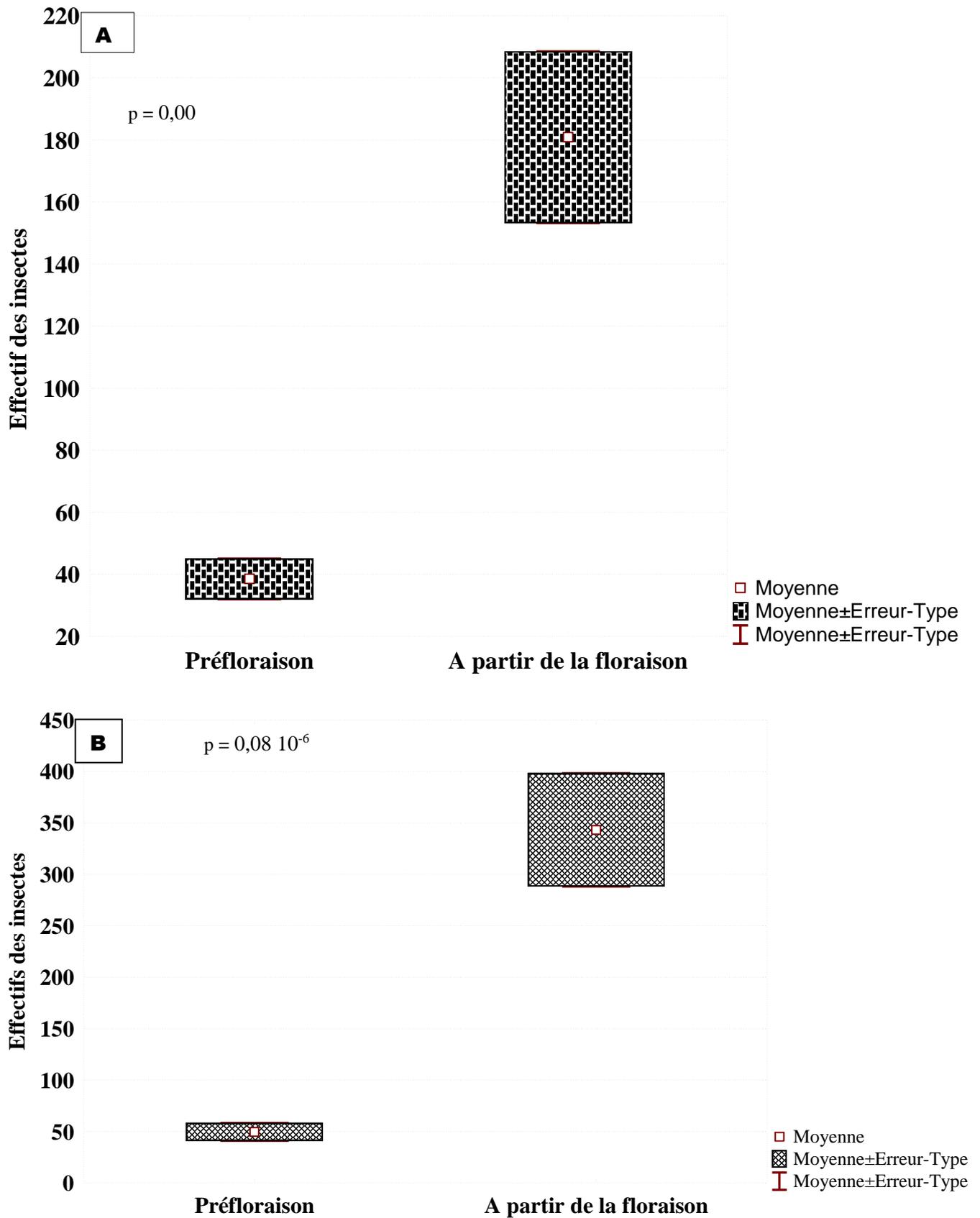


Figure 21 : Effectifs des insectes en fonction de la phénologie de la plante de concombre

A : saison sèche B : saison des pluies

3.1.1.1 Ordre des Diptères

Au cours des deux saisons, 1 852 individus de l'Ordre des diptères ont été récoltés soit 5,07 % de l'effectif total des insectes. Ces insectes sont répartis dans quatre familles que sont les Muscidae, les Tephritidae, les Sarcophagidae et les Syrphidae. 76,18 % de ces Diptères ont été collectés pendant la saison des pluies. Les espèces *Musca domestica* et *Dacus ciliatus* ont été les plus capturées (Tableau IV).

3.1.1.2 Ordre des Coléoptères

Cinq mille deux cent quarante neuf (5 249) Coléoptères ont été récoltés pendant les deux saisons confondues, soit 14,38 % de l'effectif total des insectes. Ils appartiennent à neuf Familles que sont les Coccinellidae, les Chrysomelidae les Tenebrionidae, les Cerambycidae, les Nitidulidae, les Elateridae, les Carabidae, les Scarabaeidae et les Meloidae. Soixante six pour cent (66,60 %) de ces insectes ont été collectés pendant la saison des pluies contre 33,40 % en saison sèche. Pour cet Ordre, l'espèce *Acalymma vittatum* a été la plus collectée au cours des deux saisons. Par ailleurs, l'espèce *Stenaptinus insignis* n'a pas été récoltée en saison sèche (Tableau IV).

3.1.1.3 Ordre des Lépidoptères

Trois espèces à savoir *Gonepteryx rhamni*, *Diphania nitidalis* et *Pyronia basthseba* ont été identifiées appartenant respectivement aux familles des Pieridae, des Crambidae et des Nymphalidae. Sur les deux saisons 1994 individus ont été collectés soit 5,46 % de l'effectif total des insectes. 58,67 % des individus ont été capturés pendant la saison des pluies avec *Diphania nitidalis* comme étant l'espèce la plus collectée (51,51 % de l'effectif) (Tableau IV).

3.1.1.4 Ordre des Odonates

Les Odonates représentés par les espèces *Cordula aenea*, *Onychogomphys forcipatus*, *Brachyton basthseba*, *Ischnura pumilio*, *Ischnura senegalensis* et *Orthetrum albistylum* appartenant respectivement aux familles des Corduliidae, Gomphidae, Aeshnidae, Coenagrionidae et Libellulidae. Mille trois cent quarante huit (1 348) individus ont été collectés soit 3,69 % de l'effectif total des insectes. 61,64 % des Odonates ont été capturés pendant la saison pluvieuse contre 38,36 % en saison sèche. L'espèce *Cordulia aenea* a été la plus collectée suivie d'*Ischnura senegalensis* (Tableau IV).

Tableau IV: Composition taxonomique de l'entomofaune du concombre en fonction des saisons

Ordres	Familles	Espèces	Saison pluvieuse	Saison sèche	
Diptères	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	448	204	
		<i>Dacus ciliatus</i>	386	152	
	Tephritidae	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>	153	34	
		<i>Dacus bivittatus</i>	141	53	
		<i>Dacus punctatifrons</i>	121	47	
	Syrphidae	<i>Sercomyia selentis</i>	95	50	
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga sp.</i>	67	0		
Coléoptères	Coccinellidae	<i>Cheilmones lunata</i>	116	65	
		<i>Henosepilachna sp.</i>	214	139	
	Chrysomelidae	<i>Acalymma vittatum</i>	1743	915	
		<i>Podagrica sjostedti</i>	39	21	
		<i>Chrysolina polita</i>	368	196	
		<i>Chrysolina coeruleans</i>	295	199	
	Tenebrionidae	<i>Gnathocerus maxillosus</i>	126	87	
		<i>Lagria maxillosus</i>	56	35	
	Cerambycidae	<i>Pachydissus sartus</i>	24	14	
		<i>Monochamus scutellatus</i>	113	58	
	Hétéroptères	Nitidulidae	<i>Arthopalus rusticus</i>	21	9
			<i>Meligethe saeneus</i>	40	27
		Elateridae	<i>Melanotus punctolineatus</i>	213	94
		Carabidae	<i>Stenaptinus insignis</i>	75	0
		Scarabaeidae	<i>Copris fricator</i>	34	13
Meloidae		<i>Mylabris variabilis</i>	19	14	
Coreidae		<i>Leptoglossus membranaceus</i>	501	183	
		<i>Anoplocnemis curvipes</i>	106	38	
		<i>Pseudotheraptus devastans</i>	51	34	
		<i>Nezara viridula</i>	89	0	
Pentadomidae	<i>Dysdercus melanoderes</i>	550	375		
Hyménoptères	Miridae	<i>Deraeocoris ruber</i>	67	42	
		<i>Camponotus acvapimevsi</i>	2151	1036	
	Formicidae	<i>Camponotus sp.</i>	665	382	
		<i>Camponotus maculatus</i>	1306	614	
		<i>Lepisiota sp.</i>	1026	776	
		<i>Odontomachus troglodytes</i>	1049	692	
		<i>Monomorium sp.</i>	1217	669	
		<i>Paltothyreus tarsatus</i>	774	482	
		<i>Mesoponera brunoi</i>	2281	1333	
	Apidae	<i>Pheidole sp.</i>	997	547	
		<i>Apis mellifera</i>	306	234	
		<i>Nomada goodeniana</i>	434	271	
		Ischneumonidae	<i>Rhyssa persuasoria</i>	273	167
		Vespidae	<i>Vuscula vulgaris</i>	189	132
		Halictidae	<i>Pachynomia atrinervis</i>	506	343
Braconidae		<i>Atanycolus sp.</i>	163	96	
Pieridae		<i>Gonepteryx rhamni</i>	332	157	
Lépidoptères	Crambidae	<i>Diphania nitidalis</i>	486	426	
	Nymphalidae	<i>Pyronia basthseba</i>	352	291	
Odonates	Corduliidae	<i>Cordulia aenea</i>	209	136	
	Gomphidae	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	137	115	
	Aeshnidae	<i>Brachyton basthseba</i>	117	88	
	Coenagrionidae	<i>Ischnura pumilio</i>	96	70	
		<i>Ischnura senegalensis</i>	140	142	
	Libellulidae	<i>Orthetrum albistylum</i>	132	83	
Orthoptères	Gryllidae	<i>Gryllus bimaculata</i>	169	108	
		<i>Gryllus Pennsylvanicus</i>	142	84	
	Pyrgomorphidae	<i>Zonocerus variegatus</i>	367	253	
	Tettigoniidae	<i>Tettigonia viridissima</i>	428	258	
	Acrididae	<i>Schistocerca gregaria</i>	440	300	
		<i>Arcyptera fusca</i>	289	211	
	Tetrigidae	<i>Tetrix subulata</i>	301	184	
Proscopiidae	<i>Pseudoprosopia scabra</i>	223	156		
Nombre	37	61	24 327	12 174	

3.1.1.5 Ordre des Orthoptères

Huit (8) espèces ont été identifiées; ce sont *Gryllus bimaculata* (Gryllidae), *G. pennsylvanicus* (Gryllidae), *Zonocerus variegatus* (Pyrgomorphidae), *Tettigonia viridissima* (Tettigoniidae), *Schistocerca gregaria* (Acrididae), *Arcyptera fusca* (Acrididae), *Tetrix subulata* (Tetrigidae) et *Pseudoprosopia scabra* (Proscopiidae). Sur les deux saisons, 3 657 individus ont été collectés soit 10,02 % de l'effectif total des insectes. 64,50 % des Orthoptères ont été capturés pendant la saison pluvieuse contre 33,5 % en saison sèche. *Z. variegatus*, *T. viridissima* et *S. gregaria* sont les espèces les plus abondantes (Tableau IV).

3.1.1.6 Ordre des Hyménoptères

Les Hyménoptères, avec 20 413 individus, ont constitué 55,92 % de l'effectif des insectes collectés. Treize mille trois cent trente sept (13 337) individus (65,31 %) ont été recoltés en saison des pluies contre 7 076 (34,69 %) en saison sèche. Six (6) familles (Formicidae, Apidae, Ichneumonidae, Vespidae, Halictidae, Braconidae) se répartissent ces Hyménoptères mais seule la Famille des Formicidae renferme 85,97 % de l'effectif de cet ordre. Quinze (15) espèces (*Camponotus acvapimevsi*, *Camponotus* sp, *Camponotus maculatus*, *Lepisiota* sp, *Odontomachus troglodytes*, *Monomorium* sp, *Paltothyreus tarsatus*, *Mesoponera brunoi*, *Pheidole* sp, *Apis mellifera*, *Nomada goodeniana*, *Rhyssa persuasoria*, *Vuscula vulgaris*, *Pachynomia atrinervis* et *Atanycolus* sp.) ont été collectées. *M. brunoi* avec 17,70 % et *C. acvapimevsi* avec 15,61 % ont été les plus collectées des Hyménoptères (Tableau IV).

3.1.1.7 Ordre des Hétéroptères

Concernant les Hétéroptères, six espèces ont été identifiées: *Leptoglossus membranaceus* (Coreidae), *Anoplocnemis curvipes* (Coreidae), *Pseudothaptus devastans* (Coreidae), *Nezara viridula* (Pentadomidae), *Dysdercus melanoderes* (Pyrrhocoridae) et *Deraeocoris ruber* (Miridae). Sur les deux saisons, 1 988 individus ont été collectés soit 5,45 % de l'effectif total des insectes. 68,61 % de ces Hétéroptères ont été capturés pendant la saison des pluies. *D. melanoderes* (46,53 %) et *L. membranaceus* (34,41 %) sont les plus abondantes (Tableau IV).

3.1.2 Efficacité des différentes méthodes de capture

Les captures avec le filet fauchoir et la pince entomologique ont permis de capturer 22 626 insectes soit 61,98 % de l'effectif total des insectes. Les ordres les mieux représentés sont Hyménoptères (13 265 individus soit 58,63 %) et les Coléoptères (3 348 individus soit 14,80 %) (Tableau IV). Quant aux pièges colorés, ils ont permis de collecter 12 654 insectes, ce qui

représente 34,66 %. Les captures par incubation des fruits concernent exclusivement les Diptères, collectés à hauteur de 1 221 individus soit 65,93 % de tous les Diptères collectés (Tableau V). Les analyses statistiques n'ont révélé aucune différence significative entre les effectifs des insectes capturés par les différentes méthodes ($p = 0,187$). Avec la technique des pièges colorés (Tableau VI), les Hyménoptères ont été les plus capturés ($1833,5 \pm 133,9$) et les Diptères les moins collectés avec une moyenne de $116,5 \pm 26,59$ individus. Les analyses statistiques ont révélé une variation entre les Ordres d'insectes capturés avec les pièges colorés ($p = 0,012$). Quant aux méthodes du filet fauchoir et pince, les Hyménoptères sont également les plus collectés avec une moyenne de $3257 \pm 317,62$ individus. Les analyses statistiques ont montré une différence hautement significative entre les Ordres d'insectes capturés avec ces techniques ($p = 1,041 \cdot 10^{-7}$) (Annexe 2).

Tableau V: Comparaison des différentes méthodes de captures utilisées

Ordres	Pièges colorés	Filet fauchoir et pince	Capture après incubation de fruits	TOTAL
Coléoptères	1901	3348	00	5249
Diptères	418	213	1221	1852
Hétéroptères	720	1268	00	1988
Hyménoptères	7148	13265	00	20413
Lépidoptères	698	1296	00	1994
Odonates	445	903	00	1348
Orthoptères	1324	2333	00	3657
TOTAL	12654	22626	1221	36501
p	0,012	$1,04 \cdot 10^{-5}$	0,0	0,001

Tableau VI : Effectifs moyens des insectes capturés par les différentes méthodes utilisées

Ordres d'insectes	Pièges colorés	Filet fauchoir et pince
Coléoptères	$454,5 \pm 92,2c$	$824 \pm 23,68c$
Diptères	$116,5 \pm 26,59 a$	$54 \pm 19,55a$
Hétéroptères	$191 \pm 31,02ab$	$296 \pm 30,54ab$
Hyménoptères	$1833,5 \pm 133,9 d$	$3257 \pm 317,62d$
Lépidoptères	$172 \pm 13,79ab$	$313 \pm 16,99ab$
Odonates	$108,5 \pm 24,85 a$	$215,5 \pm 83,50ab$
Orthoptères	$318,5 \pm 42,19bc$	$575,5 \pm 38,84bc$
p	0,012	$1,041 \cdot 10^{-7}$

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par la méthode de Student Newman Keul

3.1.3 Abondance et dynamique des Ordres d'insectes en fonction des saisons et des stades phénologiques du concombre

Au cours des deux saisons, les Hyménoptères ont été les plus présents. Cet Ordre a représenté plus de la moitié des effectifs au cours des deux saisons (55,65 % en saison des pluies et 53,26 % en saison sèche). Les Odonates, les Diptères, les Lépidoptères et les Hétéroptères ont été minoritaires (Figure 22).

Dès la germination, les Hyménoptères, les Odonates et les Orthoptères ont été observés. Avec l'apparition des jeunes feuilles, les Orthoptères ont vite pullulé une semaine après la germination. Leur effectif a diminué avec l'âge des feuilles et des plantes où les feuilles ont commencé à durcir. Les autres Ordres ont fait leur apparition 15 jours après la germination. Cette période correspond à la floraison et les Lépidoptères qui sont des pollinisateurs ont fait leur apparition. Les Hyménoptères déjà présents depuis la germination, continuent de pulluler jusqu'à la fin du cycle de la plante. Quant aux Hétéroptères, essentiellement des piqueurs-suceurs, abondent à partir de la fructification. Enfin les Diptères apparaissent avant la floraison et ont connu leur pic à la fin du cycle de la plante. Cette période coïncide avec le pourrissement des fruits qui ont servi de source de nourriture aux larves. Quelle que soit la saison, la dynamique des insectes reste la même (Figure 23).

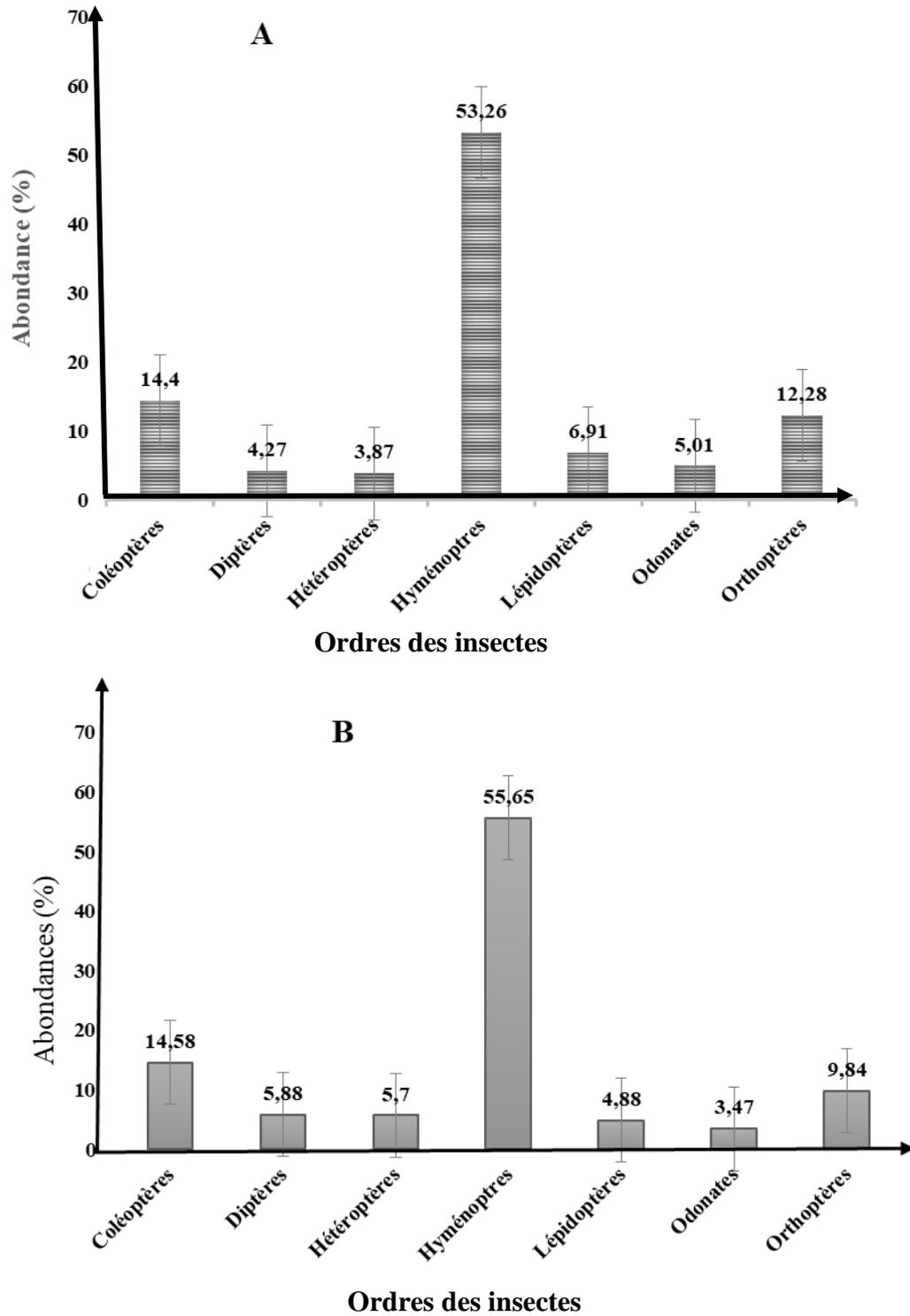


Figure 22: Comparaison des abondances totales d'insectes des deux saisons

A : Saison sèche B : Saison des pluies

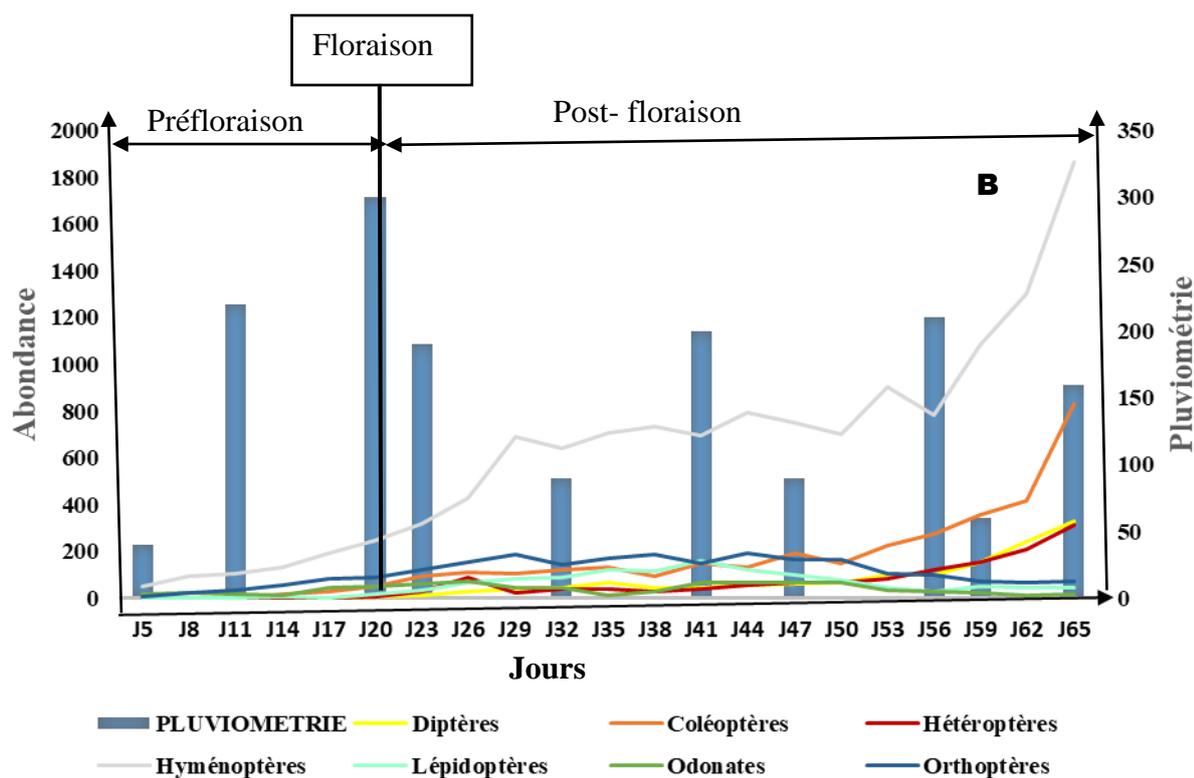
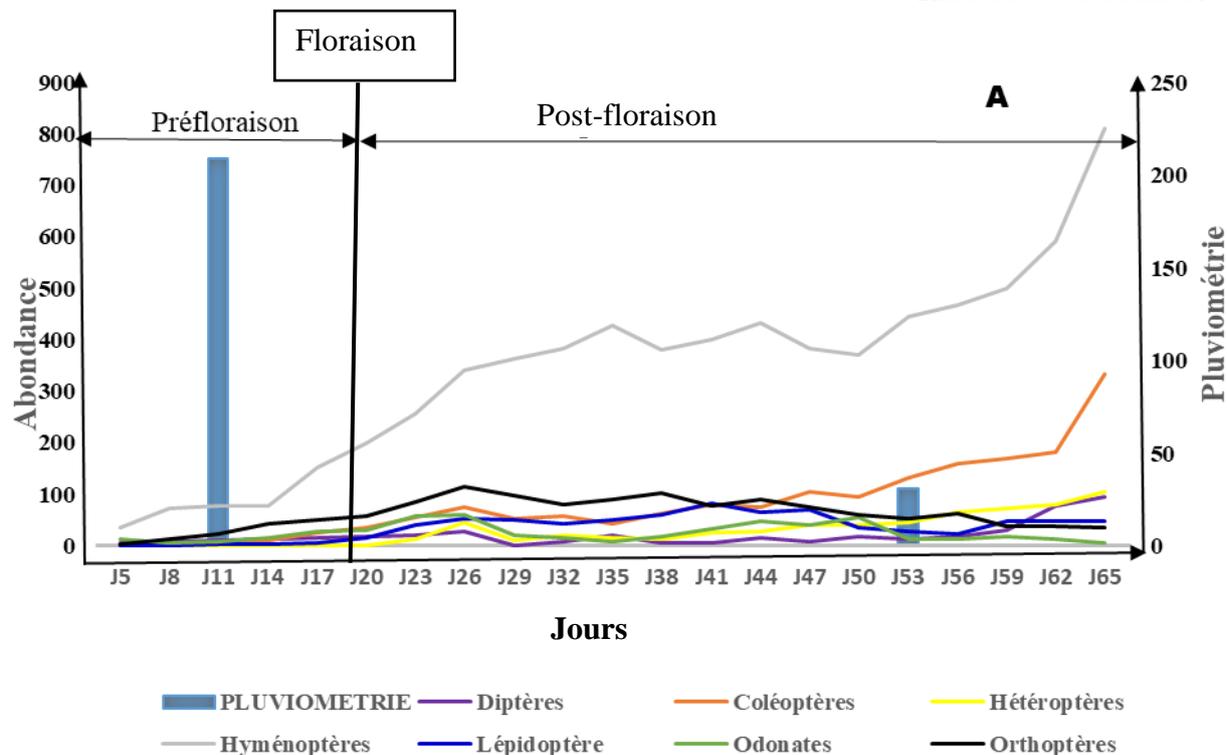


Figure 23: Dynamique des insectes en fonction de la phénologie de la plante et des saisons

A : Saison sèche B : Saison des pluies

3.1.4 Abondance, diversité spécifique et dégâts des insectes sur le concombre.

3.1.4.1 Ordre des Diptères

Dans l'Ordre des Diptères, l'espèce *Musca domestica* a été la plus abondante avec 31,75 % en saison des pluies et 37,77 % en saison sèche. Par contre, *Sarcophaga* sp. a été la moins abondante avec 4,7 % en saison des pluies et 0 % en saison sèche (Figure 24). Pour chaque espèce de Diptère, les résultats du test t de Student ont révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre les abondances des insectes en saison des pluies et en saison sèche ($P = 0,84$). Les analyses statistiques ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les effectifs totaux des insectes des deux saisons ($p = 0,04$). L'indice de Shannon a été supérieur en saison des pluies par rapport à ceux des saisons sèches. Ainsi, les Diptères ont été plus diversifiés à la saison des pluies.

Quant aux indices d'équitabilité, ils ont été identiques (Tableau VII). Alors les insectes ont eu la même répartition spatiale pendant les deux saisons. Dans l'Ordre des Diptères, les genres *Dacus* et *Zeugodacus* (Tephritidae) ont été ceux qui causent plus de dégâts au concombre. Les dégâts sont plus importants en saison des pluies. Ces mouches pondent les œufs dans les fruits de concombre. Les œufs qui éclosent à la fin de l'incubation ont entraîné le pourrissement du fruit (Figure 25).

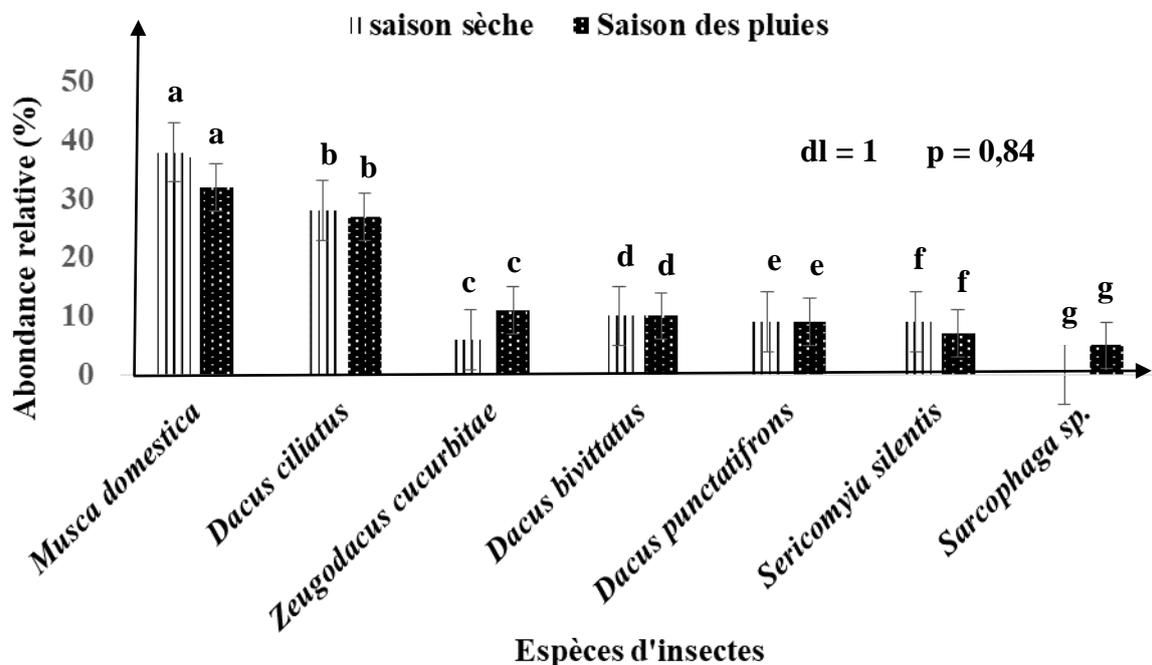


Figure 24 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Diptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche

Tableau VII: Récapitulatif des indices de diversité des Diptères en fonction des saisons

	Richesse Spécifique (S)	Indice de Shannon (H')	Indice d'équitabilité de Piélou (E)
Saison des pluies	7	1,727	0,8875
Saison sèche	6	1,559	0,8703

p = 0,04



Figure 25 : Larves de Diptère dans un fruit de concombre en décomposition

3.1.4.2 Ordre de Coléoptères

L'espèce *Acalymma vittatum* a été la plus abondante des Coléoptères avec 50 % en saison des pluies et 49 % en saison sèche. Tandis que, l'espèce *Mylabris variabilis* a été la moins abondante avec 1 % pendant les deux saisons (Figure 26). Pour chaque espèce des Coléoptères, les résultats du test t de Student ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre l'abondance de la saison des pluies et celle de la saison sèche ($P = 0,85$). Les analyses statistiques ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les effectifs des insectes des deux saisons ($p = 0,11$). La diminution de la diversité spécifique illustre qu'une espèce n'avait pas apparue à la saison sèche.

Les indices de Shannon et d'équitabilité des deux saisons ont été similaires. Les Diptères ont eu la même diversité et la même répartition spatiale pendant les deux saisons (Tableau VIII). Les individus appartenant aux Familles des Chrysomellidae, Coccinellidae, Crambidae, Coreidae et Tephritidae sont des ravageurs du concombre. Ils s'attaquent aux fleurs et aux fruits. *Henosepilachna sp.* (Coccinellidae) a été la plus vorace. Cet insecte s'attaque aux jeunes feuilles et aux fruits de concombre. Sur le fruit en particulier, il ronge l'épiderme laissant derrière lui des voies d'entrée à plusieurs parasites (Figure 27).

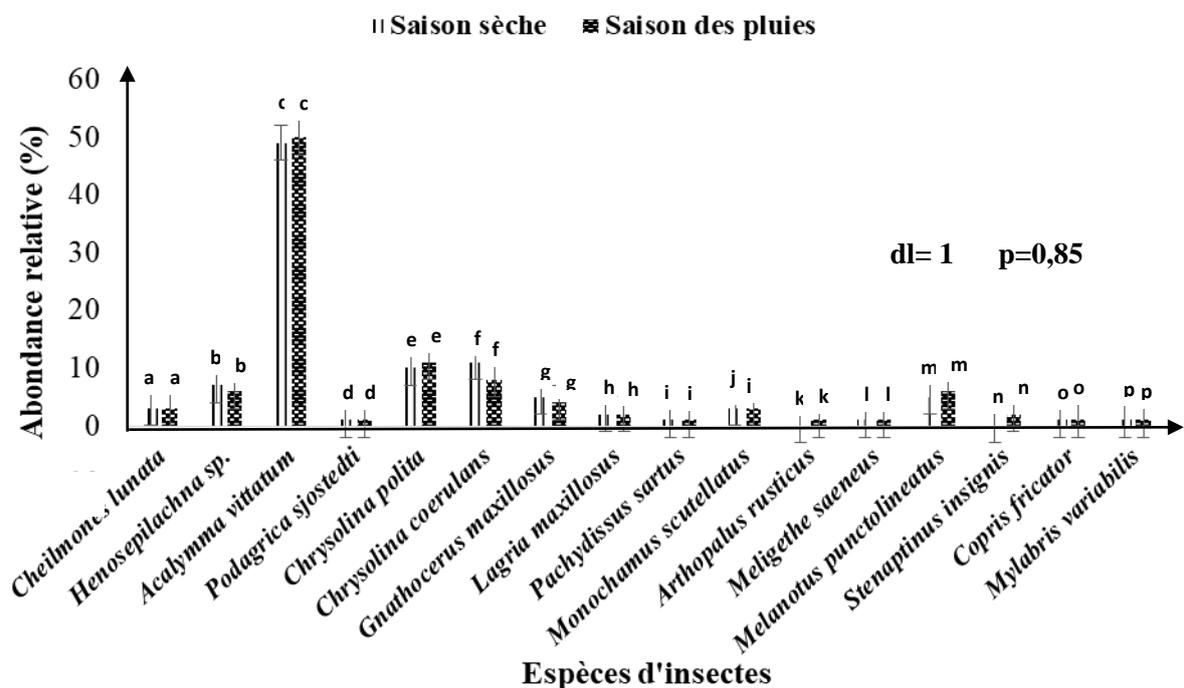


Figure 26 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Coléoptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche

Tableau VIII: Récapitulatif des indices de diversité des Coléoptères en fonction des saisons

	Richesse Spécifique (S)	Indice de Shannon (H')	Indice d'équitabilité de Pielou (E)
Saison des pluies	16	1,866	0,673
Saison sèche	15	1,848	0,6823

p= 0,11

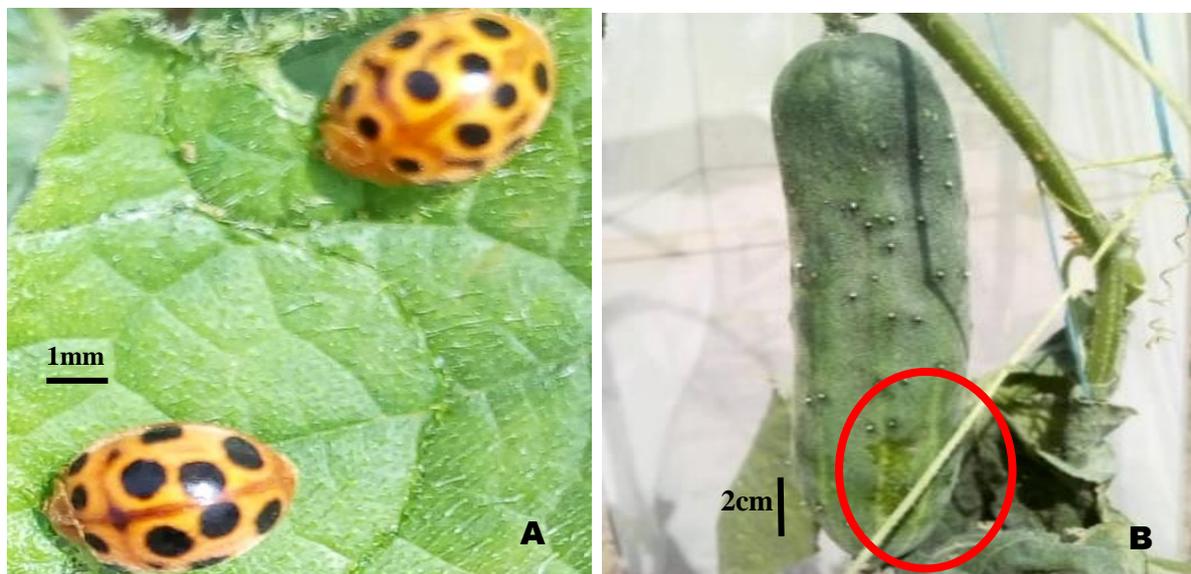


Figure 27 : *Henosepilachna sp.* sur feuille de concombre et ses dégâts sur fruit

A : *Henosepilachna sp.* sur feuille de concombre

B : Dégâts de *Henosepilachna sp.* sur fruit de concombre

3.1.4.3 Ordre des Lépidoptères

L'espèce *Diphania nitidalis* a été la plus abondante avec 42 % en saison des pluies et 49 % en saison sèche. Par contre l'espèce *Gonepteryx rhamni* a été la moins abondante avec 28 % en saison des pluies et 18 % en saison sèche (Figure 28). Pour chaque espèce des Lépidoptères, les résultats du test t de Student ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre l'abondance de la saison des pluies et celle de la saison sèche ($p = 0,82$). La diversité spécifique n'a pas varié d'une saison à une autre. Les analyses statistiques ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les effectifs des insectes des deux saisons ($p = 0,27$).

Les indices de Shannon et d'équitabilité ont été supérieurs en saison des pluies. Ainsi, les Lépidoptères ont été plus diversifiés et mieux répartis à la saison des pluies. (Tableau IX).

Diphania nitidalis a été le plus abondant et le plus vorace. Les dégâts causés par les Lépidoptères sur la culture de concombre ont été visibles sur toute la partie aérienne des plants à savoir sur les feuilles et sur les fruits. A la préfloraison, les espèces au stade larvaire se nourrissent des feuilles. Elles dévorent le limbe des feuilles, ne laissant subsister que les nervures entraînant la réduction de la surface foliaire et influence négativement l'activité photosynthétique. Au stade post-floraison les larves de papillons en particulier le genre *Diphania* dévorent le limbe des feuilles et les fruits. Les chenilles, à un certain stade de leur croissance ont migré des feuilles vers les fruits qui contiennent plus d'eau et d'éléments nutritifs nécessaires à leur développement. Leur appareil buccal étant de type broyeur, elles commencent tout d'abord à se nourrir de la coque verte du fruit. Ensuite, elles y creusent des galeries (Figure 29). La sève contenue dans le fruit perforé coule et sert de nourriture aux Lépidoptères et Hyménoptères. Les chenilles sont capables de dévorer complètement un fruit. Ces galeries ont constitué des portes d'entrées à plusieurs maladies. Les attaques des Lépidoptères ont entraîné une baisse de la production et déprécie le goût.

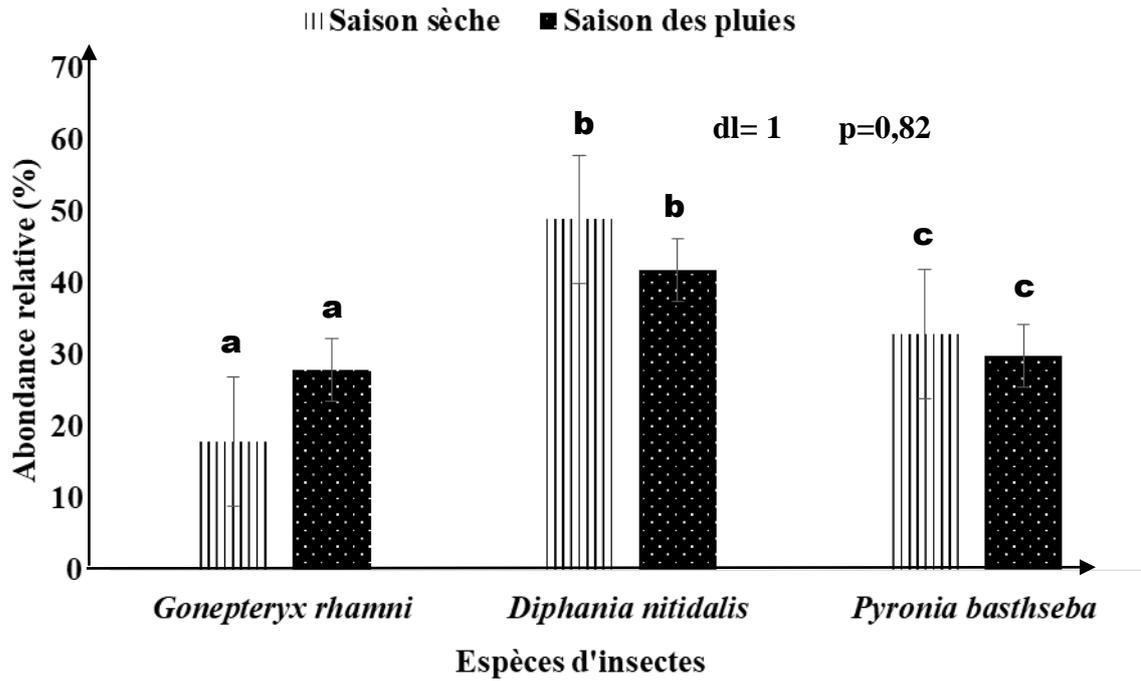


Figure 28 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Lépidoptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche

Tableau IX: Récapitulatif des indices de diversité des Lépidoptères en fonction des saisons

	Richesse Spécifique (S)	Indice de Shannon (H')	Indice d'équitabilité de Piélou (E)
Saison des pluies	3	1,084	0,9865
Saison sèche	3	1,025	0,9329

p = 0,27

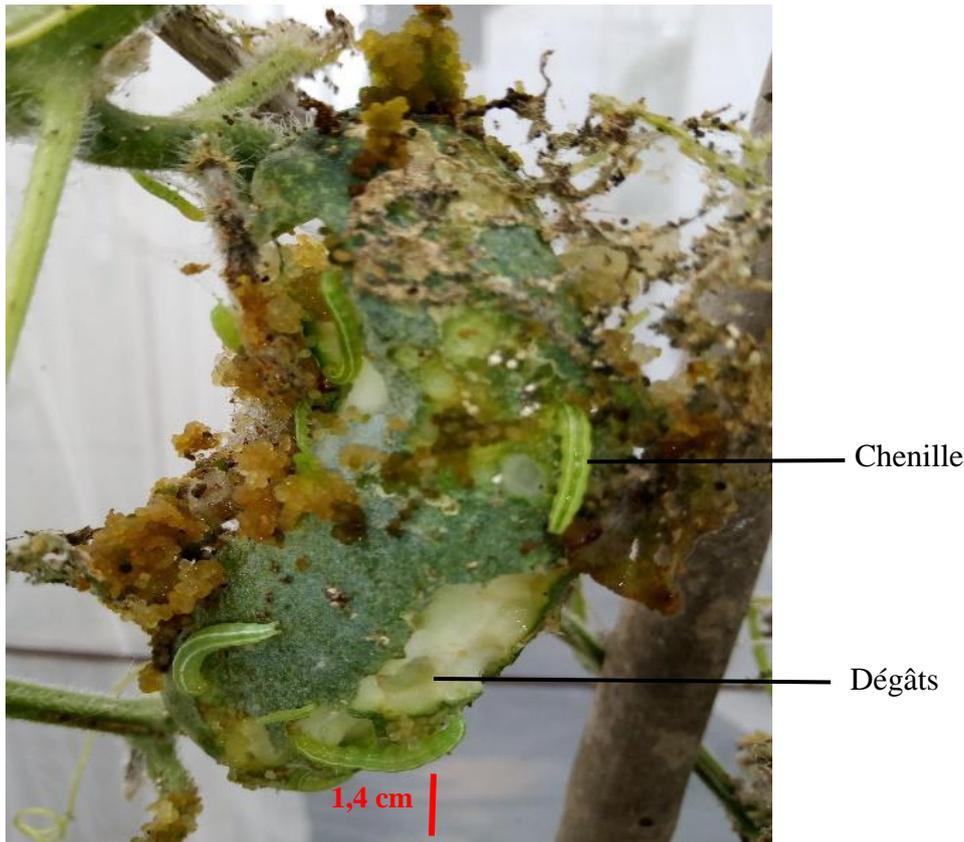


Figure 29 : Dégâts de chenille de *Diphania nitidalis* sur des plants de concombre

3.1.4.4 Ordres des Odonates

Chez les Odonates, l'espèce *Cordulia aenea* a été la plus abondante avec 25 % en saison des pluies et 21 % en saison sèche. Par contre, l'espèce *Ischnura pumilio* a été la moins abondante avec 12 % en saison des pluies et 11 % en saison sèche (Figure 30). Pour chaque espèce des Odonates, les analyses statistiques (test t de Student) ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre l'abondance des individus en saison des pluies et en saison sèche ($P = 0,87$). La diversité spécifique n'avait pas varié avec la saison. Les analyses statistiques ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les effectifs des insectes des deux saisons ($P = 0,14$). Les indices de Shannon et d'équitabilité des deux saisons ont été similaires. La diversification et la répartition spatiale des Odonates pendant les deux saisons ont été similaires (Tableau X). Les insectes appartenant à cet Ordre n'ont pas attaqué le concombre. Ils ont été plutôt utiles de par leur rôle de prédation sur d'autres insectes nuisibles tels que les larves des Lépidoptères et Diptères.

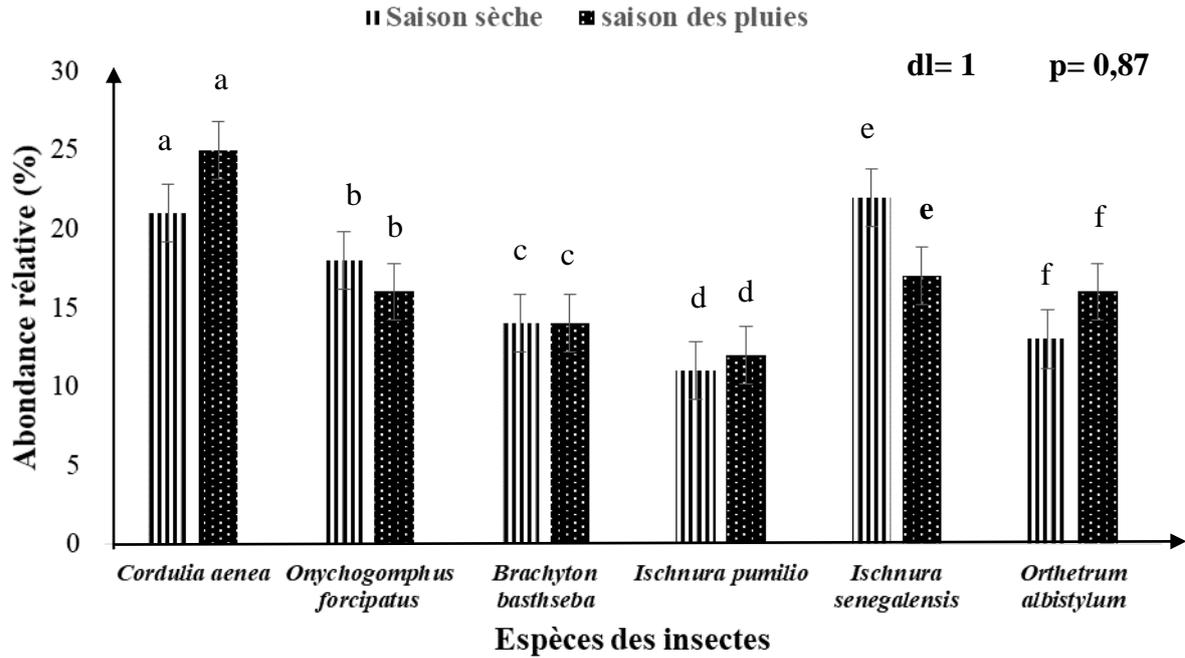


Figure 30 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Odonates de la saison des pluies à celle de la saison sèche

Tableau X : Récapitulatif des indices de diversité des Odonates en fonction des saisons

	Richesse Spécifique (S)	Indice de Shannon (H')	Indice d'équitabilité de Piélou (E)
Saison des pluies	6	1,762	0,9834
Saison sèche	6	1,759	0,9815
p = 0,14			

3.1.4.5 Ordre des Orthoptères

L'espèce *Schistocerca gregaria* a été la plus abondante des Orthoptères avec 19 % au cours de chaque saison. Par ailleurs, l'espèce *Gryllus Pennsylvanicus* a été la moins abondante avec 6 % en saison des pluies et 5 % en saison sèche (Figure 31). Pour chaque espèce des Orthoptères, les analyses statistiques (test t de Student) ont montré que l'abondance de la saison des pluies et celle de la saison sèche ont été identiques ($P = 1$). La diversité spécifique n'a pas variée avec la saison. Les analyses statistiques ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les effectifs des insectes des deux saisons ($P = 0,07$). L'indice de Shannon et l'indice d'équitabilité des deux saisons ont été similaires. Les Orthoptères ont eu la même diversité et la répartition spatiale pendant les deux saisons (Tableau XI).

Les dégâts causés par ces insectes sur la culture de concombre ont été visibles sur les feuilles et les jeunes tiges. Parmi toutes les espèces identifiées, *Z. variegatus* a causé le plus de dégâts sur le concombre (Figure 32). Il s'attaque aux jeunes feuilles tendres et en pleine activité photosynthétique, ce qui réduit la production de la matière organique.

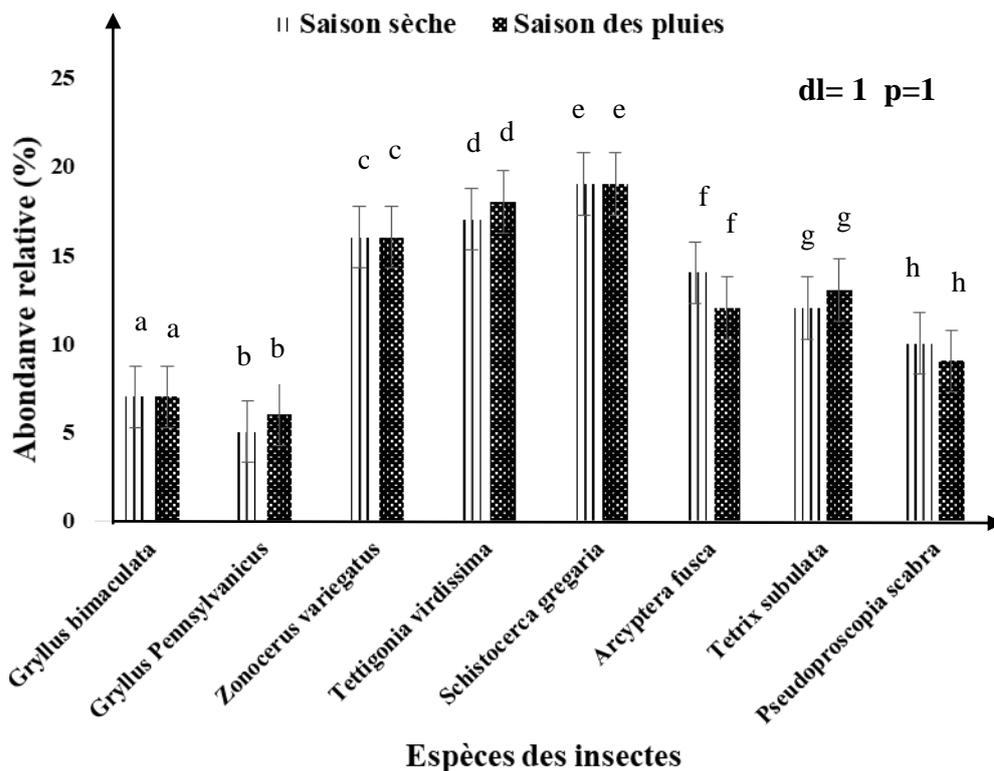


Figure 31 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Orthoptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche

Tableau XI: Récapitulatif des indices de diversité des Orthoptères en fonction des saisons

	Richesse Spécifique (S)	Indice de Shannon (H')	Indice d'équitabilité de Piélou (E)
Saison des pluies	8	2,013	0,9682
Saison sèche	8	2,009	0,966

p = 0,07

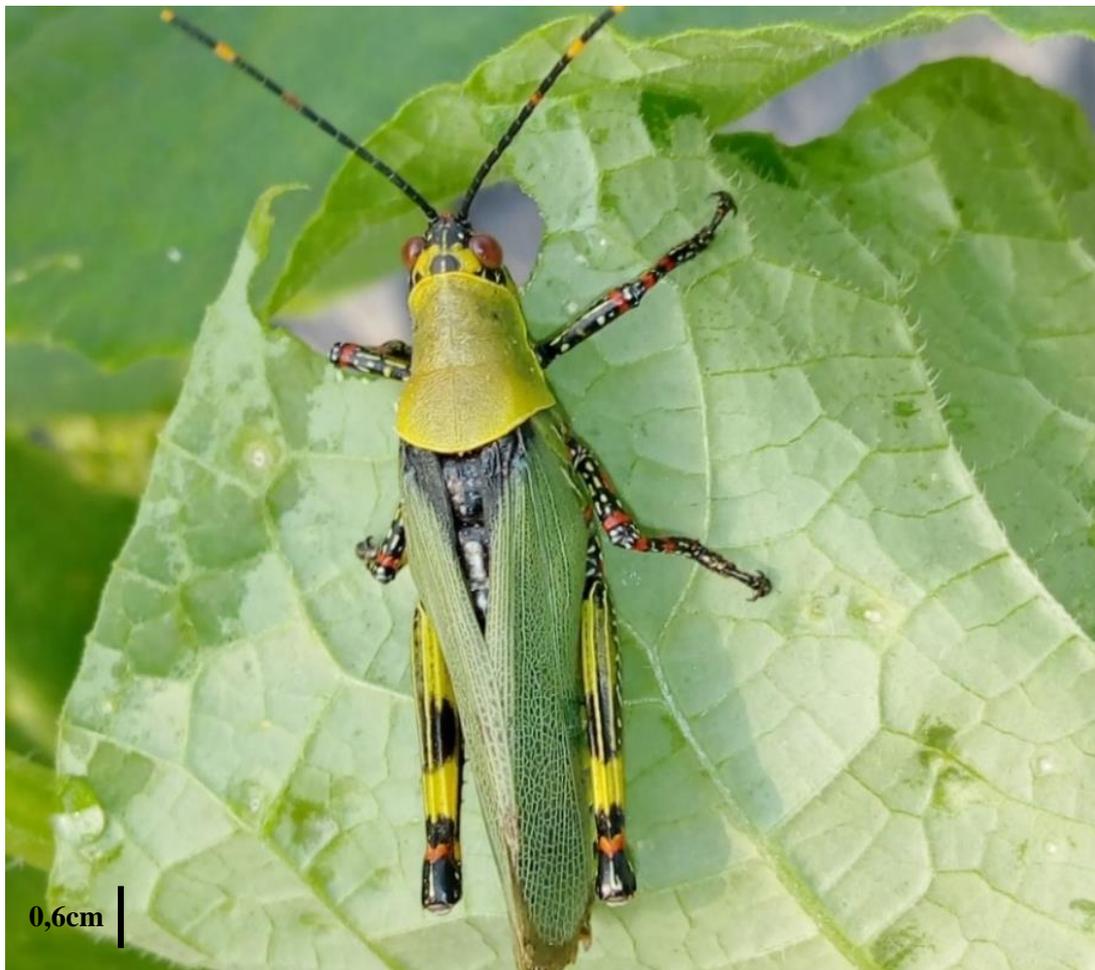


Figure 32: *Zonocerus variegatus* sur feuille de concombre

3.1.4.6 Ordres des Hyménoptères

Mesoponera brunoi a été l'espèce la plus abondante avec 17 % à chaque saison et *Atanycolus* sp a été la moins abondante avec 1 % à chaque saison également (Figure 33). Pour chaque espèce des Hyménoptères, les résultats du test t de Student ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre l'abondance de la saison des pluies et celle de la saison sèche ($p = 0,85$). La diversité spécifique n'avait pas varié d'une saison à une autre. Les effectifs des insectes n'ont également pas varié significativement selon les résultats du test de Kruskal-Wallis ($p = 0,11$). Les indices de Shannon et d'équitabilité ont été supérieurs en saison de sèche. Ainsi, les Hyménoptères ont été plus diversifiés et mieux répartis à la saison sèche (Tableau XII). Les individus de cet Ordre n'ont pas causés de dégâts au concombre. Certains tels que *Lepisiota* sp (Formicidae), *A. mellifera* et *N. goodeniana* (Apidae) sont pollinisateurs et les autres sont soit prédateurs (*Lepisiota* sp et *camponotus* sp) ou soit passifs (*M. brunoi*).

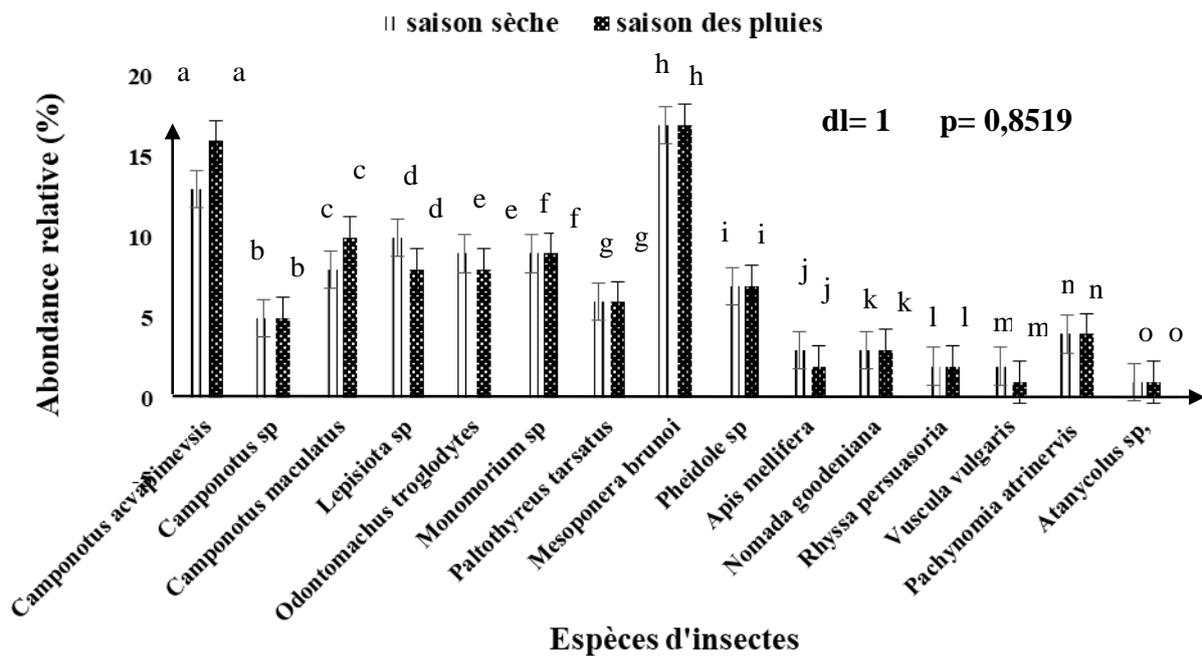


Figure 33 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Hyménoptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche

Tableau XII: Récapitulatif des indices de diversité des Hyménoptères en fonction des saisons

	Richesse Spécifique (S)	Indice de Shannon (H')	Indice d'équitabilité de Pielou (E)
Saison des pluies	15	2,464	0,9099
Saison sèche	15	2,501	0,9236

p = 0,11

3.1.4.7 Ordre des Hétéroptères

Chez les Hétéroptères l'espèce *Dysdercus melanoderes* a été la plus abondante avec 40 % en saison des pluies et 56 % en saison sèche. Par contre, l'espèce *Nezara viridula*, absente en saison sèche a été la moins abondante avec 7 % en saison des pluies (Figure 34). Pour chaque espèce des Hétéroptères, les analyses statistiques (test t de Student) ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre l'abondance de la saison des pluies et celle de la saison sèche (p = 0,74). La diversité spécifique des insectes diminue à la saison de sèche. Les analyses statistiques ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les effectifs des insectes des deux saisons (p = 0,10).

Les indices de Shannon et d'équitabilité des deux saisons ont été supérieurs à la saison des pluies. Les Hétéroptères ont été aussi plus diversifiés avec une meilleure répartition spatiale à saison des pluies (Tableau XIII). Ces insectes sont des piqueurs-suceurs, ils utilisent leur rostre pour sucer la sève des jeunes organes et fruits (Figure 35).

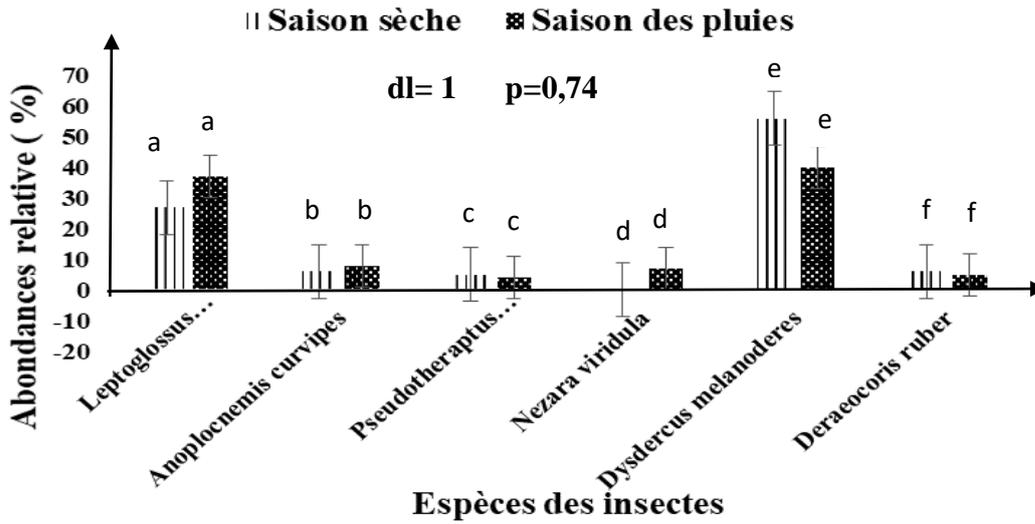


Figure 34 : Comparaison de l'abondance des espèces de l'Ordre des Hétéroptères de la saison des pluies à celle de la saison sèche

Tableau XIII: Récapitulatif des indices de diversité des Hétéroptères en fonction des saisons

	Richesse Spécifique (S)	Indice de Shannon (H')	Indice d'équitabilité de Piélou (E)
Saison des pluies	6	1,382	0,7711
Saison sèche	5	1,166	0,7248

P=0,10



Figure 35: *Leptoglossus membranaceus* sur jeune fruit de concombre

Chapitre II : Bio-écologie de *L. membranaceus* et dégâts

3.1.5 Périodes de pré-copulation et de pré-oviposition

Quelle que soit la saison, les premiers accouplements ont été observés entre 6^{ème} et le 8^{ème} jour après la mue imaginale. La période moyenne de pré-copulation est de $7,85 \pm 1,38$ jours. Les premiers œufs ont été pondus entre le 8 et 10^{ème} jour après l'accouplement est la période moyenne de pré-oviposition est de $9 \pm 0,66$ jours.

3.1.6 Nombre d'œufs pondus par femelle, période de ponte et durée de vie des adultes

Le nombre d'œufs par ponte varie de 4 à 28 en saison pluvieuse et 2 à 23 en saison sèche avec une moyenne d'environ 13 ± 5 œufs par ponte. Les femelles pondent tous les deux ou trois jours. Les œufs sont pondus généralement sur les vrilles et rarement sur les tiges et sont alignés sous forme de chapelet. Un chapelet correspond à une ponte et leur tête est généralement orientée vers le haut. Les œufs, de couleur brune, virent au marron quelques heures avant leur éclosion. En saison des pluies, les femelles pondent au minimum 94 œufs et 249 au maximum soit une moyenne de 180 œufs. Par contre, la ponte varie entre 90 et 230 œufs soit un nombre moyen de 150 œufs en saison sèche. D'après le test t de Student au seuil de 5 %, le nombre d'œufs pondus en saison sèche ne diffère pas significativement de celui de la saison pluvieuse ($p = 0,12$ dl = 1) (Figure 36).

La durée moyenne de la période de ponte varie entre 90 et 107 jours avec une moyenne de 98,5 jours en saison pluvieuse contre 78,5 jours en saison sèche (70 jours minimum et 87 jours maximum). Le test t de Student au seuil de 5 % a montré que la durée de ponte en saison sèche diffère significativement de celle de la saison pluvieuse ($p = 0,00$ dl = 1) (Figure 37). L'espérance de vie des femelles est comprise entre 85 et 127 jours et celle des mâles entre de 121 et 138 jours en saison pluvieuse. Par contre elle est de 75 à 85 jours pour les femelles et mâles 97 à 127 jours pour les mâles en saison sèche. Chez *L. membranaceus*, les mâles vivent plus longtemps que les femelles et la longévité est plus élevée en saison des pluies.

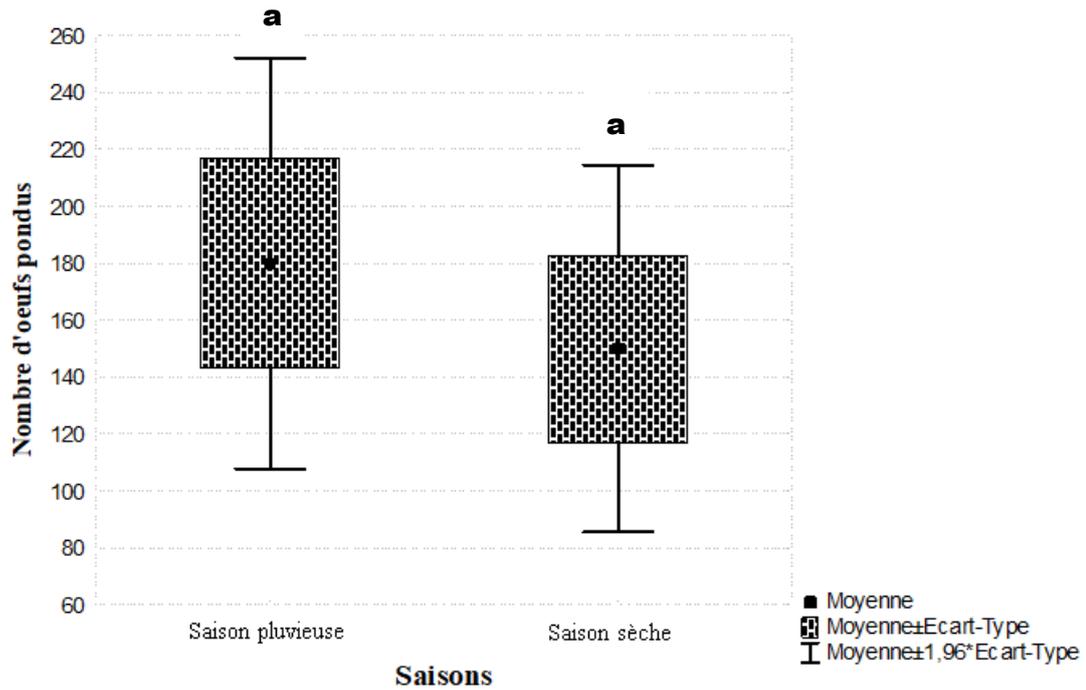


Figure 36: Nombre d'œufs pondus par les femelles de *L. membranaceus* en fonction des saisons

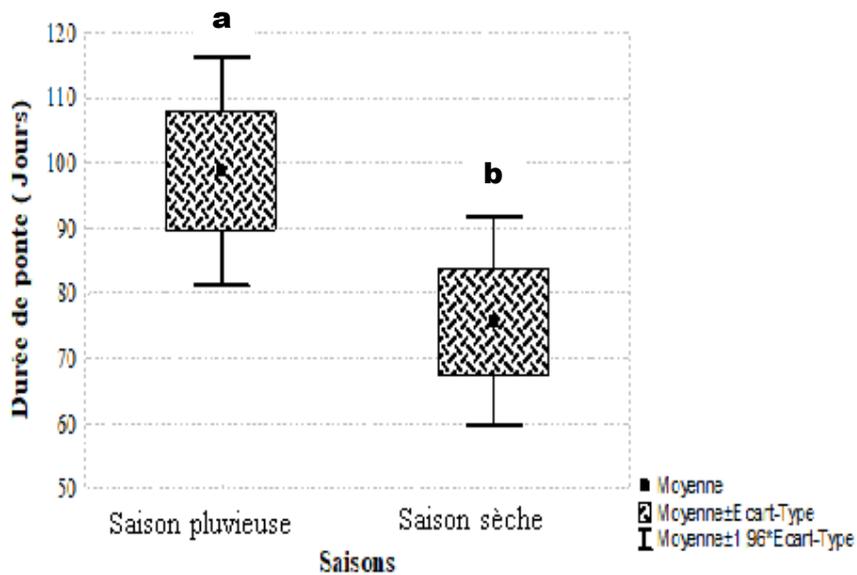


Figure 37: Durée de ponte des femelles de *Leptoglossus membranaceus* en fonction des saisons

3.1.7 Période d'incubation et taux de fertilité des œufs

Pendant la saison des pluies, l'incubation des œufs dure 6 à 12 jours, avec une période moyenne de $7,33 \pm 0,58$ jours. L'éclosion des œufs d'une ponte se fait le même jour. Elle commence par le premier œuf pondu (Figure 38). Sur une moyenne de 171 œufs pondus par une femelle, 156 œufs ont éclos soit un taux moyen de fertilité de 91,22 %.

Pendant la saison sèche, l'incubation des œufs a duré 5 à 7 jours, soit une période moyenne de $6,25 \pm 0,45$ jours. La température des cages a varié de 27,4 à 33,1°C avec une moyenne de $29,45 \pm 0,9$ °C. Sur une moyenne de 160 œufs pondus par une femelle, 154 œufs ont éclos soit un taux moyen de fertilité de 96,25 %.



Figure 38: Eclosion des œufs de *Leptoglossus membranaceus*

3.1.8 Taux de survie larvaire, durée de développement et sex-ratio de *L. membranaceus*

L'étude des paramètres biologiques a montré que le cycle de développement de *L. membranaceus* comporte cinq stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5). Les durées des stades larvaires ont été de 1,8 à 2,6 jours (43 heures à 62 heures) pour L1 ; $3,45 \pm 0,57$ jours pour L2 ; $5,13 \pm 1,13$ jours pour L3 ; $6,76 \pm 1,28$ jours pour L4 et $8 \pm 0,83$ jours pour L5, soit une durée moyenne de 25,52 jours en saison pluvieuse.

En saison sèche, le stade L1 a duré de 1,3 à 2,70 jours (31 heures à 41 heures), le stade L2 a duré $3,20 \pm 0,42$ jours, le stade L3 a duré $4,57 \pm 1,24$ jours, le stade L4 a duré $5,66 \pm 1,20$ jours et le stade L5 de 6 à 8 jours, soit une durée moyenne de 22,53 jours (Figure 39). En saison pluvieuse, les taux de survie larvaires étaient de 44, 54 % (L1), 53,92 % (L2), 83,63 % (L3), 86,95 % (L4) et 97, 50 % pour le stade L5 (Tableau XIV). En saison sèche, les taux étaient de 48, 83 % pour L1, 66,66 % pour L2, 92,85 % pour L3, 92,30 % pour L4 et 97, 50 % pour L5. La larve passe de $2 \pm 0,5$ mm au stade L1 à $13 \pm 1,3$ mm au stade L5.

Pour changer de stade, les larves subissaient des mues successives. Le nombre de larves diminue du stade L1 au stade L3 puis reste presque stable de L3 à L5. Le taux de mortalité est plus élevé chez les jeunes larves donc plus vulnérables. En saison sèche, sur un total de 221 larves, 44 larves ont atteint le stade 5 puis l'âge adulte; soit un taux moyen de survie larvaire et de survie générale de 19,46 %. Le test de Kruskal-Wallis a montré une différence hautement significative entre les effectifs des stades larvaires ($p = 0,00$ dl = 4) (Figure 40 A). Sur un total moyen de 229 larves, seuls 40 avaient atteint le stade 5 et 39 l'âge adulte en saison pluvieuse, soit un taux moyen de survie larvaire de 17,47 % et de survie générale de 17,03%. Le test de Kruskal-Wallis a montré qu'il y a une différence très significative entre les effectifs des stades larvaires ($p = 1,952 \cdot 10^{-05}$ dl = 4) (Figure 40 B). Le taux de survie est supérieur en saison sèche.

La durée totale de développement de *L. membranaceus* (de l'œuf à l'adulte) est de 33, 37 jours en saison pluvieuse contre 30,38 jours en saison sèche. Le sex-ratio est 0,77 en saison sèche contre 0,75 en saison des pluies en faveur des mâles.

La durée de développement du cycle (de L1 à l'adulte) diminue lorsque la température interne de la cage augmente ($r = 0,6718$). Pendant les périodes à faible température, les stades larvaires durent plus longtemps (Figure 41). Quant à l'humidité relative de l'air, elle n'influence pas la durée de vie larvaire.

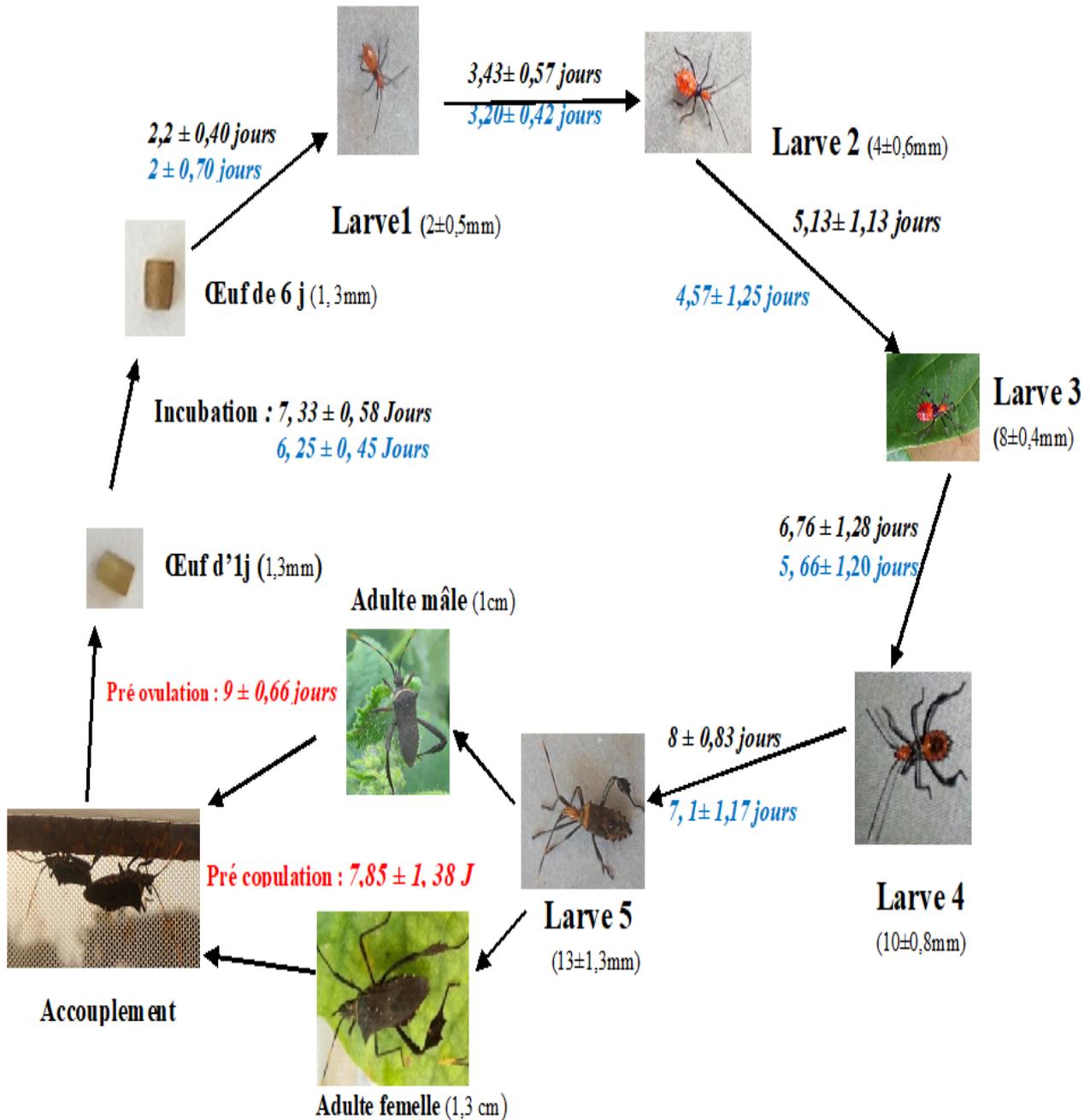


Figure 39 : Cycle de développement de *Leptoglossus membranaceus* des deux saisons

Bleu : saison sèche Noire : saison pluvieuse : Rouge : saison sèche et saison des pluies

Tableau XIV: Taux de survie et longueur moyenne des larves de *L. membranaceus* des deux saisons

		Larve 1	Larve 2	Larve 3	Larve 4	Larve 5
DL (jours)	Pluie	2,2±0,40	3,43±0,57	5,13±1,13	6,76±1,28	8±0,83
	Sèche	2,1±0,70	3,40±0,42	5,07±1,25	6,66±1,70	7,5±1,17
TS (%)	Pluie	44,54	53,92	83,63	86,95	97,5
	Sèche	48,83	66,66	92,85	92,30	97,83
LML (mm)		2±0,5	4±0,6	8±0,4	10±0,8	13±1,3

DL : Durée larvaire ; TS : Taux de survie ; LML : Longueur moyenne des larves

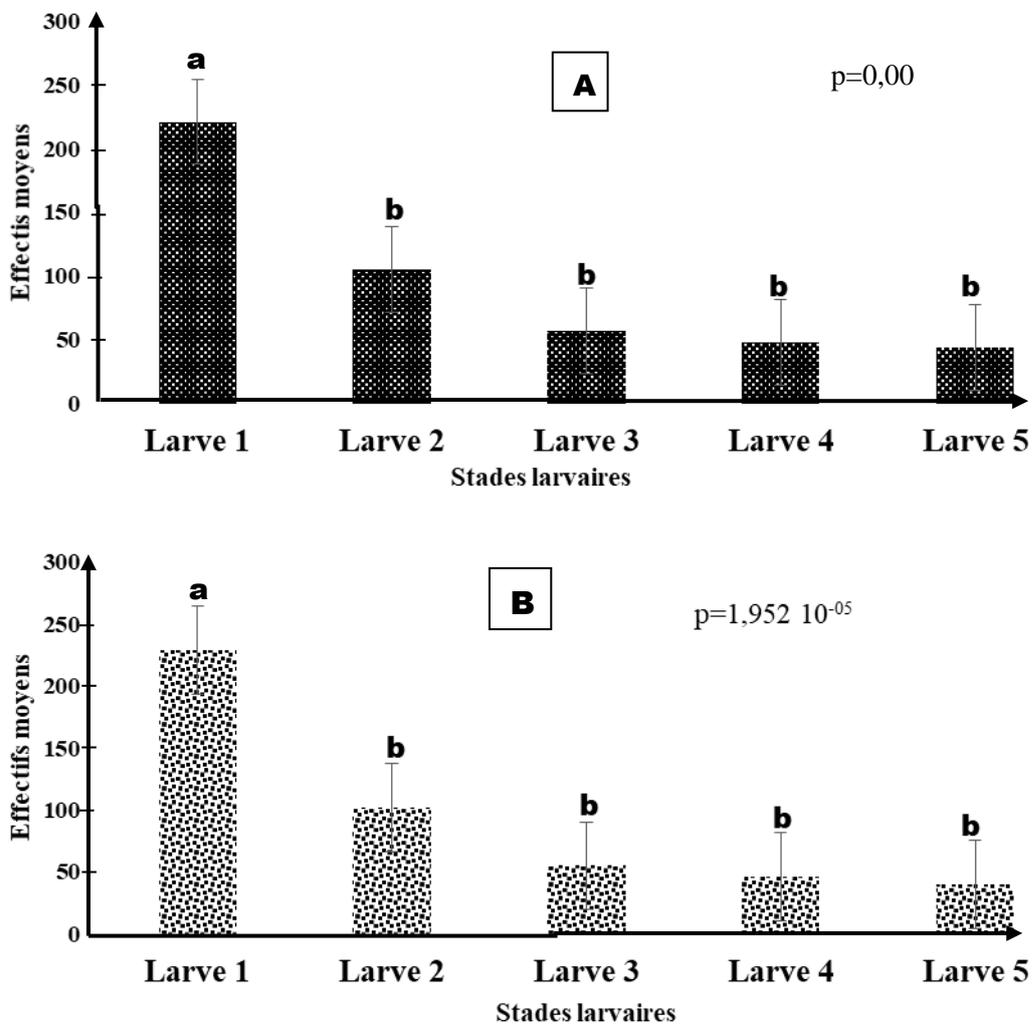


Figure 40 : Survie larvaire de *L. membranaceus* des deux saisons

A: saison sèche B: saison des pluies

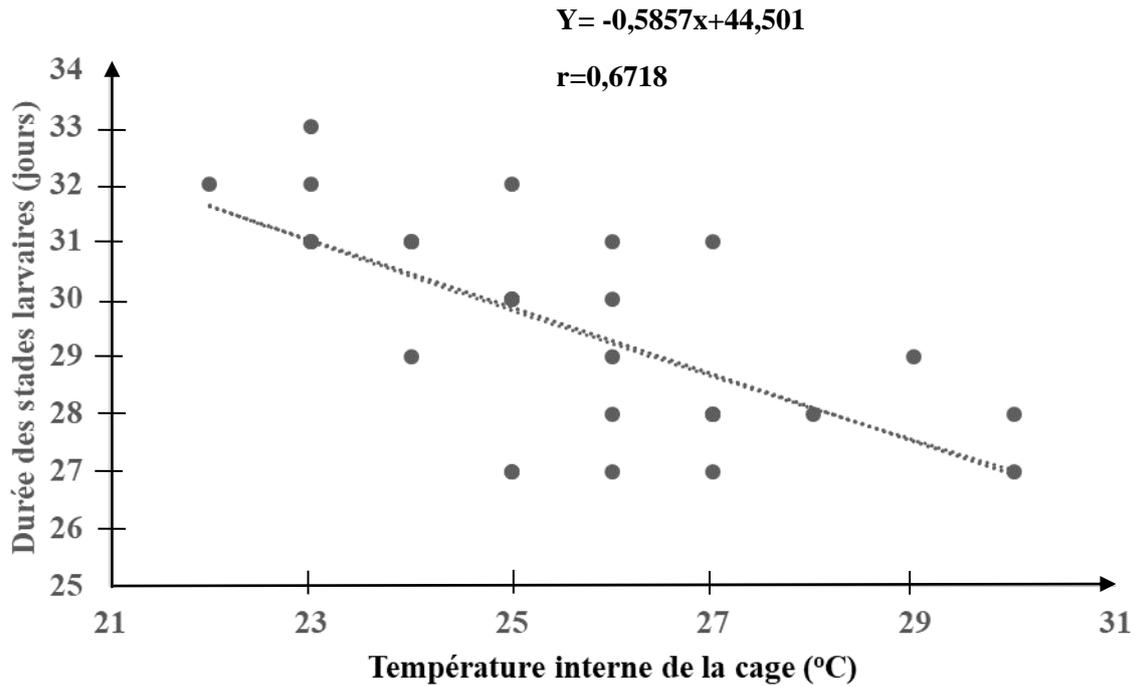


Figure 41: Durée du cycle de développement de *L. membranaceus* en fonction de la température interne des cages.

3.1.9 Dynamique de *L. membranaceus* et incidence de ses attaques sur la production de concombre

L. membranaceus est quasiment absent pendant les deux premières semaines après semis. Il apparaît au milieu de la 3^{ème} semaine puis pullule à la fructification (4^{ème} semaine après semis). Son abondance augmente avec l'âge de la plante jusqu'au 45^{ème} jour où elle atteint son pic. A partir de la 7^{ème} semaine jusqu'à la fin du cycle de la plante (environ 65 jours après germination), l'effectif de *L. membranaceus* dans le champ baisse (Figure 42). Quant aux dégâts, ils ont généralement été observés sur les jeunes tiges de concombre et sur les fruits. Les piqûres de cet insecte n'occasionnent pas de blessures visibles, mais les prélèvements répétés de sève provoquent une perte d'énergie considérable pour le concombre. Les piqûres répétées de *L. membranaceus* entraînent une déformation des fruits et peut même provoquer le flétrissement ou la mort de la plante de concombre (Figures 43, 44 et Annexe 1). Lorsque la production commence à baisser, plusieurs individus de *L. membranaceus* s'entassent sur les fruits restant. Ce qui accélère le pourrissement des fruits (Figure 45).

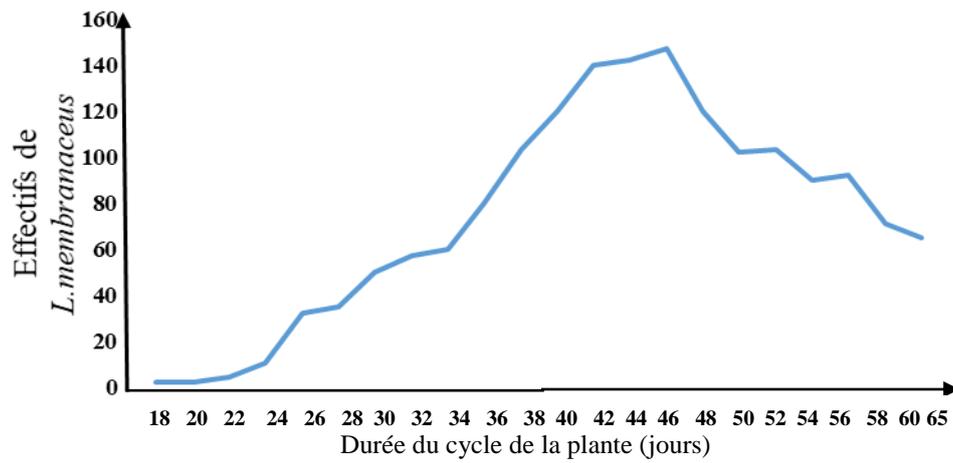


Figure 42: Dynamique de *L. membranaceus* en fonction de l'évolution de la plante du concombre



Figure 43: Fruit de concombre déformé suite aux attaques répétées de *L. membranaceus*



Flétrissement dû aux attaques répétées par *L. membranaceus*

Figure 44: Impact des attaques de *L. membranaceus* sur une jeune tige du concombre



Figure 45: Colonie de *L. membranaceus* sur fruit de concombre

Sur 160 fruits qui ont subi au moins 5 attaques par *L. membranaceus*, 73 sont détruits soit un taux 45,62 %. Ceci correspond à un indice de 3. Un plant sain produit en moyenne $14,36 \pm 6,65$ fruits contre $8,5 \pm 3,77$ pour un plant attaqué par *L. membranaceus*. L'analyse statistique (test t de Student) a montré qu'il y a une différence très significative entre le nombre des fruits des plants attaqués et ceux des plants sains au seuil 5 % (Figure 46) ($p = 0,21 \cdot 10^{-3}$; $dl = 1$). Le taux moyen de perte en nombre de fruits dû aux attaques répétées par *L. membranaceus* est de 59,19 %. Pour 50 fruits attaqués, et 50 autres non attaqués, la masse moyenne d'un fruit sain est $656,2 \pm 26,22$ g contre $328,98 \pm 15,12$ g pour un fruit attaqué par *L. membranaceus* soit 50,13 % de perte en masse des fruits.

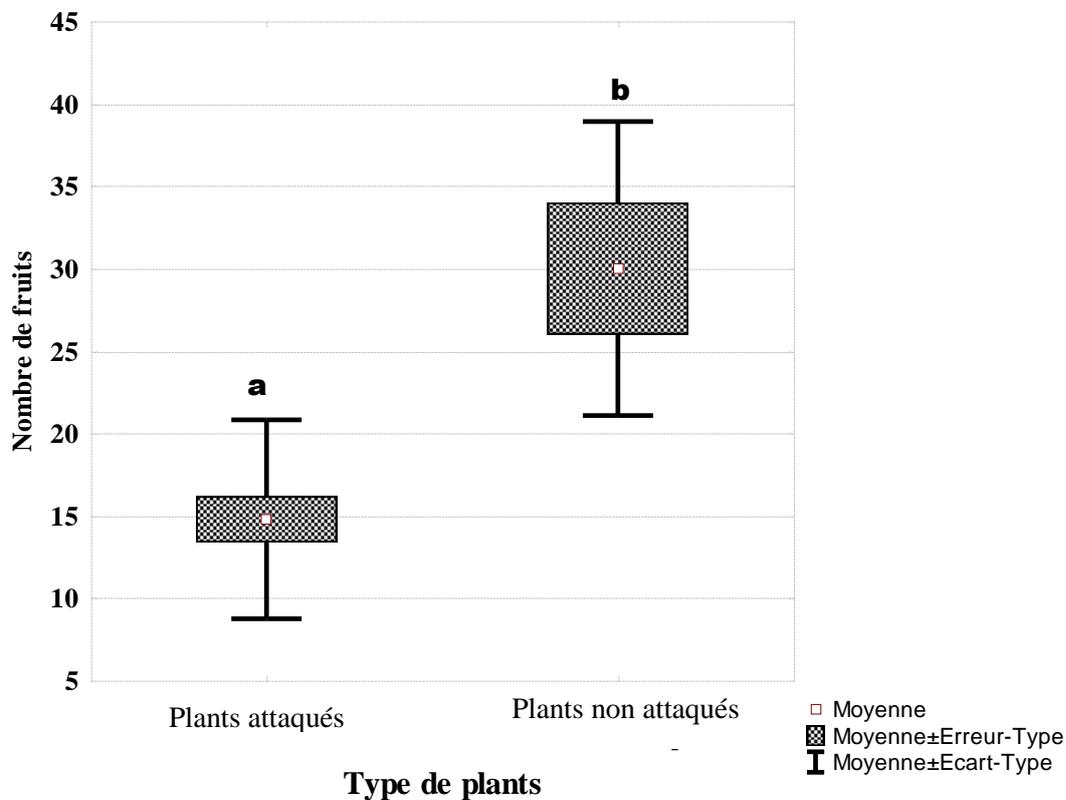


Figure 46 : Impact des attaques de *L. membranaceus* sur la production de concombre

test t de Student, $\alpha = 5\%$ $p = 0,21 \cdot 10^{-3}$ $dl = 1$

Chapitre III : Essais de lutte contre *L. membranaceus*

3.1.10 Effet des extraits aqueux sur la fertilité des œufs de *L. membranaceus*

La fertilité des œufs diminue lorsque la concentration augmente. Les œufs d'un jour sont les plus vulnérables. Les extraits aqueux de plantes ont eu des actions variables, en fonction de leur concentration et de l'âge des œufs. Pour chaque concentration, les taux de fertilité des œufs augmentent avec l'âge des œufs. A partir de la concentration de $0,20 \cdot 10^{-3}$ g/ml, *Cothrine* 50 annule la fertilité des tous les œufs (Tableau XV).

Zingiber officinale est l'extrait qui réduit le plus la fertilité des œufs de *L. membranaceus* avec $49 \pm 20,73$ % (J1), $58 \pm 13,96$ % (J2), $83 \pm 2,73$ % (J4) et $83 \pm 2,73$ % (J6). *Thevetia peruviana* influence très peu la fertilité des œufs avec 85 ± 00 (J1), $88 \pm 2,73$ (J2), $88 \pm 2,73$ (J4) et $88 \pm 2,73$ (J6). Les analyses statistiques ont révélé une différence hautement significative entre les moyennes de taux de fertilité des œufs de tous les âges ($p = 0,00$; $dl = 6$) (Tableau XVI).

Tableau XV: Taux (%) de fertilité des œufs après traitement

Extraits aqueux de plantes	Concentrations (g/ml)	Nombre d'œufs traités	Age des œufs (Jours)			
			1	2	4	6
<i>Zingiber officinale</i> (Rhizome)	0,1	20	75	75	85	85
	0,2	20	65	60	85	85
	0,4	20	45	55	85	85
	0,6	20	35	55	80	80
	0,8	20	25	45	80	80
<i>Ricinus communis</i> (Feuilles)	0,1	20	75	75	85	85
	0,2	20	70	75	85	85
	0,4	20	55	65	75	85
	0,6	20	45	55	60	80
	0,8	20	45	50	55	80
<i>Thevetia peruviana</i> (Feuilles)	0,1	20	85	90	90	90
	0,2	20	85	90	90	90
	0,4	20	85	90	90	90
	0,6	20	85	85	85	85
	0,8	20	85	85	85	85
<i>Tithonia diversifolia</i> (Feuilles)	0,1	20	85	85	85	85
	0,2	20	85	85	85	85
	0,4	20	85	85	85	85
	0,6	20	85	85	85	85
	0,8	20	85	85	85	85
<i>Hyptis suaveolens</i> (Feuilles)	0,1	20	80	75	85	85
	0,2	20	75	70	85	85
	0,4	20	75	65	80	80
	0,6	20	75	60	80	80
	0,8	20	55	55	75	80
<i>Ocimum gratissimum</i> (Feuilles)	0,1	20	90	90	90	90
	0,2	20	90	90	90	90
	0,4	20	85	90	90	90
	0,6	20	85	85	85	85
	0,8	20	85	85	85	85
Cothrine 50 EC (Cypermethrine)	0,12 10 ⁻³	20	35	55	75	75
	0,14 10 ⁻³	20	25	40	45	65
	0,16 10 ⁻³	20	0	0	25	30
	0,20 10 ⁻³	20	0	0	0	0
	0,25 10 ⁻³	20	0	0	0	0
Témoin		100	91	91	96	96

Tableau XVI : Taux (%) moyen de fertilité des œufs après traitement

EXTRAITS	Age des œufs (Jours)			
	Stades Larvaires			
	1	2	4	6
<i>Hyptis suaveolens</i>	72 ± 9,74 bc	88± 2,73c	88± 2,73b	88± 2,73b
<i>Zingiber officinale</i>	49±20,73 ab	58±13,96 ab	83±2,73 b	83±2,73b
<i>Ocimum gratissimum</i>	72±9,73bc	65±7,9b	72±13,96b	82±2,73b
<i>Tithonia diversifolia</i>	77±17,88 c	85±00c	85±00b	85 ± 00b
<i>Thevetia peruviana</i>	85±00c	88± 2,73c	88± 2,73b	88± 2,73b
<i>Ricinus communis</i>	58±00bc	64±11b	72±13,96b	83±2,73b
<i>Cothrine EC 50</i>	30±7,07a	47,5±10,6a	48,3±25,16 a	56,66±23,62a
Valeurs de p	0,00	0,00	0,00	0,00

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par la méthode de Student Newman Keul

3.1.11 Evaluation de l'efficacité des extraits aqueux sur les larves de *L. membranaceus* 24 heures après traitement

Les extrais aqueux et l'insecticide chimique ont entraîné des taux de mortalité variables en fonction des concentrations et de l'âge des larves. Les extraits tels que *T. peruviana* ; *T. diversifolia* et *O. gratissimum* n'ont aucun effet sur les larves à la concentration de 0,1g/ml. Avec les concentrations de 0,1 g/ml et 0,2 g/ml aucun extrait n'a été toxique pour les larves à partir du stade 2.

R. communis a les taux de mortalité les plus élevés avec 15% (0,1 g/ml), 55 % (0,2 g/ml), 55 % (0,4 g/ml), 65 % (0,4 g/ml) et 75 % (0,4 g/ml).

Quant à *Cothrine 50 EC*, elle élimine toutes les larves (L1, L2, L3 et L4) avec 0,16 10⁻³ g/ml et avec 0,20 g/ml toutes les larves ont été tuées (Tableau XVII).

Extraits aqueux de plantes	Concentration (g/ml)	Nombre d'œufs traités	Larve 1	Larve 2	Larve 3	Larve 4	Larve 5
<i>Zingiber officinale</i> (Rhizome)	0,1	20	10	-	-	-	-
	0,2	20	40	-	-	-	-
	0,4	20	40	30	25	25	20
	0,6	20	45	35	35	35	30
	0,8	20	50	45	45	45	35
<i>Ricinus communis</i> (Feuilles)	0,1	20	15	-	-	-	-
	0,2	20	55	-	-	-	-
	0,4	20	55	35	30	25	20
	0,6	20	65	40	35	35	30
	0,8	20	75	50	45	45	40
<i>Thevetia peruviana</i> (Feuilles)	0,1	20	-	-	-	-	-
	0,2	20	25	-	-	-	-
	0,4	20	25	20	15	10	10
	0,6	20	35	30	30	20	20
	0,8	20	45	40	35	40	30
<i>Tithonia diversifolia</i> (Feuilles)	0,1	20	-	-	-	-	-
	0,2	20	30	-	-	-	-
	0,4	20	35	25	25	30	20
	0,6	20	40	30	30	30	25
	0,8	20	45	35	40	35	35
<i>Hyptis suaveolens</i> (Feuilles)	0,1	20	20	-	-	-	-
	0,2	20	45	-	-	-	-
	0,4	20	45	35	30	20	20
	0,6	20	50	40	40	35	30
	0,8	20	60	50	45	45	40
<i>Ocimum gratissimum</i> (Feuilles)	0,1	20	-	-	-	-	-
	0,2	20	-	-	-	-	-
	0,4	20	15	-	10	10	10
	0,6	20	25	20	20	15	10
	0,8	20	30	25	25	25	25
<i>Cothrine 50 EC</i> (Cypermethrine)	0,12 10 ⁻³	20	25	15	-	-	-
	0,14 10 ⁻³	20	45	20	12	-	-
	0,16 10 ⁻³	20	100	100	100	60	55,7
	0,20 10 ⁻³	20	100	100	100	100	100
	0,25 10 ⁻³	20	100	100	100	100	100

Tableau XVII: Taux (%) de mortalité des larves 24 heures après le traitement des larves

Pour chaque extrait, les moyennes des taux de mortalité ont baissés avec l'âge des larves. *Ricinus communis* ($53 \pm 22,80$ %) et *Hypis suaveolens* ($44 \pm 14,74$ %) ont été les plus toxiques. *Ocimum gratissimum* a été le moins toxique avec $14 \pm 13,87$ %. En considérant tous les extraits et *Cothrine 50EC*, le test de Student Newman-Keul au seuil de 5 % a montré une différence significative entre les taux moyens de mortalité des larves L1 ($p = 0,003$) puis les larves L2 ($p = 0,027$). Quant aux larves L3, L4 et L5, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des taux de mortalité (L3: $p = 0,078$; L4 : $p = 0,22$; L5 : $p = 0,14$) (Tableau XVIII).

Tableau XVIII : Taux (%) moyen de mortalité 24 heures après traitement des larves

EXTRAITS	Stades larvaires				
	Larve 1	Larve 2	Larve 3	Larve 4	Larve 5
<i>Hypis suaveolens</i>	44 ±14,74ab	25 ±23,45 a	23 ±21,67 a	20±20,31 a	18 ±17,88 a
<i>Zingiber officinale</i>	37 ±15,65a	22 ±20,79 a	21 ±20,43 a	21 ±20,43 a	17 ±16,43 a
<i>Ocimum gratissimum</i>	14±13,87 a	09±12,45 a	11±11,40 a	10±10,60 a	9±10,24 a
<i>Tithonia diversifolia</i>	30±17,67 a	18±16,80 a	19±17,46 a	19±17,46 a	16±15,57 a
<i>Thevetia peruviana</i>	26±16,73 a	18±17,88 a	16±16,35 a	14±16,74 a	12±13,04 a
<i>Ricinus communis</i>	53±22,80 ab	25±23,45 a	22±20,79 a	21±20,43 a	18±17,88 a
Cothrine EC50	74±36,30c	67±45,22b	62±51,66 a	52±50,20 a	51±50,03 a
Valeurs de p	0,003	0,027	0,078	0,22	0,14

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par la méthode de Student Newman Keul

3.1.12 Evaluation de l'efficacité des extraits aqueux sur les larves de *L.membranaceus* 72 heures après traitement

72 heures après le traitement, la toxicité de chaque extrait a augmenté par rapport à ceux de 24 heures. Les extraits et l'insecticide chimique ont entraîné des taux de mortalité variables en fonction des concentrations et de l'âge des larves. Les extraits de *T. peruviana* ; *T. diversifolia* et *O. gratissimum* à la concentration de 0,1 g/ml, n'ont aucun effet sur aucune larve. A partir de 0,4 g/ml, les extraits deviennent toxiques pour les larves. La Cothrine tue toutes les larves à partir de $0,16 \cdot 10^{-3}$ (Tableau XIX).

Tableau XIX: Taux (%) de mortalité des larves 72 heures après le traitement des larves

Extraits aqueux de plantes	Concentration (g/ml)	Nombre de larves traités	Stades larvaires				
			Larve 1	Larve 2	Larve 3	Larve 4	Larve 5
<i>Zingiber officinale</i> (Rhizome)	0,1	20	15	-	-	-	-
	0,2	20	35	-	-	-	-
	0,4	20	40	40	25	25	20
	0,6	20	50	40	35	35	20
	0,8	20	55	50	45	40	40
<i>Ricinus communis</i> (Feuilles)	0,1	20	20	-	-	-	-
	0,2	20	60	-	-	-	-
	0,4	20	65	40	30	25	20
	0,6	20	70	45	35	35	30
	0,8	20	75	50	45	40	35
<i>Thevetia peruviana</i> (Feuilles)	0,1	20	-	-	-	-	-
	0,2	20	30	-	-	-	-
	0,4	20	30	20	20	10	10
	0,6	20	35	30	25	25	20
	0,8	20	45	40	30	35	25
<i>Tithonia diversifolia</i> (Feuilles)	0,1	20	-	-	-	-	-
	0,2	20	-	-	-	-	-
	0,4	20	30	25	25	25	20
	0,6	20	35	35	30	30	25
	0,8	20	40	45	40	35	30
<i>Hyptis suaveolens</i> (Feuilles)	0,1	20	25	-	-	-	-
	0,2	20	50	-	-	-	-
	0,4	20	50	40	35	30	30
	0,6	20	60	45	40	40	35
	0,8	20	65	50	50	45	45
<i>Ocimum gratissimum</i> (Feuilles)	0,1	20	-	-	-	-	-
	0,2	20	-	-	-	-	-
	0,4	20	15	-	-	-	-
	0,6	20	30	25	15	15	10
	0,8	20	35	25	25	25	15
<i>Cothrine 50 EC</i> (Cypermethrine)	0,12 10 ⁻³	20	10	10	-	-	-
	0,14 10 ⁻³	20	75	60	45	-	-
	0,16 10 ⁻³	20	100	100	100	100	100
	0,20 10 ⁻³	20	100	100	100	100	100
	0,25 10 ⁻³	20	100	100	100	100	100

Pour chaque extrait, les moyennes des taux de mortalité ont baissés avec l'âge des larves. *Ricinus communis* et *Hyptis suaveolens* ont été les plus toxiques. *Ocimum gratissimum* a été le moins toxique quel que soit la concentration et la larve. En considérant tous les extraits et *Cothrine 50EC* le test de Student Newman-Keul a montré une différence significative entre les taux moyens de mortalité des larves L1 (p = 0,006), L2 (p = 0,014), L3 (p = 0,025) puis L5 (p = 0,05). Quant aux larves L4, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des taux de mortalité (p = 0,106) (Tableau XX)

Tableau XX : Taux (%) moyen de mortalité 72 heures après traitement des larves

EXTRAITS	Stades Larvaires				
	Larve 1	Larve 2	Larve 3	Larve 4	Larve 5
<i>Hyptis suaveolens</i>	50±15,41ab	27±24,89a	25±23,48a	23±21,67a	22±20,79ab
<i>Zingiber officinale</i>	40±17,67ab	27±24,89a	22±22,80a	21±20,43a	20±19,03ab
<i>Ocimum gratissimum</i>	16±16,35a	10±13,69a	08±11,51a	08±11,51a	05±7,07a
<i>Tithonia diversifolia</i>	33±19,55a	21±19,50a	21±20,48a	19±18,16a	18±16,80ab
<i>Thevetia peruviana</i>	29±17,46a	21±20,43a	18±17,88a	15±14,14a	14±15,57ab
<i>Ricinus communis</i>	56±23,82ab	28±26,12a	25±23,97a	22±20,79a	20±19,03ab
<i>Cothrine EC50</i>	77±38,98a	74±39,75b	69±45,33b	60±54,77a	60±54,77b
Valeurs de p	0,006	0,014	0,025	0,106	0,05

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par la méthode de Student Newman Keul

3.1.13 Concentration létale médiane (CL₅₀) des extraits aqueux sur des adultes de *L. membranaceus*

Le calcul des CL₅₀ a été fait en utilisant la fonction suivante : $Y = aX + b$ (y: probit et x : log doses). Pour estimer les CL₅₀ d'extraits testés sur les insectes, des droites de régression des probits en fonction des logarithmes des doses de traitement sont tracées (Annexes 3 à 7). Par ailleurs pour les autres extraits, le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre les toxicités des différents extraits aqueux (dl = 4 ; p = 0, 17). La toxicité de chaque extrait sur les adultes n'a pas varié en fonction du sexe. Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a révélé qu'il n'existe pas de différence significative entre la sensibilité des sexes (dl = 2 ; p = 0, 20) (Tableau XXI).

Tableau XXI : Concentrations létales médianes des extraits aqueux

Extraits	Sexes	CL 50 (g/ml)	Equations de la droite de régression pondérée
<i>Zingiber officinale</i>	Femelles	1,37	$Y = 4,36382x - 0,61007$
	Mâles	1,27	$Y = 4,13157x - 0,43384$
<i>Ricinus communis</i>	Femelles	1,26	$Y = 4,48218x - 0,45596$
	Mâles	1,17	$Y = 4,57711x - 0,31980$
<i>Hyptis suaveolens</i>	Femelles	1,44	$Y = 4,63381x - 0,73997$
	Mâles	1,26	$Y = 3,71882x - 0,37580$
<i>Thevetia peruviana</i>	Femelles	1,59	$Y = 4,43507x - 0,89386$
	Mâles	1,49	$Y = 4,50380x - 0,78851$
<i>Tithonia diversifolia</i>	Femelles	1,56	$Y = 4,51021x - 0,87106$
	Mâles	1,44	$Y = 4,34953x - 0,68992$
<i>Ocimum gratissimum</i>	Femelles	–	–
	Mâles	–	–

3.1.14 Effet des extraits aqueux sur la ponte des femelles et la longévité les adultes

Pour tous les extraits, le nombre d'œufs pondus par les femelles ayant survécu à la dose létale a baissé par rapport au témoin. Les extraits de *Z. officinale* et *R. communis* ont affecté le plus la ponte des femelles en la réduisant presque de moitié (Figure 47). Par ailleurs, les autres extraits réduisent faiblement la fertilité de ces femelles (- 42,84 % pour *H. suaveolens*, - 40,27 % pour *T. peruviana* et -19,17 % pour *T. diversifolia*). Le test de Newman-Keuls révèle une variation significative entre le nombre d'œufs pondus par des femelles de *L. membranaceus* ayant survécues à CL50 des extraits aqueux (dl = 4 ; p = 0,003).

La durée de vie des adultes ayant survécus à la CL50 est réduite en fonction des extraits. *Z. officinale* (- 45,58 %), *H. suaveolens* (- 43,27 %) et *R. communis* (- 40,04 %) ont plus réduit la longévité des insectes. *T.peruviana* (-23,44 %) et *T.diversifolia* (-17,44 %) influencent moins la durée de vie des individus survivants de CL50 (Figure 48). Le test de Newman-Keuls révèle une variation hautement significative entre l'expérience de vie des individus après la dose létale des différents extraits aqueux (dl = 8 ; p = 0,005).

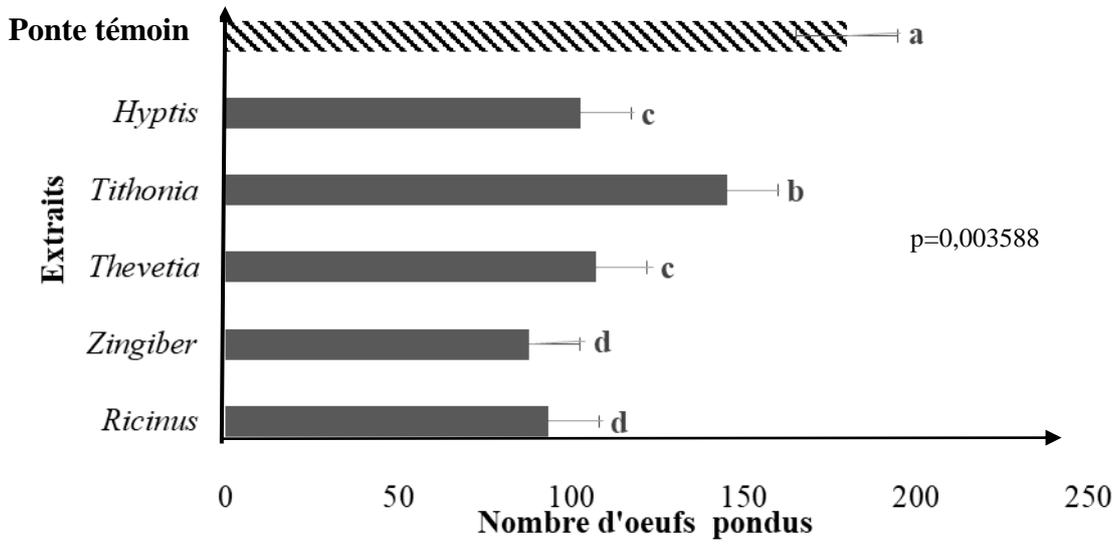


Figure 47 : Influence de CL50 sur la ponte des femelles de *L. membranaceus*

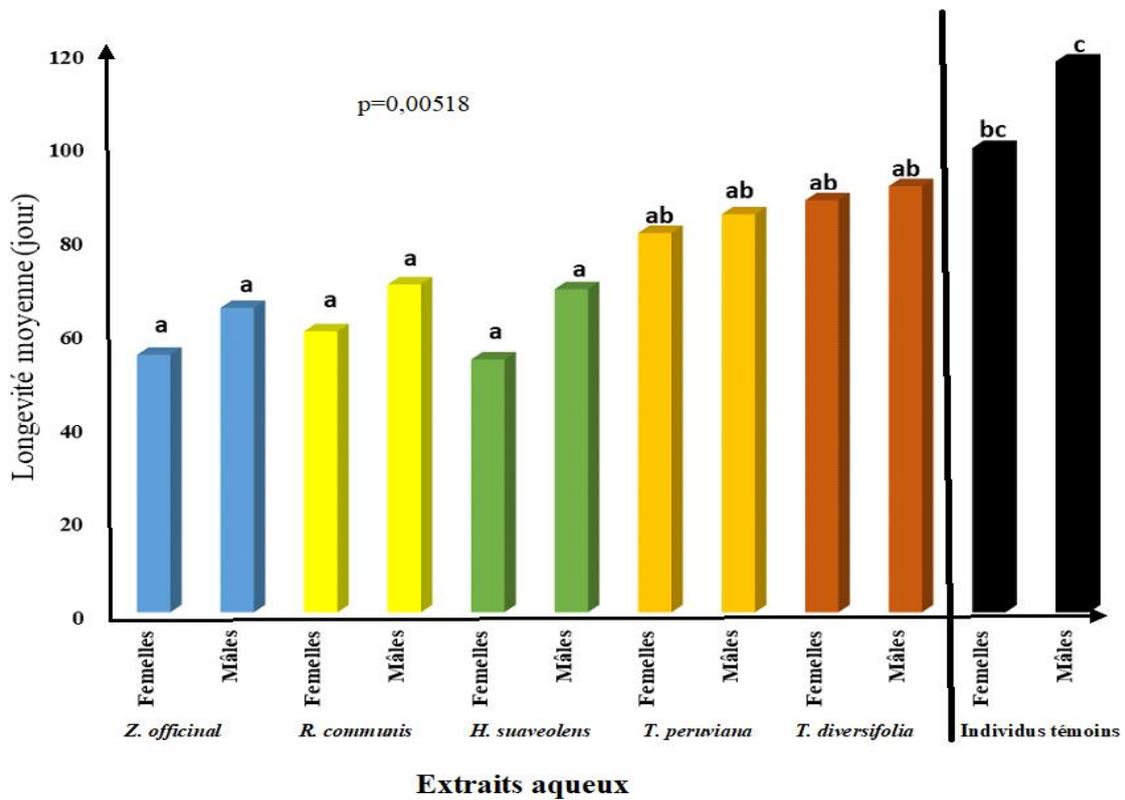


Figure 48 : Influence de CL50 sur la longévité des adultes de *L. membranaceus*

3.2 Discussion

3.2.1 Entomofaune de la culture du concombre

L'inventaire des insectes inféodés à la culture du concombre dans la ville de Daloa a permis de recenser un total de 36 501 individus sur deux saisons répartis dans sept Ordres, 37 familles et 61 espèces. Ces résultats sont différents de ceux obtenus par Ouali-N'goran *et al.* (2019), qui dans leurs travaux sur le concombre à Bonoua ont identifié un total de 4 133 individus répartis en neuf ordres, 27 familles et 42 espèces. La différence avec ces résultats pourrait s'expliquer par la variation des paramètres climatiques des zones d'étude ou au nombre de répétition des essais. Les résultats sont également différents de ceux réalisés sur la cougouette (*Curcubita pepo* L) par Tuo *et al.* (2018). Ils ont collecté 3 671 individus répartis dans 9 ordres et 62 familles. Le filet fauchoir, les pièges colorés jaunes et la mise en incubation, utilisés comme méthodes d'échantillonnage ont permis de capturer le maximum d'insectes comme dans les travaux de Koné *et al.* (2018) sur la courgette (*Cucurbita pepo* L). L'abondance relative des insectes collectés a été étroitement liée à la phénologie de la plante de concombre mais pas liée aux saisons. Concernant l'abondance des insectes en fonction de la saison, il y a une différence significative entre celle des deux saisons. Cela serait dû à la disponibilité abondante de la nourriture en saison pluvieuse. Ces résultats sont conformes à ceux de Koné *et al.* (2019) qui dans leurs travaux ont obtenu une plus grande abondance en saison pluvieuse sur un autre type de parcelle. Par ailleurs l'abondance des insectes à partir de la floraison est plus élevée comme dans les travaux de Koné *et al.* (2019). La présence de nourriture serait la raison de cette abondance. L'effectif élevé à la fructification serait également dû à l'activité des substances chimiques telles que la peroxydase, la polyphénoloxydase et la quantité de phénols contenue dans les fruits. Ce qui aurait pour conséquence l'attraction d'un grand nombre d'insectes à ce stade (Bhattacharya *et al.*, 2009). En effet, à la fructification, les fruits, les fleurs, et les feuilles constitueraient de potentielles sources de nourritures pour les insectes ravageurs. L'abondance des insectes dès la floraison a été observée par Marie-José (1997) qui dans ses travaux au Canada, a montré que la couleur et l'odeur des fleurs jouent un rôle dans l'attraction des insectes ravageurs des Cucurbitaceae. A la floraison, les fleurs attirent surtout les Hyménoptères (abeilles) et les Lépidoptères (papillons) qui sont les pollinisateurs et ils récoltent du nectar pour nourrir leur progéniture (Mathilde *et al.*, 2011). Pour Benachour & Louadi (2013), les fleurs et en particulier celles des Cucurbitaceae attirent les insectes pour le sucre concentré dans le nectar. Ces résultats sont

similaires à ceux de Sadou *et al.* (2008) et Soro *et al.* (2010) qui ont observé respectivement la variation de l'abondance des insectes en fonction des stades phénologiques de tomate et de l'igname. Les résultats obtenus concordent avec ceux d'Obodji *et al.* (2016) qui ont observé une forte abondance des insectes à partir de la floraison de la plante d'aubergine.

L'ordre des Hyménoptères a été le plus abondant, particulièrement la famille des Formicidae avec l'espèce *Mesoponera brunoi*. Cette présence massive serait due au fait que les espèces de cet ordre sont pour la plupart les homivores, et ont une forte présence dans le bas-fond. Elles participent à la pollinisation et ne causent pas de dégâts au concombre contrairement aux Coléoptères et aux Orthoptères. Il est ressorti de cette étude que les spécimens appartenant aux familles des Chrysomellidae, Coccinellidae, Crambidae, Coreidae et Tephritidae sont des ravageurs du concombre. Ils s'attaquent aux fleurs et aux fruits comme observé par Koné *et al.* (2018) sur la courgette. Selon les travaux de Marie-José (1997), les Chrysomelidae des Cucurbitaceae se nourrissent de la cucurbitacine, des kairomones et des substances amères dérivées, d'où leur présence sur ces Cucurbitaceae. Duval (1993) au Canada a observé également que *Acalymma vittatum* appartenant à la Famille des Chrysomelidae est le principal insecte ravageur des Cucurbitaceae. La prépondérance des individus de ces familles pourrait être liée à leur biologie et écologie. L'omniprésence des Coléoptères a été rapportée aussi par Adja *et al.* (2014) à tous les stades phénologiques des Cucurbitaceae. Ils attaquent les fleurs, les feuilles, les tiges, les fruits et même les racines du concombre. Ces résultats ont également été obtenus par N'guettia *et al.* (2017) et Ouali-N'goran *et al.* (2019), qui ont respectivement signalé que les Coléoptères attaquent toutes les parties du gombo et du concombre

Concernant les Lépidoptères, les larves du genre *Diphania* creusent des galeries dans les fruits, laissant derrière elles des portes d'entrées aux maladies. Ces travaux sont en accord avec ceux de Berthon (2015). D'après cet auteur, le papillon bien que moins abondant reste cependant un danger pour le concombre à cause des larves qui en plus des fruits s'attaquent également aux feuilles et aux fleurs. Les larves ou chenilles des pyrales des cucurbitacées en particulier *Diphania* sp. (Crambidae), dévorent les feuilles et les fruits. Ces chenilles creusent des orifices pour se nourrir du contenu. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Berthon (2015) qui a observé que les larves creusent des galeries dans les fruits de concombre et peuvent également consommer les fleurs, les feuilles et les tiges. Les trous d'entrée de la larve dans le fruit sont aussi des portes d'entrée pour diverses maladies fongiques ou bactériennes tel que le virus de la jaunisse.

Quant aux Orthoptères, ils ont entraîné un taux d'attaque plus élevé que celui provoqué par les foreurs et les piqueurs-suceurs. Cela se justifie par l'abondance de *Zonocerus variegatus*, *Tettigonia viridissima*, *Schistocerca gregaria* et *Arcyptera fusca* à la préfloraison qui préfèrent les jeunes feuilles tendres. Cette observation est proche de celle de Formekong *et al.* (2008) qui ont indiqué que pendant la préfloraison, les feuilles sont plus tendres et gorgées de sève, ce qui justifie cette abondance à cette période. A partir de la floraison, les insectes foreurs et les piqueurs-suceurs sont ceux qui induisent le taux d'attaque le plus élevé. Cela s'expliquerait du fait qu'à ce stade les plants pourvus de fleurs, attirent un grand nombre d'adultes d'Hétéroptères pour l'accouplement. Amoukou *et al.* (2013) ont fait la même observation sur le sésame sur lequel ils ont constaté que certains Hétéroptères tels que *Agonoscelis* sp., *Piezodorus* sp., *Anoplectnemis curvipes* et *Spilosthetus* sp. pullulaient à la floraison et suçaient les bourgeons floraux. Le genre *Leptoglossus* en particulier, abonde pendant le dernier stade phénologique du concombre et se nourrit de la sève des jeunes tiges, des feuilles et principalement des fruits. Ce qui déshydrate considérablement la plante et peut entraîner le ralentissement de la croissance et même la mort de celle-ci. Ces résultats confirment ceux obtenus par Chaput (1998) qui a révélé que les piqûres de cet insecte provoquent la malformation des fruits, la réduction de la floraison et le retardement du développement des nouvelles pousses. Des études analogues menées par Schmidt (2015) ont prouvé que les larves des stades 2 à 5 et les adultes de cet insecte se nourrissent en piquant les feuilles, les tiges et les fruits. Ces piqûres sur les fruits, provoquent des décolorations, des changements de consistance en surface et des tâches dans la chaire du fruit.

Par ailleurs les Diptères ravagent aussi le concombre. Cela se justifie par le fait que les femelles des mouches mineuses pondent des œufs dans les fruits proches de la maturité. Les œufs restent incubés dans les fruits entraînant ainsi leur destruction. Ces résultats sont conformes à ceux de N'dépo *et al.* (2009) qui ont observé que le développement des stades pré-imaginaux entraîne la pourriture et la chute des fruits attaqués ; ce qui provoque des pertes considérables. En effet, les énormes pertes en saison des pluies seraient dues aux attaques répétées des insectes. Cela a été observé par Tuo *et al.* (2018) dans leurs travaux réalisés à Korhogo sur la courgette (Cucurbitaceae). Ils ont constaté que les mouches attaquent 80,06 % des fruits en saison des pluies et 22 % en saison sèche. Les travaux de Vayssières *et al.* (2000) ont noté la présence d'un grand nombre de Tephritidae à partir de la floraison du concombre.

3.2.2 Biologie de *L. membranaceus* et facteurs écologiques majeurs

Les périodes de pré-copulation et de pré-oviposition étaient respectivement $7,85 \pm 1,38$ jours et $9 \pm 0,66$ jours pour toutes les saisons. Ces périodes observées dans cette étude sont différentes de celles obtenues par Tano *et al.* (2011) chez *Pseudotheraptus devastans* ($3,43 \pm 0,26$ jours pour la pré-copulation et $5,10 \pm 0,60$ jours pour la pré-oviposition). Elles sont également différentes de celles observées par Dabiré (2001) chez un autre Coreidae : *Clavigralla tomentosicollis* Stål. ($3,34$ jours pour la pré-copulation et $4,10$ jours pour la pré-oviposition). La variation des périodes de pré-copulation et de pré-oviposition pour des insectes de la même Famille (Coréidae) serait liée aux espèces étudiées. Le nombre moyen d'œufs pondus par la femelle de *L. membranaceus* est plus élevé en saison pluvieuse (171,5 œufs) qu'en saison sèche (160 œufs). La ponte élevée en saison des pluies serait due à la disponibilité de nourriture pour les femelles. En 1978, Piart dans ses travaux sur les mirides de cacaoyer a obtenu des résultats similaires. En effet, il a observé une fluctuation plus importante en saison des pluies du fait de la disponibilité de la nourriture (sève dans les fruits et les tiges). Cependant, quel que soit la saison, ce taux est supérieur à celui obtenu par Way (1953) chez *Pseudotheraptus wayi* (74 œufs).

Quant à la durée de ponte, elle est de 98,5 jours en saison pluvieuse contre 78,5 jours en saison sèche. L'humidité et la qualité des fruits (plus gorgés d'eau) seraient les raisons de la ponte prolongée pendant la saison des pluies. Concernant la durée de vie des adultes de *L. membranaceus*, les résultats ont révélé que la longévité est plus élevée en saison des pluies (99,15 jours) qu'en saison sèche (117,65 jours). Cette longévité serait encore due à la disponibilité de la nourriture en saison des pluies. Les résultats ont montré que les mâles vivent plus longtemps (121 à 138 jours en saison pluvieuse et 97 à 127 jours en saison sèche) que les femelles (85 à 127 jours en saison pluvieuse et 75 à 85 jours en saison sèche). La ponte des œufs réduirait la longévité des femelles. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Tano *et al.* (2011) qui lors de leurs travaux sur *P. devastans* ont observé une longévité de $136,9 \pm 22,84$ jours chez les mâles et $117,9 \pm 18,42$ jours chez les femelles. Cela est confirmé par Way (1953) dans ses travaux sur *P. wayi* (84 jours chez les mâles puis 73 jours chez les femelles). La forte activité de ponte expliquerait la durée de vie relativement brève des femelles observée. En effet, l'activité de ponte entraîne une réduction significative de la durée de vie de la femelle en raison de la dépense des réserves accumulées sous forme de corps gras pour la maturation des ovocytes lors de l'oviposition. Selon Tatar *et al.* (1993), l'accouplement affecte de manière significative la durée de vie d'une femelle. D'où le concept de « coût de la reproduction » utilisé par Williams (1966) pour relier l'effort de la

reproduction aux autres fonctions de l'insecte. Quant à la période d'incubation des œufs de *L. membranaceus*, elle a été de $7,33 \pm 0,58$ jours en saison pluvieuse et $6,25 \pm 0,45$ jours en saison sèche. La réduction de la période d'incubation des œufs en saison sèche serait due à la température élevée. En effet la chaleur accélérerait le développement de l'embryogénèse. La durée moyenne d'incubation est de 6,79 jours. Des résultats similaires ont été obtenus chez *P. wayi* (6 à 9 jours) par Way (1953) et chez *Amblypelta cocophaga* (6 à 8 jours) par Brown (1958). Les œufs de *L. membranaceus* sont plus fertiles en saison sèche (96,25 %) contre (91,22 %) en saison pluvieuse ; ce qui donne un taux moyen de 94,03 %. L'humidité de l'air pendant la saison des pluies provoquerait la mort de certains embryons dans les œufs. Ces résultats sont proches de ceux observés par certains auteurs tels qu'Amaral-Filho & Storti-Filho (1976) chez un autre Coreidae (*Leptoglossus gonagra*) avec 93,4 % et Amaral-Filho & Cajueiro (1977) chez *Veneza stigma* 91,66 %. Par ailleurs Caldas *et al.* (2000) ont obtenu un taux de fertilité plus élevé chez *Corecoris dentiventris* (99,63 %). Pour toutes les saisons, les taux de survie larvaire les plus faibles sont observés aux premiers et deuxièmes stades. Ces larves sont plus vulnérables, et de par leur nombre élevé sont confrontées à une compétition pour se nourrir. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Tano *et al.* (2011) chez *Pseudotheraptus devastans* qui ont observé un faible taux de survie aux premiers stades larvaires. Selon Panizzi & Parra (1991), la survie des larves des premiers stades dépend de l'énergie accumulée par l'étape précédente. Pour ces mêmes auteurs, la mortalité élevée pourrait s'expliquer par une faible capacité à métaboliser, pour la première fois, des toxines ou des composés non nutritifs, contenus dans la sève ponctionnée. Une autre cause de cette mortalité serait liée à l'importance de l'effectif des larves de *L. membranaceus* qui entraînerait une compétition intraspécifique, suite à une limitation des ressources trophiques comme l'ont indiqué Sanon & Ouédraogo (1998) chez *Callosobruchus maculatus* et Aboua (2004) chez *Dinarmus basalis* et *Eupelmus villetti*. Par ailleurs le taux de survie larvaire est plus élevé en saison sèche qu'en saison des pluies. Cela serait dû aux aléas climatiques tels que le vent et l'eau de pluie qui emportent des larves en saison des pluies. Alors, les conditions climatiques influenceraient fortement la survie des larves.

Concernant le cycle biologique, cinq stades larvaires ont été enregistrés chez *L. membranaceus*. En saison pluvieuse la durée de la période larvaire a varié de 1,8 à 2,6 jours pour le premier stade et de 7 à 8 jours pour le cinquième stade. En saison sèche, L1 a duré 1,3 à 2,7 jours et L5 de 6 à 8 jours. Ces résultats sont semblables à ceux de Way (1953), Dabiré (2001) et Mille (2003) qui ont rapporté respectivement que le développement de *P. wayi*, *Clavigralla tomentosicollis* et *Amblypelta bilineata* comporte 5 stades larvaires. Chez *L.*

membranaceus, les durées des stades larvaires augmentent du 1^{er} au 5^{ème} stade. Le métabolisme chez les jeunes larves serait plus accéléré par rapport aux larves plus âgées. Cette différence a été observée par Van Reenen (1973) chez la même espèce et d'autres espèces de Coreidae telles que *Leptoglossus gonagra* (Amaral-Filho & Storti-Filho 1976), *Corinocerus sanctus* (Amaral-Filho, 1986), *L. zonatus* (Panizzi, 1989), *L. fulvicornis* (Wheeler & Miller, 1990) et *C. tomentosicollis* (Dabiré, 2001). La durée totale de développement larvaire de *L. membranaceus* (de l'œuf à l'adulte) est de 33,37 jours en saison pluvieuse et est de 30,38 jours en saison sèche. Elle s'inscrit dans l'intervalle défini par Way (1953) chez *P. wayi* (26 à 40 jours). La température légèrement élevée de la saison sèche accélérerait le développement des larves.

A propos de l'incidence des attaques de *L. membranaceus* sur la production du concombre, les pertes sont supérieures à 50 %. Ce qui aura des énormes conséquences économiques. Ces résultats sont semblables à ceux de Gnanasekaran *et al.* (2005) obtenus sur le sésame où *Asphondylia catalaunalis* a causé des pertes allant de 25 à 100 % du rendement.

3.2.3 Efficacité des extraits aqueux contre *L. membranaceus*

L'application des extraits aqueux de plantes sur les œufs a eu un effet variable. Le taux de fertilité le plus bas (27,2 %) induit par *Z. officinale* a été obtenu à la concentration de 0,8g /ml sur les œufs âgés d'un jour qui ont été les plus sensibles. En effet, l'âge de l'œuf semble être influencé par l'effet ovicide des extraits de plantes. Les taux de fertilité des œufs témoins ont varié entre 91,22 et 96,25 %. Pour tous les autres extraits, les taux de fertilité des œufs ont diminué après traitement. Ce taux est d'autant plus faible chez les jeunes œufs qui semblent être plus sensibles. L'effet ovicide observé serait dû à un blocage de l'embryogenèse par pénétration des substances actives des extraits de plante dans les œufs à travers leur tube respiratoire comme l'a mentionné Tano (2012). Ces argumentations se rapprochent de celle d'Alzouma & Boubacar (1987), qui ont rapporté que l'effet ovicide des produits d'origine végétale s'exercerait avant l'éclosion de la larve de premier stade. La composition chimique des différents extraits aqueux des espèces végétales serait déterminante dans leur efficacité.

Quant à l'efficacité des extraits sur les larves de *L. membranaceus*, elle a augmenté avec le temps. En effet, le taux de mortalité croît de 24 à 72 heures. La toxicité des extraits serait plus élevée avec le temps. Ces résultats coïncident avec ceux de Vijaykumar *et al.* (2015) qui ont confirmé la toxicité des différentes variétés des épices sur des adultes de *Tribolium castaneum*. L'auteur montre que la mortalité en général augmente proportionnellement avec le temps d'exposition. La sensibilité des larves aux extraits varie en fonction de l'âge des

larves, de la nature des extraits aqueux et de leurs concentrations. Seuls les extraits de *H. suaveolens* et *R. communis* à fortes concentrations sont les plus efficaces sur les larves. La toxicité des extraits aqueux des feuilles du Ricin (*Ricinus communis* L.) sur les larves de *Culex pipiens* L. (Diptera- Culicidae) a été prouvée par Aouinty *et al.* (2006). Il a obtenu 100 % de mortalité avec une concentration de 1%. Concernant celle de *H. suaveolens*, une étude similaire réalisée par Kossou *et al.* (2007) a également révélé son efficacité sur les pucerons du niébé (*Aphis craccivora* Koch), sur les thrips (*Megalurothrips sjostedti* Trybom) et sur *Callosobruchus maculatus* Fabricius. Par contre *O. gratissimum* est le moins toxique sur les larves de *L. membranaceus*. Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par Aouinty *et al.* (2006) sur les larves de *C. pipiens* avec une concentration de 400 ppm/ml (100 % de mort). Cependant les stades 1 et 2 semblent être les plus sensibles aux traitements. Cette sensibilité des jeunes larves serait liée à une grande perméabilité de la cuticule des jeunes qui sont encore fragiles. Les substances actives pénètrent donc directement dans l'organisme. Ces résultats corroborent ceux de Riba *et al.* (2003), qui stipulent que les larves des stades 1 et 2 de *Nezara viridula* Linné, 1758 (Hemiptera : Pentatomidae) ont été plus sensibles à l'azadirachtine que celles du 3^{ème} et 4^{ème} stade. Cette hypothèse est soutenue par Islam *et al.* (2007) qui montrent que l'azadirachtine agit en inhibant la production de l'ecdysone qui a pour rôle de déclencher la mue larvaire en présence de l'hormone juvénile dont elle module les effets sur le développement. Il s'en suit alors un blocage des mues conduisant à la mort des larves. La faible sensibilité des larves des stades 3, 4 et 5 aux extraits serait due à la rigidité de leur corps et la capacité à s'adapter aux substances chimiques. Cette hypothèse a été également émise par et Séri-Kouassi (2004) qui ont rapporté que l'exposition des larves à certains produits serait susceptible d'entraîner le développement d'un système de détoxification de type Glutathion-S-Transférase (GST) capable d'accroître la résistance de celle-ci au traitement. Tous les extraits aqueux sauf *O. gratissimum* ont entraîné la mort des adultes de *L. membranaceus* à des fortes concentrations, 24 puis 72 heures après le traitement. L'extrait de *R. communis* est celui qui a entraîné les taux de mortalité les plus élevés comme l'a montré Tano (2012) sur *C. lameensis*. L'efficacité des extraits aqueux de *R. communis* serait due à la ricine. L'action de la ricine a été montrée par Roberts & Smith (2004) et Parikh *et al.* (2008) qui ont mentionné que cette substance induit une inhibition irréversible de la synthèse des protéines dans les cellules de l'insecte par inactivation des ribosomes, entraînant la mort cellulaire. L'effet insecticide de *R. communis* avait été évoqué par Adabie-Gomez *et al.* (2006). Selon ces auteurs, la poudre des feuilles de *R. communis*, à la concentration de 0,2 g/ml, additionnée aux grains de maïs, a entraîné une inhibition de l'émergence des adultes à

des taux respectifs de 96,08 % (*Callosobruchus maculatus*) et 60 % (*Sitophilus zeamais*). L'efficacité des capsules de *R. communis* a été confirmée par les valeurs de CL50 qui ont été les plus faibles. La CL50 n'a pas varié significativement selon le sexe de l'insecte. Ces résultats ne corroborent ceux de Tano (2012) qui a obtenu avec l'azadirachtine, les CL50 de $9,16 \cdot 10^{-4}$ g/ml chez les mâles et $1,02 \cdot 10^{-3}$ g/ml chez les femelles de *Coelaenomenodera lameensis*.

S'agissant des effets des extraits aqueux de plantes sur la reproduction, ceux de *Z. officinale*, *R. communis* et *H. suaveolens* ont entraîné une réduction significative du nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *L. membranaceus* lorsque les femelles ont résisté à la CL50. Les taux de réduction du nombre moyen d'œufs pondus ont été de 52, 50 et 39 % respectivement pour *Z. officinale*, *R. communis* et *H. suaveolens*. Cette baisse du nombre moyen d'œufs pondus par rapport au témoin pourrait être liée à l'action des extraits aqueux sur la gamétogenèse. Plusieurs auteurs ont obtenu des résultats similaires. En effet Bruce *et al.* (2004) ont rapporté que l'application d'huile de *A. indica* à 0,075 ml par pied de maïs, provoque un taux de réduction du nombre d'œufs pondus par les femelles de *Eldana saccharina*, (Lepidoptera Pyralidae) et *Sesamia calamistis* (Lepidoptera : Noctuidae) respectivement de 49 et 88 % par rapport à celui des femelles témoins. Séri-Kouassi (2004) et Aboua *et al.* (2010) ont également signalé une baisse du nombre d'œufs pondus par les femelles de *C. maculatus* traitées aux huiles essentielles de plantes (*Ageratum conyzoides*, *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle, 1913 et *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) Blake, 1958). Selon Tounou *et al.* (2011), les femelles de *Plutella xylostella* ont pondu moins d'œufs sur les choux traités à l'huile de ricin que sur des choux témoins. Cette argumentation a été aussi soutenue par Huignard *et al.* (2002). Selon ces auteurs, une concentration sub-létale de l'huile de *Cymbopogon schoenanthus* Sprengel, 1815 (0,5 µl /l) entraîne une réduction du nombre d'œufs pondus chez les femelles traitées de *Dinarmus basalis* Rondani, 1877. L'effet perturbateur de ponte et de développement des larves a été démontré par plusieurs autres études sur divers ordres d'insectes selon Auger *et al.*, 2002 ; Auger *et al.*, 2013). Parmi les six (6) extraits aqueux testés sur les œufs, les larves et les adultes de *L. membranaceus*, *R. communis*, *Z. officinale* et *H. suaveolens* ont été les plus efficaces. L'effet a été moins marqué chez les adultes. Ces extraits aqueux de plantes semblent donc avoir des effets ovicide, larvicide et adulticide. Ces résultats corroborent ceux de Tano (2012) qui stipulent que les extraits aqueux de *Z. officinale* et *R. communis* sont efficaces sur les larves et entraînent une réduction significative du nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *C. lamensis*.

CONCLUSION GENERALE

Cette étude portant sur l'entomofaune du concombre (*Cucumis sativus*) à Daloa en relation avec les saisons et des stades phénologiques de la plante a révélé de nombreuses informations sur les ravageurs de ce légume. Les insectes ont été plus abondants en saison pluvieuse et à partir de la floraison. Les insectes collectés ont appartenu à 7 Ordres que sont les Coléoptères, les Orthoptères, les Hyménoptères, les Hétéroptères, les Diptères, les Odonates et les Lépidoptères. Les individus de l'Ordre des Hyménoptères a été les plus capturés surtout l'espèce *Mesoponera brunoi* (Formicidae). Ce specimen a été présent tout au long du cycle du concombre. Les insectes des familles des Chrysomelidae, des Coccinellidae, des Crambidae, des Coreidae et des Tephritidae ont été les principaux ravageurs du concombre. Cependant *Leptoglossus membranaceus* a été l'insecte qui cause le plus de dégâts au concombre. Les attaques de cet insecte réduit la production à 59,19 %. Cette étude contribuera à la connaissance des insectes les plus voraces de la culture du concombre et la saison d'abondance dans le Haut-Sassandra en particulier à Daloa. Elle pourra servir à la conception de stratégies de lutte contre les ravageurs de ce légume. Cette approche permettra d'augmenter la production du concombre dont la commercialisation est devenue source de devises et sa consommation commence à entrer dans les habitudes des populations en Côte d'Ivoire.

L'étude des paramètres bioécologiques a montré que le cycle de développement de *L. membranaceus* comporte 5 stades larvaires avec de faibles taux de survie pour les stades 1 et 2. La durée totale du cycle de développement de ce ravageur a été plus longue en saison pluvieuse. En saison des pluies, les individus vivent plus longtemps et les femelles pondent plus d'œufs qu'en saison sèche. Tous les stades de développement de *L. membranaceus* ont causé des dégâts au concombre mais les stades 4 et 5 sont les plus voraces comme l'adulte. Ainsi, la connaissance du cycle de développement de *L. membranaceus* permettrait de mettre en place des méthodes de lutttes appropriées.

Dans le but de contrôler la population de *L. membranaceus*, l'utilisation des extraits aqueux de plantes locales comme produits de substitution aux insecticides chimiques a été envisagée. L'étude a révélé que *Z. officinale* est le plus efficace sur les œufs à la concentration de 0,8 g/ml. *H. suaveolens* a été le plus efficace sur les larves du premier stade avec la même concentration. Par contre, *R. communis* s'est avéré le plus efficace sur toutes les larves à la concentration de 0,8 g/ml. Les extraits ont été plus toxiques 72 heures après le traitement par rapport à 24 heures.

RECOMMANDATIONS

En attendant des investigations poussées, nous pouvons suggérer, sur la base des acquis actuels, aux paysans de :

- Faire les cultures en saison pluvieuse ou prévoir plus de suivi en cas de culture contre-saisons ;
- traiter les champs à la floraison et au début de la fructification pour minimiser les pertes ;
- utiliser les plantes locales telles que *Z. officinale* et *R. communis* pour lutter contre *L. membranaceus* puis il faut la vulgarisation de ces produits au près des maraîchers.
- appliquer un premier traitement avec *R. communis* le 24^{ème} jour après semis et un autre le 30^{ème} avec *Z. officinale* une semaine plus tard.

PERSPECTIVES

Il ressort de cette étude que l'efficacité de *Z. officinale* et *R. communis* pourrait être testée sur d'autres Coreidae. Il s'avère nécessaire de poursuivre la recherche avec les mêmes plantes par des tests utilisant des extraits alcooliques ou hexaniques. Pour permettre un renforcement de l'action des extraits aqueux recherchée au cours de cette étude nous proposons la prise en compte d'autres axes de recherches, à savoir :

- identifier des ennemis naturels (prédateurs) de *L. membranaceus* qui seront lâchés dans les champs de concombre pour la lutte biologique ;
- isoler les molécules bioactives pour limiter la quantité de matériel végétal utilisé pour la préparation des extraits aqueux ;
- faire des essais avec les huiles essentielles des mêmes plantes.

RÉFÉRENCES

- Abdou A.B. (2009). Contribution à l'étude du développement d'un aliment fonctionnel à base d'épices du Cameroun : Caractérisation physico-chimique et fonctionnelle. Institut National Polytechnique de Lorraine. Thèse de Doctorat d'Etat. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires. Laboratoire d'Ingénierie des Biomolécules, Lorraine, (Belgique), 223p.
- Aboua L. R. N. (2004). Activité parasitaire et comportement trophique de *Dinarmus Basalis* RONDANI (Hymenoptera : Pteromalidae) et de *Eupelmus vuilleti* CRAWFORD (Hymenoptera : Eupelmidae) en présence de *Callosobruchus maculatus* FAB. (Coleoptera: Bruchidae) ravageur des stocks du niébé. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 179 p.
- Aboua L.R.N., Séri-Kouassi B. P. & Koua K. H. (2010). Insecticidal activity of essential oils from three aromatic plants on *Callosobruchus maculatus* F. in Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*, 39 (2): 243-250.
- Abudulai M., Shepard B. M. & Mitchell P. L. (2001). Parasitism and predation on eggs of *Leptoglossus phyllopus* (L.) (Hemiptera: Coreidae) in cowpea: impact of endosulfan sprays. *Journal of Agriculture and Urban Entomology*, 18 (2): 105-115.
- Adabie-Gomez A. D., Monford K.G., Agyir-Yawson., Owusu-Biney & Osae M. (2006). Evaluation of four local plant species for insecticidal activity against *Sitophilus Zea mais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bruchidae). *Ghana Journal of Agricultural Science*, 39 (2): 147-154.
- Adja N. A., Danho M., Alabi T. A. F., Gnago A. J., Zimmer J.Y., Francis F., Kouassi K. P., Baudoin J-P. & Zoro B. I. A (2014). Entomofaune associée à la culture de Cucurbitacées oléagineuses africaines (*Lagenaria siceraria* Molina (Standl, 1930) et *Citrullus lanatus* Thumb (Matsum et Nakai 1916) et impact des ravageurs sur la production. *Annales de la Société Entomologique de France*, 50 (4) : 301-310.

- Ahmed N. S. M. (2005). Evaluation of different cucumber cultivars (*Cucumis sativus*) Under cold plastic house condition, Master of Science, Horticulture department, Faculty of Agriculture, Khartoum University, Soudan, 57p.
- Alzouma I & Boubacar I. (1987). Effet des feuilles vertes de *Boscia senegalensis* (Capparidacées) sur la biologie de *Bruchidium atrolineatus* et *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bruchidae) ravageurs des graines de niébé. Colloque International sur "Les légumineuses alimentaires en Afrique", 19-22 Novembre 1985, Niamey, Niger, pp 288-295.
- Aouinty B., Oufara S., Mellouki F. & Mahari S. (2006). Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnology Agronomic Society Environmental*, 10 (2) : 67-71.
- Amaral-Filho. B. F. (1986) . Observações sobre o ciclo biológico de *Crinocerus sanctus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Coreidae) sob condições de laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 15(1): 5-18.
- Amaral-Filho B. F. & Cajueiro I. V. M. (1977). Observações sobre o ciclo biológico de *Veneza stigma* (Herbest, 1784) Osuna, 1975 (Hemiptera, Coreidae) em laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 6 (2): 164-172.
- Amaral-Filho. B. F & Storti-Filho. A. (1976). Estudos biológicos sobre *Leptoglossus gonagra* (Fabricius, 1775) (Coreidae, Hemiptera) em laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 5(2): 130-137.
- Amoabeng B. W., Gurr G. M., Gitau C. W., Munyakazi L. & Stevenson P. C. (2013). Tritrophic insecticidal effects of African plants against cabbage pests. *PLoS One*, 8(10): e78651 : 1-11.
- Amoukou S. Boureima A., Dramé Y. & Abdoukadi B. C. (2013). Inventaire et dynamique des insectes ravageurs des cultures du sésame (*Sesamum indicum* L.) au Niger. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*: 41- 47.

- Anjarwalla P., Belmain S., Sola P., Jamnadass R. & Stevenson P.C. (2016). Guide des plantes pesticides. Optimisation des plantes pesticides : technologie, Innovation, sensibilisation & réseaux. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi (Kenya), 63p.
- Anonymes (2008). La culture du concombre en agriculture biologique en Polynésie française. Fiche technique en Agriculture biologique, 8p.
- Anonymes (2010). Dossier concombre; Savane Matiti. Etablissement Public Local d'enseignement et de Formation Professionnelle Agricoles de la Guyane Centre de Formation Professionnelle et de Promotion Agricoles. cfppa.Macouria@educagri.fr, consulté le 21/03/2020, 18p.
- Anonymes (2014). Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGP/H) : Rapport d'exécution et présentation des principaux résultats, 55p.
- Anonymes (2018). Haut-Sassandra. DIO : <http://fr.climate-data.org/region/1313/>. Consulté le 18 mai 2020.
- Anonymes (2020). Office d'aide à la Commercialisation des Produits Vivriers (OCPV). Sites web: WWW. OCPV-CI. com
- Anonymes (2021). <https://www.google.com/search?q=Tiempo+climat>. Consulté le 1^{er} / 10/ 2021
- Apovo B. A.(2017). Evaluation de l'effet de l'huile extraite des graines de *Thevetia peruviana* pour le contrôle de *Anopheles gambiae* s.l. résistant aux pyréthrinoïdes 31p.
- Appert J. & Deuse J. (1982). Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Coll. Techniques agricoles et productions tropicales : Maisonneuve et Larose, Paris (France), 420 p.
- Asante S. K., Jackai L. & Tamo M. (2000). Efficiency of *Gryon fulviventris* (Hymenoptera: Scelionidae) as an egg parasitoid of *Clavigralla tomentosicollis* (Hemiptera: Coreidae) in northern Nigeria. *Environmental Entomology*, 29 (4) : 815-821.
- Assogba-Komlan F., Yarou B.B., Mensah A. & Simon S. (2012). *Les légumes traditionnels dans la lutte contre les bioagresseurs des cultures maraîchères: associations culturales avec le Tchayo (Ocimum gratissimum) et le Yantoto (Launaea taraxacifolia)*. Fiche technique. Cotonou, Bénin : INRAB

- Astier S., Albouy J. & Maury Y. & Lecoq H. (2001). Principes de virologie végétale: génome, pouvoir pathogène, écologie des virus. Edition INRA, Paris (France), 444p.
- Auger J., Dugravot S., Naudin A., Abo-Ghalia A., Pierre D. & Thibout E. (2002). Utilisation des Composés allelochimiques des Allium en tant qu'insecticides. *International Organisation for Biological and Integrated Bulletin*, 259: 295- 308
- Auger J., Lecomte C. & Thibout E. (2013). Les composés soufrés des Allium : Leurs activités biologiques chez les insectes et leur production. *Acta Botanica Gallica*, 140: 157-168.
- Babo E., Taboulou A., Dizout A., Horth J.C. & Eric L.A. (2004). Etat de la sécurité alimentaire dans le monde (FAO), 60p.
- Barbault R. (1973). Structure et dynamique d'un peuplement de lézards : les Scincidés de la savane de Lamto (Côte-d'Ivoire). Thèse de Doctorat d'Etat, Faculté des Sciences. Paris VI, France, 330 p.
- Bellier L., Gillon D., Gillon Y., Guillaumet J. L. & Perraud A. (1969). Recherches sur l'origine d'une savane incluse dans le bloc forestier du Bas-Cavally (Côte d'Ivoire) par l'étude des sols et de la biocénose. *Cahier Orstom, série Biologie*, 10 : 65-94.
- Benachour K., Louadi K. (2013). Comportement de butinage des abeilles (Hymenoptera : Apoidea) sur les fleurs mâles et femelles du concombre (*Cucumis sativus* L. Cucurbitaceae) en région de Constantine (Algérie). *Annales de la Société Entomologique de France*, 47 :63-70.
- Berthon A. (2015). Bulletin de santé du végétal ; BSV Concombre (Guyane, France). Fiche technique N° 5, 7p.
- Bhattacharya A., Azum dar D.M., Das A. K., Azra P. H & Pal S. (2009). Peroxidase and Polyphenoloxidase Activities and Phenol content in fruit of eggplant and their relationship. *International Journal of Vegetable Science*, 15: 316-324.
- Bodnar J. & Fitts M. (2000). Culture de la citrouille et de la courge. Ministère de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales. Fiche technique, 21p.
- Boisclair, J. & Estevez, B. (2006). Lutter contre les insectes nuisibles en agriculture biologique : intervenir en harmonie face à la complexité. *Phytoprotection*, 87(2), 83-90.

- Boni B.Y., Pierre S., Françoise A. K., Armel M., Taofic A., François V. & Frédéric F. (2017).
Le Point sur : Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en
Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnologie Agronomie
Société et Environnement*, 21(4): 288-304.
- Boukli H. S. (2012). Bioécologie des Coléoptères (Arthropodes- Insectes) du marais salé de l'
Embouchure de la Tafna (Tlemcen).Thèse de Doctorat de l'université de
Tlemcen (Algérie), 142 p.
- Brahim A., Saadia O. Fouad M.& Saadia M.(2006).Évaluation préliminaire de l'activité larvi-
cide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois
de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre
moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta
longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnologies
Agronomie Society Environnemental*, 10 (2), 67-71.
- Brian L. F.& Barry B. (2016). Ants of Africa and Madagascar. Edition 1. Published by *University
of California Press*. 512p.
- Brou Y.T., Akindès F. & Bigot S. (2005). La variabilité climatique en Côte d'Ivoire: Entre
perspectives sociales et réponses agricoles. *Cahiers Agricultures*, 5(6):533-540.
- Brown E.S. (1958). Injury to cacao caused by *Amblypelta* with a summary of food-plants of
species of this genus. *Bulletin of Entomological Research*, 49: 543-544.
- Bruce Y.A., Gounou S., Chabi-Olaye A., Smith H. & Schulthess F.(2004).The effect of Neem
(*Azadirachta indica* A. Juss) oil on oviposition, development and reproductive
potentials of *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) and
Eldana saccharina Walker (Lepidoptera: Pyralidae). *Agricultural and Forest
Entomology*, 6: 1-10.
- Brust, G., Egel D.S. & Maynard E.T (2003). Organic vegetable production. Purdue University
Cooperative Extension Service, ID-316. p. 1-19.
- Caldas B-H. C., Redaelli L. R. & Dieffenbachia L. M. G. (2000). Biology of *Corecoris denti-
ventris* Berg, 1884 (Hemiptera, Coreidae) in tobacco culture (*Nicotiana
tabacum*). *Revista. Brasileira de Biologia*, 60 (1): 173-178.

- Carrier A. & Senécal M. (2013). La punaise terne fait des dégâts ! Cultures en serres
Avertissement N° 8. Fiche technique, 4p.
- Caru S. & García C. (2016). Le concombre, Fiche technique, 4p.
- Carver M., Gross G.F., & Woodward T. E. (1991). Hemiptera (bugs, leafhoppers, cicadas, aphids
scale insects, etc.). *In: The Insects of Australia* CSIRO (ed.). Melbourne
University Press, I, 2nd Editing, 429-509.
- Cassier P., Lafont R., Descamps M., Porchet M. & Soyez D. (1997). La reproduction des
Invertébrés. Stratégies, modalités et régulation. Intérêt fondamental et
appliqué. Masson, Paris (France), 354 p.
- Catherine R-R., Philogène B.J.R. & Vincent C. (2006). Biopesticides d'origine végétale.
Tropicultura, 24 (2) : 128-134
- Cécile D., Jouglain P., Nathalie D., Mignot L. & Stéphanie G. (2013). Conduite des plants de
concombre. Agriculture et territoire, Fiche Technique, 16, 2p.
- Chaput J. (1998). Dégâts de la punaise terne sur les cultures légumières en Ontario ; Ministère
de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales. ag.info.omafra@.ca,
consulté le 12/01/2021, 13p.
- Christian M. (2010). Les mouches des fruits de Nouvelle-Calédonie (Diptera, Tephritidae) :
Systématique, Comportement, Dynamique et Gestion des Populations. Thèse
de Doctorat, Université de la Nouvelle-calédonie, France, 349p.
- Chu Y-F., Sun J., Wu X. & Liu R.H. (2002). Antioxidant and antiproliferative activities of
common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 6910-
6915.
- Cissé I., Tandia A. A., Fall S. T. & Diop E.H.S. (2003). Usage incontrôlé des Pesticides en
Agriculture Périurbaine : cas de la zone de Niayes au Sénégal, *Cahiers
d'Etudes et de Recherche Francophones/Agriculture*, 12, (3) : 181-186.
- Claude F., Pierre M. & Pierre F. (2012). Contribution à la connaissance des insectes de la
Réserve de biosphère Luberon-Lure (Vaucluse et Alpes-de-Haute-Provence) ;
Ordre des Hétéroptères. *Courrier Scientifique du Parc Naturel Régional du
Luberon*. Hors-serie, 114p.

- Conradi A. F. (1904). Variation in the protective value of the odoriferous secretions of some Heteroptera. *Science*, 19 : 393-394
- Coulibaly K. (2015). Distribution des insectes en relation avec la phénologie du riz (*Oryza* spp.) dans un bas-fond de la ville de Daloa (Côte d'Ivoire). Mémoire de Master, 47p.
- Dabiré L.C.B. (2001). Etude de quelques paramètres biologiques et écologiques de *Clavigralla tomentosicollis* STAL., 1855 (Hemiptera : Coreidae), punaise suceuse des gousses de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), en vue de la mise au point d'une lutte durable contre l'insecte au Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire), 313 p.
- Dajoz R. (1980). Ecologie des insectes forestiers. Ecologie fondamentale et appliquée: Gauthier -Villars Bordas, Paris (France), 402 p.
- Danon A. S. D, Allou K. & Mamadou D. (2014). Effet insecticide d'extrait aqueux de deux plantes (*Zingiber officinale* zingiberaceae et *Lippia multijlora* verbenaceae) sur les stades de développement de la punaise *pseudotheraptus devastanus* distant. UFR des Sciences de Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua Abidjan. Bibliothèque virtuelle de l'Enseignement supérieur et de la recherche Scientifique de Côte d'Ivoire. bibliotheque@uvci.edu.ci. Consulté le 17/10/2021, 76p.
- Dansou K. K., Pierre. , Tohouédé E. Z. & Soulémane B. (2007). Evaluation de l'activité insecticide de deux plantes *Hyptis suaveolens* (Linn) et *Khaya senegalensis* (A. Juss) sur les insectes ravageurs du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) *Sciences Naturelles*, 4 (1) : 17-26
- David O., Steven V., Sanford P., Christopher C., Gregory W. & Jennifer H. (2019). Introduction of fire ant biological control agents into the Coachella Valley of California. *Florida Entomologist*, 102 (1): 284-286.
- Debnath P., Das P., Biswas S., Kar A. & Mukherjee K. P. (2021). Quality evaluation and quantification of cucurbitacin E in different cultivars of *Cucumis sativus* L. fruit by a validated high-performance thin-layer chromatography method. *Journal of Planar Chromatography-Modern TLC* <https://doi.org/10.1007/s00764-021-00097-6>. Consulté le 11Avril 2021.

- Déclert C. (1987). Bilan sanitaire des plantes maraichères Campagne 7986-81. Office de la recherche scientifique et Technique Outre-Mer(ORSTOM), cote: B*7927, 10p.
- Delmas J-L. & Goillon C. (2015). Concombre hors sol, suivi de la fertilisation et de l'irrigation. Essai rattaché à l'action n° 04.2015.07 :Gestion durable de la fertilisation en cultures légumières en sol et hors sol. Fiche APREL 15-036, 4p.
- Delvare G. & Aberlenc H.P. (1989). Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale. Clés pour la reconnaissance des familles. CIRAD Départ., Gerdat, Paris (France), 289p.
- De Meyer M. (2000). Systematic revision of the subgenus *Ceratitis Macleay s.s.* (Diptera: Tephritidae). *Zoological journal of Linnean Society*, 128: 439-467.
- Diby Y. K. S., Tahiri Y. A., Akpessa A. A.M., Tra bi C. S. & Kouassi K. P. (2015). Évaluation de l'effet insecticide de l'extrait aqueux de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) gray (Asteraceae) sur les termites en culture du riz (NERICA 1) au centre de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 25 (3): 3966-3976.
- Die KK. (2006). Renforcement de l'alimentation en eau potable de la ville de Daloa à partir du barrage de Buyo en Côte d'Ivoire. Mémoire de fin de formation de l'EIER-ETSHER, Ouagadougou, 77p.
- Djidji A.H. & Fondio L. (2013). Bien cultiver l'aubergine en Côte d'Ivoire. Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Fiche technique, 4p.
- Dolling W. R. (1991). The Hemiptera. Oxford: *Oxford University Press* ix, 274 p.
- Drabo A. R. (2016). Culture maraichère urbaine et périurbaine de la ville de Bobo-Dioulasso : Introduction et promotion des variétés hybrides performantes de Tomate : *Lycopersicon esculentum* Mill. (Var. Assila F1), de concombre: *Cucumis sativus* Linné. (Var. Darina F1) et Courgette: *Cucurbita pepo* Linné. (Var. Clarita F1), Mémoire d'Ingénieur Agronomie, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 56 p.
- Duval J. (1993). Les thrips des cultures en serre, Ecological Agriculture Projects (AGRO-BIO . 360-03), Fiche technique, 6 p.
- Duval J. (1994). La chrysomèle rayée du concombre (AGRO-BIO. 320-07), Fiche Technique, 13 p.

- Echereobia C.O., Okerere C.S. & Emeaso K.C. (2010). Determination of repellence potentials of some aqueous plant extracts against okra flea beetles *Podagrica unifirma*. *Journal Biopesticides*, 3(2), 505-507.
- Etienne J. (1974). Lutte biologique contre les mouches des fruits. Rapport annuel IRAT Réunion (Comore), 93-117.
- FAO, (2018). Etat de la sécurité alimentaire dans le monde, www.fao.org/icatalog/inter-f.htm. Consulté le 20 Avril 2021.
- FAOSTAT, (2020). Database. Food and Agriculture Organization, Roma, Italy. Available online at URL: www.fao.org. Consulté le 11Avril 2021
- Faurie C., Ferra C., Medor I.P., Devaux J., Hemptinne J.L. (2003). Ecologie approche scientifique et pratique. (Ed). Lavoisier, Paris (France) 407 p.
- Formekong A., Messi J., Kekeunou S., Tchuenguem-Fohouo F-N. & Tamesse J.L. (2008). Entomofauna of *Cucumeropsis mannii* Naudin, its impact on plant yield and some aspects of the biology of *Dacus bivitattus* (Diptera: Tephritidae). *African Journal of Agricultural and Research*, 3 (5): 363 - 370.
- Fondio L. & Djidji A. H. (2007). Bien cultiver le gombo en Côte d'Ivoire, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Fiche technique, 4 p.
- Fondio L., Djidji A. H., N'Gbesso M. F. & Tahouo O. (2012). L'agriculture hors-sol pour produire des légumes de qualité en zone urbaine de Côte d'Ivoire. Le CNRA en 2012, 51p.
- Fortin R. (2004). Réseau d'avertissements phytosanitaires ; avertissement n°14, Cucurbitacées-Solanacées. Fiche technique, 4p.
- Foua-Bi K. (1993). Produits naturels utilisés dans la préservation des stocks en Afrique noire. *In : Protection naturelle de végétaux en Afrique*. Enda (Ed), Dakar, 85-100.
- Gerlagh M. & Blok WJ. (1988). *Fusarium oxysporum* f.sp. cucurbitacearum n.f. embracing all formae speciales of *F. oxysporum* attacking Cucurbitaceous crops. *Plant Pathology Journal*, 94: 17-31.

- Gillon D.(1973).Recherches bibliographiques et écologiques sur les Hémiptères Pentatomidae d'un milieu herbacé tropical. Thèse de Doctorat d'Etat ès sciences naturelles, Université Paris VI, Paris, France, 412 p.
- Gillon D. (1974). Etude biologique des espèces d'Hémiptères Pentatomidae d'une savane préforestière de Côte d'Ivoire. *Annales de l'Université d'Abidjan*, Série E, VII : 213-303.
- Ghnimi W., Dicko A., Khouja M.L., & El Ferchichi O.H. (2014). Larvicidal activity, phytochemical composition, and antioxidant properties of different parts of five populations of *Ricinus communis* L. *Industrial Crops and Products*, 56 : 43-51.
- Glitho I. A. (2002). Annexe: Post-récolte et biopesticides en Afrique. In : Regnault-Roger C., Philogène B.J.R. & Vincent C., biopesticides d'origine végétale. *Lavoisier Editions Technologies & Documentation*, Paris, France, 313-321.
- Gnanasekaran M., Jebaraj S., Gunasekaran M. & Muthuramu S. (2005). Breeding for seed yield and shoot webber (*Asphondylia catalaunalis* D) resistance in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Electronic Journal of plant Breeding*, 1(4) : 1270-1275.
- Gourmel C. (2014). Catalogue illustré des principaux insectes ravageurs et auxiliaires des cultures de Guyane, Coopérative BIO SAVANE, 77p.
- Grainge M. & Ahmed S. (1988). Manuel des plantes aux propriétés antiparasitaires. Resource Systems Institute, East-West Center, Honolulu, Hawaii. Edition: John Wiley & Sons Limited, 470 p.
- Grall J. & Coïc N. (2006). Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier Institut Universitaire Européen de la Mer -Université de Bretagne Occidentale. Laboratoire des sciences de l'Environnement marin. Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT, 91p.
- Hamdini S. (2009). Culture d'oignon. Mémoire de licence, Université Sidi Med Ben Abdellah Maroc, 47 p.
- Hinds J. & Hooks C.R.R. (2013). Population dynamics of arthropods in a sunn hemp Zucchini interplanting system. *Crop Protection*, 53: 6-12

- Huignard J., Dugravot S., Ketoh K.G., Thibout E. & Glitho A.I. (2002). Utilisation de composés secondaires des végétaux pour la protection des graines d'une légumineuse, le niébé. Conséquences sur les insectes ravageurs et leurs parasitoïdes. *In* : *Biopesticides d'origine végétale*. TEC & DOC, (Ed) Paris, France: 133-149.
- Howard R. J., Barkley S. J. & Pucat A.M. (2000). Lutte contre les maladies et ravageurs, *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement*, 3(43) : 25-43.
- Islam M. D., Latif M. A., Begum R., Razzaque M.A. & Akhtar A. A. (2007). Effect of neem oil on food consumption, growth and development of Jute hairy caterpillar, *Spilarctia oblique* (Walker). *International Journal of Sustainable Agricultural Technology*, 3(4):1-5.
- Iqbal M., Ahmad S., Chishti S.A.S. & Niaz S. (2015) Performance of *Cucumis sativus* L. 1753 Accessions under tunnel. *Journal of Agricultural Research*, 53 (1): 103-107.
- Jack N. J.C.K. & Perry K.L. (2004). Transmission of plant viruses by aphid vectors. *Molecular Plant Pathology*, 5 (5): 505-511.
- Jacobson M. (1989). Botanical pesticides. Past, present and future. *In*: Insecticides of plant origin *American Chemical Society Symposium Series No.387*, Washington, 1-8.
- Jacquemard J-C. (1995). Le palmier à huile. Le technicien d'Agriculture tropicale. Ed. Moissonneuse et Larose, Paris (France) 205 p.
- Jeanneau S. (2014). Lutte contre le puceron *Aphis gossypii* par association culturale, *Coordination Agrobiologique des Pays de la Loire*, 34 p.
- Jeffery C. (2001). Cucurbitaceae. *Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops*, 31: 1550-1557.
- Johnson D. E. (1997). Les adventices en riziculture en Afrique de l'Ouest. Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest, Département pour le développement international, 324 p.
- José A., Marin F., Paula L. M. L. & Livermore M. N. (2017). Punaise des pieds (Coreidae). *True Bugs (Heteroptera) des Néotropiques*, 549-605.

- Joseph A. (2005). Les cultures légumières en agriculture biologique. Fiche technico-économique des principaux légumes. Culture de plein champ et sous abri, 119 p.
- Jovana D., François K. & Philippe J. (2014). Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 18 (2): 220-232.
- Kaho F., Yemefack M., Feujio P. & Teguefouetand T. J C. (2011). Effet combine des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre-Cameroun. *Tropicultura*. 29 (1): 39-45
- Kankonde M. & Tollens E. (2001). Sécurité alimentaire au Congo – Kinshasa - production, mation et survie. Le Harmattan BN, <http://www.editions-harmattan.fr> (consulté le 12/2/2021), 478 p.
- Kéita S.M., Vincênt C., Schmit J.P., Amason J.T. & Bélanger A. (2001) Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insectidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 37 : 339-349.
- Koffi C. K., Vama E.T., Germain E. C. O., Malanno K. K. K. N. B., Mamadou D., Acka E. D. & Ochou G. O. (2018). Comparaison du potentiel insecticide des huiles essentielles de *Ocimum gratissimum* L. et de *Ocimum canum* Sims sur *Pectinophora gossypiella* Saunders (Lepidoptera : Gelechiidae), insecte ravageur du cotonnier en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 14 (21) : 1857-7881
- Koné K., Tuo Y., Yapo M.L. & Kouakou K. H. (2018). (Entomofaune de la courgette *Cucurbita pepo* L) en saison pluvieuse, à Korhogo, dans le nord de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (3): 1286-1297
- Koné K., Tuo Y., Yapo M. L., Soro F., Traoré D. & Kouakou K. H. (2019). Valuation of the entomofauna of millet (Cyperales: Poaceae) in the north of Côte d'Ivoire. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(1): 523-527.

- Kossou D.K., Atachi P., Zannou T. E. & Bougourou S. (2007). Evaluation de l'activité insecticide de deux plantes *Hyptis suaveolens* et *Khaya senegalensis* (A. Juss) sur les insectes ravageurs du niébé (*Vigna unguiculata*). *Sciences et Nature*, 4: 17-26.
- Kritzman G. & Zutra D. (1983). Systemic movement of *Pseudomonas syringae*. *Lacluymans* In the stem, leaves, fruits, and seeds of cucumber *Can. Journal of Plant Pathology*, 5: 273-278.
- Kroll R. (1994). Les cultures maraichères. Editions Maisonneuse et Larose. N°29, le technicien d'agriculture tropical CTA/ACCT, Paris (France), 219 p.
- Larson R.O. (1989). The commercialization of neem. *In: M. Jacobson. Focus of Phytochemical Pesticides*, (1): 155-168.
- Lecoq H. & Desbiez C. (2012). Viruses of cucurbit crops in the Mediterranean region: ever-changing picture. *Advances in Virus Research*, (84): 67-126.
- Lefrançois E., Richard G. & Boisclair J. (2003). Flash sur nos alliés dans la lutte contre La chrysomèle rayée du concombre et les chenilles des crucifères : les parasitoïdes. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. (Québec, Canada). josee.boisclair@irda.ww.irda.qc.ca. Consulté le 26 Mai 2021, 32 p.
- Legault G. (2006). Effect of kaolin on the striped cucumber beetle (*Acalymma vittatum*) and cucumber growth and development. Mémoire de maîtrise (M.Sc). Université McGill, Montréal (Canada), 111p.
- Leraut P. (2003). Le guide entomologique. Delachaux et Niestlé S A, Lonay, Paris (France), 527 p.
- Liette L. & Müller F. (2015). Chrysomèle rayée du concombre. Fiche technique de synthèse, (Saint-Martin, France), 2p.
- Maity N., Nema N.K., Abedy M.K., Sarar B.K. & Mukherjee P.K. (2011). Exploring *Tagetes erecta* Linn flower for the elastase, hyaluronidase and MMP-1 inhibitory activity. *Journal of Ethnopharmacol*, 137: 1300-1305.

- Marie-José L. (1997). Les phénomènes d'attraction par rapport à la plante-hôte chez les insectes ravageurs des Cucurbitacées. Rapport de recherche bibliographique, DESS en informatique documentaire, Ecole Nationale Supérieure des Sciences de l'Information et des Bibliothèques. Université Claude Bernard Lyon I (France), 42 p.
- Maroyi A. (2007). *Ricinus communis* L. In: van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S (éditeur) .PROTA 14: Vegetable oils/Oléagineux. PROTA, Wageningen, Pays Bas. Modification of Castor Seed Oil. *Leonardo Journal of Sciences*, 8: 43-52.
- Mathilde B., Audrey M., Colin F. & Marie P. (2011). Plantes et pollinisateurs, observés dans les terrains vagues de Seine-Saint-Denis. Plaine commune. Ile de France, 35 p.
- Maurice R. (1980). Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes, Office de la Recherche scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM), 213p
- Mboussi S.B., Ambang Z., Ndogho A., Ngho Dooch J.P. and Manga E.F. (2016). In vitro anti-ungal Potential of Aqueous Seeds Extracts of *Azadirachta indica* and *Thevetia peruviana* against *Phytophthora megakarya* in Cameroon. *Journal Application Sciences Internacional*, 4(4) : 1-12.
- Meignan G. (2011). Quantification des dégâts engendrés par la mouche des légumes sur une production de concombre en culture conventionnelle. Lycée professionnel agricole, Mayotte, 7 p.
- Meyer C.(2018).Edition Sciences., Dictionnaire des Sciences Animales.[On line].Montpellier ,France, Cirad. <URL : <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/> (consulté le 14/06/2020)
- Mike P., Charles G. & Alan W. (2004). Field guide to insects of South Africa. Edition Struik, 443 p.
- Mille C.(2003).La punaise de l'avocat (*Amblypelta bilineata*):Actualisation des connaissances sur le principal ravageur de l'avocatier. In : Les cahiers de l'agriculture et de l'environnement. *La province des Îles loyauté*, 6-8.

- Mkenda P., Mwanauta R., Stevenson P. C., Ndakidemi P., Mtei K. & Belmain S.R. (2015). Extracts from field margin weeds provide economically viable and environmentally benign pest control compared to synthetic pesticides. *PLoS ONE*, 10(11): 144-150.
- Morin A. & Findlay S. (2001). Biodiversité : Tendances et processus. Biologie de la conservation des espèces. Université d'Ottawa (Canada), 25 p.
- Moulet P. (1995). Faune de France volume 81 : Hémiptères Coreoidea euro-méditerranéens, Faune de France. 336 p.
- Mukherjee P.K., Maity N., Nema N.K., & Sarkar B.K. (2011). Bioactive compounds from natural resources against skin aging. *Phytomedicine*, 19: 64-73.
- N'Dépo O.R., Hala N., Allou K., Aboua L.R., Kouassi P.K., Vayssière J-F & De Meyer M. (2009). Abondance des mouches des fruits dans les zones de production fruitières de Côte d'Ivoire : dynamique des populations de *Bactrocera invadens* (Diptera : Tephritidae). *European and Mediterranean Plant Protection Organisation*, 64 (5): 313-324.
- N'Guessan A. H., N'Guessan K. F., Kouassi K. P., Kouamé N. N. & N'Guessan.P.W. (2014). Dynamique des populations du foreur des tiges du cacaoyer, *Eulophonotus myrmeleon*. Felder (Lépidoptère : Cossidae) dans la région du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 83:7606-7614.
- N'Guettia A.M.C., Ouali-N'goran M.S-W., Sorho F. & Koné D.(2017). Distribution of insects according to the phenological stages of okra (*Abelmoschus esculentus*) and phytosanitary practices in Anna (Bingerville, Côte d'Ivoire). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 12 (5): 174-181.
- Nema N.K., Maity N., Sarkar B., Mukherjee P.K. (2011). *Cucumis sativus* fruit potential antioxidant, anti-hyaluronidase, and anti-elastase agent. *Archives of Dermatol Ressearch*, 303:247-52.
- Obeng-Ofori D. & Akuamoah R. K. (1998). An overview of neem tree research in Ghana. *Poceedings of a semirar on the potentials of the Neem Tree in Ghana*. Dodowa (Ghana), 33-37

- Obodji A., Aboua L. R. N., Tano D. K. C. & Seri-Kouassi. B. P. (2016). Inventory of entomofaune associated with African eggplant (*Solanum aethiopicum* L.) according to the phonological stages assessment of damages caused by insect pests. *Advanced Studies in Agricultural and Environmental Science*, (3): 22-34.
- Ogayo K.O. (2015). Bioactivity of *Leonotis nepetifolia* and *Ocimum gratissimum* extracts in management of *Tetranychus urticae* Koch on French beans. *Global Journal Bio-Science Biotechnology*, 4(3): 282-286.
- Oi A.A., Bintou K., Natchia A., Ibrahim D. & Brou D. (2019). Caractérisation physicochimique et source de la minéralisation des eaux souterraines des départements de Daloa et Zoukougbeu, Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(4): 2388-2401.
- Olivier I-M. (2000). Cultures maraîchères. *Atlas de la province extrême-nord Cameroun Planche 1*, Fiche technique, 102-106.
- Onovo J.A. (1992). Survey of disease incidence and severity of cucurbitaceous crops in the southeast, Annual Cropping Scheme Report. Vegetable Research Programme National Horticultural Research Institute, Mbato, 47 p.
- Okereke V., Wokocha R. & Godwin-Egein M. (2007). Evaluation of *Trichoderma harzianum*, some botanicals and a fungicide on *Sclerotium* wilt of potted tomato. *Agriculture Journal*, 2(5) : 555-558.
- Orian A.J.E. & Moutia L.A. (1960). Fruit flies (Tephritidae) of economic importance in Mauritius. *Revue Agricole et Sucrière de l'île Maurice*, 39 : 142-150.
- Ouali-N'goran M.S.W., Kouadio M.F.N., N'guettia A.M.C., Yeboué N. L. & Tano Y. (2019). Effet des pratiques phytosanitaires sur l'entomofaune et le rendement du concombre *Cucumis sativus* (Cucurbitaceae) Linnaeus, 1753 en milieu paysan à Bonoua Sud- Est de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 31 (1) : 1-14.
- Panizzi A. R. (1989). Desempenho de ninfas e adultos de *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) em diferentes alimentos. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 18 (2): 375-389.
- Panizzi A. R. & Parra J. R. P. (1991). Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Manole, São Paulo, Embrapa Soy, *Livre électronique*, Edition 2, 359 p.

- Parikh B.A., Tortora A., Li X-P. & Tumer M.E. (2008). Ricin Inhibits Activation of the Unfolded Protein Response by Preventing Splicing of the HAC1 mRNA. *Journal of Biological Chemistry*, 283: 6145-6153.
- Pendergrast J.G. (1957). Studies on the reproductive organs of the Heteroptera with a consideration of their bearing on classification. *Transaction of the Royal Entomological Society of London*, 109: 1-63.
- Philogène B.J. , Regnault-Roger C. & Vincent C. (2002). Produits phytosanitaires Insecticides d'origine végétale : promesses d'hier et d'aujourd'hui. *Biopesticides d'origine végétale*, eds, Tech & Doc, Paris (France), 1-17.
- Piart J. (1978). Fluctuations saisonnières de la fécondité chez la miride du cacaoyer *Distantiella theobroma* dist. Services scientifiques centraux, ORSTOM, Bondy, Marseille (France), 22 (3) : 195- 202.
- Pielou E. C., 1966. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal of Biology*, 1: 370-383.
- Pitrat M. & foury C. (2003). Histoire des légumes ; des origines à l'orée du XXI^e siècle, Institut National de la Recherche Agronomique 147, rue de l'Université -75338 Paris cedex 07. Editions quæ, Paris (France), 20 p.
- Powell K.A. & Jutum A.R. (1993). Technical and commercial aspects of biocontrol products. *Journal of Pest Science*, 37: 315-21.
- Riba G. & Silvy C. (1993). La lutte biologique et les biopesticides. : *la lutte biologique. Dossier de la Cellule Environnement*, (5) : 49-64.
- Riba M., Martí J. & Sans A. (2003). Influence of azadirachtin on development a reproduction of *Nezara viridula* (Het., Pentatomidae). *Journal Applied Entomology*, 127: 37-41.
- Richards F. D. (2016). *Cucumis sativus*. Fruits et plante de concombre, Fiche technique, 6p.
- Riou G. (1995). Savanes, l'herbe, l'arbre et l'homme en terres tropicales. Masson Armand Collin, Paris (France), 270 p.

- Rocha L. D., Redaelli L. R. & Steiner M. G. (2002). Food extraction by *Cosmoclopius nigroannulatus* Stål (Hemiptera: Reduviidae) from *Spartocera ditiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae) nymphs. *Neotropical Entomology*, 31 (4): 601-607
- Roberts L. M & Smith D.C. (2004). Ricin : the endoplasmic reticulum connection. *Toxicon*, 44:469-472.
- Rogg H. (2002). Farmer Training Handbook and fruit and Vegetable Propagation and Management. Part Two, Soil Erosion Control and Agroforestry Project GTZ–Lushoto; Lushoto District Council and German Development service (ded), 40p.
- Romeis J., Shanower T. G. & Madhuri K. (2000). Biology and field performance of *Gryon clavigrallae* (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Clavigrallae* spp. (Hemiptera: Coreidae) in India. *Bulletin of Entomological Research*, 90 (3): 253-263.
- Rother H.A. (2013). Falling through the regulatory cracks: street selling of pesticides and poisoning among urban youth in South Africa. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 16 (2): 183-194.
- Sadou I., Woin N., Ghogomu.R. & Djonmaila K.M. (2008). Inventaire des insectes ravageurs et vecteurs de la panachure jaune du riz dans les périmètres irrigués de Maga (Extrême Nord Cameroun). *Tropicultura*, 26 (2): 84-88.
- Salifou A., Chérif A., Fidèle P. & Mohamed M. (2015). Connaissances endogènes et importance des courges (Cucurbitacées) pour les populations autochtones productrices des graines au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, (92): 8639-8650.
- Sangaré A., Koffi E., Akamou F.&Fall C.A.(2009). État des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture : Second rapport national, 70p
- Sanogo. N. P. (2006). Document de cours « Les cultures maraîchères » 44p.

- Sanon A. & Ouedraogo P.A. (1998). Etude de la variation des paramètres démographiques de *Callosobruchus maculatus* F. et de ses parasitoïdes *Dinarmus basalis* Rond et *Eupelmus vuilleti* Crawf sur le niébé dans une perspective de lutte biologique. *Insect Science and its Application*, 18 (3): 241-250.
- Schaefer C. W. (1965). The morphology and higher classification of Coreidae (Hemiptera, Heteroptera) part 3. The families Rhopalidae, Alydidae and Coreidae. Misc. Publ. *Entomological Society of America*, 5 (1): 1-76.
- Schmidt K. (2015). Punaise diabolique. Fiche parasite émergent, 2 p.
- Schmelzer G. H. (2006). *Thevetia peruviana* (Pers.) K. Schum. In : *Schmelzer, GH & Gurib Fakim A.* (Editors). Prota 11 (1) : Les plantes médicinales. Wageningen, Pays-Bas, 20p.
- Schmutterer H. (1985). Which insect pests can be controlled by application of neem kernel extracts under field conditions? *Journal of Applied Entomology*, (100): 468-475.
- Schmutterer H. (1990). Properties and potential of natural pesticide, from the neem tree *Azadirachta indica* A. Juss. *Annual Review of Entomology*, (89): 179-188.
- Schmutterer H. (1992). Higher plant as sources of novel pesticides. In: D. Otto and B. Weber. *Insecticides: Mechanism of Action and Resistance*. Intercept Ltd Andover, UK. 3-15.
- Schuh R. T. & Slater J. A. (1995). True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera). Classification and Natural History. Cornell University Press, XII, Ithaca: 336 p.
- Seljåsen R, & Meadow R. (2006). Effects of neem on oviposition and egg and larval development of *Mamestra brassicae* L.: dose response, residual activity, repellent effect and systemic activity in cabbage plants. *Crop Protection*, 25 (4) :338-345.
- Seri-Kouassi B.P. (2004). Entomofaune du Niébé (*Vigna unguiculata* L. WALP) et impact des huiles essentielles extraites de neuf plantes locales sur la reproduction de *Callosobruchus maculatus* FAB. (Coleoptera, Bruchidae) en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Etat ès-Sciences Naturelles, UFR Biosciences, Université, Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 199 p.

- Serigne A. & Ndiaye A. S. (2006). Diagnostic agraire en zone périurbaine de Bamako: cas de la commune rurale de Safo. Mémoire, Diplômes d'agronomie tropicale du CNEARC (Centre national d'études agronomiques des régions chaudes, Montpellier, France), 96 p.
- Sidibé L. (1997). Contribution à l'étude de certaines huiles essentielles de Lamiaceae, Myrtaceae, Gramineae, et Rutaceae du Mali. Thèse de nouveau Doctorat, Université de Clermont-Ferrand 2. Clermont-Ferrand, France, 258 p.
- Simon J.C., Rispe C. & Sunnucks P. (2002). Ecology and evolution of sex in aphids. *Trends In Ecology & Evolution*, 1(17): 34-39.
- Sissoko H. (2010). La promotion du maraichage, une alternative à la lutte de l'orpaillage traditionnel (facteur de dégradation de l'environnement) dans le village de Sansanto, commune rurale de Keniéba (Mali). Mémoire pour l'obtention du diplôme de Maîtrise en Vulgarisation Agricole Institut polytechnique rurale de Katibougou (Mali), 60 p.
- Soro S., Diallo A. H., Doumbia M., Dao D. & Tano Y. (2010). Inventaire des insectes de l'igname (*Dioscorea spp*): cas de Bouaké et Toumodi (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 3(6): 715-723.
- Sotiroudis G, Melliou S. E & Chinou I. (2010). Chemical analysis, antioxidant and antimicrobial activity of three Greek cucumbers (*Cucumis sativus*) cultivars. *J Food Biochem*; 34:61-78.
- Tano D.K. C. (2012). Contrôle de la population de *Coelaenomenodera lameensis* Berti et Mariau, 1999 (Coleoptera : Chrysomelidae), ravageur du Palmier à Huile, au moyen du Suneem 1% EC et d'extraits de plantes locales de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 139 p.
- Tano D.K. C., Aboua L.R.N., Seri-Kouassi B.P., San-W. M., Ouali-N. & Kouassi A. (2011). Etude de quelques paramètres biologiques de *Pseudothraupis devastans* Distant (Heteroptera : Coreidae) sur les noix de *Cocos nucifera* L. de la variété PB 121+ à la station Marc Delorme (Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 8 (1): 13-21.

- Tatar M., Carey J.R. & Vaupel J.W. (1993). Long term cost of reproduction with and without accelerated senescence in *Callosobruchus maculatus*: Analyse of agespecific mortality. *Evolution*, 47 : 1305-1312.
- Thiollay J. M. (1970). Recherches écologiques dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire): le peuplement avien. Essai d'étude quantitative. *Terre et Vie*, 2 : 108-144.
- Tjamos E.C. (1979). Induction of resistance to *Verticillium* wilt in cucumber (*Cucumis sativus*). *Physiological Plant Pathology*, 15:223-227.
- Tounou A. K., Mawussi G., Amadou S., Agboka K., Gumedzoe Y.M. D. & Sanda K. (2011). Bio-insecticidal effects of plant extracts and oil emulsions of *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) on the diamondback, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory and semi-field conditions. *Journal of Applied Biosciences*, 43 (2): 899-914.
- Tuo Y., Koné K., Yapo L. M. & Koua K. H. (2018). Abundance and Incidence of Zucchini (*Curcubita pepo* L) Flies in the Korhogo Departement of Northern Côte d'Ivoire and Pest Control Methods Used by Farmers. *Journal of Experimental Agriculture International*, 21 (2): 1-7.
- Van Reenen J. A. (1973). Behaviour and biology of *Leptoglossus membranaceus* (Fabricius) in the Transvaal, with description of the genitalia (Heteroptera: Coreidae). *Annals of the Transvaal-Museum*, 28 (14): 257-286.
- Vanier P., Gignoux I., Deslandes M., Corneau L., & Cyr J. (2006). Le basilic, une herbe aromatique antioxydante. Institut des Nutraceutiques et aliments Fonctionnels, Université Laval, Québec (Canada), 15 p.
- Vayssières J. F., Delvare G., Maldas J.M. & Aberlenc H.P. (2000). Inventaire préliminaire des Arthropodes ravageurs et auxiliaires des cultures maraichères sur l'île de la Réunion. *Insect Science and its Application*, 21 (1): 1-22.
- Vijaykumar O. M., Singh G. & Ram M. (2015). Evaluation of some powdered spices as toxicant against red flour beetle, *Tribolium castaneum*. *International Journal of Current Research*, 7(04): 14353-14355.

- Villiers A. (1952). Hémiptères de l'Afrique noire (punaises et cigales). Initiations africaines. IFAN, Dakar, 251 p.
- Ware G.W. (1991). Fundamentals of Pesticides. A Self-Instruction Guide. 3rd ed. Thomson Pul. Fresno, CA. Californie (USA), 257p.
- Way M. J. (1953). Studies of *Theraptus* sp. (Coreidae), the cause of gumming disease of coconuts in East Africa. *Bulletin of Entomological Research*, 44: 657-667.
- Weeden C.R., Shelton A.M. & Hoffman M.P. (2007). Biological Control : A Guide to Natural Enemies in North America. <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/info/needstatus.html> (consulté le 3 décembre 2020).
- Weinzeirl R. (1998). Botanicals insecticides, soaps and oils. Biological, Biotechnological Control of Insects Pest in. *Jack Rechcigl and Nancy Rechcigl*. Lewis Publi., Boca Raton, Florida, 101-121.
- Wheeler A. G. J. R (2001). Predacious Plant Bugs (Miridae). Schaefer C. W. & Panizzi A.R. (ed.), Heteroptera of Economie Importance. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press LLC, 657-693.
- Wheeler A. G. J.R. & Miller G. L. (1990). *Leptoglossus fulvicornis* (Heteroptera: Coreidae), a Specialist on Magnolia Fruits: Seasonal History, Habitats, and Descriptions of Immature Stages. *Annals of the Entomological Society of America*, 83: 753-76.
- Williams G.C. (1966). Natural selection, the costs of reproduction and a refinement of lack's principle. *American Natural*, 100: 687-690.
- Williamson S., Ball A. & Pretty J. (2008). Trends in pesticide use and drivers for safer pestmanagement in four African countries. *Crop Protection*, 27: 1327-1334.
- Yeboue N.L.(1998).Inventaire des insectes des cultures maraîchères dans la région, d'Abidjan Mémoire DEA, UFR Biosciences, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 97 p.
- Yeboue N.L.(2008).Coreinae de Côte d'Ivoire: Données taxinomiques et éléments de synécologie. Thèse de Doctorat unique, U.F.R. Biosciences, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 308 p.

- Yeboue N. L., Senan S. & Dognimeton S. (2014). Distribution of Coreinae (Heteroptera, Coreidae) in Côte d'Ivoire. *Journal of Agriculture and Biodiversity Research*, 3 (6): 68-77.
- Yeboue N. L., Soro S. & Tra bi C. (2015). Heteroptera coreidae (*Anoplocnemis curvipes*, *Homoeocerus pallens*, *L. membranaceus* et *Pseudotheraptus devastans* : Four crop pests and their wild host plants. *American Journal of Agriculture*, 1 (4): 4-11.
- Young O. P. (1986). Plantes hôtes de la punaise terne, *Lygus lineolaris* (Heteroptera : Miridae) *Annals of the Entomological Society of America*, 79 (4) : 747-762.
- Zakari M.O., Kadri A., Zinha A. C. C., Hamé A. K. K. & Tankari D. A. (2014). Gestion agro-écologique des mouches de fruits de manguier dans la partie Nord de la Guinée-Bissau. *Journal of Applied Biosciences*, 75: 6250-6258.
- Zirihi G.N., N'guessan K., Kassy N.J., Coulibaly K. & Djaman A.J. (2003). Evaluation and comparison of antifungal activities of *Terminalia catappa* and *Terminalia mantaly* (Combretaceae) on the *in vitro* growth of *Aspergillus fumigates*. *Journal of Medical Plant Research*, 6: 2299-2308.

ANNEXES

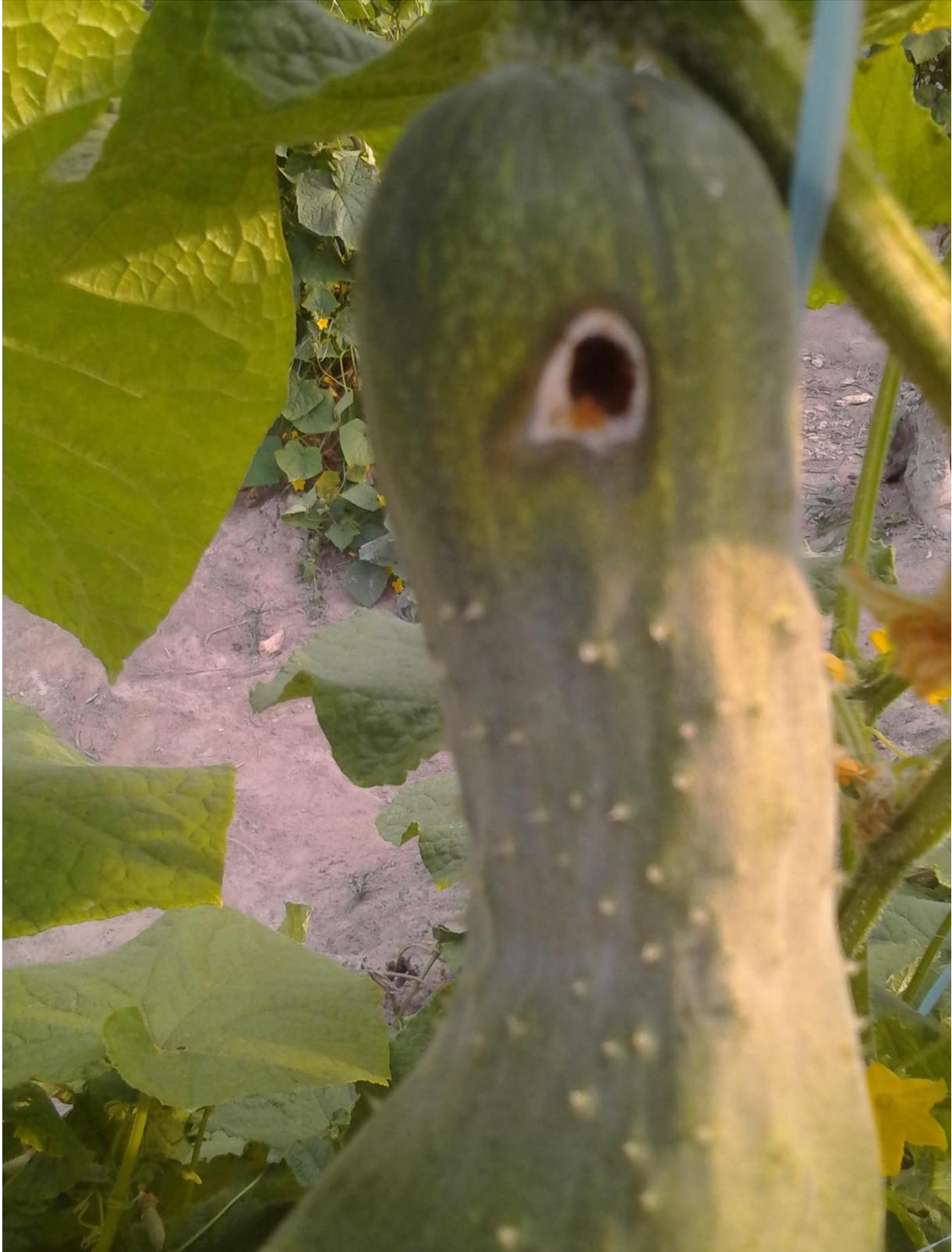
ANNEXE 1

Quelques dégâts dus aux attaques de *Leptoglossus membranaceus*











ANNEXE 2

Effectifs des insectes en fonction des stades phénologiques du concombre

Saisons	Stades phénologique	Effectifs moyens	probabilité
Sèche	Préfloraison	614	P=0,000008
	A partir de la floraison	1226	
Pluies	Préfloraison	11560	P=0,000
	A partir de la floraison	23101	

Efficacité entredes différents pièges

Test LSD ; variable Vars3 (Feuille) Probabilités des Tests Post Hoc Erreur : MC Inter = 8882E3, dl =2

	Vars 2	{1}	{2}	{3}
1	Pièges colorés		0,382975	0,318805
2	Filet fauchoir, pince et main	0,382975		0,070905
3	Capture après incubation	0,318805	0,070905	

Test LSD ; variable Vars3 (Feuille) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 8882E3, dl =2

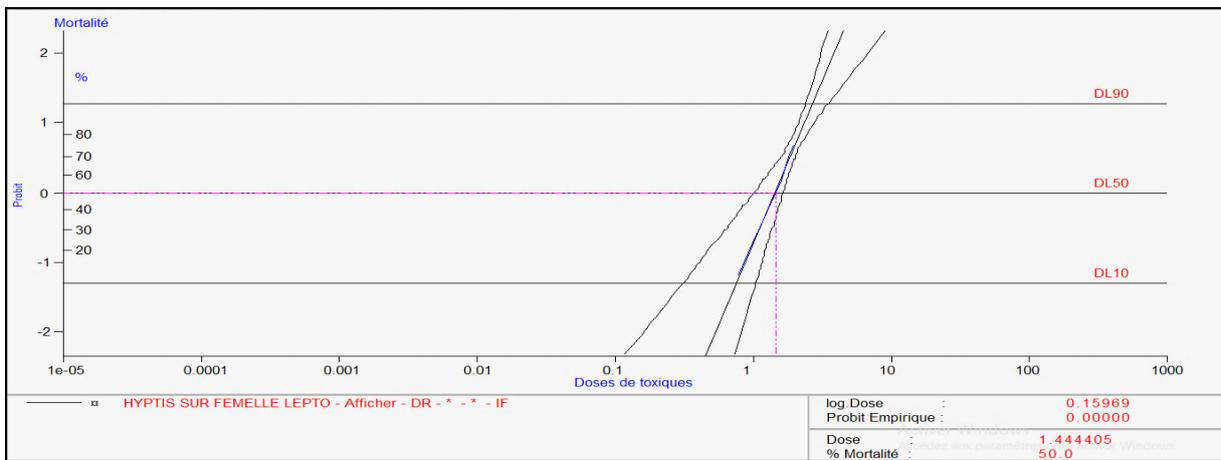
	Vars 2	Vars3	1
3	Capture après incubation	174,429	****
1	Pièges colorés	1807,714	****
2	Filet fauchoir, pince et main	3232,286	****

ANNEXE 3

Tableaux et graphiques des Doses Létales médianes (DL50) induites par les extraits aqueux *Hyptis suaveolen*

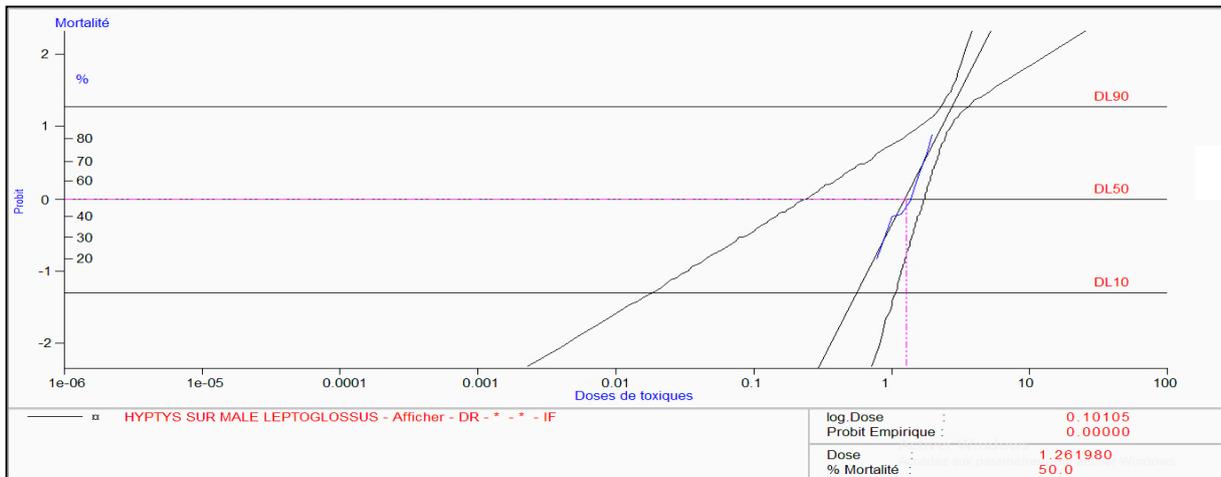
Test de Chi2 non significatif à 5% : Bon ajustement du modèle.

Doses létales et intervalles de confiance asymptotiques à 95 %					
DL	log.Dose	Ecart-type	Dose	Limite inférieure	Limite supérieure
DL90	4.36292e-01	3.46990e-02	2.73082e+00	2.42941e+00	3.56939e+00
DL50	1.59689e-01	4.28003e-02	1.44441e+00	1.02643e+00	1.66061e+00
DL10	-1.16914e-01	1.05367e-01	7.63986e-01	3.16135e-01	1.05980e+00



Test de Chi2 non significatif à 5% : Bon ajustement du modèle.

Doses létales et intervalles de confiance asymptotiques à 95 %					
DL	log.Dose	Ecart-type	Dose	Limite inférieure	Limite supérieure
DL90	4.45713e-01	3.49146e-02	2.79070e+00	2.35834e+00	3.70028e+00
DL50	1.01053e-01	1.16861e-01	1.26198e+00	2.40888e-01	1.74008e+00
DL10	-2.43608e-01	2.35806e-01	5.70680e-01	1.87174e-02	1.07568e+00

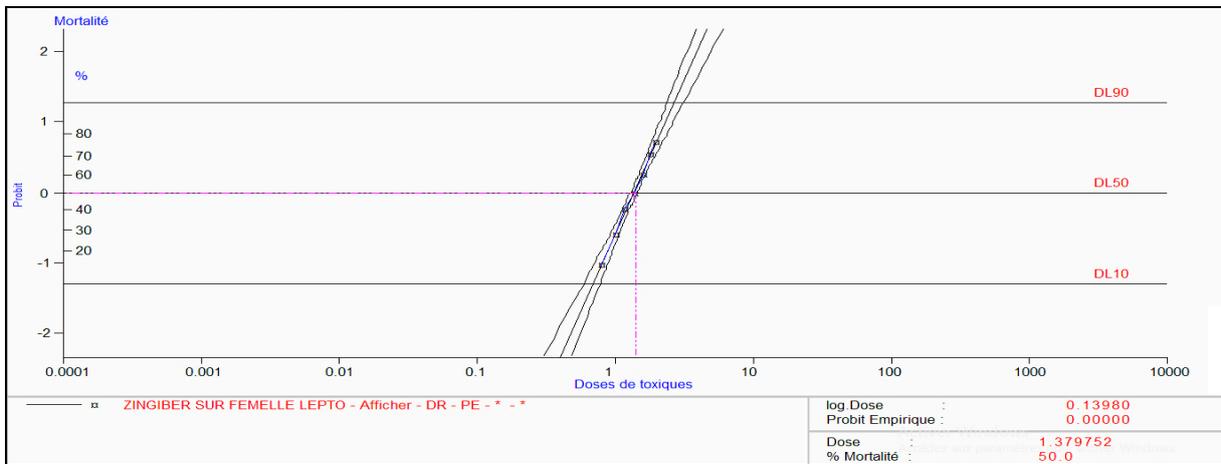


ANNEXE 4

Tableaux et graphiques des Doses Létales médianes (DL50) induites par les extraits aqueux *Zingiber officinal*

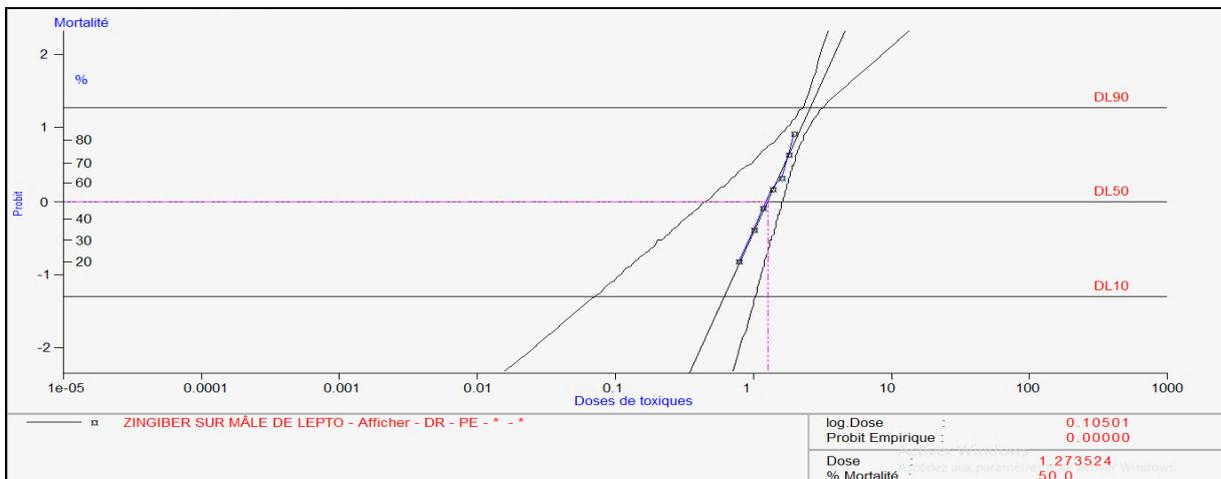
Test de Chi2 non significatif à 5% : Bon ajustement du modèle.

Doses létales et intervalles de confiance asymptotiques à 95 %					
DL	log.Dose	Ecart-type	Dose	Limite inférieure	Limite supérieure
DL90	4.33518e-01	2.99920e-02	2.71343e+00	2.41588e+00	3.19421e+00
DL50	1.39801e-01	1.15116e-02	1.37975e+00	1.30927e+00	1.45519e+00
DL10	-1.53916e-01	2.91266e-02	7.01591e-01	5.98885e-01	7.85441e-01



Test de Chi2 non significatif à 5% : Bon ajustement du modèle.

Doses létales et intervalles de confiance asymptotiques à 95 %					
DL	log.Dose	Ecart-type	Dose	Limite inférieure	Limite supérieure
DL90	4.15235e-01	3.04899e-02	2.60157e+00	2.29143e+00	3.30739e+00
DL50	1.05007e-01	8.91602e-02	1.27352e+00	4.61879e-01	1.64657e+00
DL10	-2.05221e-01	1.84226e-01	6.23418e-01	7.29005e-02	1.04687e+00

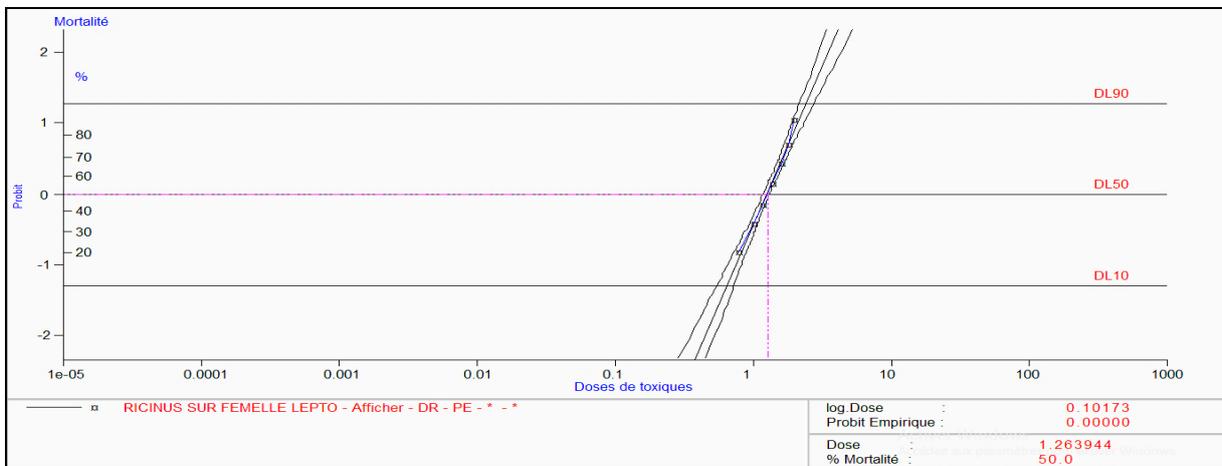


ANNEXE 5

Tableaux et graphiques des Doses Létales médianes (DL50) induites par les extraits aqueux *Ricinus communis*

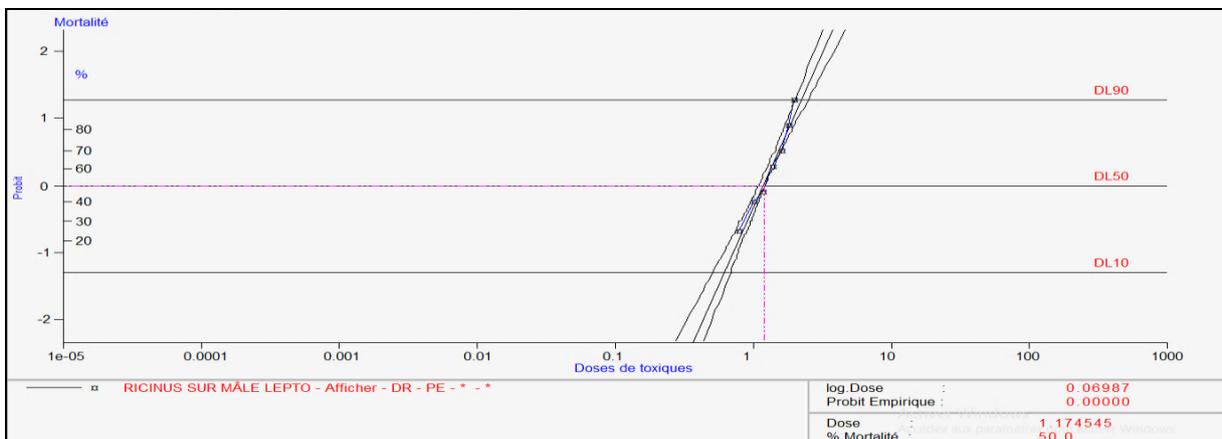
Test de Chi2 non significatif à 5% : Bon ajustement du modèle.

Doses létales et intervalles de confiance asymptotiques à 95 %					
DL	log.Dose	Ecart-type	Dose	Limite inférieure	Limite supérieure
DL90	3.87688e-01	2.60564e-02	2.44168e+00	2.20550e+00	2.80939e+00
DL50	1.01728e-01	1.14756e-02	1.26394e+00	1.19696e+00	1.32986e+00
DL10	-1.84233e-01	3.00873e-02	6.54285e-01	5.56032e-01	7.35451e-01



Test de Chi2 non significatif à 5% : Bon ajustement du modèle.

Doses létales et intervalles de confiance asymptotiques à 95 %					
DL	log.Dose	Ecart-type	Dose	Limite inférieure	Limite supérieure
DL90	3.49900e-01	2.33254e-02	2.23820e+00	2.04222e+00	2.53539e+00
DL50	6.98695e-02	1.19524e-02	1.17454e+00	1.10799e+00	1.23653e+00
DL10	-2.10161e-01	3.11152e-02	6.16367e-01	5.21091e-01	6.95696e-01



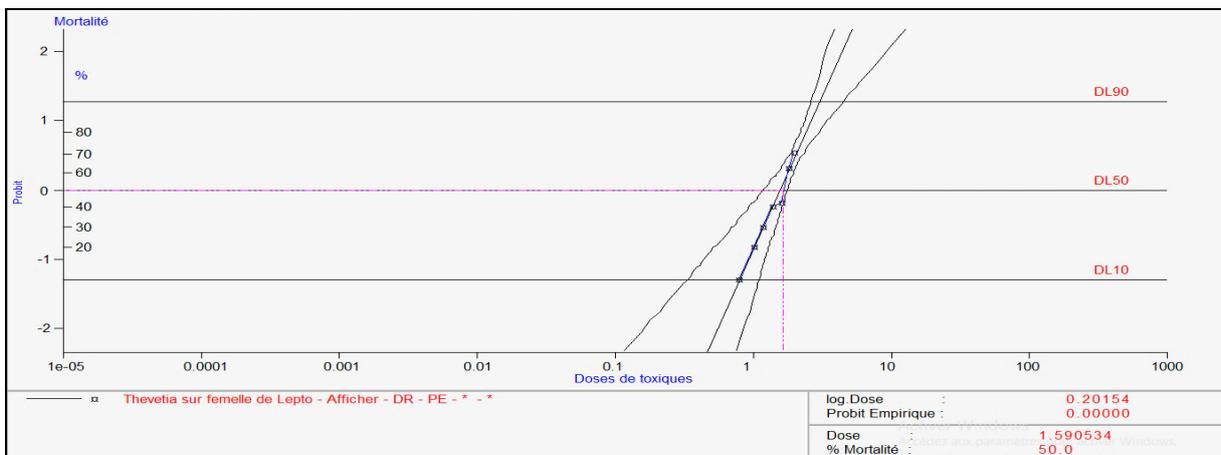
ANNEXE 6

Tableaux et graphiques des Doses Létales médianes (DL50) induites par les extraits aqueux

Thevetia peruviana

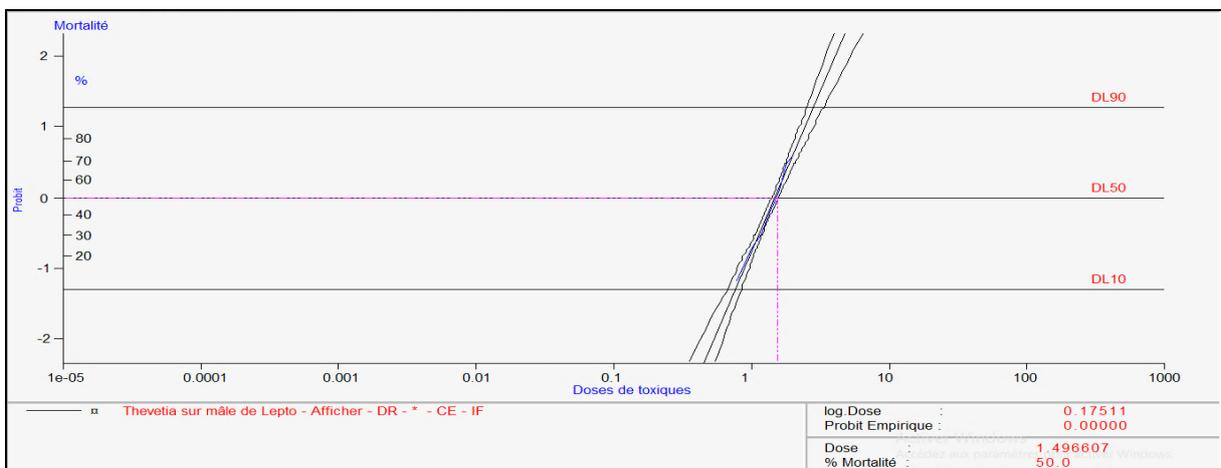
Test de Chi2 non significatif à 5% : Bon ajustement du modèle.

Doses létales et intervalles de confiance asymptotiques à 95 %					
DL	log.Dose	Ecart-type	Dose	Limite inférieure	Limite supérieure
DL90	4.90541e-01	4.79905e-02	3.09415e+00	2.65521e+00	4.62266e+00
DL50	2.01543e-01	3.52014e-02	1.59053e+00	1.20108e+00	1.78913e+00
DL10	-8.74556e-02	1.02212e-01	8.17607e-01	3.36278e-01	1.11876e+00



Test de Chi2 non significatif à 5% : Bon ajustement du modèle.

Doses létales et intervalles de confiance asymptotiques à 95 %					
DL	log.Dose	Ecart-type	Dose	Limite inférieure	Limite supérieure
DL90	4.59747e-01	3.13327e-02	2.88235e+00	2.55341e+00	3.41856e+00
DL50	1.75108e-01	1.16222e-02	1.49661e+00	1.42233e+00	1.58261e+00
DL10	-1.09531e-01	2.59295e-02	7.77086e-01	6.75319e-01	8.59559e-01



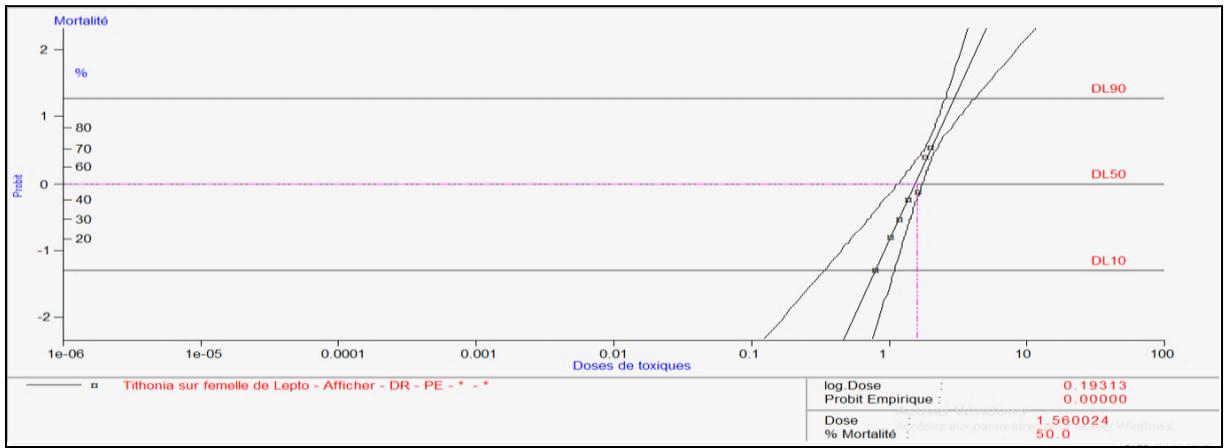
ANNEXE 7

Tableaux et graphiques des Doses Létales médianes (DL50) induites par les extraits aqueux

Tithonia diversifolia

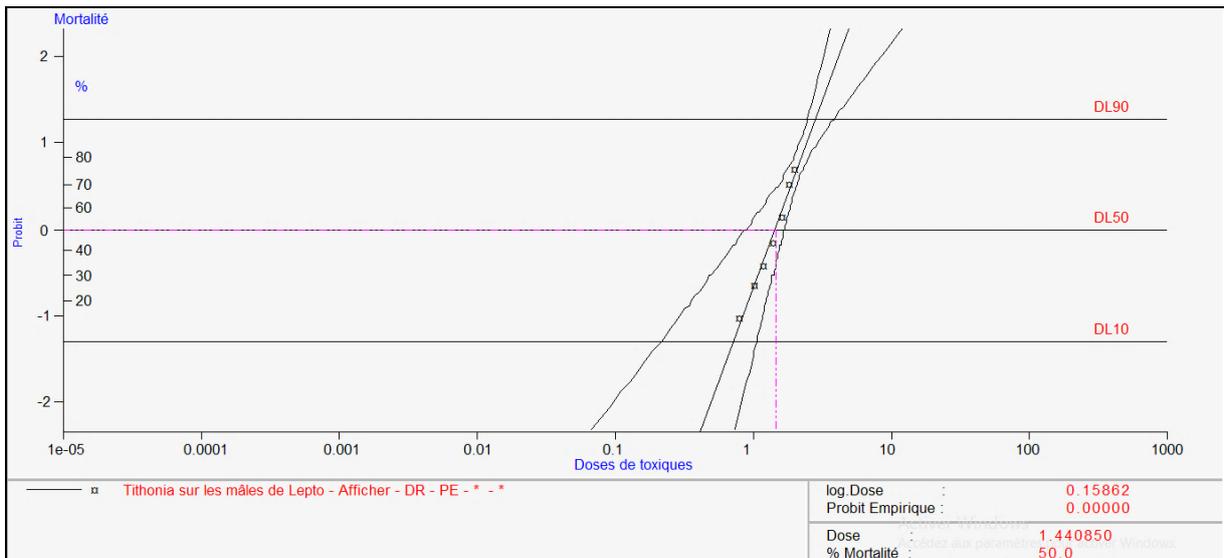
Test de Chi2 non significatif à 5% : Bon ajustement du modèle.

Doses létales et intervalles de confiance asymptotiques à 95 %					
DL	log.Dose	Ecart-type	Dose	Limite inférieure	Limite supérieure
DL90	4.77315e-01	4.44032e-02	3.00134e+00	2.60040e+00	4.30761e+00
DL50	1.93131e-01	3.56854e-02	1.56002e+00	1.17791e+00	1.75735e+00
DL10	-9.10524e-02	1.00161e-01	8.10863e-01	3.46118e-01	1.10519e+00



Test de Chi2 non significatif à 5% : Bon ajustement du modèle.

Doses létales et intervalles de confiance asymptotiques à 95 %					
DL	log.Dose	Ecart-type	Dose	Limite inférieure	Limite supérieure
DL90	4.53301e-01	3.86704e-02	2.83989e+00	2.50066e+00	3.95027e+00
DL50	1.58619e-01	5.29012e-02	1.44085e+00	8.95347e-01	1.69955e+00
DL10	-1.36063e-01	1.28497e-01	7.31032e-01	2.18456e-01	1.07302e+00



ARTICLES

ARTICLE 1 : Publié à *Journal of Entomology and Zoology Studies*

Biological parameters of *Leptoglossus membranaceus* Fabricius, 1781 (Heteroptera: Coreidae) Cucumber pest (Tokyo F1 and poinsett varieties) in the rainy season in Daloa (Côte d'Ivoire).

Peer Reviewed Journal, Refereed Journal, Indexed Journal

ISSN Print: 2349-6800 | ISSN Online: 2320-7078

JEZS 2020; 8(2): 1618-1624

www.entomoljournal.com

ARTICLE 2 : Publié à *International Journal of Entomology Research*

Insect dynamics based on the phenological stages of cucumber (*Cucumis sativus*; Cucurbitaceae) in the rainy season in daloa (Central West; Côte D'ivoire)

ISSN: 2455-4758; Impact Factor: RJIF 5.24

Volume 5; Issue 5; 2020; Page No. 91-96

www.entomologyjournals.com

ARTICLE 3 : Publié à *Journal Of Pharmacy And Biological Sciences (IOSR-JPBS)*

Biological parameters of *Leptoglossus membranaceus* (Heteroptera: Coreidae), a cucumber pest (*Cucumis sativus* Linné, 1753; Cucurbitaceae) of Tokyo F1 and poinsett varieties in off-season in Daloa region (Côte d'Ivoire)

e-ISSN: 2278-3008, p-ISSN:2319-7676. Volume 16, Issue 2 Ser. II (Mar. –Apr. 2021), PP

ARTICLE 1 : Publié à *Journal of Entomology and Zoology Studies*

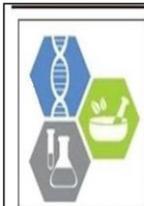
Biological parameters of *Leptoglossus membranaceus* Fabricius, 1781 (Heteroptera: Coreidae) Cucumber pest (Tokyo F1 and poinsett varieties) in the rainy season in Daloa (Côte d'Ivoire).

Peer Reviewed Journal, Refereed Journal, Indexed Journal

ISSN Print: 2349-6800 | ISSN Online: 2320-7078

JEZS 2020; 8(2): 1618-1624

www.entomoljournal.com



E-ISSN: 2320-7078
P-ISSN: 2349-6800
www.entomoljournal.com
JEZS 2020; 8(2): 1618-1624
© 2020 JEZS
Received: 07-01-2020
Accepted: 09-02-2020

D Fondio
Université Jean Lorougnon
Guédé, UFR Agroforesterie,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

NL Yéboué
Université Jean Lorougnon
Guédé, UFR Agroforesterie,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

S Soro
Université Jean Lorougnon
Guédé, UFR Agroforesterie,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

DKC Tano
Université Jean Lorougnon
Guédé, UFR Agroforesterie,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

Corresponding Author:
D Fondio
Université Jean Lorougnon
Guédé, UFR Agroforesterie,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

Biological parameters of *Leptoglossus membranaceus* Fabricius, 1781 (Heteroptera: Coreidae) Cucumber pest (Tokyo F1 and poinsett varieties) in the rainy season in Daloa (Côte d'Ivoire)

D Fondio, NL Yéboué, S Soro and DKC Tano

Abstract

Leptoglossus membranaceus attacks the cucumber. Its control requires knowledge of biological parameters. The study was carried out in Daloa first by monitoring insects in cages in order to study their reproductive and survival potential. The results show that the female lays 180 ± 35 eggs. The average length of the laying period is 98.76 ± 13 days. The incubation of the eggs averages is 7.33 ± 0.58 days. The mean fertility rate is $91.97 \pm 4.08\%$. Insect survival rate is 17.03% . The sex ratio is 0.77 in favour for the males. The lifespan 129.4 ± 28.23 days for males and 105.9 ± 21.37 for females. The development cycle is 33.41 ± 2.52 days. This insect causes many damage to the cucumber. A healthy plant produces 14.1 ± 2.26 fruits and an attacked plant produces 7.93 ± 1.80 fruits. The work will allow the control of this insect through the control of the biological cycle.

Keywords: Biological parameters, cucumber, Coreidae, Daloa, insects, pest

1. Introduction

Cucumber (*Cucumis sativus*) is an annual, herbaceous, creeping, vegetable plant belonging to the Cucurbitaceae family. It used to grow naturally in the Himalayas and was domesticated for the first time in India at least 3,000 years ago.

Its production was estimated in 2013 at 71 365 573 tons and China is the world's largest producer with 76% [1]. During 2002, Africa produced only 507,000 tons from 25,000 ha, representing just less than 1.5% of world production. In Côte d'Ivoire the production is estimated at about 30 000 tons in 2009 [2]. This production remains low due to insect's attacks especially *Leptoglossus membranaceus*. The impact of adults and larvae of this insect are sucking biting insects. It feeds on sap of the plant, which considerably dehydrates it, and can cause stunted growth and even death. Their attacks can lead to slower growth and even die of plants. These stings also cause fruit malformation, reduced flowering and delayed development of new shoots [3]. The larvae of stages 2 to 5 and the adults of this insect feed by biting leaves, stems and fruits. Damage is then caused by feeding punctures on flower buds, which may lead to abortions on the young fruit, causing them to fall. These punctures on fruits, pods or seeds cause discoloration, changes in surface consistency and stains in the flesh [4]. Their feeding stings, sometimes accompanied by toxins, cause swellings and holes on stems, leaves and fruit as well as deformations and stunting of the apexes [5]. Unfortunately, few data exist on the biological parameters of this insect. Actually, however, knowledge of its biological parameters are important for the implementation of new reasonable and effective control methods against this insect. In order to contribute to the improvement of cucumber yield, this study was undertaken to determine the biological parameters of *L. membranaceus*, with the aim of successfully controlling this pest. Specifically, this study aims to:

- Determine female fertility, egg-laying period, sex ratio, adult longevity and identify the infective stages through the study of the reproductive cycle of *L. membranaceus*.
- To assess the impact of *L. membranaceus* attacks on cucumber production.

2. Materials and Methods

2.1 Study site

The survey was carried out in Daloa, (06° 52'38" N and 06° 27'00" W), a town located in the west of Côte d'Ivoire. This zone is characterized by a sub-equatorial, hot and humid climate with two seasons. The rainy season goes from February to October, and a dry season from November to January (ANADER, 2018). During the handling (April to September), the average temperature, rainfall and relative humidity of the region were respectively 27.57 °C; 25.66 mm and 68.5%. The average temperature during the year varied by 2.8 °C and the average annual rainfall was 1317 mm.

2.2 Methodology

2.2.1 Bioecology data

The study of bio-ecological parameters was carried out in semi-natural conditions in cages (70 cm wide and 160 cm high) containing a cucumber plants. The cage was covered with white muslin with a mesh size of 0.50 mm (Figure 1). These cages have an opening lined with adhesive strips to prevent the exit of insects reared on the cucumber plant. Cylindrical boxes 10 cm in diameter and 20 cm in height perforated were used to transfer insects from one cage to another.



Fig 1: Experimental plots

2.2.2. Determination of biological parameters

The biological parameters studied were adult lifespan, pre-copulation, pre-oviposition and oviposition periods. The number of eggs laid per female, egg incubation time, fertility rate, duration of larval stages, survival rate and sex ratio were also estimated.

2.2.2.1. Pre-copulation and pre-oviposition periods

Thirty (30) pairs of imago's of *L. membranaceus*, derived from the imago molt, were isolated. Each pair was immediately put in a cage containing a cucumber plants with fruit. The sampling were made a long period in semi-natural conditions. Insects were followed until the first mating was observed. The mating date (Ja) was recorded and then the average pre-mating period was determined.

$$\text{Average pre-copulation period (days)} = \frac{\sum x_i n_i}{\sum n_i} \quad \begin{matrix} x_i = \text{Ja-Jo;} \\ n_i = \text{number of couples} \\ \text{ja} = \text{moulting date} \end{matrix}$$

The insects were observed until the first egg laying was seen in each cage. The date of first oviposition (Jpp) was recorded and then the mean preoviposition period was determined.

$$\text{Mean pre-oviposition period (days)} = \frac{\sum o_i f_i}{\sum f_i} \quad \begin{matrix} o_i = \text{Jpp - Ja;} \\ f_i = \text{number of females} \end{matrix}$$

2.2.2.2 Number of eggs laid per female, laying period and life span of adults

The pairs formed were monitored and as soon as the first oviposition was observed, each pair was removed and placed in a new cage to allow the insects to settle on the cucumber plants and fruits of the new diet. The number of eggs laying by the female on the undersides of the leaves and on the tendrils was recorded each day. The proving was continued until the females died. The date of the last egg laying (Ddp), the average laying period and the total of eggs laid per female were determined.

$$\text{Average egg laying period (days)} = \frac{\sum p_i f_i}{\sum f_i}$$

pi = Jdp - Jpp; fi: number of females; Jpp: the date of first oviposition

Finally, the lifespan is the time between the date of hatching of the eggs (Jo) and the date of death (Dm). The average life spans of the females and males making up the 30 pairs were calculated.

$$\text{Average life span (days)} = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i} \quad \begin{matrix} d_i = \text{Jm - Jo;} \\ v_i = \text{number of males or females} \end{matrix}$$

2.2.2.3. Incubation period and egg fertility rate

The date of laying (Dp) of the eggs was noted. For each 30 females, the number of eggs hatched was recorded and the average fertility rate was calculated.

$$\text{Average fertility rate (\%)} = \frac{\sum t_i f_i}{\sum f_i} \times 100$$

$$t_i = \frac{\text{Number of eggs hatched}}{\text{Number of eggs laid}} \quad f_i : \text{number of females}$$

2.2.2.4. Larvae survival rate, development time and sex ratio

Observations on larvae survival, development time and sex ratio were made from the offspring of 30 pairs formed. First larvae hatched were isolated in a cage containing a cucumber plant. The cages were monitored daily. The dates of successive moults were recorded. The average survival rate was calculated for each larval stage.

$$\text{Average larval survival rate (\%)} = \frac{\sum s_i f_i}{\sum f_i} \times 100 \quad \begin{matrix} s_i = \text{number of surviving larvae} \\ f_i = \text{number of females} \end{matrix}$$

$$S_i = \frac{\text{Number of larvae in the next stage}}{\text{Number of larvae in the previous stage}}$$

The transition from one larval stage to the next is marked by a moult followed by the rejection of an exuviate. The size of this exuvia is always larger than that of the last stage. The average duration of passage from one larval stage to the next was calculated and expressed in days. After the imaginary moult, the insects reaching adulthood were grouped by sex. The average total development time, which includes the egg

incubation period (Pi), the length of the larval period (DI) and the time from imago to adult (Dim), was calculated.

$$\text{Average total development time (days)} = \frac{\sum b_{ki}}{\sum k_i} \times 100$$

bi = Pi + DI + Dim ki: adult population size

Then the sex-ratio was calculated for the descendants of each female, according to the formula

$$\text{Sex ratio} = \frac{\text{Number of females}}{\text{Number of males}}$$

2.2.3. Impact of *L. membranceus* attacks on cucumber production

To estimate the damage on cucumber production, 60 plants were randomly selected from the experimental plot and covered with muslin. Assisted pollination was carried out in order to obtain fruit. From the 60 plants, 30 were repeatedly attacked by *L. membranceus* and the remaining 30 remained protected without attack. The number of fruits of each group of plants (attacked and healthy plants) was counted and weighed. Pi : Number of plants. fi: Number of fruits.

$$\text{Average number of fruits per plant} = \frac{\sum f_i}{\sum P_i}$$

$$\text{Loss rate (\%)} = \frac{\sum f_{ipia}}{\sum f_{ipis}} \times 100$$

Pia: Number of plants attacked by *L. membranceus*

Pis: Number of per healthy plant

2.2.4. Statistical analysis and data processing

Analyzes were carried out with Excel version 2013 and the paleontological software Past 3. Two-factor have been analyzed and classified by the Newman Keuls system.

3. Results

3.1. Pre-copulation and pre-oviposition periods

The first matings were observed on the 6th, 7th and 8th days after the moulting. Therefore 7.85 ± 1.38 days as an average pre-copulation period. The first eggs were laid on the 8th; 9 and 10th days after mating. Therefore 9 ± 0.66 days as an average pre-oviposition period (Figure 2).

3.2. Number of eggs laid per female, laying period and adult lifespan

The number of eggs lay varies from 4 to 28 with an average of about 13 eggs per strand or lay. The female lays between 94 and 249 eggs. Therefore 180 ± 35 eggs as an average. The laying frequency is 2 to 28 eggs each 2 thru 3 days. The average length of the laying period was 98.76 ± 13 days. The average lifespan of females was 105.9 ± 21.37 days and that of males 129.4 ± 28.23 days.

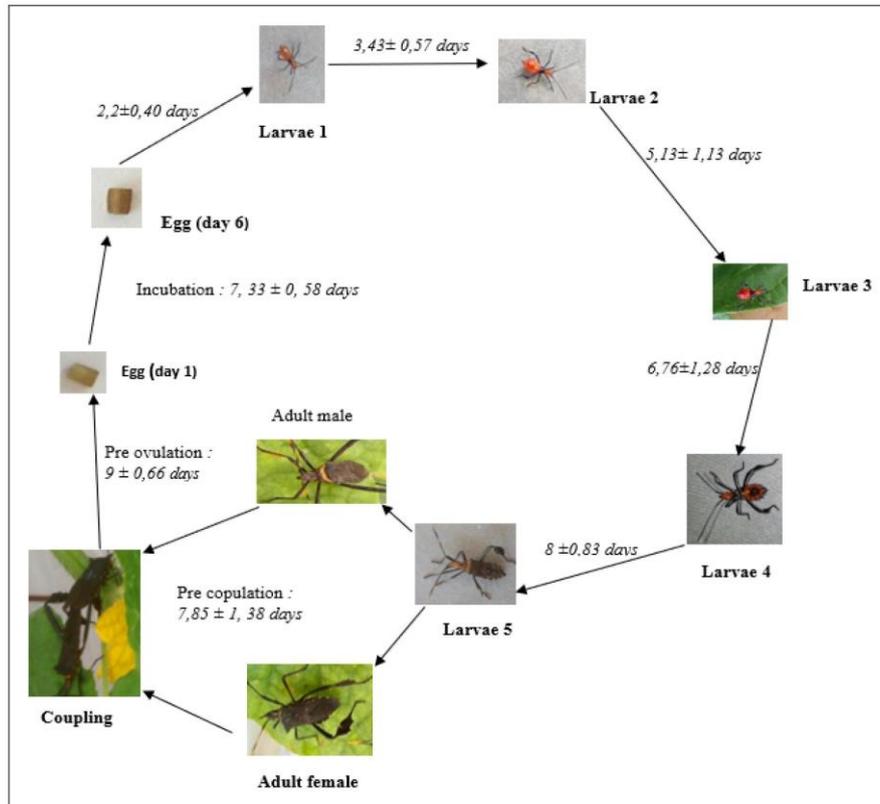


Fig 2: Development cycle of *Leptoglossus membranaceus*

3.3 Incubation period and egg fertility rate

The incubation of the eggs lasted 6 to 12 days. There 7.33 \pm 0.58 days as an average period. The temperature of the cages varied from 26.5 to 32.1 $^{\circ}$ C with an average of 29.45 \pm 0.9 $^{\circ}$ C. The comparison between the internal temperature of the cage and the duration of the incubation showed that these two parameters evolve in opposite directions: the number of days necessary for the hatching of the eggs decreases when the temperature increases. Out of a total of 249 \pm 40 eggs laid by a female, 229 \pm 25 eggs hatched, either an average fertility rate of 91.97 \pm 4.08%.

3.4 Larval survival rate, development time and sex ratio of *L. membranaceus*

Five larval stages (L1, L2, L3, L4 and L5) were observed. The lengths of the larval stages varied from 2.2 \pm 0.80 days (L1) to 8 \pm 1.20 days (L5). That to say a term of larva's period is 25.56 \pm 2.67 days. Stage 1 larvae were obtained after the eggs hatched. Survival rates ranged from 44.54% (L1) to

97.50% for the L5 stage. The larva goes by from 2 \pm 0.5 mm L1 to 13 \pm 1.3 mm L5 (Table 1). To change the stage, moulting is necessary. The number to larvae decreases from stage L1 to stage L3 and then remains almost stable from L3 to L5 (Figure 3). The larvae are attacked by spiders (Arthropods) and several types of ants (Hymenoptera). In addition to these natural enemies, climatic hazards such as rain and wind prevail. The mortality rate is higher in young larvae, they are more vulnerable. Only 39 over 229 per female larvae reached the adult stage when climatic factors were propitious, whether 17, 03% of survival rate in general. The total development time for *L. membranaceus* (from egg to adult) is 33.41 \pm 2.52 days. The adults obtained are divided into 22 males and 17 females, a sex ratio of 0.77 in favor of males. The duration of larval development (from L1 to adults) decreases with increasing temperature (Figure 4A). As for the relative humidity of the air, it does not influence the larval lifespan (Figure 4B).

Table 1: Period length and survival rate of larval stages of *L. membranaceus*

	Stage 1 larva	Stage 2 larva	Stage 3 larva	Stage 4 larva	Stage 5 larva
Duration of larval period (days)	2,2 \pm 0,40	3,43 \pm 0,57	5,13 \pm 1,13	6,76 \pm 1,28	8 \pm 0,83
Average number of Strength	229 \pm 25	102 \pm 4,2	55 \pm 2,7	46 \pm 1,74	40 \pm 0,8
Survival rate (%)	44, 54%	53,92	83, 63	86,95%	97, 50
Average length (mm)	2 \pm 0,5	4 \pm 0,6	8 \pm 0,4	10 \pm 0,8	13 \pm 1,3

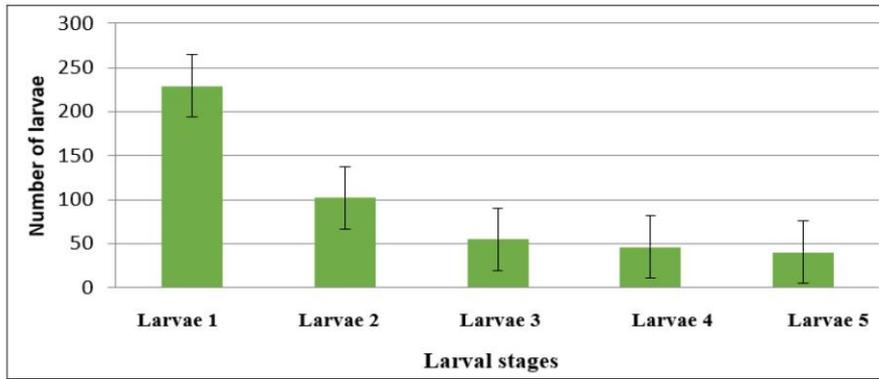
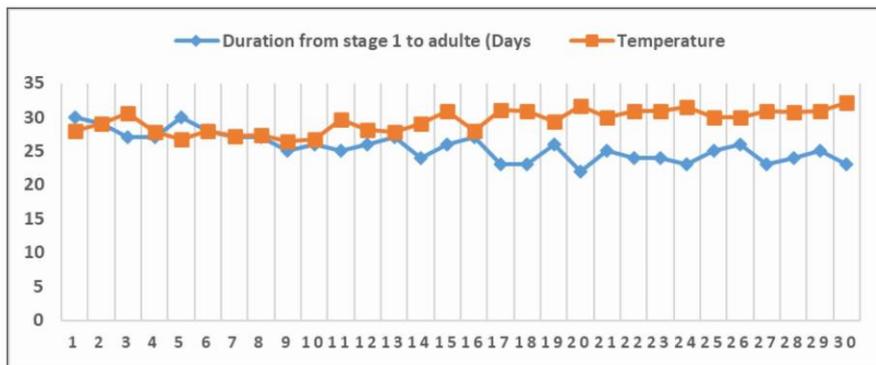
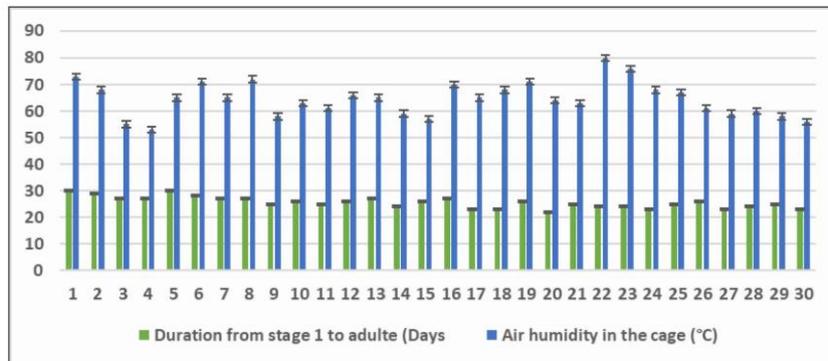


Fig 3: Variation in the number of larvae according to larval stages



A.



B

Fig 4: Duration of larval stages as a function of the temperature and relative humidity of the air inside the cages. A: Duration of larval stages as a function of internal cage temperature B: Duration of larval stages as a function of relative air humidity

3.5. Impact of *L. membranaceus* attacks on cucumber production

The number of fruits of healthy plants is higher than those of the attacked one. A healthy plant produces on average 14.1 ± 2.26 fruits compared to 7.93 ± 1.80 for a plant attacked by *L. membranaceus* in the rainy season (Figure 5). Analysis of variance (Kruskal-Wallis) showed that there is a significant

difference between the number of fruits at the 5% threshold ($p < 0.05$) ($p = 1.806 \cdot 10^{-09}$). The rate of loss in number of fruits due to repeated attacks by *L. membranaceus* is 59.34%. The average mass of a healthy fruit is 656.2 ± 26.22 g compared to 328.98 ± 15.12 g for a fruit attacked by *L. membranaceus*, i.e. 50.13% loss.

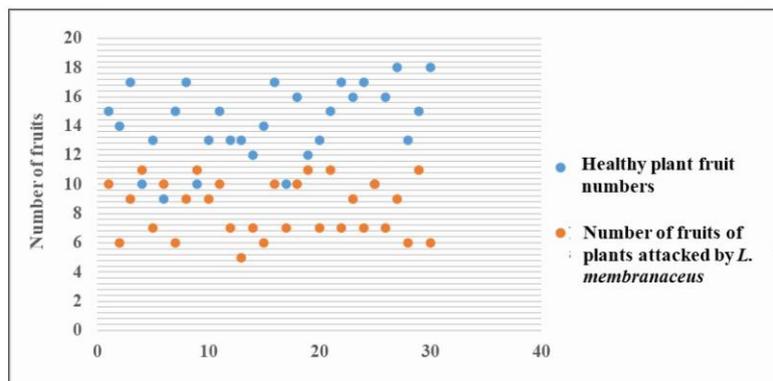


Fig 5: Number of fruits per healthy shoots and shoots attacked by *L. membranaceus*

4. Discussion

The pre-copulation and pre-oviposition periods are 7.85 ± 1.38 days and 9 ± 0.66 days, respectively. These periods observed in the study are different from those obtained by Tano et al (2011)^[6] in *Pseudotheraptus devastans* (3.43 ± 0.26 days for pre-copulation and 5.10 ± 0.60 days for pre-oviposition). They are also different from those observed by Dabiré (2001)^[7] in another Coreidae: *Clavigralla tomentosicollis* Stål. (3.34 days for pre-copulation and 4.10 days for pre-oviposition). The mean number of eggs laid by the female of *L. membranaceus* (180 ± 35 eggs) is higher than that obtained by Way (1953)^[8] in *P. wayi* (74 eggs). The egg-laying time (98.76 ± 13 days) is different to that obtained by Tano 2012^[9] in *C. lameensis* (107.56 ± 18 days). Concerning the lifespan of adults of *L. membranaceus*, observations revealed that males live longer (129.4 ± 28.23 days) than females (105.9 ± 21.37 days). These results are similar to those of Tano (2011)^[6] and Way (1953)^[8] who observed a longevity of 136.9 ± 22.84 days and 117.9 ± 18.42 days in males and females of *P. devastans*, respectively, 84 days and 73 days in males and females of *P. wayi*. The incubation period for eggs of *L. membranaceus* was 7.33 ± 0.58 days. Similar results were obtained in *P. wayi* (6-9 days) by Way (1953)^[8] and in *Amblypelta cocophaga* (6-8 days) by Brown (1958)^[10]. The mean egg fertility of *L. membranaceus* ($91.97 \pm 4.08\%$) is similar to that observed in the Coreidae species such as *Leptoglossus gonagra* (93.4%) (Amaral-Filho & Storti-Filho, 1976)^[11] and *Venezia stigma* (91.66%) (Amaral-Filho & Cajueiro, 1977)^[12]. Caldas et al (2000)^[13] recorded a higher fertility rate in *Corecoris dentiventris* (99.63%). The lowest larval survival rates are observed in the 1st and 2nd instars. These results are similar with those obtained by Tano 2011^[6] in *P. devastans*. According to Panizzi & Parra (1991)^[14], survival of early instar larvae depends on the energy accumulated by the previous instar. For the same authors, high mortality could be explained by a low capacity to metabolize, for the first time, toxins or non-nutritive compounds contained in the tapped sap. Another reason of this mortality would be related to the large number of larvae of *L. membranaceus*, which would lead to intraspecific competition, following a limitation of trophic resources, as indicated by Sanon & Ouédraogo (1998)^[15] in *Callosobruchus maculatus* and Aboua (2004)^[16] in *Dinarmus basalis* and *Eupelmus vuilleti*. Concerning the life cycle, five larval stages were recorded in *L. membranaceus*. The length of the larval period ranged from 2.2 ± 0.80 days for the first

instar to 8 ± 1.20 days for the fifth instar. The results are similar to those of Way (1953)^[8], Dabiré (2001)^[7] and Mille (2003)^[17] who reported respectively that the development of *P. wayi*, *Clavigralla tomentosicollis* and *Amblypelta bilineata* includes 5 larval instars. In *L. membranaceus*, the duration of the 5th larval instar is longer than the 1st instar. This difference has been observed by Van Reenen (1973)^[18] in the same species and other Coreidae species such as *Leptoglossus gonagra* (Amaral-Filho & Storti-Filho, 1976)^[11], *Corinocerus sanctus* (Amaral-Filho, 1986)^[19], *L. zonatus* (Panizzi, 1989)^[20], *L. fulvicornis* (Wheeler & Miller, 1990)^[21] and *C. tomentosicollis* (Dabiré, 2001)^[7]. The total larval development time of *L. membranaceus* (from egg to adult) is 33.41 ± 2.52 days. It falls within the range defined by Way (1953)^[8] in *P. wayi* (26-40 days). Concerning the incidence of *L. membranaceus* attacks on cucumber production, losses are greater than 50%. These results are similar to those of Gnanasekaran et al. 2005^[22] obtained on sesame where *Asphondylia catalaunalis* caused losses ranging from 25 to 100% yield.

5. Conclusion

The study of biological parameters showed that *L. membranaceus* is a heterometabole with a development cycle consisting of 5 larval instars with low survival rates for the 1, and 2. The total length of the development cycle of this pest is 33.41 ± 2.52 days and males live longer than females. Females of *L. membranaceus* lay an average of 180 ± 35 eggs under semi-natural conditions. The study determined the duration of egg laying, adult longevity and that the developmental stages of the insect are all pests of cucumbers but stages 4 and 5 remain the most voracious as the adult. Thus, knowledge of the development cycle of *L. membranaceus* would enable appropriate control methods to be implemented.

6. Acknowledgement

We would like to thank all lecturers and researchers in entomology at Lorougnon Guédé University of Daloa for their availability, Kouadio Jean Fabrice and Soro Lacina for their contributions in the work. Professor Yéo Kolo and his team of LAMTO Ecological Station for the identification of specimens

7. References

1. FAOSTAT. Database. Food and Agriculture

- Organization, Roma, Italy. Available online at URL: www.fao.org, 2014. Consulté le 10/12/2019.
2. Sangaré A, Koffi E, Akamou F, Fall CA. État des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture: Second rapport national. 2009, 70.
 3. Chaput J. Dégâts de la punaise terne sur les cultures légumières en Ontario ; Ministère de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales. 1998, 33.
 4. Schmidt K. Fiche parasite émergent ; Punaise diabolique. 2015, 2.
 5. Liette L, Müller F. Chrysomèle rayée du concombre; Fiche technique de synthèse. 2015, 2.
 6. Djé KCT, Louis RN, Aboua LRN, Badama P, Sérïkouassi B P, San-Whouly M et al. Etude de quelques paramètres biologiques de *Pseudothraupis devastans* Distant (Heteroptera : Coreidae) sur les noix de *Cocos nucifera* L. de la variété PB 121+ à la station Marc Delorme (Côte d'Ivoire). 2011; 8(1):13-21.
 7. Dabiré C. Etude de quelques paramètres biologiques de *Clavigralla tomentosicollis* STAL., 1855 (Hemiptera : Coreidae), punaise suceuse des gousses de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) en vue de la mise au point d'une lutte durable contre l'insecte au Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan -Côte d'Ivoire. 2001, 313.
 8. Way MJ. Studies of *Thraupis sp* (Coreidae), the cause of gumming disease of coconuts in East Africa. Bulletin of Entomological Research. 1953; 44:657-667.
 9. Djé KCT. Contrôle de la population de *Coelaenomenodera lameensis* Berti et Mariau, 1999 (Coleoptera : Chrysomelidae), ravageur du Palmier à Huile, au moyen du Suneem 1% EC et d'extraits de plantes locales de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan -Côte d'Ivoire. 2012; 197.
 10. Brown ES. Injury to cacao caused by *Amblypelta* with a summary of food-plants of species of this genus. Bulletin of Entomological Research. 1958; 49:543-544.
 11. Amaral FBF, Storti FA. Estudos biológicos sobre *Leptoglossus gonagra* (Fabricius, 1775) (Coreidae, Hemiptera) em laboratório. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 1976; 5(2):130-137.
 12. Amaral FBF, Cajueiro IVM. Observações sobre o ciclo biológico de *Veneza stigma* (Herbst, 1784) Osuna, 1975 (Hemiptera, Coreidae) em laboratório. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 1977; 2:164-172.
 13. Caldas BHC, Redaelli LR, Diefenbach LMG. Biology of *Corecoris dentiventris* Berg, 1884 (Hemiptera, Coreidae) in tobacco culture (*Nicotiana tabacum*). Revista Brasileira de Biologia. 2000; 60(1):173-178.
 14. Panizzi AR, Parra JRP. Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Manole, São Paulo. 1991, 359.
 15. Sanon A, Ouedraogo PA. Etude de la variation des paramètres démographiques de *Callosobruchus maculatus* F. et de ses parasitoïdes *Dinarmus basalis* Rond et *Eupelmus vuilleti* Crawford sur le niébé dans une perspective de lutte biologique. Insect Science and its Application. 1998; 18(3):241-250.
 16. Aboua LRN. Activité parasitaire et comportement trophique de *Dinarmus basalis* RONDANI (Hymenoptera: Pteromalidae) et de *Eupelmus vuilleti* Crawford (Hymenoptera : Eupelmidae) en présence de leur hôte *Callosobruchus maculatus* FAB. (Coleoptera : Bruchidae) ravageur des stocks de niébé. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan -Côte d'Ivoire. 2004, 179.
 17. Mille C. La punaise de l'avocat (*Amblypelta bilineata* Stal) : Actualisation des connaissances sur le principal ravageur de l'avocatier. In : Les cahiers de l'agriculture et de l'environnement. La province des Îles loyauté. 2003, 6-8.
 18. Van RJA. Behaviour and biology of *Leptoglossus membranaceus* (Fabricius) in the Transvaal, with description of the genitalia (Heteroptera: Coreidae). Annals of the Transvaal-Museum. 1973; 28(14):257-286.
 19. Amaral Filho BF. Observações sobre o ciclo biológico de *Crinocerus sanctus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Coreidae) sob condições de laboratório. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 1986; 15(1):5-18.
 20. Panizzi AR. Desempenho de ninfas e adultos de *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) em diferentes alimentos. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 1989; 18(2):375-389.
 21. Wheeler AGJR, Miller GL. *Leptoglossus fulvicornis* (Heteroptera: Coreidae), a Specialist on Magnolia Fruits: Seasonal History, Habitats, and Descriptions of Immature Stages. Annals of the Entomological Society of America. 1990; 83:753-76.
 22. Gnanasekaran M, Jebaraj S, Gunasekaran M, Muthuramu S. Breeding for seed yield and shoot webber (*Asphondylia catalaunalis* D) resistance in sesame (*sesamum indicum* L.). Electronic Journal of plant Breeding. 2005; 1(4):1270-1275.

ARTICLE 2 : Publié à *International Journal of Entomology Research*

Insect dynamics based on the phenological stages of cucumber (*Cucumis sativus*; Cucurbitaceae) in the rainy season in daloa (Central West; Côte d'Ivoire)

ISSN: 2455-4758; Impact Factor: RJIF 5.24

Volume 5; Issue 5; 2020; Page No. 91-96

www.entomologyjournals.com



Insect dynamics based on the phenological stages of cucumber (*Cucumis sativus*; Cucurbitaceae) in the rainy season in daloa (Central West; Côte D'ivoire)

Drissa Fondio¹, Lucie Yéboué N'guessan², Senan Soro³, Kolo Yeo⁴, Lacina Soro⁵

^{1, 2, 3, 5} Jean Lorougnon Guédé University, Unité de Formation et de Recherche (UFR) Agroforestry BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

⁴ Nagui Abrogoua University, Unité de Formation et de Recherche (UFR) Natural sciences BP 28 N'douci, Côte d'Ivoire

Abstract

Cucumber (*Cucumis sativus*) is a vegetable belonging to the family of Cucurbitaceae. Its growing is subject to many insects attacks damaging mostly the fruit. The objective of this study was to inventory insects in cucumber plots and to determine the dynamics of population. Sampling was carried out every two days, using coloured traps, mowing nets and incubation of decomposing fruits in a cucumber plot in Daloa. A farmer plot was used. The dynamics vary according to the phenological stages of the cucumber. A total of 24,327 insects belonging to 7 Orders, 37 families and 61 species were identified. These Orders are Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera, Odonata, Hymenoptera and Heteroptera. Hymenoptera are the most present population with 55% of the total but not voracious like Coleoptera, Orthoptera and Heteroptera. 95.01% of insects were recorded from flowering.

Keywords: daloa, insects, voracious, phenological

1. Introduction

Market vegetable cultivation has been increase since food security has become a worldwide issue. In Africa, this type of agriculture employs a significant proportion of urban dwellers (Delamarche, 2007) ^[1]. In sub-Saharan Africa, market vegetable farming is practiced on plots of land that rarely reach one hectare (Mbaye and Moustier, 2000) ^[2]. Regarding West Africa, since its introduction during colonization, market farming has gained particular strength with the development of cities and the growing demand for fresh market vegetables (Koné *et al.* 2000) ^[3]. According to FAOSTAT data (2014) ^[4], world cucumber production is estimated at 71 365 573 tonnes and China is the world's largest producer with 76%. In 2002, Africa produced only 507.000 tonnes from 25.000 ha, which represents just under 1.5% of world production (FAO, 2003) ^[5]. Côte d'Ivoire, for its part, has developed more than 40 species of market vegetable crops (CNRA, 2008) ^[6]. Among these market vegetables that are developing in urban and peri-urban areas are exotic crops such as cucumber, cabbage and parsley. Cucumber (*Cucumis sativus*), belonging to the family Cucurbitaceae along with melon, pistachio and watermelon, is extensively cultivated (Swaidner *et al.* 2005) ^[7]. It is one of the most important market vegetables in the tropics (Okonmah, 2011) ^[8]. It is also one of the most important Cucurbitaceae vegetables grown worldwide (Plader *et al.* 2007) ^[9] with great economic importance (Harlan 1975) ^[10]. Côte d'Ivoire's cucumber production, which is mainly in urban areas, was estimated approximately at 30.000 tonnes in 2009 (Sangaré *et al.* 2009) ^[11]. However, the development of market vegetable in general faces important constraints, such as pest attacks, which cause huge production losses. Cucumbers are no exception; their growing is subject to major constraints such as disease and pest pressure that hamper production (Cissé *et al.* 2003; Williamson *et al.*, 2008) ^[12, 13]. Insects can cause major problems, principally because they act as vectors for viruses or diseases (Jeffery,

2001) ^[14]. Damage caused by insects can lead to yield losses of up to 40% (Onovo, 1992) ^[15]. Therefore, the general objective of the present study is to carry out an insect inventory of the cucumber cultivated in the town of Daloa. This specifically leads to :

- Make an inventory of the insects of the cucumber crop;
- Establish the distribution of insects according to the phenological stages of the cucumber.

2. Material

The study was conducted in Daloa, Côte d'Ivoire. (06° 52'38" N and 06° 27'00" W), characterized by a sub-equatorial, hot and wet climate (ANADER 2017). During the sampling, the average temperature and relative humidity of the region were 25.6°C and 78% respectively. The average annual rainfall was 1317 mm.

The biological material is composed by the varieties of cucumber seed (Tokyo F1 and Poinsett 76 cucumber varieties).

Technical material is composed of sampling (mower net, yellow box and entomological forceps), conservation (jars containing 70% alcohol) and identification (binocular loupe, identification key: Barry Bolton, 1980; 1987, Lecoq 1988. Mike *et al.* 2004; Brian L. Fischer & Barry Bolton, 2016)

3. Method

The work was carried out on 150 m² (15m x 10 m), consisting of 16 ridges (lines) spaced at 1 m intervals. The bundles on each line are spaced 0.5 m apart. Plants population is 4 plants per square meter. Two coloured traps were placed along the edge in line spacing 1; 5; 9 and 13. A trap was set in the middle of line spacing 3; 7; 11 and 15. This makes a total of 12 coloured traps. To capture Diptera (flies), mature cucumber fruits were collected and grouped in small packets of 10 fruits on the ground. Each stack is covered with the 50 cm cubic shaped muslin on one side. The fruits were kept in incubation and after 12 days, flies

started emerging.

The observations were conducted according to two (2) identified phenological stages which are : Germination-Flowering (20 days) and from flowering to the end of the cycle (65 days). Sampling was done regularly every 2 (two) days from 3:00 p.m. to 5:00 p.m.

The samples of insects captured were conserved in ethanol (alcohol) diluted at 70% in 4 bottles: Data processing was done using R software (version 2.8).

4. Results

4.1 Inventory of insects collected on the cucumber plot

A total of 24.327 insects have been collected belonging to 7 Orders, 37 families and 61 species. Hymenoptera, Coleoptera, Heteroptera, Diptera, Lepidoptera, Odonata and Orthoptera are the Orders present in cucumber cultivation in Daloa (Table I). Individuals collected from flowering represent respectively 95.01% of the total numbers (Figure 1).

4.2 Numbers of insects captured by different methods

With the mowing net methode 15.078 insects have been captured, equivalent to 61.98% of the population, with a large number of Hymenoptera followed by Beetles.

Coloured traps captured 8.432 insects, equivalent to 34.66%. Hymenoptera are still the most numerous followed by Beetles. The Orders less captured by this method were the Odonates.

The cucumber fruit incubation method, specific to Diptera, allowed the capture of 817 spaces, equivalent to 3.36%.

4.3 Abundance of Insect Orders

The Order of Hymenoptera is the most abundant. This Order contains more than half of the insects collected with 55%. Beetles are far behind with 15%. As for the other Orders, they are scarcely present with abundances of less than 10% (Figure 2).

Table 1: Cucumber entomofauna

Orders	Families	Spaces	Effectives
Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	448
	Tephritidae	<i>Anastrepha striata</i>	386
		<i>Zeugodacus cucurbitae</i>	153
		<i>Dacus bivittatus</i>	141
		<i>Dacus punctatifron</i>	121
	Syrphidae	<i>Sercomyia selentis</i>	95
Sarcophagidae	<i>Sarcophago sp.</i>	67	
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cheilmones lunata</i>	116
		<i>Henosepilachna sp.</i>	214
	Chrysomelidae	<i>Acalymma vittatum</i>	1743
		<i>Podagrica sjostedti</i>	39
		<i>Chrysolina polita</i>	368
		<i>Chrysolina coeruleans</i>	295
	Tenebrionidae	<i>Gnathocerus maxillosus</i>	126
		<i>Lagria maxillosus</i>	56
		<i>Pachydissus sartus</i>	24
	Cerambycidae	<i>Monochamus scutellatus</i>	113
		<i>Arthropalus rusticus</i>	21
		<i>Meligethes saeneus</i>	40
	Nitidulidae	<i>Melanotus punctolineatus</i>	213
	Elateridae	<i>Stenaptinus insignis</i>	75
Carabidae	<i>Copris fricator</i>	34	
Scarabaeoidea	<i>Mylabris variabilis</i>	19	
Heteroptera	Coreidae	<i>Leptoglossus membranacerus</i>	501
		<i>Anoplocnemis curvipes</i>	106
		<i>Pseudotheraptus devastans</i>	51
	Pentadomidae	<i>Nezara viridula</i>	89
	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus melanoderes</i>	550
Miridae	<i>Deraeocoris ruber</i>	67	
Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus acvapimevisis</i>	2151
		<i>Camponotus sp</i>	665
		<i>Camponotus maculatus</i>	1306
		<i>Lepisiota sp</i>	1026
		<i>Odontomachus troglodytes</i>	1049
		<i>Monomorium sp</i>	1217
		<i>Paltothyreus tarsatus</i>	774
		<i>Mesoponera brunoi</i>	2281
		<i>Pheidole sp</i>	997
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	306
		<i>Nomada goodemiana</i>	434
	Chneumonidae	<i>Rhyssa persuasoria</i>	273
	Vespidae	<i>Vuscula vulgaris</i>	189
	Halictidae	<i>Pachynomia atrinervis</i>	506
Braconidae	<i>Atanycolus sp.</i>	163	

Lepidoptera	Pieridae	<i>Gonepteryx rhamni</i>	332
	Crambidae	<i>Diphania nitidalis</i>	486
	Nymphalidae	<i>Pyronia basthseba</i>	352
Odonates	Corduliidae	<i>Cordulia aenea</i>	209
	Gomphidae	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	137
	Aeshnidae	<i>Brachyton basthseba</i>	117
	Coenagrionidae	<i>Ischnura pumilio</i>	96
		<i>Ischnura senegalensis</i>	140
	Libellulidae	<i>Orthetrum albistylum</i>	132
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus bimaculata</i>	169
		<i>Gryllus Pennsylvanicus</i>	142
	Pyrgomorphidae	<i>Zonocerus variegatus</i>	367
	Tettigoniidae	<i>Tettigonia viridissima</i>	428
	Acrididae	<i>Schistocerca gregaria</i>	440
		<i>Arcyptera fusca</i>	289
	Tetrigidae	<i>Tetrix subulata</i>	301
	Proscopiidae	<i>Pseudoproscopia scabra</i>	223

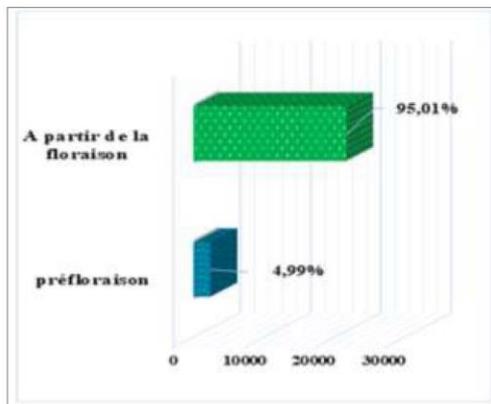


Fig 1: Abundance of insects depending on the phenology of the cucumber plant

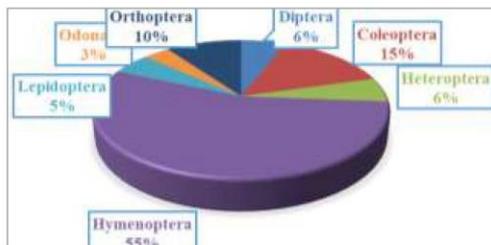


Fig 2: Abundance of Orders

4.4. Dynamics of insect Orders

As soon as germination begins, Hymenoptera are the most present. Orthopterans are also very present on young leaves and their numbers decrease with the rising maturity of the plants. One week later, several other Orders appear, but it is 15 days after germination (day 20) that the insects are abundant. At the end of this period, which corresponds to the beginning of flowering, the insects are attracted to the flowers. Lepidoptera, which are actively contributing to pollination, are now making their appearance. Hymenoptera, already present since germination, will continue to increase until the end of the plant cycle. Concerning Heteroptera, the specimens essentially prickly-suckers, swarm from the fruiting stage. Diptera appear at the end of the plant cycle.

This period corresponds to the ripening of the fruits that have served as incubators for Diptera larvae. Hymenoptera are present during all phenological stages of the cucumber but reach their peak at the end of the cycle (Figure 3).

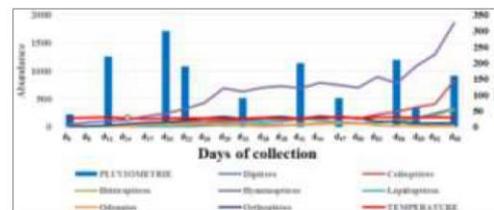


Fig 3: Dynamic of insects Orders according to the plant phenology

4.5- Abundance of insect families

All the insects collected are divided into 37 Families. Beetles: 9 families represent this Order, of which the Chrysomelidae family is the most collected and the Meloidae family the least present. Diptera: Represented by 4 Families. The Family Muscidae is the most represented and that of Sarcophagidae the least present. Heteroptera: This Order is represented by 4 Families; that of Pyrrhocoridae is more abundant. Hymenoptera: 6 Families are present in this Order. The Formicidae are in the majority and the Vespidae in the minority. Lepidoptera: The Families Pieridae, Crambidae and Nymphalidae represent this Order. Odonates: 5 families represent this Order, the Corduliidae family is the most present. Orthopterans: Represented by 6 Families. Pyrgomorphidae, Tettigoniidae and Acrididae are the majority.

4.6 Abundance of insect species

Some species such as, *Leptoglossus membranacerus* (Coreidae), *Camponotus acvapimensis* (Formicidae), *Mesoponera brunoi* (Formicidae), *Acalymma vittatum* (Coccinellidae), *Dysdercus melanoderes* (Pyrrhocoridae), *Pachynomia atrinervis* (Halictidae), *Apis mellifera* (Apidae), *Vuscula vulgaris* (Vespidae), *Schistocerca gregaria* (Acrididae) and *Chrysolina coeruleans* (Tenebrionidae) are the most present in cucumber cultivation in Daloa region.

4.7 Pests and damages on cucumbers

During the first phenological stage, defoliating insects are the most present in this occurrence Beetles and Orthoptera. These Orthopterans consist of the families Acrididae (*Schistocerca sp.*), Gryllidae (*Gryllus sp.*), Tetrigidae (*Tetrix sp.*), Tettigonidae (*Tettigonia sp.*) and Pyrgomorphidae (*Zonocerus sp.*) (Figure 4 A). Beetles are represented by the families Chrysomelidae (*Acalymma sp.*); Tenebrionidae (*Gnathocerus sp.*), Cerambycidae (*Pachydissus sp.*), Meligethinae (*Meligethe sp.*) and Coccinellidae (*Cheilmones sp.*). This category of insects perforates the leaf blade of young plants causing a reduction in the photosynthetic leaf area. As for *Acalymma sp.* (Chrysomelidae), adults and larvae attack cucumbers at all stages of plant development (Figure 4 B).

From the time of fruiting, Heteroptera, stinging-sucking insects, swarmed suddenly. They are represented by the families Pyrrhocoridae (*Dysdercus*), Pentadomidae (*Nezara sp.*) and Coreidae (*Anoplocnemis sp.* and *Leptoglossus sp.*). This order was found in colonies on the underside of leaves and on fruits (Figure 4 C). The bites of these insects do not cause visible damage, but repeated collection of them causes significant loss of energy to the host plant. Attacks can lead to deformation of the fruit (Figure 4 D).

Other defoliators such as Lepidoptera represented by Crambidae (*Diphanía sp.*) defoliate leaves by their larvae. These caterpillars also attack fruits by burrowing into the fruit to feed on the contents (Figure 4 E).

Fruit flies (Diptera) appear at the end of fruiting. Oviposition punctures lead to destruction of the vegetable, following intense activity of the young larvae that feed on the pulp (Figure 4 F)

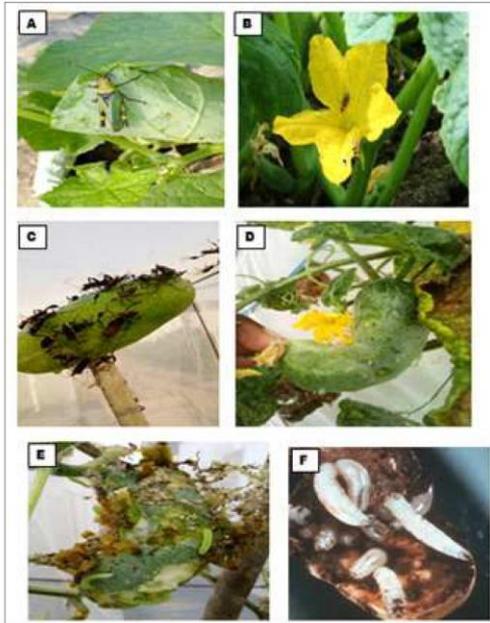


Fig 4: Insect damage on cucumber A: *Z. variegatus* B: *A. vittatum* C: *L. membranaceus* D: Deformed fruit due to repeated attacks of *L. membranaceus* E: Ledidoptera larvae F: Diptera larvae

5. Discussion

Inventory of insects associated to cucumber cultivation in Daloa region allowed to count a total of 36.501 individuals divided into 7 Orders, 37 Families and 61 species. These results are different from those obtained by Ouali *et al.* (2019), who observed a total of 4 133 cucumbers in Bonoua (Côte d'Ivoire), grouped into 9 Orders, 27 families and 42 species. Koné *et al.* (2018) [16], recorded 6 976 insects, nine (9) orders and 48 families on courgette which is a Cucurbitacea in Korhogo (Côte d'Ivoire). This difference could be explained by the variation of climatic parameters in the study areas or the number of replicates. From a qualitative point of view, the insects harvested from flowering are the same as those identified during the pre-flowering stage. However, the relative abundance of insects collected is closely related to the phenology of the cucumber. These results are similar to those of Sadou *et al.* (2008) [17] and Soro *et al.* (2010) [18] who respectively observed the variation in insect abundance according to the phenological stages of tomato and yam. However, this parameter is more elevated in the late flowering stage of the cycle.

In fact, at fructification, fruits, flowers, and leaves are potential food sources for insect pests. The high fruiting numbers are also thought to be due to the activity of chemicals such as peroxidase, polyphenoloxidase and the amount of phenols contained in the fruit. This would result in the attraction of large numbers of insects at this stage (Bhattacharya *et al.*, 2009) [19]. The abundance of insects at flowering stage was observed by Marie-José (1997) [20] who in her work indicated that the colour and odour of flowers play a role in attracting insect pests of Cucurbitaceae. Flowers mainly attract Hymenoptera (bees) and Lepidoptera (butterflies) which are specialists in pollination and nectar harvesting to feed their nectar, (Mathilde *et al.*, 2011) [21]. According to Benachour and Louadi (2013) [22], flowers, particularly those of Cucurbitacea, attract insects for the concentrated sugar in the nectar. Hymenoptera is the most abundant order, particularly Formicidae with the species *Mesoponera brunoi*. But the species of this Order are not voracious, unlike the Beetles and Orthoptera. It appeared from this study that specimens belonging to the families Chrysomelidae, Coccinellidae, Crambidae, Coreidae and Tephritidae are main pests of cucumbers. These results are similar to those of Koné *et al.* (2018) [16] who reported that Chrysomelidae, Coccinellidae and Tephritidae are most voracious on courgette. These results are similar to those of Duval (1993) [23] who in his work in Canada observed that *Acalymma vittatum* (Chrysomelidae) is the main insect pest of Cucurbitaceae. According to the work of Marie-José (1997) [20], Chrysomelidae of Cucurbitaceae feed on cucurbitacin, kairomones and bitter substances derived from them, which explains their presence on Cucurbitaceae. The ubiquitous presence of Beetles was also reported by Adja *et al.*, (2014) [24] at all phenological stages of Cucurbitaceae. These insects attack the flowers, leaves, stems, fruits and even the roots of cucumbers. Similar results were also obtained by Ouali *et al.* (2019) [25] who reported that insects attack all parts of the cucumber. Lepidoptera represented by the cucurbit moth, in particular *Diphanía sp.* (Crambidae), by their larvae devour leaves and fruits. These larvae dig holes to feed on the contents. These results are in conformity with those obtained by Berthon (2015) [26] who

observed that larvae bore galleries in cucumber fruits and can also consume flowers, leaves and stems. Larval entry holes in the fruit are also entry points for various fungal or bacterial diseases. From flowering onwards, borers and borer-suckers cause the highest rate of attack. This may be explained by the fact that at this stage the plants attract a large number of Heteroptera adults for mating. Amoukou (2013) [27] made the same observation on sesame where he found that some Heteropterans such as *Agonoscelis* sp. and *Piezodorus* sp. (*Anoplectnemis curvipes* and *Spilosthetus* sp.) swarmed at flowering and sucked the flower buds. *Leptoglossus* (Heteroptera) in particular, is abundant during the last phenological stage of the cucumber and feeds on the sap of young stems, leaves and mainly on the fruit. This dehydrates the plant considerably and can lead to slower growth and even death. These results confirm those obtained by Chaput (1998) [28] who indicated that insect attacks cause fruit malformation, reduced flowering and delayed development of new shoots. Diptera also devastate cucumbers. This is justified by the fact that female fruitminer flies deposit eggs in fruit close to maturity. These results are in agreement with those of N'dépo *et al.* (2009) [29] who observed that the development of pre-imaginal stages causes rotting and fall of attacked fruits resulting in considerable losses.

6. Conclusion

The study cucumber (*Cucumis sativus*) entomofauna in relation to the phenological stages of the plant provides a lot of information on cucumber pests. The study identified 24.327 insects divided into 7 Orders, 37 families and 61 species. Insects are more abundant from the flowering stage onwards. Individuals collected from flowering represent 95.01% of the population. The Orders are the Individual Beetles, Orthoptera, Hymenoptera, Heteroptera, Diptera, Odonata and Lepidoptera. Catching with the mowing net allowed to catch the largest number of insects. Hymenoptera are the most important, especially the species *Mesoponera brunoi* (Formicidae) which is present throughout the cucumber cycle. The families Chrysomelidae, Coccinellidae, Crambidae, Coreidae and Tephritidae are the main cucumber pests. This study will contribute to the knowledge of the entomofauna of cucumber cultivation in Daloa and may be used to design pest management strategies for this vegetable. This approach will make it possible to increase the production of cucumbers, whose marketing has become a source of foreign exchange and its consumption is beginning to become part of the population habits in Côte d'Ivoire.

7. Acknowledgements

We sincerely thank Dr. N'dépo Ossey Robert and all the teacher-researchers in Entomology at the Université Jean Lorougou Guédé de Daloa for their advice. Finally our thanks to my nephew Fondjo Sifoly for his contribution in the realization of this work.

8. References

1. Delamarche M. Agriculture urbaine, les villes qui se ruralisent. *Marchés Tropicaux et Méditerranéens: Stratégies et Investissement en Afrique*, 2007; 3212:5-6.
2. Mbaye A, Moustier P. Market-oriented urban agricultural production in Dakar. In *Growing Cities, Growing Food: Urban Agriculture on the Policy Agenda, a Reader on Urban Agriculture*. Bakker N, Dubbeling M, Gündel S, Sabel-Koschella U, de Zeeuw H (eds). Feldafing, Des/Etc: Allemagne, 2000, 235-257.
3. Koné D, Cissé G, Seignez C, Holliger C. Le lagunage à macrophytes et l'irrigation en maraîchage: étude d'une station expérimentale à Ouagadougou. *Info CREPA*, 2000; 31:4-10.
4. FAOSTAT. Database. Food and Agriculture Organization, Roma, Italy. Available online at URL: www.fao.org, 2014.
5. FAO. FAO statistic. www.fao.org/faostat. Consulté le 11 Novembre 2018.
6. CNRA. Programme cultures maraichères et protéagineuses, Rapport, 2008, 20-21.
7. Swaider JM, Ware GW, Macollin JP. *Producing Vegetable Crops. Cucumbers*. Interstate Koike Publishers Inc. Illinois, 2005, 17.
8. Okonmah LC. Effects of different types of staking and their cost effectiveness on the growth, yield and yield components of cucumber *Cucumis sativus* L. *International Journal of Agric. Science*. 2011; 1(15):292-295.
9. Plader W, Burza W, Malepszy S. *Cucumber. Biotechnology in agriculture and forestry 59: Transgenic Crops*. Sarkar, M. and Sirohi, P. S. 2011. Diallel analysis of quantitative characters in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Veg. Sci*, 2007, 38:7375.
10. Harlan JR. *Crops and man*. ASA, CSSA, Madison, WI *Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops* 31: 1550-1557. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1975.
11. Sangaré A, Koffi E, Akamou F, Fall CA. État des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture: Second rapport national, 2009, 70p.
12. Cissé I, Tandia AA, Fall ST, Diop EHS. Usage incontrôlé des Pesticides en Agriculture Périurbaine: cas de la zone de Niayes au Sénégal, *Cahiers d'études et de recherche francophones/Agriculture* Mai Juin. 2003; 12(3):181-186.
13. Williamson S, Ball A, Pretty J. Trends in pesticide use and drivers for safer pest management in four African countries. *Crop Protection*. 2008; (27):1327-1334.
14. Jeffery C. Cucurbitaceae In: P. Hanett (ed.), *Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops* 31: 1550-1557. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2001.
15. Onovo JA. Survey of disease incidence and severity of cucurbitaceous crops in the southeast. *Annual Cropping Scheme Report. Vegetable Research Programme National Horticultural Research Institute, Mbato*, 1992, 47p.
16. Koné K, Tuo Y, Yapo ML, Kouakou KH. Entomofaune de la courgette (*Cucurbita pepo* L) en saison pluvieuse, à Korhogo, dans le nord de la Côte d'Ivoire. *Int. J Biol. Chem. Sci*. 2018; 12(3):1286-1297.
17. Sadou I, Woin N, Ghogomu TR, Djonmaila KM. Inventaire des insectes ravageurs et vecteurs de la panachure jaune du riz dans les périmètres irrigués de Maga (Extrême Nord Cameroun). *Tropicalicultura*. 2008; 26(2):84-88.
18. Soro S, Diallo AH, Doumbia M, Dao D, Tano Y. Inventaire des insectes de l'igname (*Dioscorea spp*): cas

- de Bouaké et Toumodi (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2010. 2010; 6(3):715-723.
19. Bhattacharya A, Azum dar DM, Das AK, Azra PH, Pal S. Peroxidase and Polyphenoloxidase Activities and Phenol content in fruit of eggplant and their relationship *International Journal of vegetable Science*, 2009; 15:316-324.
 20. Marie-José L. Les phénomènes d'attraction par rapport à la plante-hôte chez les insectes ravageurs des cucurbitacees, 1997, 57p
 21. Mathilde B, Audrey M, Colin F, Marie P. Plantes et pollinisateurs, 2011, 35p.
 22. Benachour K, Louadi K. Comportement de butinage des abeilles (Hymenoptera: Apoidea) sur les fleurs mâles et femelles du concombre (*Cucumis sativus* L. Cucurbitaceae) en région de Constantine (Algérie). In *Annales de la Société Entomologique de France*. 2013; 47(1-2) :63-70.
 23. Duval J. Les thrips des cultures en serre, *Ecological Agriculture Projects (AGRO-BIO. 360.03)*, 1993, 6p.
 24. Adja NA, Danho M, Alabi TAF, Gnago AJ, Zimmer JY, Francis F, *et al.* Entomofaune associée à la culture de Cucurbitales oléagineuses africaines (*Lagenaria siceraria* Molina (Standl, 1930) et *Citrullus lanatus* Thumb (Matsum et Nakai 1916) et impact des ravageurs sur la production. *Annales de la Société Entomologique de France*. 2014; 50(4):301-310.
 25. Ouali-N'goran MSW, Kouadio MFN, N'guettia AMC, Yeboué NL, Tano Y. Effet des pratiques phytosanitaires sur l'entomofaune et le rendement du concombre *Cucumis sativus* (Cucurbitaceae) Linnaeus, 1753 en milieu paysan à Bonoua Sud- Est de la côte d'Ivoire. *Agronomie africaine*. 2019; 31(1):1-14.
 26. Berthon A., 2015. Bulletin de santé du végétal ; BSV Concombre. Fiche technique (5), 7p
 27. Amoukou AS, Boureima A, Yayé Dramé, Abdoukadi BC. Inventaire et dynamique des insectes ravageurs des cultures du sésame (*Sesamum indicum* L.) au Niger *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Pages*, 2013, 41-47.
 28. Chaput J. Dégâts de la punaise terne sur les cultures légumières en Ontario; Ministère de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales, 1998, 33p.
 29. N'dépo OR, Hala N, Allou K, Aboua LR, Kouassi PK, Vayssière JF, *et al.* Abondance des mouches des fruits dans les zones de production fruitières de Côte d'Ivoire: dynamique des populations de *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae). 2009; 64(5):313-324.

ARTICLE 3 : Publié à *Journal Of Pharmacy And Biological Sciences (IOSR-JPBS)*

Biological parameters of *Leptoglossus membranaceus* (Heteroptera: Coreidae), a cucumber pest (*Cucumis sativus* Linné, 1753; Cucurbitaceae) of Tokyo F1 and poinsett varieties in off-season in Daloa region (Côte d'Ivoire)

e-ISSN: 2278-3008, p-ISSN:2319-7676. Volume 16, Issue 2 Ser. II (Mar. –Apr. 2021), PP 25-32 www.Iosrjournals.Org

Biological parameters of *Leptoglossus membranaceus* (Heteroptera: Coreidae), a cucumber pest (*Cucumis sativus* Linné, 1753; Cucurbitaceae) of Tokyo F1 and poinsett varieties in off- season in Daloa region (Côte d'Ivoire)

FONDIO Drissa, YEBOUE N'guessan Lucie, SORO Senan, SORO Lacina,
Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG) de Daloa B.P. 150 Daloa

Summary

L. membranaceus is an insect of Coreidae (Heteroptera.) family. It is a pest of cucumbers, appearing at fruiting stage and damage fruits and young stems. The female lays between 90 and 230 eggs, an average number of 150 ± 32 eggs with a frequency of 2 to 23 eggs every 2 to 3 days. The period of oviposition was 78.76 ± 9 days. The incubation time of the eggs is 6.25 ± 0.45 days. Out of total of 230 ± 30 eggs laid by a female, 221 ± 23 eggs emerged, giving a fertility rate of 96.09 ± 3.22 . Only 44 out of 221 larvae have reached stage 5 and adulthood; an average larval and overall survival rate of 19.46%. The sex ratio of 0.77 is in favour of males. The average life span is 85.9 ± 10.31 days for females and 112.4 ± 15.20 days for males. The average length of the development cycle was 22.53 ± 1.90 days. In the fruit, repeated attacks cause a regression in weight, length and circumference, also causing early ripening, deformation and decoration. This work will allow us to control *L. membranaceus* by controlling the biological cycle and the stage of development that causes the most damage to the cucumber.

Keywords: Cucumber, Daloa, Insects, Pest, Larvae

Date of Submission: 20-03-2021

Date of Acceptance: 04-04-2021

I. Introduction

The cucumber (*Cucumis sativus*) is an annual, herbaceous, vegetable plant of Cucurbitaceae family. It grew naturally at the base of the mountain range of Himalayas and was first domesticated in India at least 3,000 years ago. It is cultivated for its pulpy fruits, which are generally eaten raw, and which are also used in pharmacy and perfumery (beauty milk, cosmetics...). The leaves are lobed and the flowers unisexual male or female [1]. The male and female flowers are distinct, but carried by the same foot (monoecious plant). Fruits are elongated and fleshy, with a rough touch, and can reach 30 cm in length and 5 cm in diameter. They are berries containing many seeds. Some varieties of cucumber are parthenocarpic, the flower buds producing seedless fruit. Today, professionals only grow parthenocarpic varieties [2]. Nutritionally, the cucumber consists of 0.46% protein, 96.01% water, 0.11% fat, 0.81% carbohydrates and vitamins A, B1, B2 and C [3]. World production in 2013 is estimated at 71,365,573 tons (FAOSTAT, 2014)[4]. Ivorian production, in the main cities, was estimated at around 30,000 tonnes in 2008 [5]. But, it is unfortunately subject to attacks by insects, including *Leptoglossus membranaceus*. Adults and larvae sting young stems and fruits. The present work is part of preliminary studies to find new control methods, aims to determine the duration of oviposition, the longevity of adults and identify the most voracious stages through the study of growth cycle of *L. membranaceus*.

II. Material And Method

2.1 MATERIAL

- Study site

The study was done from November to January in 2019 and 2020 on a site ($06^{\circ} 52'38''$ N and $06^{\circ} 27'00''$ W) in the town of Daloa (Ivory Coast). The Study Area is characterised by a sub-equatorial, hot and humid climate with two seasons: a rainy season from February to October and a dry season from November to January [6] (Figure 1). During the test (from November to February), the average temperature, rainfall and relative humidity of the region were respectively 27.57°C ; 25.66 mm and 68.5%. The average temperature during the year was 2.8°C and the average annual rainfall was 1317 mm.

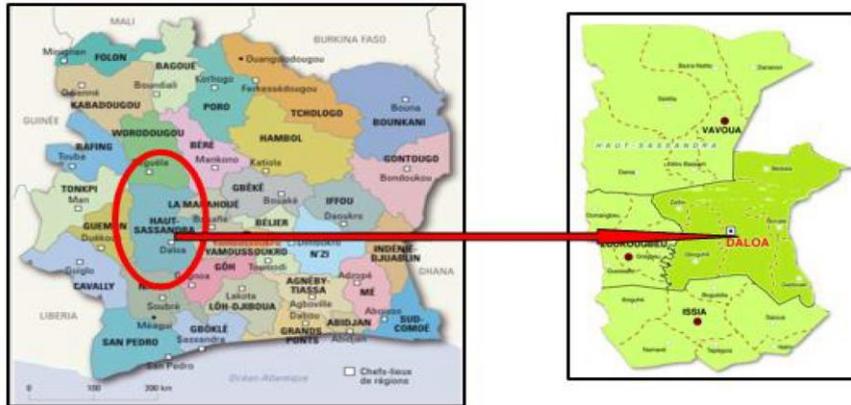


Figure 1: Location of the research area

- Biological material

The biological material is composed, firstly of vegetable material (the Tokyo F1 and Poinsett 76 cucumber varieties) and secondly of animal material (*L. membranaceus*).

- Breeding material

Cages in the shape of a Paver (70 cm wide and 160 cm high), made with No. 6 rebar and white muslin of 0.50 mm mesh (Figure 2) were used. These cages are provided with an opening lined with adhesive strips to prevent the exit of insects rearing on the cucumber stalk. These cages were used as a rearing device for the study of biological parameters in semi-natural conditions. Cylindrical boxes with a diameter of 10 cm and a height of 20 cm with a perforated cover were used to transfer the insects from one cage to another one.

2.2 METHOD

2.2.1 Determination of biological parameters

The biological parameters studied are adult lifetime, period, pre-oviposition and oviposition, number of eggs laid per female, egg incubation time, fertility rate, duration of larval stages, survival rate and sex ratio.

2.2.1.1 Pre-oviposition periods

Breeding of *L. membranaceus* was undertaken on the plot. Pairs are formed with adult insects caught on the cucumber plants. They are placed on the plants covered with a muslin cage and observed daily. After egg-laying and hatching, the larvae are placed in other cages containing a cucumber plant and observed daily to monitor their growth and protect them from predators. The cages are also cleaned weekly to avoid contamination of the larvae. The larvae will feed on the sap and grow to adulthood. At this stage, 32 pairs have been formed with these insects (Figure 2).



Figure 2: Experimental design

2.2.1.2. Oviposition sites, frequency and number of eggs laid per female.

32 pairs formed with the insects from the farm will be monitored. As soon as the first egg laying is observed, the eggs are counted and labelled. The trial continued until the death of the female. The sum of the eggs laid per female was made. The date of the last egg laying (Ddp) was recorded and then the average laying period was determined.

$$\text{Mean oviposition period (days)} = \frac{\sum p_i f_i}{\sum f_i}$$

p_i = Jdp - Jpp; f_i : number of females; Jpp: date of first oviposition

2.2.1.3. Incubation period and egg fertility rate

The date of egg laying was noted Jp. For each of the 32 females, the number of eggs hatched was recorded and the average fertility rate was calculated.

$$\text{Average fertility rate (\%)} = \frac{\sum t_i f_i}{\sum f_i} \times 100$$

$$t_i = \frac{\text{Number of eggs hatching}}{\text{Number of eggs lays}} \quad f_i : \text{female population}$$

2.2.1.4 Larval survival rate, Development time, Sex ratio and Adult lifespan

Observations on larval survival, development time and sex ratio were made from the descendants of 32 pairs. First instar larvae hatched were isolated in a cage containing a cucumber plant. The cages were monitored daily. The dates of successive moults were recorded. The average survival rate was calculated for each larval stage.

$$\text{Mean larval survival rate (\%)} = \frac{\sum s_i f_i}{\sum f_i}$$

$$s_i = \frac{\text{Number of larvae in the next stage}}{\text{Number of larvae in the previous stage}} \quad f_i : \text{female population}$$

The change from one larval stage to the next is marked by a molting followed by the release of an exuvia. The size of this exuvium is always larger than that of the previous stage. The average duration of the transition from one larval stage to the next was calculated and expressed in days. After the imaginal molt, the insects that reached adulthood were grouped by sex. The average total development time, which combines the egg incubation period (Pi) and the duration of the larval period (DI), was calculated.

$$\text{Total average development time (days)} = \frac{\sum b_i k_i}{\sum k_i} \times 100$$

b_i = Pi + DI; k_i : number of adults

Then the sex ratio was calculated for the offspring of each female, according to the formula

$$\text{Sex-ratio} = \frac{\text{Number of female}}{\text{Number of male}}$$

Finally, the longevity is the time between the date of egg eclosion (Jo) and the date of death (Jm). The average longevity of the females and males of the 32 pairs was calculated.

$$\text{Average lifespan (days)} = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i}$$

d_i = Jm - Jo; v_i : number of males or females

2.2.2 Impact of *L. membranaceus* attacks on cucumber

To evaluate the damage on the vegetative stage, 5 plants were covered with tissue cages and adult insects were introduced in each cage in the following order: 2 insects in cage 1; 4 in cage 2; 6 in cage 3; 8 in cage 4 and 10 in cage 5. 24 hours later these 5 plants are observed. In order to evaluate the damage on the cucumber production, 60 plants were selected on the experimental plot and covered with tissue. Assisted pollination was carried out in order to obtain fruits. 30 of these 60 plants were subjected to repeated attacks by

L. membranaceus and the other 30 remained protected. The number of fruits of each group of plants (attacked and healthy plants) was counted. Pi : Number of plants. fi: Number of fruits

$$\text{Mean number of fruits per plant} = \frac{\sum fi}{\sum Pi}$$

$$\text{Loss rate (\%)} = \frac{\sum fipia}{\sum pis} \times 100$$

Pia : Number of plants damaged
Pis : Number of healthy plants

2.3 Data analysis

The data obtained were compiled in Excel sheet, version 2013 and were used to obtain the variability of the number of larvae according to the larval stages and to draw the curves of the influence of temperature and relative humidity on the period of larval stages. The mean determination and the statistical analysis of variance ANOVA 1, were carried out using the paleontological software Past.3. Kruskal-Wallis test for equality of means was therefore used to test differences in means observed at the 5% probability level. The means are considered significant at a probability $p < 0.05$.

III. Results

3.1. Pre-oviposition periods

The first coupling was observed on the 8th day after the imaginal molt. The first eggs were laid on days 9; 8 and 10 after mating, an average pre-oviposition period of 9 ± 0.66 days (Figure 3).

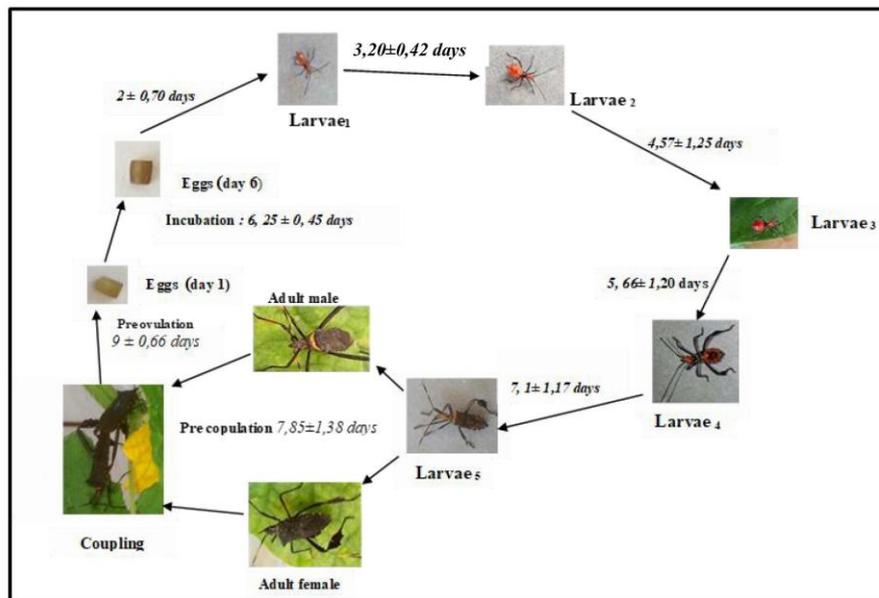


Figure 3: Development cycle of *Leptoglossus membranaceus*

3.2 Oviposition sites, frequency and number of eggs laid per female.

The eggs, usually laying on the undersides of leaves, on tendrils and sometimes on stems, are aligned in a row in the form of a thread. One set corresponds to one egg laying. The number of eggs per clutch varies from 2 to 25. The average is about 13 eggs per clutch (Figure 4). The female lays 90 to 230 eggs, an average of 170 ± 30 eggs with a frequency of 2 to 28 eggs every 2 days. The average duration of the oviposition period was 78.76 ± 13 days. The eggs are brown in colour and turn chocolate a few days before hatching.



Figure 4: Eggs of *L. membranaceus*. A: One day old eggs, B: 6 day old eggs

3.3 Incubation period and egg fertility rate

Incubation of the eggs lasted 5 to 7 days, with an average period of 6.25 ± 0.45 days. The temperature of the cages varied from 27.4 to 33.1°C with an average of $28.45 \pm 0.7^\circ\text{C}$. The number of days required for eggs to hatch decreased as the temperature increased. Total of 230 ± 30 eggs laid by one female, 221 ± 23 eggs were hatched, giving an average fertility rate of 96.09 ± 3.22 (Figure 5).



Figure 5: Eclosion of *L. membranaceus* eggs

3.4 Larval survival rate, development time, sex ratio and adult life span

Five larval stages (L1, L2, L3, L4 and L5) were observed. The periods of the larval stages ranged from 2 ± 0.70 days (L1) to 7.1 ± 1.17 days (L5), giving a total larval period of 22.53 ± 1.90 days. Stage 1 larvae were obtained after the eggs had hatched (Figure 6). Larval survival rates varied from 48.83% (L1) to 97.83% (L5). The larva grows from 2 ± 0.5 mm in the L1 stage to 13 ± 1.3 mm in the L5 stage. To change stage, a molt is necessary. The number of larvae decreases from L1 to L3 and then remains almost constant from L3 to L5 (Table). The larvae are attacked by spiders (Arthropods) and several types of ants (Hymenoptera). In addition to these beneficial insects, climatic conditions such as rain and wind also kill the larvae. The mortality rate is higher in young larvae and therefore more vulnerable. Of an average total of 221 larvae per female, only 44 reached stage 5 and 39 reached adulthood, giving an average larval and overall survival rate of 19.46% (Figure 6). The total development time of *L. membranaceus* (from egg to adult) was 30.38 ± 1.35 days. The adults obtained were divided into 22 males and 17 females, the sex ratio was 0.77 in favour of the males. The average lifecycle was 85.9 ± 10.31 days for females and 112.4 ± 15.20 days for males.

Table: Period length and survival rate of larval stages of *L. membranaceus*.

	Larvae 1	Larvae 2	Larvae 3	Larvae 4	Larvae 5
Larval period (days)	$2,1 \pm 0,70$	$3,40 \pm 0,42$	$5,07 \pm 1,25$	$6,66 \pm 1,70$	$7,5 \pm 1,17$
Survival rate (%)	48,83	66,66	92,85	92,30	97,83
Mean length of larvae (mm)	$2 \pm 0,5$	$4 \pm 0,6$	$8 \pm 0,4$	$10 \pm 0,8$	$13 \pm 1,3$

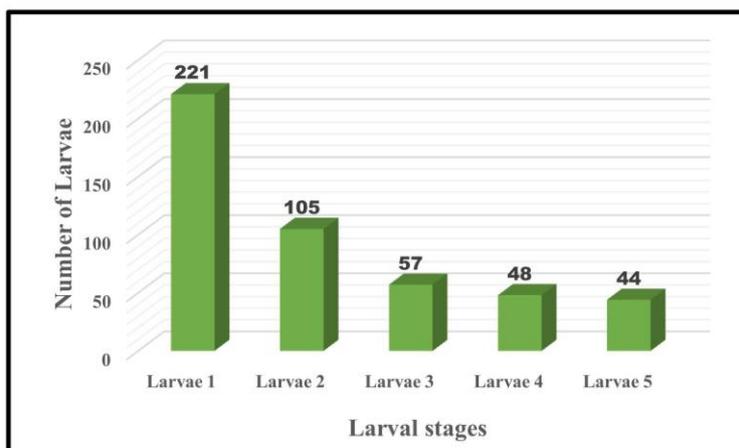


Figure 6: Variation in number of *L. membranaceus* larvae depending on the larval stage

3.5 Impact of *L. Membranaceus* attacks on cucumber production

The number of fruits of healthy plants is higher than attacked plants. A healthy plant produced an average of 12.33 ± 4.5 fruits compared to 7.93 ± 0.75 for a plant attacked by *L. membranaceus* in the dry season. Analysis of variance showed that there was a significant difference between the number of fruits at the 5% threshold ($p=8.431 \cdot 10^{-09}$). The loss rate due to repeated attacks by *L. membranaceus* was 64.85%.

IV. Discussion

Our work reveals that the pre-oviposition period is 9 ± 0.66 days. This is different from those observed by [7] in *pseudotheraptus devastans* which is 5.10 ± 0.60 days and by [8] which is 4.10 days obtained in another Coreidae (*Clavigralla tomentosicollis* Stål.). The female lays an average of 170 ± 30 eggs, which is lower than the rate obtained by [9] with the same insect in the rainy season (180 ± 35 eggs). The season thus seems to have an influence on the fertility of the females. The average duration of the oviposition period was 78.76 ± 13 days, which is different from 107.56 ± 18 days obtained by [10] in *C. lameensis*. Eggs are usually laid on the lower surface of leaves and on stems almost as in the female *C. lameensis* which lays on the lower surface of leaflets [10]. The incubation period of the eggs of *L. membranaceus* was on average 6.25 ± 0.45 days. This is close to that obtained in the rainy season with the same insect by [9] Similar results were obtained in *P. wayi* (6 to 9 days) by [11] and in *Amblypelta cocophaga* (6 to 8 days) by [12]. The average egg fertility rate is 96.09 ± 3.22 in *L. membranaceus* which is similar to those observed in other Coreidae species such as *Leptoglossus gonagra* (93.4%) [13] and *Veneza stigma* (91.66%) [14]. [15] recorded a higher fertility rate in *Corecoris dentiventris* (99.63%). The lowest larval survival rates were obtained at the 1st and 2nd larval stages. According to [16] the survival of early instar larvae depends on the energy accumulated by the previous stage. For the same authors, the high mortality could be explained by a low capacity to metabolise, for the first time, toxins or non-nutritive compounds contained in the sap collected. Another cause of this mortality could be linked to the high number of *L. membranaceus* larvae, which could lead to intra-specific competition, following a limitation of trophic resources, as indicated by [17] for *Callosobruchus maculatus* and [18] for *Dinarmus basalis* and *Eupelmus vuilleti*. Concerning the life cycle, five larval stages were recorded in *L. membranaceus*. The duration of the larval stages varied from 2 ± 0.70 days (L1) to 7.1 ± 1.17 days (L5). Our results agree with those of [11] [8] and [19] who reported respectively that the development of *P. wayi*, *Clavigralla tomentosicollis* and *Amblypelta bilineata* comprises 5 larval stages. In *L. membranaceus*, the duration of the 5th instar was the longest and the 1st instar the shortest. This observation was made by [20] in the same species and other Coreidae species such as *Leptoglossus gonagra* [13], *Corinocerus sanctus* [21], *L. zonatus* [22], *L. fulvicornis* [23] and *C. tomentosicollis* [8] The total duration of larval development of *L. membranaceus* (from egg to adult) is 30.38 ± 1.35 days. This is within the range defined by [11] for *P. wayi* (26 to 40 days). The adults obtained were divided into 22 males and 17 females, i.e. a sex ratio of 0.77 in favour of the males. This is contrary to the results obtained by [7] where the sex ratio is 0.87 in favour of females in *P. devastans* and also contrary to those obtained in *Leptoglossus zonatus* (0.90) [24], *C. dentiventris* (0.97) [15] and *C. tomentosicollis* (0.67) [8] always

in favour of females. Concerning the life span of *L. membranaceus* adults, our observations revealed that males live longer (112.4 ± 15.20 days) than females (85.9 ± 10.31 days). These results are in line with those of [7] and [11] who observed a longevity of 136.9 ± 22.84 days in males; 117.9 ± 18.42 days in females of *P. devastans* and 84 days in males and 73 days in females of *P. wayi* respectively. Concerning the impact of *L. membranaceus* attacks on cucumber production, damage was observed at the plant and fruit level. These attacks are responsible for yield losses. These results are similar to those obtained by [25] with sesame where *Asphondylia catalaunalis* was responsible for yield losses ranging from 25 to 100%.

V. Conclusion

The study of the biological parameters showed that *L. membranaceus* is a heterometabolous pest with a developmental cycle of 5 larval stages with low survival rates for stages 1 and 2. Total life cycle duration of this pest was 30.38 ± 1.35 days. Males lived longer than females. A female of *L. membranaceus* laid an average of 170 ± 30 eggs, under semi-natural conditions. The average egg fertility rate was $96.09 \pm 3.22\%$. The fact that the sex ratio was in favour of males seems to slow down the reproductive potential of the species. The study determined the duration of oviposition, the longevity of the adults and specified that the developmental stages of the insect are all pests of cucumbers but stages 4 and 5 remain the most voracious as the adult. Thus, the knowledge of the development cycle of *L. membranaceus* would allow the implementation of appropriate control methods.

Acknowledgements

We would like to thank mister Kouadio Jean Fabrice and the workers in the breeding farm of Doctor SORO Senan for their contribution in carrying out this work.

References

- [1]. Joseph, A. (2005). Les cultures légumières en agriculture biologique. Fiches technico-économiques des principaux légumes. Culture de plein champ et sous abri. *CFPPA RENNÈS-LE RHEU*, 119 p
- [2]. Drabo, A. R. (2016). Mémoire de fin de cycle Présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur du Développement Rural Culture maraichère urbaine et périurbaine de la ville de Bobo-Dioulasso: Introduction et promotion des variétés hybrides performantes de Tomate: *Lycopersicon nesculentum* Mill. (var. Assila F1), de concombre: *Cucumis sativus* Linné. (var. Darina F1) et Courgette: *Cucurbita pepo* Linné. (var. Clarita F1) 71p
- [3]. Kankonde, M. & Tollens E. (2001). Sécurité alimentaire au Congo-Kinshasa- production, consommation et sur vie. Publié par Le Harmattan, BN <http://www.editionsarmattan.fr> (consulté le 12/2/17), 478 p
- [4]. FAOSTAT, (2014). Database. Food and Agriculture Organization, Roma, Italy. Available online at URL: www.fao.org
- [5]. Sangaré, A., Koffi, E., Akamou, F. & Fall, C. A. (2009). État des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture : Second rapport national, 70 p
- [6]. ANADER, (2018). Etat de la saison des pluies en Côte d'Ivoire 12 p. Livre
- [7]. Tano, D. K. C., Aboua, L.R.N., Seri-Kouassi, B.P., San-Whouly, M., Ouali-N'goran & Kouassi, A. (2011). Etude de quelques paramètres biologiques de *Pseudothrips devastans* Distant (Heteroptera : Coreidae) sur les noix de *Cocos nucifera* L. de la variété PB 121+ à la station Marc Delorme (Côte d'Ivoire) 8 (1), 13 – 21
- [8]. Dabiré, C. (2001). Etude de quelques paramètres biologiques de *Clavigrallato mentosicollis* STAL., 1855 (Hemiptera : Coreidae), punaise suceuse des gousses de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) en vue de la mise au point d'une lutte durable contre l'insecte au Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan -Côte d'Ivoire, 313 pp
- [9]. Fondio, D., Yéboué, N.L., Soro, S. & Tano, D.K.C. (2020). Biological parameters of *Leptoglossus membranaceus* Fabricius, 1781 (Heteroptera: Coreidae) Cucumber pest (Tokyo F1 and poinsettvarieties) in the rainy season in Daloa (Côte d'Ivoire) *Journal of Entomology and Zoology Studies* 8(2): 1618-1624
- [10]. Tano, D.K. C. (2012). Contrôle de la population de *Coelaenomenodera lameensis* Berti et Mariau, 1999 (Coleoptera : Chrysomelidae), ravageur du Palmier à Huile, au moyen du Sunecem 1% EC et d'extraits de plantes locales de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan -Côte d'Ivoire, 197pp.
- [11]. Way, M. J. (1953). Studies of *Theraptus* sp (Coreidae), the cause of gumming disease of coconuts in East Africa. *Bulletin of Entomological Research*, 44: 657- 667.
- [12]. Brown, E.S. (1958). Injury to cacao caused by *Amblypelta* with a summary of food-plants of species of this genus. *Bulletin of Entomological Research*, 49: 543-544.
- [13]. Amaral, F. B. F. & Storti, F. A. (1976). Estudos biológicos sobre *Leptoglossus gonagra* (Fabricius, 1775) (Coreidae, Hemiptera) em laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 5(2): 130- 137.
- [14]. Amaral, F. B. F. & Cajueiro, I. V. M. (1977). Observações sobre o ciclo biológico de *Veneza stigma* (Herbst, 1784) Osuna, 1975 (Hemiptera, Coreidae) em laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 6 (2): 164-172.
- [15]. Caldas, B-H. C., Redaelli, L. R. & Dieffenbachia, L. M. G. (2000). Biology of *Corecoris dentiventris* Berg, 1884 (Hemiptera, Coreidae) in tobacco culture (*Nicotiana tabacum*). *Revista Brasileira de Biologia*, 60 (1):173-178.
- [16]. Panizzi, A. R. & Parra, J. R. P. (1991). Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Manole, São Paulo, 359 pp.
- [17]. Sanon, A. & Ouedraogo, P.A. (1998). Etude de la variation des paramètres démographiques de *Callosobruchus maculatus* F. et de ses parasitoïdes *Dinarmus basalis* Rond et *Eupelmus vuilleti* Crawford sur le niébé dans une perspective de lutte biologique. *Insect. Sci. Applic.* 18 (3) : 241-250.
- [18]. Aboua, L.R.N. (2004). Activité parasitaire et comportement trophique de *Dinarmus basalis* RONDANI (Hymenoptera : Pteromalidae) et de *Eupelmus vuilleti* CRAWFORD (Hymenoptera : Eupelmidae) en présence de leur hôte *Callosobruchus maculatus* FAB. (Coleoptera : Bruchidae) ravageur des stocks de niébé. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan -Côte d'Ivoire : 179 pp.

Biological parameters of Leptoglossus membranaceus (Heteroptera: Coreidae), a ..

- [19]. Mille C. (2003). La punaise de l'avocat (*Amblypelta bilineata* Stal) : Actualisation des connaissances sur le principal ravageur de l'avocatier. In : Les cahiers de l'agriculture et de l'environnement. La province des Îles loyauté : 6-8.
- [20]. Van Reenen J. A. (1973). Behaviour and biology of *Leptoglossus membranaceus* (Fabricius) in the Transvaal, with description of the genitalia (Heteroptera: Coreidae). *Ann. Transvaal-Museum*, 28 (14): 257-286.
- [21]. Amaral Filho B. F. (1986). Observações sobre o ciclo biológico de *Crinocerus sanctus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Coreidae) sob condições de laboratório. *An. Soc. Entomol. Brasil.*, 15(1): 5-18.
- [22]. Panizzi, A. R. (1989). Desempenho de ninfas e adultos de *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) em diferentes salinidades. *An. Soc. Entomol. Brasil.*, 18 (2): 375-389.
- [23]. Wheeler, A. G. JR. & Miller, G. L. (1990). *Leptoglossus fulvicornis* (Heteroptera: Coreidae), a Specialist on Magnolia Fruits: Seasonal History, Habitats, and Descriptions of Immature Stages. *Ann. Entom. Soc. Am.*, 83 : 753-765.
- [24]. Matrangolo, W. J. R. & Waquil, J. M. (1994). Biologia de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) alimentado dos milho e sorgo. *An. Soc. Entomol. Brasil.*, 23(3): 419-423.
- [25]. Gnanasekaran, M., Jebaraj, S., Gunasekaran, M., Muthuramu, S. (2005). Breeding for seed yield and shoot webber (*Antigastra catalaunalis* D.) resistance in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 1(4), 1270-1275

FONDIO Drissa, et. al. " Biological parameters of *Leptoglossus membranaceus* (Heteroptera: Coreidae), a cucumber pest (*Cucumis sativus* Linné, 1753; Cucurbitaceae) of Tokyo F1 and poinsett varieties in off-season in Daloa region (Côte d'Ivoire)." *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSR-JPBS)*, 16(2), (2021): pp. 25-32.

COMMUNICATIONS

PREMIÈRE COMMUNICATION ORALE

LA 23^{ème} REUNION ET CONFERENCES SCIENTIFIQUES DE L'AAIS ET LA SECI

THÈME DE RÉFÉRENCE : Biodiversité et développement durable en Afrique contribution des sciences des insectes au développement de l'agriculture et à l'amélioration de la santé humaine, animale et environnementale.

Date : 18 au 22 novembre 2019

Lieu : l'INSP à Abidjan (Côte d'Ivoire)

Titre : Entomofaune de la culture du concombre (*Cucumis sativus* Linné, 1753 Cucurbitaceae) à daloa (centre-ouest, Côte d'Ivoire), bio-écologie et contrôle de *Leptoglossus membranaceus* (Hétéroptère, Coreidae)

DEUXIÈME COMMUNICATION ORALE

PREMIERES JOURNEES SCIENTIFIQUES DE VALORISATION DES SUBSTANCES NATURELLES D'INTERET (JVASNI 2021)

THEME DE RÉFÉRENCE : Substances naturelles au service du développement

Date : 15 au 16 Janvier 2021

Lieu : Université Jean Lorougnon guédé-Daloa

Titre : Etude de l'efficacité des extraits aqueux dans la lutte contre *Leptoglossus membranaceus* Fabricius, 1781 (Hétéroptères; Coreidae), principal ravageur du concombre (*Cucumis sativus* Linné, 1753) à Daloa.

TROISIÈME COMMUNICATION ORALE

QUATRIEMES JOURNEES SCIENTIFIQUES DE NUTRITION ET DES SCIENCES ALIMENTAIRES.

Date : 9 au 10 Juin 2021

Lieu : Université Jean Lorougnon guédé-Daloa

Titre : Dynamique des insectes en fonction des stades phénologiques du concombre (*Cucumis sativus* ; Cucurbitaceae) en contre-saison à Daloa (Centre-Ouest ; Côte d'Ivoire)

PREMIÈRE COMMUNICATION POSTER

JOURNEES SCIENTIFIQUES DE L'AGROFORESTERIE (JSAgrof-2021)

THEME DE REFERENCE : Agroforest rie : quelles approches scientifiques pour une meilleure gestion des ressources naturelles

Lieu : Universite Jean Lorougnon guédé-Daloa

Dates : 12-13 mars 2021

Titre : Paramètres biologiques de *Leptoglossus membranaceus* (H t roptera: Coreidae), principal ravageur de concombre (*Cucumis sativus* Linné, 1753 ; Cucurbitaceae) des variétés Tokyo F1 et poinsett en contre saison à Daloa (Côte d'Ivoire).

PREMIÈRE COMMUNICATION ORALE

LA 23^{ème} REUNION ET CONFERENCES SCIENTIFIQUES DE L'AAIS ET LA SECI

THÈME DE RÉFÉRENCE : Biodiversité et développement durable en Afrique contribution des sciences des insectes au développement de l'agriculture et à l'amélioration de la santé humaine, animale et environnementale.

Date : 18 au 22 novembre 2019

Lieu : l'INSP à Abidjan (Côte d'Ivoire)

Titre : Entomofaune de la culture du concombre (*Cucumis sativus* Linné, 1753 Cucurbitaceae) à daloa (centre-ouest, Côte d'Ivoire), bio-écologie et contrôle de *Leptoglossus membranaceus* (Hétéroptère, Coreidae)

DEUXIÈME COMMUNICATION ORALE

PREMIERES JOURNEES SCIENTIFIQUES DE VALORISATION DES SUBSTANCES
NATURELLES D'INTERET (JVASNI 2021)

THEME DE REFÉRENCE : Substances naturelles au service du developpement

Date : 15 au 16 Janvier 2021

Lieu : Universite Jean Lorougnon guédé-Daloa

Titre : Etude de l'efficacité des extraits aqueux dans la lutte contre *Leptoglossus
membranaceus* Fabricius, 1781 (Hétéroptères; Coreidae), principal ravageur du concombre
(*Cucumis sativus* Linné, 1753) à Daloa.

TROISIÈME COMMUNICATION ORALE

QUATRIÈMES JOURNÉES SCIENTIFIQUES DE NUTRITION ET DES SCIENCES ALIMENTAIRES.

Date : 9 au 10 Juin 2021

Lieu : Université Jean Lorougnon guédé-Daloa

Titre : Dynamique des insectes en fonction des stades phénologiques du concombre (*Cucumis sativus* ; Cucurbitaceae) en contre-saison à Daloa (Centre-Ouest ; Côte d'Ivoire)

PREMIÈRE COMMUNICATION POSTER

JOURNEES SCIENTIFIQUES DE L'AGROFORESTERIE (JSAgrof-2021)

THEME DE REFÉRENCE : Agroforestérie : quelles approches scientifiques pour une meilleure gestion des ressources naturelles

Dates : 12-13 mars 2021

Lieu : Université Jean Lorougnon guédé-Daloa

Titre : Paramètres biologiques de *Leptoglossus membranaceus* (Hétéroptera: Coreidae), principal ravageur de concombre (*Cucumis sativus* Linné, 1753 ; Cucurbitaceae) des variétés Tokyo F1 et poinsett en contre saison à Daloa (Côte d'Ivoire).

FORMATION EN BIOSTATISTIQUES

Date : 14 au 17 Avril 2021

Lieu : Université Jean Lorougnon guédé-Daloa

Titre : Formation en analyse de données en Ecologie (BIOSTATISTIQUE) dans le cadre des renforcements de capacité.

RÉSUMÉ

Le concombre (*Cucumis sativus*) est un légume de la famille des Cucurbitaceae. Sa culture fait l'objet de nombreuses attaques causant des dégâts surtout au niveau des fruits. L'objectif de cette étude est de connaître la dynamique des insectes dans des parcelles de concombre et de maîtriser la biologie de *Leptoglossus membranaceus*, l'un des plus grands ravageurs en vue de proposer un moyen de lutte alternative. Pour la réalisation des travaux, une parcelle paysanne a été utilisée. L'élevage de cet insecte a été fait dans des cages à mousseline. Dans le but de contrôler la population de *L. membranaceus* sans dégrader l'environnement, l'utilisation des extraits de plantes comme produits de substitution aux insecticides chimiques a été envisagée. Ce sont *Hyptis suaveolens*, *Zingiber officinale*, *Ricinus communis*, *Thevetia peruviana*, *Tithonia diversifolia* et *Ocimum gratissimum*. L'efficacité de ces extraits a été comparée avec celle de *COTHRINE 50 EC*, un pesticide localement utilisé dans le maraîcher. Sur les 36 501 insectes collectés, 12 174 soit 33,35 % ont été collectés en saison sèche contre 24 327 en saison pluvieuse soit 66,65 %. Ces insectes sont repartis entre 7 Ordres, 37 Familles et 61 Espèces en saison pluvieuse contre 7 Ordres 34 Familles et 58 Espèces en saison sèche. Ces Ordres sont les Diptères, Lépidoptères, Orthoptères, Coléoptères, Odonates, Hyménoptère et Hétéroptères. En saison sèche et en saison pluvieuse, les individus collectés à partir de la floraison représentent respectivement 94,84% et 95,01% des effectifs. Concernant la biologie de *L. membranaceus*, en saison des pluies, la femelle pond entre 94 et 249 œufs contre 90 à 230 en saison sèche. La durée moyenne de vie des femelles a varié de 87 à 127 jours et celle des mâles de 121 à 138 jours en saison pluvieuse contre 75 à 85 jours pour les femelles et celle des mâles 97 à 127 jours. Au cours de l'étude biologique, cinq (5) stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5) ont été observés. Les durées des stades larvaires ont varié de 1,8 à 2,6 jours (L1) à 7 à 9 jours (L5), soit une durée totale de période larvaire de 25,52 jours en saison pluvieuse. En saison sèche, L1 a duré 1,3 à 2,7 jours et L5 de 6 à 8 jours, soit une durée totale de 22,53 jours. Les essais ont été réalisés par application des extraits sur les œufs, larves et adultes. *Z. officinale* est le plus efficace sur les œufs. Par contre *Z. officinale* et *R. communis* affectent le plus la ponte des femelles. *R. communis* est le plus efficace sur les larves. Cette étude a révélé que les *L. membranaceus* est l'insecte qui cause le plus de dégâts au concombre et pour lutter contre, lui les extraits de *R. communis* sont les plus efficaces.

Mots-clés: Concombre, Insectes, Ravageur, Extraits de plantes, Pesticides.

ABSTRACT

Cucumber (*Cucumis sativus*) is a vegetable from the Cucurbitaceae family. Its cultivation is subject to numerous attacks causing damage especially to the fruits. The objective of this study is to understand the dynamics of insects in cucumber plots and to understand the biology of *Leptoglossus membranaceus*, one of the biggest pests with a view to providing an alternative means of control. To carry out the work, a peasant plot was used. The breeding of this insect was done in muslin cages. In order to control the *L. membranaceus* population without degrading the environment, the use of plant extracts as substitutes for chemical insecticides has been considered. These are *Hyptis suaveolens*, *Zingiber officinale*, *Ricinus communis*, *Thevetia peruviana*, *Tithonia diversifolia* and *Ocimum gratissimum*. The effectiveness of these extracts was compared with that of *COTHRINE 50 EC*, a pesticide locally used in market gardening. Of the 36,501 insects collected, 12,174 or 33.35% were collected in the dry season against 24,327 in the rainy season, or 66.65%. These insects are distributed between 7 Orders, 37 Families and 61 Species in the rainy season against 7 Orders 34 Families and 58 Species in the dry season. These Orders are the Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera, Odonata, Hymenoptera and Heteroptera. In the dry season and in the rainy season, individuals collected from flowering represent 94.84% and 95.01% of the numbers, respectively. Concerning the biology of *L. membranaceus*, in the rainy season, the female lays between 94 and 249 eggs against 90 to 230 in the dry season. The average lifespan of females varied from 87 to 127 days and that of males from 121 to 138 days in the rainy season against 75 to 85 days for females and that of males 97 to 127 days. During the biological study, five (5) larval stages (L1, L2, L3, L4 and L5) were observed. The durations of the larval stages varied from 1.8 to 2.6 days (L1) to 7 to 9 days (L5), ie a total larval period of 25.52 days in the rainy season. In the dry season, L1 lasted 1.3 to 2.7 days and L5 from 6 to 8 days, for a total duration of 22.53 days. The tests were carried out by applying the extracts to eggs, larvae and adults. *Z. officinale* is the most effective on eggs. On the other hand *Z. officinale* and *R. communis* affects the laying of females the most. *R. communis* is most effective on larvae. This study revealed that *L. membranaceus* is the insect that causes the most damage to cucumber, and extracts of *R. communis* are the most effective in controlling it.

Keywords: Cucumber, Insects, Pest, Plant extracts, Pesticides