

UNIVERSITE DE KISANGANI

FACULTE DES SCIENCES



BP 2012

KISANGANI

Département d'Ecologie et Gestion des
Ressources Animales (EGRA)

***ZONOCERUS VARIEGATUS* (Linné 1758, Orthoptera : Pyrgomorphidae) ET SES
PARASITOIDES (Hyménoptera) DANS LA VILLE DE KISANGANI ET SES
ENVIRONS (KISANGANI, RD-CONGO)**

Par

Emmanuel MONDIVUDRI ALARA

Travail de Fin d'étude

Présenté en vue de l'obtention de Grade de
Licencié en science

Option : Biologie

Orientation : Sciences Zoologies

Directeur : Prof. JUAKALY M.

Encadreur : Ass. BAKONDONGAMA B.

ANNEE ACADEMIQUE : 2014 - 2015

TABLE DES MATIERES

Remerciements.....	i
Dédicace.....	ii
Résumé.....	iii
Summary.....	iv
CHAPITRE PREMIER : INTRODUCTION	1
1.1.Généralités	1
1.2.Travaux antérieurs.....	3
1.3. Problématique	3
1.4. Hypothèses	4
1.5. Objectifs du travail.....	4
1.6. Intérêt du travail.....	4
CHAPITRE DEUX : APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	6
2.1. Milieu d'étude.....	6
2.1.1 Ville de Kisangani	6
2.1.2. Description des sites	7
2.2. Matériel biologique	10
2.3. Méthodes.....	10
CHAPITRE TROIS : RESULTATS	13
3.1. Abondance relative de <i>Zonocerus variegatus</i>	13
3.2. Abondance relative de <i>Zonocerus variegatus</i> selon les stades et les micros-habitats	14
3.3. Biodiversité et abondance relative des parasitoïdes pendant les six mois de collecte... 15	
3.4. Capture et abondance relative de parasitoïdes dans les micros-habitats.....	17
3.5. Diversité comparée des parasitoïdes dans les différents habitats	19
CHAPITRE QUATRE : DISCUSSION	20
CHAPITRE QUATRE : CONCLUSION ET SUGGESTION	24
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	25

REMERCIEMENTS

Béni soit l'Eternel, qui par sa grâce, nous a accordé la force nécessaire, la persévérance pour donner une forme à ce travail.

Nos remerciements s'adressent ensuite au Professeur Juakaly Mbumba et à l'assistant Bakondongama, qui, malgré leurs multiples occupations, ont accepté de diriger et d'encadrer ce travail.

Nous voudrions exprimer notre vive reconnaissance à tous les Professeurs, Chefs de travaux, Assistants, et Personnel Administratif de la Faculté des Sciences.

Nous remercions particulièrement nos chers parents Tandro Alara, ma défunte mère Dhimbe Borive.

Nos remerciements s'adressent également à nos frères, sœurs et enfants Alara Tamile, Andadhia Vondabe, Tanze Alara, Tandro Kidria, Anzoyo Tandebhuna, Abiakwa Tabho, Tandiabhuna Amuta, M'axas Matikuli, Edith Tandebhuna, Manzikala Alanzima, Joseph Bagale, Jacques Kulindema, Nathanaëlle Tanzito.

A nos compagnons de lutte Boleke Ilonga, Danabiko Wassi, Fatima Mwana-Punda, Isude Mokobe, Katungu Mbangale, Katungu Kangitsi, Kussa Bosimo, Kyakenya Feruwi, Masandi Mpombi, Muhindo Syaghuswa, Tamaru Esuga.

Enfin à vous tous qui nous avez soutenu de près ou de loin, que Dieu vous récompense pour vos sacrifices.

Emmanuel MONDIVUDRI ALARA

DEDICACE

A l'Éternel Dieu Tout Puissant source de toute vie

A mon père Tandro Alara Gabriel qui ne cesse de me soutenir spirituellement, matériellement

et moralement et ma défunte mère Dhimbe Borive Marie, que son âme repose en paix ;

cessent de me soutenir spirituellement, matériellement et moralement ;

A mon frère Tamile Alara et toute sa famille ;

A mes frères, Andadhia Albert, Tanze Anselme, Tandro Baudouin ;

A mes sœurs Anzoyo Chantal et Abiakwa Anastasie, que ce travail vous serve comme

exemple.

Je dédis ce travail.

Emmanuel MONDIVUDRI ALARA

RESUME

La production agricole constitue un des facteurs important de développement économique générant d'importants revenus. Parmi les nombreux Insectes, Acariens, Oiseaux et Mammifères qui s'attaquent aux cultures, le criquet puant, *Zonocerus variegatus* (Hyménoptera:Pygomorphidae) est un ravageur redoutable des cultures. Cette étude préliminaire a été entreprise dans le but d'étudier la biologie, la distribution, l'écologie de *Zonocerus variegatus*, ses modes d'action dans le champ de culture ainsi que ses parasitoïdes dans la région de Kisangani et ses environs.

Le travail est donc réalisé à Kisangani et ses environs, dans les champs de cultures vivrières. La collecte des données a été effectuée de février à juillet 2015 c'est-à-dire pendant six mois. Pour collecter les données, nous avons utilisé le filet fauchoir et la main, deux sorties par mois, les criquets puants étaient collectés dans les champs et les parasitoïdes autour du champ (jachère). *Z. variegatus* se développe en 7 stades post-embryonnaires dont six larvaires et un stade adulte.

Après collecte des données, l'abondance des larves, de stade 1 à 6 de *Zonocerus variegatus* s'est avérée supérieure à celle des adultes de stade 7. Les larves sont beaucoup plus nuisibles aux cultures que les adultes selon les observations que nous avons faites. 22,31% des 1371 spécimens de *Zonocerus variegatus* étaient collectés dans les champs de manioc, par contre 5,03% ont été collectés dans les champs de maïs & manioc c'est au mois de mars qu'il y a eu plus de *Zonocerus variegatus* 448/1371 spécimens soit 32,6%. Leur abondance justifie également leur agressivité aux cultures. La collection des parasitoïdes était composée de vingt familles appartenant toutes à l'Ordre des Hyménoptères et réparties à sept superfamilles. C'est au mois de février qu'il y a eu plus de parasitoïdes que tous les autres mois avec 175 spécimens soit 32,83% du total. Le mois de mai était le moins riche avec seulement 24 spécimens soit 4,60%. La famille *Scelionidae* domine largement les autres, avec 23,64 % des spécimens de parasitoïdes. Elle est suivie des *Bethylidae* 20,08% et des *Platygastridae* 16,70%. Les familles les plus pauvres en spécimens sont *Charipidae* 0,19% et *Tanaostigmatidae* 0,19%.

SUMMARY

The agricultural production constitutes one of the factors importing economic development generating important incomes. Among the numerous Bugs, Acariens, Birds and Mammalian that tackle the cultures, the smelly locust, *Zonocerus variegatus* (Hyménoptera: Pygomorphidae) is a devastating dangerous of the cultures. This preliminary survey has been undertaken in the goal to study the biology, the distribution, the ecology of *Zonocerus variegatus*, his/her/its fashions of action in the field of culture as well as his/her/its parasitoïdes in the region of Kisangani and his/her/its vicinities.

Work is achieved therefore in Kisangani and his/her/its will envy, in the fields of cultures vivrières. The collection of the data has been done from February to July 2015 that wants to say during six months. To collect the data, we used the net fauchoir and the hand, two exits per month, the smelly locusts were collected in the fields and the parasitoids around the field (fallow). *Z. variegatus* develops itself in 7 posts - embryonic stages of which six larval and an adult stage.

After collection of the data, the abundance of the larvas, of stage 1 to 6 *Zonocerus variegatus* proved to be superior to the one of the stage 7 adults. The larvas are a lot more harmful to the cultures that the adults according to the observations that we made. 22,31% of the 1371 specimens of *Zonocerus variegatus* were collected in the fields of cassava, on the other hand 5,03% have been collected in the fields of but & cassava It is in the month of March that there was more *Zonocerus variegatus* 448/1371 specimens is 32,6%. Their abundance also justifies their aggressiveness to the cultures. The collection of the parasitoids was composed of twenty families belonging all to the order of the Hymenoptera and repartees to seven superfamilly. It is in the month of February that there were more parasitoids than all others month with 175 specimens is 32, 83% of the total. The month of May was least rich with only 24 specimens are 4, 60%. The family Scelionidae dominates the other, with 23, 64% of the specimens of parasitoids, extensively. She/it is followed from the Bethylidaes 20, 08% and of the Platygastriadaes 16, 70%. The families poorest in specimens are Charipidaes 0, 19% and Tanaostigmatidae (0, 19%).

CHAPITRE PREMIER : INTRODUCTION

1.1. Généralités

Les insectes sont des animaux invertébrés qui appartiennent au phylum des Arthropodes. Leur corps est divisé en trois parties, tête, thorax et abdomen. Ils sont caractérisés par la présence de trois paires de pattes et pour cela ils sont dits hexapodes.

Les criquets sont des insectes Orthoptères, sauteurs aux antennes courtes. On distingue les criquets migrateurs, qui comptent parmi les plus grands destructeurs pour la végétation. Généralement, ils mènent une vie solitaire. Ils ont une coloration verdâtre. Lorsque la végétation manque, ils se regroupent (Deschamps, 1953)

Un parasitoïde est un organisme qui se développe sur ou à l'intérieur d'un autre organisme appelé « hôte », et qui tue inévitablement ce dernier, au cours de son développement ou à la fin de son développement (Boivin, 1999).

La majorité des parasitoïdes étudiés et répertoriés sont des insectes (Boivin, 1999). C'est pour cette raison que ce travail s'intéresse aux insectes parasitoïdes qui sont l'un des ennemis naturels des criquets ravageurs de cultures.

Zonocerus variegatus (Linné, 1758), autrement appelé criquet puant, est un insecte de couleur verte, et jaune tacheté de noire. C'est un ravageur de cultures. Il perfore et détruit les plantes, l'organe végétal le plus vulnérable est la feuille (Agrippen, 2015).

Zonocerus variegatus appartient à la superfamille des Acridoïdea dont les principales caractéristiques sont les suivantes : les tibias postérieurs portent des épines ; le pronotum n'est ni vouté ni longuement prolongé en arrière. Dans cette superfamille, il fait partie de la famille des Pyrgomorphidae et de la sous-famille des Pyrgomorphinae. Les Pyrgomorphidés sont caractérisés par une tête conique ou subconique portant un sillon fastigial, la présence d'un vertex saillant en avant des yeux avec des fovéales temporales. Le nom du genre (*Zonocerus*) vient du fait que les individus présentent des antennes en majeure partie noire, et qu'il existe plusieurs anneaux de couleur orangé. Ce genre se distingue également par le fastigium du vertex qui est court, des antennes filiformes et des parties postérieures et inférieures de la bouche non couvertes par le bord antérieur du prosternum. L'espèce *Z. variegatus* fait référence à la coloration de l'insecte, mosaïque très caractéristique de noir, jaune, rouge et vert. *Zonocerus variegatus* est un insecte hétérométabole de type hémimétabole, qui se développe dans la végétation naturelle en 7 stade-embryonnaires dont six larvaires et un stade adulte (Chapman *et al* 1986 ; De Gregorio, 1981, 1982, 1987a).

Le développement imaginal se fait en deux grandes étapes : une période pré-reproductive (d'une durée de 1,5 – 2 mois) pendant laquelle l'insecte est sexuellement immature ou encore d'acquisition de cette maturité ; et une période reproductive pendant laquelle l'insecte va pouvoir participer à la reproduction de l'espèce (Chiffaud et Mesrtre, 1990). La période de reproduction se caractérise par un rassemblement d'imagos des deux sexes sur des sites bien précis. La durée de développement de stades épigés de *Zonocerus variegatus* varie légèrement selon que l'insecte vit en milieu naturel ou est élevé en laboratoire.

Ecologie de *Z. variegatus*

C'est un insecte polyphage qui vit dans les cultures, les forêts et les savanes d'Afrique centrale et de l'Ouest à dominance graminéenne (Chiffaud et Mestre, 1990). Il est sédentaire, évite le sous bois forestier et préfère la végétation herbeuse. Kekeunou *et al.* (2007a) énumèrent dans la Réserve Forestière de Mbalmayo 315 espèces végétales sur lesquelles l'insecte vit et se nourrit. Le criquet puant est un insecte hygrophile qui est fréquent dans les régions tropicales humides. Son extension vers le Nord se fait en faveur des habitats appropriés ou il peut se développer, c'est-à-dire aux bords des fleuves dans les bas-fonds et dans les cultures irriguées (Chiffaud et Mestre, 1990). Les facteurs qui peuvent influencer la distribution de *Z. variegatus* sont, la pluviosité (surtout pour les œufs) et l'humidité relative (pour les stades épigés).

Distribution en Afrique

Le criquet puant (*Z. variegatus*) est largement répandu en Afrique de l'Ouest où il est rapporté entre le Nigeria et le Mali. En Afrique centrale, il est signalé entre l'Ouganda et l'Angola, il est également mentionné en Afrique de l'Est jusqu'au Soudan. Sa présence en Afrique australe est très discutée à cause de sa confusion avec *Zonocerus elegans* (Chiffaud et Mestre, 1990). Le Cameroun fait partie de l'aire de distribution de *Z. variegatus* où il est présent dans le Nord (Descamps, 1953) et le sud du pays (Kekeunou, 2007).

Importance en agriculture

Le criquet puant est un ravageur chronique, défoliateur d'importance très variable. Il constitue une espèce redoutable, parce qu'il est polyphage et à cause d'importants dégâts qu'il cause sur un grand nombre de cultures (De Gregorio, 1989). L'aire de répartition et de prédation de cet Acridien sur les cultures s'est accrue avec le temps.

1.2. Travaux antérieurs

Plusieurs travaux ont été réalisés en dehors des frontières nationales sur *Zonocerus variegatus*, à l'Est, l'Ouest et au Nord du continent, mais au Congo Démocratique précisément dans la région de Kisangani ce domaine reste encore peu et moins exploité.

A titre d'exemple ailleurs, nous pouvons citer les travaux ci-après:

Chapman & Page, (1979) ont mené des études au Nigéria qui montrent que *Blaesoxipha filipjevi* est le parasitoïde le plus répandu de *Zonocerus variegatus*: il attaque jusqu'à 60% des adultes (Individus de 7^e stade). De son côté, De Gregorio, (1989) a dressé la liste commentée des travaux consacrés à la morphologie, la biologie, l'éthologie, l'alimentation et le polymorphisme saisonnier du Criquet puant, *Zonocerus variegatus*, Bani, (1990) a étudié la stratégie de lutte contre le criquet puant, *Zonocerus variegatus* (L.) (Orthoptera: Pyrgomorphidae) au Congo,

Bani, (1992) a énuméré les problèmes inhérents à la lutte contre le criquet puant, *Zonocerus variegatus* (L.), en Afrique, Bani. & Rouland, (1997) ont étudié les activités oxydasiques du tube digestif du Criquet puant, *Zonocerus variegatus*, Boppré & Fischer, (1993) ont étudié la relation entre *Zonocerus* et *Chromolaena* en Afrique de l'Ouest : une approche chimio-écologique de lutte biologique, Bredo, (1929) a ajouté ses contributions à l'étude de *Zonocerus variegatus*, Brunel & De Gregorio, (1978a) ont travaillé sur la détermination, à partir de l'étude du contenu du jabot, du régime alimentaire du Criquet puant, *Zonocerus variegatus*, Le Gall Bani & Mingouolo, (1998) ont étudié le comportement nutritionnel de *Zonocerus variegatus* (L) vis-à-vis de trois plantes alimentaires, Le Gall & Souza, (1996) ont montré les effets sur le manioc de la défoliation artificielle et naturelle par le criquet puant, *Zonocerus variegatus*, Kekeunou, Omgba Nzoko et Nyemb, (2015) ont étudié le parasitisme de *Zonocerus variegatus* par *Blaesoxipha bakweria* dans les agro-systèmes de Mbankomo et de Zamakoé (Cameroun).

1.3. Problématique

Les criquets puants représentent une menace réelle pour l'agriculture, en Province Orientale en général et dans la ville de Kisangani en particulier.

Leurs invasions n'épargnent aucune culture. Les dégâts sur les cultures et sur l'environnement peuvent être considérables.

La lutte biologique contre ces insectes représente un enjeu majeur, en particulier pour la sécurité alimentaire et l'augmentation du rendement agricole des nombreux pays en voie de développement en général. Dans cette perspective et vue la diversité des plantes cultivées, nous pensons que l'abondance de taxon des parasitoïdes sera différente et/ou liée au type de culture en présence, pour la lutte biologique contre le criquet puant (*Z. variegatus*).

Voici les questions de recherche de ce travail :

- Quels sont les périodes où les criquets puants ravageurs des cultures sont beaucoup plus observés dans la région de Kisangani ?
- Quelle serait l'écologie des criquets puants?
- Quelles sont les familles des parasitoïdes qui s'attaquent aux criquets puants ravageurs de cultures à Kisangani ?
- Quelle est la diversité biologique de ces parasitoïdes ?

1.4. Hypothèses

Aux questions ci- haut posées, nous proposons les réponses suivantes :

- *Zonocerus variegatus* serait plus actif à la période pluvieuse de l'année dans les écosystèmes cultivés et ouverts de la région de Kisangani
- L'abondance des criquets ravageurs seraient beaucoup plus observés dans les champs de cultures et les végétations naturelles ouvertes (jachère et savane).
- Certaines familles de parasitoïdes seraient spécifiques aux types de criquets ravageurs.
- La diversité des parasitoïdes serait élevée eu égard à la diversité des cultures attaquées par les criquets puants dans la région de Kisangani

1.5. Objectifs du travail

L'objectif global de ce travail est la connaissance de différentes périodes d'activités, l'abondance de *Z variegatus* et la biodiversité des parasitoïdes de la ville de Kisangani

Les objectifs spécifiques de ce travail se résume à :

- Collecter les spécimens de *Z. variegatus* et des parasitoïdes ;
- Déterminer l'abondance relative de criquets puants par rapport aux différentes périodes de collecte ;
- Identifier les parasitoïdes collectés pour en connaître la biodiversité

1.6. Intérêt du travail

Le présent travail a pour intérêt la connaissance des criquets ravageurs de cultures et leurs parasitoïdes dans la région de Kisangani.

Il contribue également à la connaissance de la lutte biologique contre les criquets ravageurs de cultures à Kisangani et ses environs. En effet, sur le plan scientifique, la connaissance de la biologie, de la distribution et de l'écologie de l'espèce *Zonocerus variegatus* dans la nature et de son mode d'action dans les champs des cultures de la ville de Kisangani est d'une grande importance,

afin d'élaborer un plan de lutte biologique contre ce ravageur redoutable, et augmenter le rendement agricole. Les données de ce travail serviront à la longue de guide pour les recherches des ennemis naturels de *Zonocerus variegatus* en général et en particulier des parasitoïdes qui luttent efficacement contre le criquet puant.

CHAPITRE DEUX : APPROCHE METHODOLOGIQUE

2.1. Milieu d'étude

2.1.1 Ville de Kisangani

Ce travail a été effectué dans la ville de Kisangani et ses environs. Elle a une superficie de 1910 Km (Nyakabwa, 1982). Kisangani est le chef lieu de la Province de la Tshopo et est bornée:

- Au Nord par le territoire de Banalia,
- A l'Est par le territoire de Bafwasende,
- Au Sud par le territoire d'Ubundu et ;
- Au Sud Ouest par les territoires d'Opala et d'Isangi (Kambale, 2008).

Nous avons réalisé nos recherches dans 4 sites, qu'on peut découvrir à la figure (1).

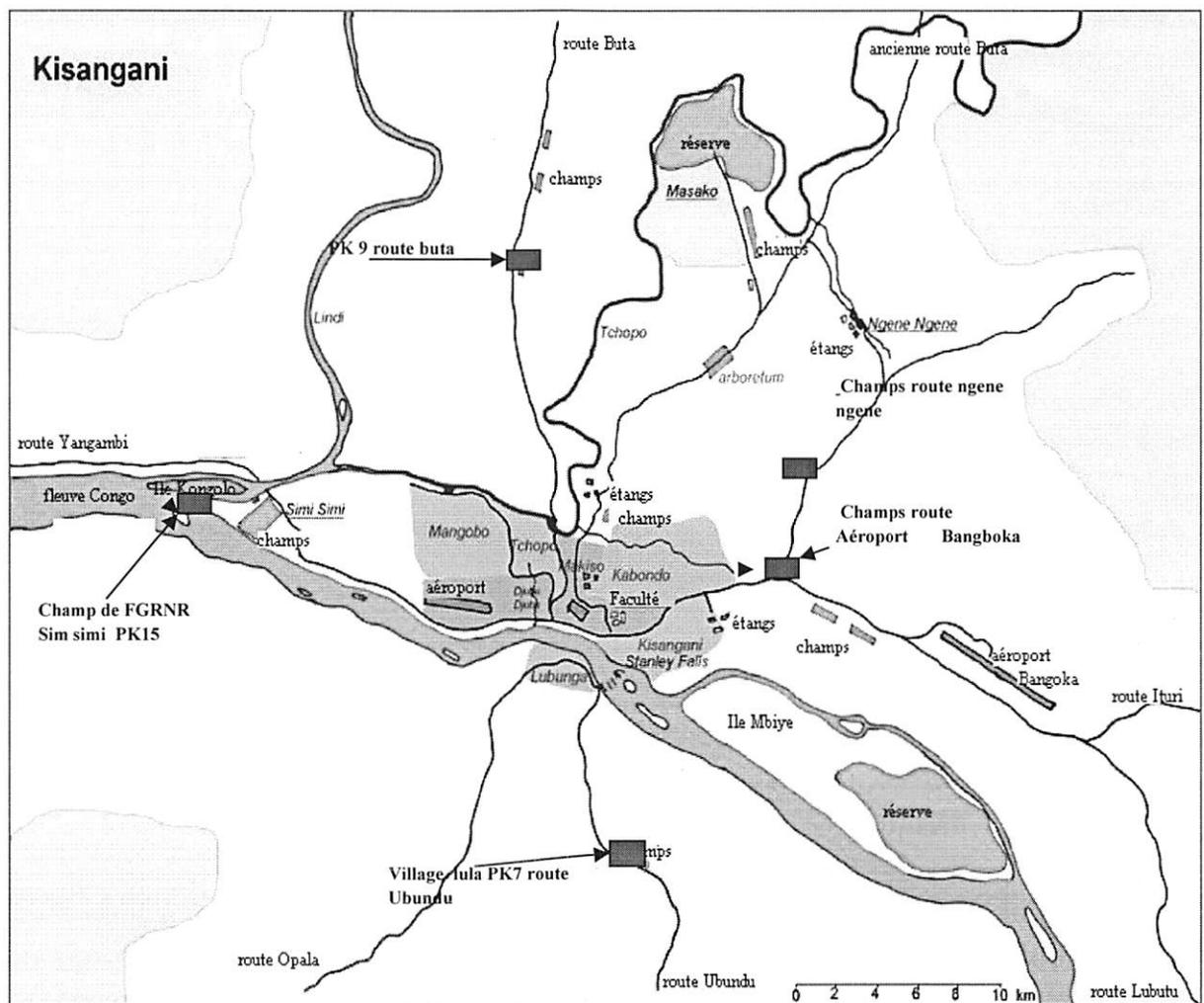


Fig. (1). Localisation des sites de capture sur la carte de la ville de Kisangani et ses environs.

Adapté de N'Shimba, (2005)

Légende : ■ Les Sites de collecte de nos données d'étude.

- **Données climatiques**

Etant située près de l'équateur, la ville de Kisangani jouit d'un climat équatorial du type Afi appartenant à la classification de KOPPEN (Ndjadi, 2000). C'est un climat chaud et humide caractérisé par des températures élevées et constantes sans être uniformément réparties. Les précipitations sont relativement réparties en deux saisons : la saison relativement pluvieuse qui s'étend de Septembre à Octobre avec le maximum en Octobre ou en Novembre ; et celle relativement sèche allant de Février à Mai avec des pluies en Aout (Mulotwa, 1987).

Selon Lomba (2007), ce climat est caractérisé par :

- la moyenne des températures du mois le plus froid $> 18^{\circ}\text{C}$,
- l'amplitude thermique annuelle faible ($< 0,5^{\circ}\text{C}$).
- la moyenne des précipitations du mois le plus sec oscillant autour de 60mm. Les moyennes mensuelles des températures, de l'humidité de l'air et des précipitations ont été prélevées pour la période allant de Janvier à Décembre 2008.

- **Situation topographique**

La ville de Kisangani a un relief présentant des plaines et plateaux à faible pente : plateau Boyoma, plateau Médical et plateau Arabisé.

La dégradation qu'a connue la ville de Kisangani est le résultat de l'exploitation abusive de l'homme ; cependant, elle reflète sa figure primitive qui est celle de la cuvette, caractérisée par des forêts ombrophiles sempervirentes.

Etant liées aux sols hydro-morphes, ces forêts ont évoluées vers d'autres formations végétales actuelles de la ville caractérisées par des groupes rudéraux, des jachères, des recrus forestiers et des lambeaux de forêts secondaires.

2.1.2. Description des sites

Pour arriver à réaliser ce travail, les sites ci-après ont été explorés pour effectuer l'échantillonnage de *Zonocerus variegatus* et des parasitoïdes dans les écosystèmes cultivés de la ville Kisangani et ses environs :

- (1) Champs de recherche de la Faculté de Gestion des Ressources Naturelles et Renouvelable à Simi simi (PK15 route Yangambi)
- (2) Champs de cultures au point kilométrique 7 route Ubundu (Village Lula)
- (3) Le champ de cultures au point kilométrique 8 route Aéroport Bangboka et Ngenengene
- (4) Champs de cultures au point kilométrique 9 route Buta

Comme on peut le constater, ces 4 sites ont été choisis dans la ville et sur les principaux axes routiers menant à Kisangani, et d'où viennent l'essentiel des aliments consommés dans la ville.

❖ **Champs de recherche de la Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelable à Sim simi**

Les coordonnées géographiques de ce champs sont : 00° 33' 08,4'' Nord, 025° 05,21' 16'6'' Est et 388m d'altitude.

Il est situé à 15 Km au Nord-Ouest de la ville de Kisangani sur la route Yangambi non loin du lieu de rencontre du fleuve Congo et les rivières Lindi et Tshopo. La végétation est dominée par les espèces végétales cultivées et sauvages telles que: *Musa paradisiaca* LAM (*Musaceae*), *Manihot esculenta* CRANTZ (*Heuphorbiaceae*), *Zea mays* LINNAEUS (*Poaceae*), *Psidium guayava* LAM (*Myrtaceae*), *Persea gratissima* GAERTNER. F (*Lauraceae*), *Elaeis guineensis* JACQ. (*Arecaceae*), *Chromolaena odorata* (*Asteraceae*), *Panicum maximum* JACQ (*Poaceae*).

❖ **Champs de cultures au PK 7 route Ubundu (Village Lula)**

Ces champs ont pour coordonnées géographiques : 00° 26' 30,1'' Nord 025° 11' 25,5'' Est et 413 m d'altitude.

Le village Lula est situé dans la collectivité secteur de Lubuya bera à 7 kilomètres de la ville de Kisangani sur la route Ubundu. Ce village est caractérisé par les activités agricoles entre autres la culture du *Zea mays* LINNAEUS (*Poaceae*), *Solanum melongena* LAM (*Solanaceae*) *Manihot esculenta* CRANTZ (*Heuphorbiaceae*),

Ipomoea batatas LAM (*Convolvulaceae*), *Phaseolus vulgaris* LAM (*Fabaceae*), *Elaeis guineensis* JACQ (*Arecaceae*), *Persea gratissima* GAERTNER. F (*Lauraceae*). La végétation sauvage y est dominée par *Bambusa vulgaris* SCHRAD. ex WENDEL (*Poaceae*), *Panicum maximum* JACQ (*Poaceae*), *Panicum repens* LAM (*Poaceae*), *Chromolaena odorata*(*Asteraceae*).

❖ **Les champs de culture au point kilométrique 8 route Aéroport Bangboka et route ngene ngene**

Ces champs ont respectivement comme coordonnées géographiques : 00° 31' 05,2'' Nord, 025°15' 38,8'Est et 414m d'altitude

Ces champs sont situés non loin de la grande route qui mène à l'aéroport international de Bangboka puis vers la route de l'Ituri et la route Ngene ngene. La végétation caractéristique est formée des espèces végétales cultivées et quelques espèces sauvages telles que : *Manihot esculenta* CRANTZ (*Heuphorbiaceae*), *Zea mays* LINNAEUS (*Poaceae*), *Ipomoea batatas* LAM (*Convolvulaceae*), *Elaeis guineensis* JACQ (*Arecaceae*), *Ananas comosus* LAM MERR. (*Bromeliaceae*), *Saccharum officinarum* LAM (*Poaceae*), *Carica papaya* L. (*Caricaceae*) ; parmi les espèces sauvages, nous pouvons citer *Bambusa vulgaris* SCHRAD. ex WENDEL (*Poaceae*), *Panicum repens* LAM (*Poaceae*), *Chromolaena odorata* (*Asteraceae*).

❖ **Champs de cultures au PK 9 route Buta**

Le champ dans le quel nous avons réalisé la capture a pour coordonnées géographiques : 00°34'53,3'' Nord, 025°10' 47,5'' Est et 417 m d'altitude

Les champs de paysan au point kilométrique 9 sur la route Buta se situent non loin de la grand route. Pour ce faire, nous avons contacté un paysan qui a accepté que son champ serve pour la collecte de nos données. La végétation que présente ce champ et son alentour (jachère jeune) est principalement dominée par les espèces végétales cultivées et sauvages suivantes : *Zea mays* LINNAEUS (*Poaceae*), *Manihot esculenta* CRANTZ (*heuphorbiaceae*), *Elaeis guineensis* JACQ (*Arecaceae*), *Chromolaena odoranta* (*Asteraceae*).

2.2. Matériel biologique

Le matériel biologique de ce travail est constitué de 533 parasitoïdes collectés dans les jachères environnantes des champs. Il est aussi constitué des criquets ravageurs de cultures, de l'espèce *Zonocerus variegatus*, dont 1371 spécimens ont été collectés dans les champs des cultures vivrières.

La collecte des données était effectuée de février à juillet 2015, soit pendant six mois.

2.3. Méthodes

Pour collecter les parasitoïdes, nous avons utilisé :

- Le filet fauchoir ;
- Un aspirateur pour aspirer les spécimens dans le liquide conservateur.

La collecte de *Zonocerus variegatus* se faisait à l'aide de filet fauchoir et manuellement c'est-à-dire à l'aide de la main.

a. Travaux sur le terrain

La collecte des données a été effectuée dans deux habitats: les champs des cultures pour collecter le criquet puant *Zonocerus variegatus* puis les jachères situées juste à coté de différents champs des cultures pour collecter les parasitoïdes qui viennent dans les champs pour combattre les criquets ravageurs des cultures particulièrement l'espèce *Zonocerus variegatus*.

Pour échantillonner *Zonocerus variegatus*, le travail a consisté à prélever au filet fauchoir et à la main, les différents stades de développement post embryonnaire présents dans les champs des cultures vivrières. Les échantillons ainsi prélevés ont été conservés dans des bocaux contenant de l'alcool à 70% pour éviter que les spécimens ne pourrissent et acheminés au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences.

La capture des parasitoïdes a été faite au moyen d'un filet fauchoir. Il sert à faucher les herbes en récoltant ainsi les insectes ptérygotes qui se trouvent sur les plantes et/ou dans l'air au passage. Les mouvements de fauchage peuvent être exécutés facilement de gauche à droite si on est en présence des graminées ou d'autres plantes de petite taille (en jachère),

Pour prélever les insectes dans le filet, une pipette nous a servi pour aspirer les parasitoïdes dans le flacon contenant de l'alcool à 70% pour la conservation des spécimens.

b. Travaux au laboratoire

- **Comptage des spécimens de criquet puant *Zonocerus variegatus***

Au laboratoire nous avons procédé par comptage de spécimens. Les individus de différents stades de développement post-embryonnaires de *Zonocerus variegatus* ont été comptés et séparés selon leurs tailles.

- **Identification de parasitoïdes à l'aide de clés de : Goulet et Huber (1993), Broad (2011) et Goumovsky (2013)**

L'identification des parasitoïdes s'est effectuée par l'observation des spécimens sous une loupe binoculaire de marque (WILD M5 HEERBRUGG), puis en comparant les caractères morphologiques (forme et position d'antennes, types d'ailes) observées aux binoculaires avec celles qu'offrent les clés de détermination Goulet et Huber (1993), Broad (2011) Goumovsky (2013) et les planches des différentes familles des Parasitoïdes à notre possession. Nous avons également utilisé une caméra numérique type oculaire digitale de marque Scope Photo incorporée à la binoculaire et connectée à l'ordinateur pour la prise des images en couleur pendant l'identification.

Quant à ce qui concerne la systématique des spécimens, nous nous sommes limité au niveau de famille faute de manuels appropriés pour l'identification jusqu'au niveau des genres et espèces.

- **Conservation**

Une fois l'identification terminée, les parasitoïdes identifiés ont été placés individuellement dans les tubes d'Eppendorf contenant de l'alcool à 70%. Chaque tube d'Eppendorf était numéroté selon l'ordre d'identification. Les criquets puants collectés ont été conservés dans des bocaux contenant de l'alcool à 70%.

c. Approche de traitement statistique

Pour l'interprétation de nos données, nous avons recouru à quelques indices statistiques, dont voici les principales :

1. Indice de diversité de Shannon-Wiener

Il sert à apprécier l'évolution de la diversité dans les habitats. Cet indice varie directement en fonction du nombre d'espèces

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i$$

P_i = Abondance relative de chaque famille où n/N où

n = Abondance de l'espèce ou famille

N= Nombre total de l'espèce ou famille

H= Indice de Shannon-winner

2. Equitabilité

Elle sert à comparer des diversités des peuplements ayant des richesses spécifiques ou taxonomiques différentes.

$$E=H/H_{\max}$$

$$H_{\max} = \log_2 S$$

Ou H' = Indice de Shannon Wiener

S= Richesse spécifique

E= Equitabilité

3. Indice de diversité de Simpson

C'est la probabilité pour que deux individus pris au hasard dans un peuplement appartiennent à deux espèces différentes.

$$D= 1-\sum (p_i)^2$$

p_i = la probabilité de chaque espèce dans la communauté

CHAPITRE TROIS : RESULTATS

Au bout de six mois de collecte de *Zonocerus variegatus* dans les champs de maïs, manioc, aubergine et soja ainsi que des parasitoïdes à Kisangani et ses environs, notre collection est composée de 1371 spécimens de *Zonocerus variegatus* et 533 parasitoïdes appartenant tous à l'Ordre des Hyménoptères, répartis en 7 superfamilles et 20 familles. Les résultats obtenus sont présentés sous formes de tableaux.

3.1. Abondance relative de *Zonocerus variegatus*

Tableau 1. Abondance relative de *Zonocerus variegatus* durant les six mois de collecte

Espèce	Février		Mars		Avril		Mai		Juin	Juillet	Total
	Ch. mn	Ch. ms	Ch. C.mixte	Ch. aub	Ch. ms&sj	Ch. Ms	Ch. mn	Ch. aub	Ch. mn	Ch. ms&mn	
<i>Z. variegats</i>	30	28	278	170	231	212	209	77	67	69	1371
Total	58		448		443		286		67	69	
%	4,2		32,6		32,3		20,8		4,8	5,0	

Légende : Ch. mn : champ de manioc ; Ch. ms : champ de maïs; Ch. aub : champ d'aubergine ; Ch. C. mixte : champ de culture mixte ; Ch. ms & sj : champ maïs et soja ; Ch. ms & mn: champ maïs et manioc.

Il ressort du tableau (1), 1373 spécimens de *Zonocerus variegatus* qui ont été récoltés dans les quatre sites (Simsimi, village Lula Pk 7, Pk 8 route Bangboka et Ngene ngene, Pk9 route Buta). C'est au mois de mars que nous avons collecté le plus de spécimens, 448 sur 1371 soit 32,6%, suivi du mois d'avril, 443 spécimens sur 1371 soit 32,3% du total. Et c'est en février que nous avons collecté le moins de spécimens, 58 sur 1371 soit 4,2% du total des individus récoltés au cours de ce travail.

3.2. Abondance relative de *Zonocerus variegatus* selon les stades et les micros-habitats

Tableau 2 : Abondance relative des différents stades de développement de *Zonocerus variegatus* dans les micros-habitats

Z. variegatus	Micro-Habitats						Total	%
	Ch. mn	Ch. ms	Ch. aub	Ch. Cul mixte	Ch.mn& ms	Ch.ms&sj		
Stade I	13	9	14	49	0	4	89	6,5
Stade II	56	107	122	183	0	97	565	41,2
Stade III	123	69	83	34	0	86	395	28,8
Stade IV	11	21	17	12	0	43	104	7,6
Stade V	9	11	9	0	0	1	30	2,2
Stade VI	8	6	2	0	0	0	16	1,2
Stade VII	86	17	0	0	69	0	172	12,5
Total	306	240	247	278	69	231	1371	100
%	22,31	17,50	18,01	20,27	5,03	16,84	100	

Légende : Ch. mn : champ de manioc ; Ch. ms : champ de maïs; Ch. aub : champ d'aubergine ; Ch. C. mixte : champ de culture mixte ; Ch. ms & sj : champ maïs et soja ; Ch. ms & mn: champ maïs et manioc.

D'après les résultats obtenus le tableau (2) montre que le champ de manioc présente un grand nombre de criquets puants, 306 sur 1371 soit 22,31% du total des spécimens collectés, ensuite le champ de culture mixte (maïs, haricot et manioc) 278/ 1371 spécimens soit 20,27%. Par contre dans le champ de maïs et manioc, 69 spécimens sur 1371 soit 5,03% ont été collectés.

Ce sont les larves de stadeII 565 spécimens soit 41,2%, stadeIII 395 spécimens soit 28,8%, stadeIV 104 spécimens soit 28,8 % et les adultes stadeVII 172 spécimens soit 12,5% qui ont été les plus collectés, alors que les individus de stadeI 89 spécimens soit 6,5%, stadeV 30 spécimens soit 2,2% et stadeVI 16 spécimens soit 1,2% ont été les moins collectés.

3.3. Biodiversité et abondance relative des parasitoïdes pendant les six mois de collecte

Tableau 3. Biodiversité et Abondance relative de parasitoïdes collectés pendant six mois

Ordres	Super familles	Familles	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Effectif	%	
Hyménoptères	Platygastridae	Platygastridae	14	18	8	32	7	10	89	16,70	
		Scelionidae	33	33	13	24	5	18	126	23,64	
	Chrysoidea	Bethylidae	70	21	6	8	1	1	107	20,08	
	Ichneumonoidea	Braconidae	1	4	25	2	5	8	45	8,44	
	Ceraphronoidea	Ceraphronidae	13	11	12	14	0	4	54	10,13	
	Proctotrupeoidea	Diapriidae	8	2	5	2	2	0	19	3,56	
	Cynipoidea	Eucoilidae	17	4	3	3	0	0	27	5,07	
		Charipidae	0	0	1	0	0	0	1	0,19	
		Agaonidae	3	0	0	0	0	0	3	0,56	
		Aphelinidae	0	0	3	0	0	0	3	0,56	
		Elasmidae	0	0	0	0	1	1	2	0,38	
		Eulophidae	1	0	1	0	0	0	2	0,38	
		Eurytomidae	1	0	2	0	0	0	3	0,56	
		Chalcidoidea	Mymaridae	1	2	6	1	1	1	12	2,25
		New	2	0	1	0	0	0	3	0,56	
		Ormyridae	2	2	0	0	0	0	4	0,75	
		Perilapidae	3	1	1	1	0	0	6	1,13	
		Pteromalidae	2	0	1	0	0	0	3	0,56	
		Tanaostigmatidae	0	0	0	1	0	0	1	0,19	
		Tetracampidae	4	10	4	2	2	1	23	4,32	
Total	7	20	175	108	92	90	24	44	533	100,00	
%			32,32	20,26	17,26	16,88	4,50	8,25	100		

Le tableau (3) présente l'évolution de capture des parasitoïdes pendant les six mois de collecte. Au total 533 spécimens ont été collectés appartenant tous à un seul Ordre, les Hyménoptères, à 7 superfamilles et 20 familles. Au mois de février, 175/533 soit 32,32% spécimens étaient collectés, suivi du mois de mars 108/533 soit 20,26%. Par contre au mois de juin, seulement 24/ 533 soit 4,50% spécimens étaient collectés.

De toutes les familles, c'est la famille *Scelionidae* qui a été la plus collectée avec 126 individus soit 23,64%, suivie *Béthylidae* 107 spécimens soit 20,08%. Alors que les familles *Eucoilidae* et *Tanaostigmatidae* étaient les moins représentées avec chacune 1 individu soit 0,19%.

3.4. Capture et abondance relative de parasitoïdes dans les micros-habitats

Tableau 4. Capture et abondance relative des familles de parasitoïdes collectées par habitats

Ordres	Super familles	Familles	Ch mn	Ch ms	Ch ms& sj	Ch aub	Ch ms&mn	Ch.Cmixt	effectif	%			
Hyménoptères	Platygastridae	Platygastridae	22	12	3	34	10	8	89	16,70			
		Scelionidae	50	12	6	19	18	21	126	23,64			
	Chrysoidea	Bethylidae	69	6	3	11	1	17	107	20,08			
	Ichneumonoidea	Braconidae	5	8	18	6	8	0	45	8,44			
	Ceraphronoidea	Ceraphronidae	18	7	8	12	4	5	54	10,13			
	Proctotrupeoidea	Diapriidae	8	8	1	0	0	2	19	3,56			
	Cynipoidea	Eucoilidae	Eucoilidae	16	2	3	4	0	2	27	5,07		
			Charipidae	0	0	1	0	0	0	1	0,19		
			Agaonidae	2	1	0	0	0	0	3	0,56		
			Aphelinidae	0	3	0	0	0	0	3	0,56		
			Elasmidae	1	0	0	0	1	0	2	0,38		
			Eulophidae	1	1	0	0	0	0	2	0,38		
			Eurytomidae	1	2	0	0	0	0	3	0,56		
			Chalcidoidea	Mymaridae	Mymaridae	2	4	2	3	1	0	12	2,25
					New	2	1	0	0	0	0	3	0,56
					Ormyridae	2	0	0	2	0	0	4	0,75
					Perilapidae	3	0	1	2	0	0	6	1,13
					Pteromalidae	1	1	1	0	0	0	3	0,56
					Tanaostigmatidae	0	0	0	1	0	0	1	0,19
	Tetracampidae	5	3	2	12	1	0	23	4,32				
Total	7	20	208	71	49	106	44	55	533	100,00			
%			39,02	13,32	9,19	19,88	8,25	10,31	100				

Légende : Ch. mn : champ de manioc ; Ch. ms : champ de maïs ; Ch. aub : champ d'aubergine ; Ch. C. mixte : champ de culture mixte ;

Ch.ms&sj : champ mais et soja ; Ch ms&mn : champ mais manioc.

Le tableau (4) présente six champs de culture (maïs, manioc, aubergine, culture mixte, soja maïs & manioc) au tour desquels la collecte des parasitoïdes a été réalisée (dans les jachères). C'est autour du champ de manioc qu'il y a eu plus de parasitoïdes 208 /533 spécimens, soit 39,02%, suivi du champ d'aubergine 106/533 spécimens, soit 19,88%. L'abondance la plus basse a été obtenue dans le champ de maïs&manioc, 44/533individus, soit 8,25%.

3.5. Diversité comparée des parasitoïdes dans les différents habitats

Tableau 5 : Diversité comparée des familles de parasitoïdes dans les micros - habitats

Micro - habitats	Effectifs	H'	E	D
Champ manioc	208	2,889	0,707	0,804
Champ maïs	71	3,464	0,887	0,891
Champ maïs & soja	49	2,904	0,81	0,807
Champ aubergine	106	0,861	0,249	0,822
Champ maïs & manioc	44	2,271	0,757	0,738
Champ cult. mixte	55	2,121	0,82	0,726

Légende : H' : Indice de diversité de Shannon ; E : Equitabilité ; D : Indice de diversité de Simpson

Le tableau (5) présente la diversité des familles de parasitoïdes pour chaque micros-habitats. Il ressort de ce tableau que le champ de maïs est le plus diversifié en parasitoïdes ($H' = 3,464$) par contre le champ d'aubergine est le moins diversifié ($H' = 0,861$).

L'indice de Simpson calculé donne les valeurs qui varient entre 0,891 et 0,726. Ce qui montre que la probabilité pour que deux individus tirés au hasard dans l'échantillon appartiennent à deux familles différentes est de 80,4% autour de champ de manioc ; 89,1% autour de champ de maïs ; 80,7% autour de champ de maïs et soja ; 82,2% autour de champ d'aubergine ; 73,8% autour de champ de maïs et manioc ; 72,6% autour de champ culture mixte.

L'indice d'Equitabilité pour ces différents micros-habitats tend vers 1. Cela signifie que les individus sont presque répartis de la même manière dans les micros-habitats sauf autour du champ d'aubergine où $E = 0,249$, ce qui signifie que la totalité des effectifs correspond à une seule famille qui est *Platygastridae*.

CHAPITRE QUATRE : DISCUSSION

Au cours de nos investigations, 1371 spécimens de *Z. variegatus* ont été collectés et 533 spécimens de parasitoïdes dans quatre sites pendant six mois c'est-à-dire de février à juillet 2015. Les parasitoïdes obtenus sont groupés dans 20 familles, parmi lesquelles, 18 familles sont bien identifiées et les deux autres familles non identifiées se limitant jusqu'au niveau de superfamille, l'une *Ceraphronoidea* et l'autre *Chalcidoidea*. Les 533 spécimens de parasitoïdes ont été collectés au même moment aux alentours des champs de culture vivrière dans lesquels *Z. variegatus* a été prélevé. Ce qui conduirait à dire que ce sont probablement les parasitoïdes pouvant être utilisés dans la lutte contre ces acridiens qui détruisent les cultures dans la région de Kisangani, qui est sans solution de lutte contre ce ravageur redoutable jusque là.

Kekeunou (2007) ayant travaillé sur l'abondance du criquet puant (*Zonocerus variegatus*) sur les légumineuses utilisées dans les stratégies d'amélioration des jachères de courte durée dans le Sud-Cameroun, a obtenu 6042 spécimens de *Z. variegatus* après seize mois de collecte. Ces résultats diffèrent des nôtres puisqu'il a travaillé pendant plusieurs mois, puis dans trois blocs et chaque bloc était constitué de 50 espèces de légumineuses. Par contre nos recherches ont été effectuées pendant six mois et ont ciblé seulement les champs de 5 plantes vivrières à savoir : manioc, maïs, aubergine, soja et haricot.

Selon les observations faites sur terrain de février à juillet, les criquets puants ont été plus observés au mois de mars, avril et mai. D'après les tendances saisonnières de Kisangani signalés par (Juakaly, 2002), cette période correspond à la première saison de pluie, qui fait pousser des jeunes plantes et des nouvelles feuilles servant aux criquets de ressources alimentaires. Ce qui conduit à dire que les criquets puants seraient saisonniers, ils apparaîtraient pendant la saison pluvieuse où ils seraient plus agressifs, consommant tous ce qui est vert au passage. La distribution des populations en fonction du stade de développement montre que les adultes (stade VII) sont moins observés et moins actifs. Les larves de stade I, II, III, IV, V et VI apparaissent plus actives et ce sont elles qui consomment plus les plantes. Cependant, nous pensons qu'il faut continuer les recherches pendant un cycle complet d'une année, pour élucider avec certitude le comportement de *Z. variegatus* à Kisangani.

Chiffaud et Mestre (1990) signalent que le criquet puant est un insecte polyphage qui vit dans les cultures et les Savanes d'Afrique centrale et de l'ouest à dominance graminéenne. Il évite le sous bois forestier et préfère la végétation herbeuse. Cette observation est confirmée par nos investigations sur terrain. Mais, nous pensons qu'étant donné que la ville de Kisangani constitue un troué dans la forêt ombrophile sempervirente, *Z. variegatus* se limite seulement dans la partie

savannisée de la ville et son impact sur la consommation de tous ce qui est vert n'est pas visible à ce stade. Mais cela pourrait s'aggraver dans un proche avenir avec la perte régulière de la forêt dans la région de Kisangani. Les facteurs qui expliquent la distribution de *Zonocerus variegatus* sont la pluviométrie et l'humidité relative.

Nos résultats viennent appuyer l'idée des deux auteurs ci-haut, car c'est dans le champ de culture que les spécimens de *Z. variegatus* ont été collectés et en même temps on pouvait observer *Z. variegatus* dans les végétations ouvertes (jachères, graminées etc.). Ce qui confirme notre deuxième hypothèse qui souligne que l'abondance des criquets ravageurs serait élevée, dans les champs de cultures et les végétations ouvertes (jachère et savane). Le criquet puant étant un insecte phytophage et qui évite l'ombrage, vit dans les champs et les jachères à Kisangani et ses environs, milieux dans lesquels il trouve des conditions optimales pour son alimentation, sa reproduction et son développement (Chiffaud et Mestre, 1990).

Pour Prombo (2012) qui a travaillé à Mbankolo, un quartier de la ville de Yaoundé, il a obtenu 39 individus de *Z. variegatus* en moyenne dans un champ de *Manihot esculenta* à l'issue de son travail. Nos résultats de champ de manioc montrent un grand écart à ceux de Prombo, car l'auteur a réalisé son travail seulement dans une heure et il a obtenu ces résultats. Par contre notre travail est réalisé pendant six mois. *Manihot esculenta*, désignée par Mans et al. (2012) est parmi les plantes hôtes préférentiels de *Z. variegatus*, qui lui procurerait des substances (alcaloïdes de pyrrolicidine) assurant sa protection contre des potentiels agresseurs externes (Boppré et al 1994).

D'après Mariau (1997) et Branca (2009) les parasitoïdes jouent un rôle important, celui de la régulation des populations des insectes ravageurs des cultures. Mariau (1997) poursuit en disant qu'il est important d'installer des plantes nectarifères autour des plantations pour favoriser le développement de Parasitoïdes qui, dans la nature, se nourrissent de nectar. Ces plantes nectarifères attireraient les parasitoïdes et produiraient le nectar pour l'alimentation des parasitoïdes.

A l'issue de nos collectes, nous avons collecté 20 familles de parasitoïdes autour de six champs de culture ; et le nombre de parasitoïdes a diminué progressivement au cours de notre étude. C'est au mois de février et mars, qu'il y a eu plus de parasitoïdes 175 et 108 spécimens sur 533 ; les résultats les plus bas ont été obtenus au mois de juin avec 24 spécimens. Ce moindre résultat serait attribué à la présence de pluie qui ne permet pas la collecte des données à l'aide de filet fauchoir. Les familles les plus observées sont : *Scelionidae* avec 126 /533, soit 23,64%, puis *Bethylidae* avec 107/533, soit 20,08% et *Platygastridae* avec 89/533, soit 16,70%.

Tremblay (2008) signale dans son travail intitulé abondance des populations, des parasitoïdes associés et influence de divers facteurs biotiques et abiotiques qu'en agriculture les

monocultures sont plus sensibles à l'attaque des ravageurs. Ce qui est pour le cas de nos résultats. En effet, plus de ravageurs ont été collectés dans les monocultures, que dans les cultures mixtes. Pour Altieri et Nicholls (2004), les habitats diversifiés offrent plusieurs ressources importantes pour les prédateurs et parasitoïdes, comme le nectar et le pollen, qui sont moins disponibles dans une monoculture. Des populations de prédateurs peuvent donc s'y maintenir et mieux contrôler les ravageurs présents dans la culture. Nous signalons que la fluctuation de l'abondance des parasitoïdes à certaines périodes de collecte de nos données serait probablement dû au type d'habitats qu'offre l'environnement et aux intempéries (surtout la pluie, l'humidité etc.).

Silvie *et al.* (1989) signalent que parmi les insectes ravageurs du cotonnier, *Syllepte derogata* est l'espèce qui présente le nombre de parasitoïdes le plus important au Tchad, à l'issue de leur travail ils ont obtenu les familles *Ceraphronidae*, *Elasmidae*, *Eulophidae*, *Eurytomidae* et *Perilampidae*.

Un recensement général des parasitoïdes de ces familles fait état d'une soixantaine d'espèces en Afrique, et d'une quarantaine en Asie Silvie (1990).

Selon Branca (2009) dans son étude au Kenya intitulé: Diversité écologique du Parasitoïde africain *Cotesia sesamiae* (Braconidae) : rôle des partenaires symbiotiques ; le groupe *Ichneumonoidea* (superfamille) est le plus diversifié, soit plus de 100000 espèces.

Etat donné que les champs de *manihot esculenta* étaient nombreux au cours de notre travail, il y a eu une grande abondance de parasitoïdes autour de cette culture, 208 spécimens sur 533. Le champ de *Solanum melongena* a présenté également une forte abondance en parasitoïde 106 spécimens sur 533. Notre étude nous a permis de connaître la période d'agressivité, l'abondance de *Zonocerus variegatus* et leur mode d'action sur les plantes cultivées à Kisangani ainsi que celle des familles de parasitoïdes qui interviendraient dans la lutte contre ce ravageur.

Après avoir comparé les peuplements de parasitoïdes de ces six micro-habitats par les indices de diversité nous constatons que le champ de maïs est le plus diversifié en parasitoïdes ($H'=3,464$), par contre le champ d'aubergine est le moins diversifié ($H'=0,861$). L'indice de Simpson calculé donne les valeurs qui varient entre 0,891 et 0,726 dans les micro-habitats. L'indice d'Équitabilité pour ces différents micros-habitats tend vers 1. Cela signifie que les individus sont presque répartis de la même manière dans les micros-habitats sauf autour de champ d'aubergine où $E=0,249$, ce qui signifie que la totalité des effectifs correspond à une seule famille qui est *Platygastridae*.

Parmi les criquets ravageurs de culture les plus redoutables des régions tropicales, c'est l'espèce *Z. variegatus* qui a attiré plus notre attention et qui fait l'objet de cette étude, dans la région de Kisangani. Cette espèce est la plus observée que d'autres. Elle est plus abondante dans le champ

de cultures et d'autres habitats tels que (les jachères, graminées, etc.). La lutte efficace contre ces acridiens que nous proposons est la lutte biologique c'est-à-dire l'utilisation des certaines familles d'insecte parasitoïdes spécifiques à ces ravageurs. Cette étude pionnière du parasitisme de *Z. variegatus* à Kisangani, nous permet de signaler dans un premier temps qu'il existe au moins 20 familles de parasitoïdes collectées, qui peuvent entrer dans la lutte contre le criquet puant (*Z. variegatus*) ravageur de culture. Les familles de parasitoïdes les plus observées sont celles de *Scelionidé* avec 126 spécimens soit 23,64%, *Bethylidé* 107 spécimens soit 20,08%. Par ailleurs ces parasitoïdes semblent être présent dans presque tous les habitats que nous avons prospectés tout au long de ce travail. Ce qui est tout à fait normal car outre la recherche de l'hôte pour la reproduction, les parasitoïdes vivent dans la nature où ils consomment le nectar et le jus de plantes comme aliment.

CHAPITRE QUATRE : CONCLUSION ET SUGGESTION

Les objectifs définis par ce travail étaient de collecter, identifier et comparer les effectifs de criquet puant *Z. variegatus* et leurs parasitoïdes dans la ville de Kisangani et ses environs, à ceux d'autres régions de l'Afrique.

Les résultats ont montré que *Zonocerus variegatus* est plus observé dans les champs de culture et les végétations ouvertes, validant notre deuxième hypothèse. Selon les observations faites sur terrain les facteurs abiotiques (température, humidité, précipitations) et biotiques (plantes hôtes) influent sur l'abondance des populations de criquet puant, ce qui justifie la présence de ces acridiens à certaines périodes de l'année dans la région de Kisangani, conformément à nos attentes (Confirmation de la première hypothèse).

Malgré une importante diminution de la densité des parasitoïdes à la fin de la collecte, la population des parasitoïdes a demeuré stable au cours de ce travail. La particularité des parasitoïdes de la famille *Scelionidae*, *Bethylidae* et *Platygastridae* mérite certainement d'en faire l'objet d'une autre étude, toujours dans le contexte de lutte biologique, vu leur abondance dans les micro-habitats plus que toutes les autres familles.

Le présent travail a donc abouti aux résultats suivants :

- 1371 criquets puants de différents stades de développement post embryonnaire ont été collectés dans six champs de cultures vivrières : *Zea mays*, *Manihot esculenta*, *Phaseolus vulgaris*, *Solanum melongena*, *Glycine max*
- Après collecte et identification des parasitoïdes, 533 spécimens ont été collectés, tous des hyménoptères repartis sur 7 superfamilles et 20 familles.

Nous suggérons que des travaux continuent, sur une durée d'une année pour tester la relation entre le parasitisme des parasitoïdes et les populations de *Z. variegatus*, en mettant en évidence l'influence de la saisonnalité sur les différents paramètres étudiés.

Nous demandons aussi l'équipement approprié dans le domaine d'entomologie en général et en particulier pour l'étude des ravageurs de cultures ainsi que leurs parasitoïdes dans le cadre de lutte biologique qui se développent au Département d'Ecologie et de Gestion des Ressources Animales (EGRA)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Altieri M.A. et c.l. Nicholls. 2004: Biodiversity and pest management in agro ecosystems, 2nd edition, Food Products Press, New York, 236 p.
2. Boivin G., 1999: La recherche sur les entomophages : état de situation. *Annales de la société Entomologique de France (N.S)* 35 (suppl.) : 348- 355
3. Bani G., 1990 : Stratégies de lutte contre le criquet puant, *Zonocerus variegatus* (L.) (Orthoptera: Pyrgomorphidae) au Congo.- *Journal of African Zoology*, 104 : 69-76.
4. Bani G., 1992: Problèmes inhérents à la lutte contre le criquet puant, *Zonocerus variegatus* (L.), en Afrique. *Mémoires de la Société entomologique de Belgique*, 35 : 355-358
5. Bani G., et Rouland C., 1997 : Activités oxydasiques du tube digestif du Criquet puant, *Zonocerus variegatus* L. *Insect Science and its Application*, 17 (2) : 241-249, 5 fig
6. Boppré M., et Fischer O.W.F., 1993 : *Zonocerus* et *Chromolaena* en Afrique de l'Ouest : une approche chimio-écologique de lutte biologique.- *Sahel PV Info*, 56 : 7-21
7. Boppré M., et al., 1994: *Zonocerus and Chromolaena in West Africa: a chemoecological approach towards pest management*. p. 107-126. in Krall S. & Wilps H. (Eds.), *New trends in locust control*, GTZ (Deutsche gesellschaft für Technische Zusammenarbeit), Eschborn.
8. Branca., 2009 : Diversification écologique du parasitoïde africain *Cotesia sesamiae* : rôle des partenaires symbiotiques. Thèse de doc. Paris 236 p
9. Bredo H.J., 1929 : Contribution à l'étude de *Zonocerus variegatus* L.- *Revue de Zoologie africaine*, 3 (3) : 600-604
10. Brunel J.F., et DE Gregorio R., 1978a : Détermination, à partir de l'étude du contenu du jabot, du régime alimentaire du Criquet puant, *Zonocerus variegatus* (L.), Orthoptera, Pyrgomorphidae. I. Technique et critères de reconnaissance. *Annales de l'Université du Bénin, Togo*, 4 : 103-123.
11. Chapman R.F., et al., 1986: Bionomics of the variegated grasshopper (*Zonocerus variegatus*) in West and Central Africa. - *Annual Review of Entomology*, 31: 479-505.
12. Chapman R., et Page W.W., 1979: Factors affecting the mortality of the grasshopper, *Zonocerus variegatus*, in Southern Nigeria. - *Journal of Animal Ecology*, 48: 271-288.
13. Chiffaud J., et Mestre J., 1990: *Le Criquet puant, Zonocerus variegatus (Linné, 1758). Essai de synthèse bibliographique*.- Ministère de la Coopération, Paris & Cirad/Gerdat/Prifas, Montpellier, 140 p.

14. De Gregorio R., 1981 : Etude, au Togo, de la bio-écologie du Criquet puant, *Zonocerus variegatus* (Orthoptères). I. Cycle évolutif à Lomé (Région maritime).- *Revue des Sciences médicales et biologiques du Togo*, 2 (3) : 27-32.
15. De Gregorio R., 1982 : Etude, au Togo, de la bio-écologie du Criquet puant : *Zonocerus variegatus* [Orth.]. II. Cycle évolutif à Atigba (Région des plateaux).- *Bulletin de la Société entomologique de France*, 87 (7-8) : 245-255.
16. De Gregorio R., 1987a : *Zonocerus variegatus* (Orthoptera, Pyrgomorphidae) : caractéristiques morphologiques et biométriques des larves des populations des saisons sèche et humide.- *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle*, Toulouse, 123 : 29-44.
17. De Gregorio R., 1989 : Liste commentée des travaux consacrés à la morphologie, la biologie, l'éthologie, l'alimentation et le polymorphisme saisonnier du Criquet puant, *Zonocerus variegatus*. I. Morphologie, biologie et éthologie.- *Bulletin de la Société entomologique de France*, 94 (1-2) : 3-14
18. Deschamps M., 1953 : Observations relatives au criquet migrateur africain et à quelques autres espèces d'Acridien du Nord Cameroun. *L'agronomie tropicale* 8, p. 567-613
19. Eggleton P., et. Gaston K., 1990: « parasitoid » species and assemblages: convenient definition or mis leading copromise, *Oikos* 59 : 417- 421.
20. Juakaly M., 2002 : Macrofaune et méso faune du sol dans un système de culture sur brûlis en zone équatoriale (Masako, Kisangani, RDC). Distribution spéciale et temporelle. D.E.S. inédit. Fac.Sc/ UNIKIS 86 p.
21. Kekeunou S., et al., 2007a: Abundance of *Zonocerus variegatus* (L.) (Orthoptera: Pyrgomorphidae) in the natural herbaceous fallow and planted forest: effect of *Chromolaena odorata* (Asteraceae). – *Journal of Entomology*, 4 (6): 457-462.
22. Kekeunou S., 2007 : Activité déprédatrice et reproduction de *Zonocerus variagatus* dans les végétations herbeuses de la réserve forestière de Mbalmayo.- *Cameroon Journal of Biological and Biochemistry Sciences*, 15 : 64-66.
23. Kekeunou S., Omgba J.D., Fiemapong Nzoko A.R., Nyemb A., 2015 : Parasitisme de *Zonocerus variegatus* par *Blaesoxipha bakweria* dans les agro-systèmes de Mbankomo et de Zamakoé (Cameroun).- *Faunistic Entomology*, 68 : 125-134
24. Le Gall P., Bani G., et Mingouolo E., 1998 : Comportement nutritionnel de *Zonocerus variegatus* (L) vis-à-vis de trois plantes alimentaires.- *Insect Science and its application*, 18 (3) : 183-188.
25. Le Gall P., et Souza Y.R., 1996 : *Effets sur le manioc de la défoliation artificielle et naturelle par le criquet puant, Zonocerus variegatus L.*- in Calatayud P.-A. & Vercambre B. (Ed.),

- Interactions insectes-plantes, Actes des 5èmes journées du groupe de travail relations insectes-plantes, 23-27 octobre 1995, Montpellier, France. CIRAD-CA, Montpellier, 96 p.
26. Lomba, b. 2007 : Contribution à l'étude de la phytodiversité de la Réserve Forestière de Yoko (Ubundu, R.D.Congo). Mémoire de D.E.S. Inédit, UNIKIS, 60p
 27. Mans A.A., 2012: Cassava genotype evaluation for grasshopper *Z. variegates* (L.) Susceptibility in southern Sierra Leone. *International Journal of Agriculture and Forest*, 6:294-299.
 28. Nyakabwa M., 1982 : Phytocénose de l'écosystème urbain de Kisangani. Thèse de Doct. Uniskis, Fac. Sc. Vol. 1,2 & 3. 998 p.
 29. Prombo C., 2012 : *Zonocerus variegatus* (Orthoptera: Pyrgomorphidae): abondance, cycle biologique et relation avec *Charletonia* sp. (Acari : Erytraeidae) dans les agro-systèmes de Yaoundé. P 23-35.
 30. Silvie, P., Delvare G., et Maldés JM., 1989 : Arthropodes associés à la culture cotonnière au Tchad: ravageurs, prédateurs et parasites. *Cot. Fib. trop.* 44 : 275 -290
 31. Silvie P., 1990 : *Syllepte derogata* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera, Pyraloidea, Crambidae, Spilomelinae). *Cot. Fib.trop.* 45 : 199 -227
 32. Tremblay (2008) : Abondance de populations, parasitoïdes associées et influence de divers facteurs biotiques et abiotiques. Mémoire de la maîtrise en biologie, Université du Québec, 102p.