

UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES

**INVENTAIRE DES CHENILLES FOREUSES DES CHAUMES ET
EPIS DE MAÏS A KISANGANI**

Par

Roger Azibho Adriko



Mémoire

présenté et défendu pour l'obtention du
diplôme d'ingénieur agronome en
phytotechnie

Directeur : Prof. Walangululu Masamba

Encadreur: Ir Mubenga Kankonda

Année académique 2006-2007

A ceux qui aspirent à la recherche,
A ceux qui savourent l'avenir dans un monde ingénieux,
Aux gens de bonne volonté,
A mes parents,
A mes oncles et tantes.
A mes frères, sœurs, cousins et cousines,

Je dédie ce travail.

Avant propos

Au terme de ce travail, qu'il nous soit permis d'exprimer notre gratitude à tous ceux qui ont contribué à son élaboration. Nous pensons d'abord au professeur Walangululu Massamba et à l'ingénieur Onésime Mubenga Kankonda pour leur disponibilité. Leurs conseils et leur ingéniosité ont été de première importance pour la réussite de cette recherche.

Nous remercions également le corps enseignant de la Faculté des Sciences Agronomiques pour nous avoir doté d'un bagage intellectuel irréprochable tout au long de notre formation universitaire. Nos remerciements s'adressent à nos parents pour nous avoir éduqué et donné le bon sens de la vie dans ce monde.

Nous exprimons enfin notre gratitude à tous les amis, condisciples et connaissances qui ont contribué au devenir de l'homme que nous sommes à ce jour.

RESUME

Les objectifs de cette enquête consistaient à (i) élaborer des clés permettant une détermination relativement aisée des foreurs et utilisables directement par le chercheur sur terrain, (ii) inventorier les foreurs du maïs dans la zone forestière de Kisangani. En rapport avec le premier objectif, une recherche bibliographique a permis de collectionner les caractéristiques distinctives des espèces de foreurs s'attaquant au maïs. L'information ainsi recueillie est présentée dans ce travail de manière hiérarchisée pour les chenilles, les chrysalides et les papillons. En ce qui concerne le deuxième objectif, les foreurs ont été collectés dans la zone autour de la ville de Kisangani sur *Z. mays* L. et sur deux graminées sauvages, en l'occurrence *Pennisetum purpureum* Moench et *Panicum maximum* Jacq.. Les espèces de foreurs *Busseola fusca* Fuller, *Sesamia calamistis* Hampson, *Eldana saccharina* Walker, *Chilo aleniellus* Strand et *Mussidia nigrivenella* Ragonot ont été rencontrées dans la zone de l'étude. Au regard de la littérature disponible, les foreurs *Busseola fusca*, *Chilo aleniellus* et *M. nigrivenella* ont été rencontrés pour la première fois dans la zone forestière de Kisangani.

TABLE DES MATIERSS

RESUME	1
INTRODUCTION	4
CHAPITRE I. CONSIDERATION GENERALES	10
1.1. Définition des termes	10
1.1.1 Foreurs du maïs	10
1.1.2 Ennemi naturel des ravageurs des cultures	10
1.1.3 Parasitoïdes	11
1.1.4 Hôte alternatif	11
1.2 Moyens de lutte contre les foreurs des tiges et épis du maïs	11
1.2.1 La manipulation des dates de semis	11
1.2.2 L'association des cultures	12
1.2.3 La lutte chimique	12
1.2.4 La lutte biologique par utilisation des ennemis naturels	13
1.2.5 La lutte biologique par la culture des variétés transgéniques Bt	14
1.2.6 La lutte intégrée	15
CHAPITRE II. MILIEU, MATERIEL ET METHODES	17
2.1 Milieu d'étude	17
2.1.1. Milieu naturel	17
2.1.1.1. Situation climatique	17
2.1.1.2. Nature du sol	18
2.1.1.3. Végétation naturelle	19
2.1.2. Les conditions de laboratoire	19
2.2. Matériel	19
2.3. Méthodes et techniques de l'étude	20
2.3.1. Méthode de détermination des foreurs	20
2.3.2. Elaboration des clés de détermination des foreurs	21
CHAPITRE III. PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS	23
3.1. Les clés de détermination des espèces de foreurs du maïs	23
3.1.1. Présentation et interprétation des clés	23
3.1.1.1. Clé de détermination des chenilles	23
3.1.1.2. Clé de détermination des chrysalides	24

3.1.1.3. Clé de détermination des papillons.....	25
3.1.2. Comment utiliser les clés de détermination ?	26
3.1.3. Conclusion.....	27
3.2. Les espèces de foreurs des graminées collectées collectées à Kisangani	28
3.2.1. Présentation des résultats	28
3.2.2. Discussion des résultats.....	29
3.2.3. Conclusion.....	30
Conclusion générale.....	31
Bibliographie.....	33
Annexes	36

INTRODUCTION

Etat de la question

La culture du maïs est attaquée par un complexe de foreurs des chaumes et épis dont la composition varie selon les milieux. Dans la zone forestière de l'Afrique occidentale de l'ouest, *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera : Pyralidae), *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera : Noctuidae), *Mussidia nigrivenella* Ragonot (Lepidoptera : Pyralidae) et, dans certains pays tels que le Ghana et la Côte d'Ivoire, *Sesamia botanephaga* Tams et Bowden (Lepidoptera : Noctuidae) sont les foreurs les plus importants sur le maïs. *Busseola fusca* y reste d'une faible importance.

En Afrique australe et orientale, le foreur exotique *Chilo partellus* Swinhoe (Lepidoptera : Pyralidae) constitue l'essentiel des foreurs rencontrés sur le maïs. Au Mozambique, par exemple, une étude réalisée en 1999 a montré que ce foreur constituait plus de 90% de la population de foreurs du maïs dans la zone d'enquête. Ce foreur reste également dominant dans certaines zones écologiques du Kenya où il est en passe de remplacer le foreur autochtone *Chilo orichalcociliellus* Strand (Lepidoptera : Pyralidae). Au Cameroun (Afrique centrale), par contre, *B. fusca* reste prédominant à travers toutes les zones écologiques (Bosque-Pérez et Mareck, 1990 ; Overholt *et al*, 1996 ; Cugala *et al*, 1999).

Dans la région d'Afrique centrale, l'on ne connaît que très peu particulièrement pour ce qui est des espèces existantes et de leurs ennemis naturels dans les différentes écozones (Ndemah, 2001b). Les travaux de recherche sur les foreurs du maïs y sont restés rares. En République Démocratique du Congo (RD Congo), par exemple, on peut citer quelques travaux tels que ceux réalisés par Mbusu (1972), le Programme National Maïs (PNM) (1973) ainsi que Loma et Macaron (1985). Les résultats de ces recherches exécutées en zone de savane font ressortir la présence des espèces *B. fusca*, *E. saccharina*, *S. calamistis* et *M. nigrivenella*.

En ce qui concerne la zone forestière de la RD Congo, l'information est quasi inexistante. Les recherches liées aux foreurs sont sporadiques. L'on peut citer quelques travaux de mémoire réalisés à Kisangani. Le foreur *Chilo partellus*, espèce communément rencontrée en Afrique orientale, a été signalé dans cette zone à côté des foreurs déjà trouvés dans la savane (Mubenga, 1994). En sus, il y a été indiqué que *E. saccharina* était l'espèce la plus importante (Kasoko, 1998).

Cependant, l'on peut remarquer que ces recherches ont couvert de courtes périodes et ont été limitées dans l'espace. Aussi, la reconnaissance des espèces était basée sur des caractéristiques somatiques limitées, généralement de coloration et de taille des chenilles. De ce fait, il est permis de croire que des espèces aient été confondues entre elles. Ce qui serait préjudiciable à certaines orientations de recherche telles que celles traitant de l'abondance des foreurs dans un milieu donné.

Il ressort de cette revue qu'en dépit du lourd tribut que les agriculteurs paient conséquemment à l'activité des foreurs sur la culture de maïs, peu d'efforts et de temps ont été consacrés à contenir ces ravageurs en RD Congo. Ceci est davantage vrai dans la zone forestière de Kisangani où la production maïsicole prend de plus en plus de l'importance comme une source substantielle de revenus à court terme pour les agriculteurs et comme une source de calories pour les consommateurs.

Dans la recherche des moyens efficaces pour contrôler les foreurs du maïs, Bowden postula qu'il était essentiel pour des ravageurs autochtones, de maîtriser les interactions entre lesdits ravageurs, leurs hôtes cultivés et sauvages aussi bien que leurs ennemis naturels en vue de mettre sur pied des pratiques adéquates de leur gestion (Ndemah *et al*, 2002).

En effet, les graminées sauvages étaient considérées au départ comme un réservoir à partir duquel les foreurs attaquaient la culture de maïs. Mais des enquêtes conduites dans la zone forestière du Cameroun, de la Côte d'Ivoire et du Ghana ont montré que l'abondance des graminées sauvages dans le voisinage des champs était en corrélation avec une faible incidence des foreurs sur les maïs. Les hôtes alternatifs sauvages ont montré une forte attraction des femelles en ponte alors que le taux de mortalité des stades immatures était proche de 100% contre 70-

80% sur le maïs. L'on a ainsi retenu que les graminées sauvages constituaient un site de diversion des foreurs (Schulthess *et al.*, 1991 ; Cardwell *et al.*, 1997 ; Ndemah *et al.*, 2002). C'est pour cette raison que cet inventaire des foreurs de la zone forestière de Kisangani inclut aussi ceux rencontrés sur les hôtes alternatifs sauvages.

Problématique

Les conférenciers réunis à Kinshasa en mars 2004 à la *Table ronde sur l'agriculture en RD Congo* ont indiqué que manger est un défi pour le congolais ordinaire. Le péril alimentaire sévit tous les jours et guette près d'un tiers de la population de manière aiguë sur l'ensemble du territoire. D'autre part, il a été indiqué que l'agriculture reste un moyen certain pour combler rapidement le déficit alimentaire du pays et, aussi, assurer son envol économique. La RD Congo est à ce point pressentie comme le futur grenier du continent africain (Tollens, 2004).

Parmi les nombreuses cultures pratiquées, le maïs est la principale céréale en RD Congo. Il constitue la base de l'alimentation pour une part importante de la population. Il est surtout consommé dans les provinces du Katanga, les deux Kasai et le territoire d'Ubangi dans la province de l'Equateur. La littérature récente montre que l'utilisation de la farine de maïs dans l'alimentation humaine se généralise dans notre pays. A Kinshasa, par exemple, la consommation annuelle de maïs grain en Kg/tête est passée de 2,84 Kg en 1975 à 6,68 Kg en 2000, soit une augmentation de 135% en vingt-cinq années. On mélange de plus en plus de farine de maïs avec celle de manioc lors de la préparation du *fufu*. (Tollens, 2004).

A Kisangani également, la culture du maïs semble prendre de plus en plus d'ampleur au cours de la dernière décennie. Cet accroissement se justifie par le fait que la farine de maïs prend désormais une part importante dans l'alimentation humaine, le mixage des populations congolaises conduisant à une diversification des régimes alimentaires.

Dans la zone de cette étude, seule une petite portion de la production est autoconsommée en vert ou sous forme de bouillie. En soi, la production est

principalement destinée à la vente sur le marché de Kisangani. Il est livré en vert pour les villages proches de la ville et en épis ou grains secs pour les villages un peu plus éloignés. Le grain est aussi utilisé pour la préparation d'une boisson alcoolisée, le *lotoko*. De ce fait, la pratique de la culture du maïs s'avère constituer une source importante de revenus à court terme pour les agriculteurs. Par conséquent, la protection de cette culture contre les ravageurs peut contribuer à améliorer tant soit peu la situation économique peu enviable des populations rurales dans la zone forestière de Kisangani.

Parmi les insectes ravageurs du maïs, les Lépidoptères foreurs des chaumes et épis sont considérés comme les plus nuisibles sous tous les continents. Leur activité sur la culture compromet tant la productivité que la stabilité de la production. Les pertes de rendement consécutives à l'activité des foreurs sur la culture du maïs varient énormément suivant les régions, les saisons et l'importance des attaques. Elles se situent dans l'intervalle de 20 à 100 %. Une étude conduite en saison A dans la ville de Kisangani a démontré que ces pertes s'élevaient à 3,6% de la matière sèche totale de la plante.

De façon générale, les chutes de rendement résultent d'une translocation réduite des métabolites suite à la rupture des vaisseaux, de la sénescence précoce des feuilles, de la cassure de la tige et de la déplétion directe des foreurs sur les grains. En plus, les blessures causées par les chenilles constituent des portes d'entrée de divers microorganismes producteurs d'aflatoxines nuisibles à la santé des consommateurs (Bosque-Pérez et Mareck, 1990 ; Mubenga, 1994 ; Ndemah *et al*, 2001 ; Kfir *et al*, 2002).

But et objectifs du travail

Le but poursuivi par cette étude est de contribuer à la collecte des informations susceptibles de servir dans l'élaboration d'un programme de gestion intégrée des foreurs dans la zone forestière d'Afrique Centrale. Les objectifs du travail sont donc les suivants :

- a. Elaborer des clés permettant une détermination facile des foreurs des chaumes et épis du maïs sur le terrain ;



- b. Inventorier les espèces de foreurs des chaumes et épis sur le maïs et sur les graminées sauvages, notamment *Panicum maximum* et *Pennisetum purpureum* dans la zone forestière de Kisangani.

Hypothèse du travail

La composition des populations des foreurs du maïs dans la zone forestière de Kisangani serait identique à celle de la zone de savane de la RD Congo.

Intérêts du travail

Ce travail revêt un intérêt triple, à savoir:

- Au point de vue scientifique : Il conduit à des nouvelles connaissances sur les foreurs des graminées dans la zone forestière;
- Au point de vue écologique: Il révèle la composition des populations de foreurs sur le maïs et les graminées sauvages dans la zone forestière de Kisangani;
- Au point de vue agronomique: Il permet d'identifier les facteurs qui pourraient intervenir dans la gestion des populations de foreurs des chaumes et épis de maïs dans la zone forestière de Kisangani.

Délimitation du travail

Le présent travail s'est déroulé pendant une période de six mois allant de janvier à juin 2007. Il comprend deux volets :

- Un travail bibliographique qui a conduit à l'élaboration des clés d'identification pour les différents stades de développement des foreurs hormis les œufs ;

- Un travail de laboratoire consistant en l'élevage des foreurs et leur identification.

Subdivision du travail

Outre l'introduction, ce travail comprend trois chapitres répartis de la manière suivante :

- Un premier chapitre consacré aux considérations générales ;
- Un second chapitre qui traite du milieu d'étude, du matériel biologique et des méthodes utilisés pour ce travail ;
- Un troisième chapitre réservé à la présentation, l'interprétation et la discussion des résultats.

Une conclusion et quelques suggestions portent une note finale à ce rapport.

CHAPITRE I. CONSIDERATIONS GENERALES

1.1. Définition des concepts

1.1.1. Foreurs du maïs

L'on désigne sous ce terme des insectes ravageurs appartenant à l'ordre des Lépidoptères dont les larves (chenilles) creusent des galeries dans les tiges et les épis des graminées pour se nourrir et y compléter leur cycle de vie. Généralement l'on rencontre ces ravageurs en complexe de deux ou plusieurs espèces sur la même plante (Moyal et Tran, 1987). En ce qui concerne le maïs, les foreurs des chaumes et épis appartiennent principalement aux familles des Noctuidae et des Pyralidae (Ndemah *et al*, 2002).

1.1.2. Ennemi naturel des ravageurs des cultures

L'ennemi naturel d'un insecte ravageur des cultures est un organisme vivant qui, par son activité, limite la pullulation et/ou la nocivité du ravageur sur la culture. L'ennemi naturel, qui peut être un parasite, un parasitoïde, un prédateur ou un agent pathogène, tue son hôte à plus ou moins longue échéance. Les ennemis naturels des insectes ravageurs des cultures sont également désignés sous le vocable général d'entomophages (Jourdeuil *et al*, 1991). Les ennemis naturels des ravageurs cultures sont utilisés dans le cadre de la lutte biologique qui a généralement des l'avantage de détruire les organismes nuisibles tout en protégeant l'environnement.

1.1.3 Parasitoïde

Le parasitoïde peut être défini comme étant un organisme qui se développe sur ou dans un autre organisme, son hôte, dont il tire sa subsistance et le tue comme

résultat direct ou indirect de son développement. Selon cette définition, les parasitoïdes peuvent être des insectes, des nématodes, des champignons, des bactéries, des protistes et des virus. Cependant, la majorité des parasitoïdes connus sont des insectes. Les deux principaux ordres dans lesquels on retrouve les parasitoïdes utilisés en lutte biologique sont les Hyménoptères et les Diptères (Cournoyer, 2000).

1.1.4 Hôte alternatif

L'on désigne sous ce terme un hôte sur lequel le parasite peut survivre en l'absence de l'hôte principal, cultivé ou non. Dans le cadre de la présente étude, les graminées sauvages *Pennisetum purpureum* Moench et *Panicum maximum* Jacq sont des hôtes alternatifs pour les foreurs par rapport au maïs qui est l'hôte principal.

1.2 Moyens de lutte contre les foreurs des chaumes et épis du maïs

Les tentatives de lutte contre les chenilles foreuses des chaumes et épis de maïs remontent au début des années 1900. Plusieurs méthodes de lutte ont été développées et appliquées pour réduire les pertes de rendements dues à l'activité des foreurs sur la culture du maïs. Parmi elles, nous pouvons revenir sur quelques unes.

1.2.1 La manipulation des dates de semis

Plus tôt l'on sème, plus faible sera l'infestation. Cette règle dite « d'or » est tant valable pour d'autres insectes et maladies que pour les chenilles foreuses des chaumes et épis de maïs. En effet, au retour de la saison de pluies les larves quiescentes reprennent leur cycle de développement. Pour ce faire, l'on sème de sorte que l'émergence des adultes et les pontes coïncident avec un stade de croissance où les plantes sont déjà résistantes. Cette assertion est surtout valable pour *B. fusca* qui passe la saison sèche en diapause dans les chaumes des

graminées. Dans une étude conduite à Kisangani sous infestation naturelle, il a été constaté que plus de la moitié de certaines parcelles de maïs était détruite sur le semis réalisé au-delà du 15 avril en saison A (Mubenga, 1994).

1.2.2 L'association des cultures

Les travaux de plusieurs chercheurs ont montré que la polyculture réduit le nombre de certains herbivores et renforce l'abondance de leurs ennemis naturels. Cette diversité végétale due à la polyculture peut affecter l'usage des stimuli olfactifs et visuels permettant aux ravageurs de retrouver leurs hôtes. Enfin, les émigrations et les immigrations des herbivores peuvent aussi diminuer dans les systèmes diversifiés (Régine et Coderre, 2000). En Inde, par exemple, les agriculteurs protègent le sorgho des foreurs des chaumes en l'associant à des légumineuses comme *Dolichos lablab* et *Vigna unguiculata* (L) Walp.. Dans cette association culturale, il est plus difficile aux papillons de trouver les graminées sur lesquelles ils peuvent pondre. Une autre alternative consiste à associer le maïs à la patate douce. Cette dernière plante attire les trichogrammes, parasitoïdes d'œufs des Lépidoptères.

1.2.3 La lutte chimique

De façon générale, le problème que rencontre la lutte chimique dans le cas particulier des foreurs des graminées provient du fait que ceux-ci sont très difficiles à atteindre, car protégés à l'intérieur du chaume pendant la plus grande partie de leur cycle de développement. Seuls les deux premiers stades larvaires sont accessibles aux traitements superficiels. Le plus souvent l'œuf est caché à la face inférieure des feuilles, parfois même entre la tige et la gaine foliaire. D'autre part, la rapidité d'élongation du végétal en pleine croissance fait qu'apparaissent très vite après une pulvérisation des surfaces indemnes de traitement insecticide, donc accessibles à de nouvelles infestations.

Les fortes pluies tropicales constituent une autre difficulté. Elles ont tendance à lessiver les insecticides foliaires et diminuer ainsi très sensiblement leur efficacité. Enfin, comme montré par certains auteurs, les pulvérisations d'insecticides dans une association maïs-manioc, association assez fréquente dans la zone tropicale, peuvent conduire à de nouvelles explosions de la cochenille farineuse du manioc, *Phenacoccus manihoti* Mat-Fer (Heteroptera : Pseudococcidae) en tuant son ennemi naturel, la guêpe exotique *Apoanagyrus lopezi* (De Santis) (Hymenoptera : Encyrtidae) (Delobel, 1977 ; Ndemah, 1999 ; Chaby-Olaye, 2005).

1.2.4 La lutte biologique par l'utilisation des ennemis naturels

Ce volet de la lutte contre les foreurs du maïs a connu beaucoup de progrès au cours des temps. Plusieurs espèces d'agents de lutte biologiques ont été identifiées et utilisées avantageusement à travers le monde sur différentes espèces de foreurs. Il s'agit d'insectes parasitoïdes qui sont rencontrés principalement dans les Ordres des Hyménoptères et des Diptères. Ils ont la particularité de vivre aux dépens d'un hôte unique qui meurt après l'achèvement du développement du parasitoïde. L'on peut citer à cet effet le cas des micro-Hyménoptères chalcidiens du genre *Trichogramma* sur le foreur européen du maïs *Ostrinia nubilalis* Hübner (Hawlitzky, 1992).

Des études récentes ont permis d'identifier plusieurs parasitoïdes contrôlant efficacement les populations des foreurs sur le continent africain. Parmi ceux-ci se trouve *Cotesia flavipes* Cameron qui a été introduit du continent indo-pakistanaïse en Afrique orientale (Kenya) et australe (Mozambique) pour contrôler *Chilo partellus*. Les enquêtes ultérieures ont montré que *C. flavipes* avait également contrôlé les foreurs autochtones africains *B. fusca*, *S. calamistis* et *E. saccharina* (Overholt *et al*, 1996 ; Cugala *et al*, 1999). En RD Congo, Loma et Macaron (1985) ont fait état de la présence d'une guêpe du genre *Apanteles* recouvrée des foreurs sur le plateau de Bateke. Le tableau 1 donne une liste non exhaustive des parasitoïdes collectés sur le continent africain.

Tableau 1. Quelques parasitoïdes des foreurs du maïs collectés sur le continent africain.

Ennemi naturel	Foreur hôte	Stade parasité	Pays
<i>Sturmiopsis parasitica</i>	<i>E. saccharina</i>	Chenille	Cameroun
<i>Psilochalsis soudanensis</i>	<i>Chilo sp</i>	Chenille	Cameroun
<i>Cotesia sesamiae</i>	<i>S. calamistis</i>	Chenille	Kenya, Ghana, Cameroun
<i>Cotesia flavipes</i>	<i>S. calamistis, B. fusca, Chilo sp</i>	Chenille	Kenya, Mozambique
<i>Telenomus isis</i>	<i>B. fusca</i>	Chenille	Cameroun
<i>Telenomus busseolae</i>	<i>B. fusca</i>	Chenille	Cameroun
<i>Apantales sp</i>	<i>B. fusca</i>	Chenille	RD Congo

Source : Loma et Macaron, 1985; Overholt *et al*, 1996; Cugala *et al*, 1999; Ndemah *et al*, 2001.

1.2.5 La lutte biologique par la culture des variétés résistantes transgéniques Bt

Les larves de plusieurs Lépidoptères, y compris celles des foreurs des graminées sont sensibles à l'infection par *Bacillus thuringiensis* (Bt). Les cristaux toxiques de Bt pour les chenilles sont considérés inoffensifs pour les autres animaux à sang chaud. C'est en 1911 que l'activité insecticide des kystes de Bt a été découverte. Les spores de la bactérie ont été incorporées dans des préparations liquides à asperger sur les cultures ou à incorporer dans l'eau d'irrigation (Cranshaw, 2003).

Etant donné la faible rémanence des préparations à base de Bt, plusieurs idées ont été développées. Elles ont toutes conduit à la mise au point des variétés résistantes basées sur l'introduction des gènes Cry de Bt dans le génome du maïs. La plante obtenue produit la toxine durant tout le cycle cultural et l'insecte qui se nourrit de la plante en meurt. Parmi les problèmes que rencontre l'utilisation des variétés Bt, l'on peut citer le développement de la résistance par les foreurs.

1.2.6 La lutte intégrée

Le International Center of Insect Physiology and Ecology (ICIPE) a développé une stratégie dénommée «push-pull». Ce système résulte de la découverte par les chercheurs de l'extraordinaire multifonctionnalité d'une gamme de légumineuses et de graminées fourragères introduites dans le système de production des céréales. Les papillons en ponte sont attirés au moyen des plantes pièges (pull) et sont ensuite éloignés des récoltes au moyen de cultures intercalaires dits « repoussoirs ». D'autre part, certaines espèces végétales introduites dans l'agrosystème favorisent l'activité des ennemis naturels de chenilles foreuses du maïs. Ce système présente donc les caractéristiques suivantes :

1. Les graminées fourragères, l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*) et l'herbe du Soudan (*Sorghum vulgare var sudanense*), stimulent la ponte des insectes ravageurs davantage que le maïs.
2. Les plantes fourragères non-parasitées telles que l'herbe à mélasse (*Melinis minutiflora*) et le desmodium (*Desmodium uncinatum*) repoussent les femelles des foreurs du genre *Chilo*.
3. En culture intercalaire avec le maïs, *M. minutiflora* augmente le niveau de parasitisme particulièrement pour le stade larvaire de *Cotesia sesamiae* et pour le stade du cocon de *Dentichasmis busseolae*.
4. *M. minutiflora* émet également un composant chimique, le (E) - 4,8 diméthyle - 1, 3,7 nonatriène, qui attire les ennemis naturels des foreurs de chaumes.

5. L'herbe du Soudan augmente également l'efficacité des ennemis naturels : Pour *C. partellus*, le pourcentage d'insectes parasités au stade larvaire est multiplié par trois, de 4,8 % il passe à 18,9 %, quand l'herbe du Soudan est implantée autour du maïs. Pour *B. fusca*, ce pourcentage passe de 0,5 % à 6,2 %.

CHAPITRE II. MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1 Milieu de l'étude

2.1.1 Milieu naturel

Le matériel biologique utilisé dans cette étude a été collecté autour de la ville de Kisangani le long des axes routiers Kisangani-Buta et Kisangani-Lubutu sur une distance de 45m et 32Km respectivement de la ville de Kisangani. La route de Buta traverse successivement les communautés Kumu et Mba. Les villages de ces communautés se trouvent dans les localités Bakumu Mandombe et dans la zone de Banalia. En ce qui concerne la route de Lubutu, le village dans lequel les foreurs ont été collectés se situe dans le territoire de Ubundu.

2.1.1.1 Situation climatique

Le climat de la zone de collecte est similaire à celui de Kisangani. C'est un climat équatorial du type Af de la classification de Köppen. Il est chaud et humide sans saison sèche absolue. La température du mois le plus froid est de 18°C pendant que la moyenne annuelle reste de 25°C. Les maxima atteignent jusqu'à 36,7°C. Les températures les plus basses sont observées en juillet et septembre avec respectivement 23,6°C et 24,0°C comme moyennes mensuelles.

Le régime des pluies est bimodal. La hauteur annuelle des pluies est supérieure à 1850 mm avec deux maxima équinoxiaux pendant les mois d'octobre et d'avril. Deux minima solsticiaux s'observent quant à elles au cours des mois de janvier et juillet. La moyenne des pluies du mois le plus sec est supérieure à 60 mm. Le nombre de jours de pluie par année oscille autour de 155. L'humidité de l'air est

de 85%. Les hauteurs de pluies enregistrées durant la période de la collecte des foreurs sont présentées dans le tableau 2. Les températures ne sont pas disponibles.

Tableau 2. Hauteurs des pluies recueillies pendant la période de collecte des foreurs.

Mois	Hauteur des pluies (mm)
Janvier	4,8
Février	101,60
Mars	95,80
Avril	110,20
Mai	246,00
Juin	46,20

Source : MONUC, 2007.

2.1.1.2 Nature du sol

Les sols de la zone de collecte sont ferralitiques et caractéristiques des forêts tropicales humides. Ils sont généralement sablo-argileux, acides et pauvres en humus à cause du lessivage qu'entraînent des pluies abondantes et des températures élevées. La fertilité moyenne de ces sols les dispose à la culture des plantes ligneuses et aux associations graminées-légumineuses.

2.1.1.3 Végétation naturelle

La végétation naturelle est constituée de la forêt équatoriale. Cette contrée a été autrefois occupée par une forêt ombrophile sempervirente caractérisée par une diversité structurale et une stratification marquée. Actuellement l'urbanisation a entraînée la destruction de la végétation primitive aux alentours de la ville de Kisangani suite au défrichement très intense pour les besoins de l'agriculture, des constructions, de l'industrie et de la production de braise.

2.1.2 Les conditions de laboratoire

L'élevage des foreurs a été réalisé dans des conditions non contrôlées par défaut de matériel adéquat. Les chenilles et chrysalides ont été gardées dans des bouteilles plastiques. Celles-ci ont été posées sur des claies métalliques dont les pieds baignaient dans des bocaux remplis d'eau. Cette disposition a permis d'éviter les fourmis prédatrices des foreurs des graminées.

2.2. Matériel

Le matériel biologique utilisé dans ce travail était constitué des chenilles, des chrysalides et des papillons des foreurs des chaumes et épis. Ils ont été collectés sur le maïs dans les champs des paysans et sur deux graminées sauvages, en l'occurrence *Panicum maximum* et *Pennisetum purpureum*. Il était aussi constitué des papillons ayant émergé au laboratoire au cours de l'élevage. Les chenilles et les chrysalides ont été fournies par Mubenga K., un étudiant au DES à la faculté des sciences agronomiques de l'université de Kisangani.



2.3. Méthodes et techniques de l'étude

2.3.1 Méthode de détermination des foreurs

Plusieurs méthodes sont utilisées pour distinguer entre elles les différentes espèces des foreurs des graminées. Toutes n'ont pas la même application selon les besoins d'utilisation. Quelques unes de ces méthodes sont passées en revue dans les lignes qui suivent.

- a) L'examen de la chétotaxie céphalique et segmentaire de la chenille: Le nombre et la répartition des setae sur le corps de la chenille permettent de distinguer entre- elles les différentes espèces des foreurs des graminées. Cette méthode n'a pu être considérée dans le cas du présent travail pour deux raisons. Premièrement, elle requiert un long processus de comptage des setae. De ce fait elle n'est pas pratique pour un chercheur qui travaille sur terrain et qui doit examiner un nombre élevé des spécimens. Deuxièmement, cette méthode n'a pas fourni de bons résultats en ce qui concerne particulièrement les foreurs du maïs. C'est le cas, par exemple, des travaux de Moyal et Tran (1989) sur les foreurs *B. fusca*, *S. calamistis*, *E. saccharina*, *M. nigrivenella* et *C. leucotreta*.
- b) L'examen des genitalia des papillons : Cette méthode est applicable pour les adultes seulement. Le dernier segment abdominal est séparé du corps. Ensuite il est ramoli dans l'hydroxyde de potassium ou de sodium et nettoyé à l'éthanol. Il est ensuite monté sur une lame pour examen au microscope. La méthode donne des résultats certains (Tavakilian, 1977), comme indiqué plus haut, mais elle est utilisable seulement au laboratoire.
- c) Examen de la morphologie externe des chenilles et chrysalides : Dans cette méthode, l'on considère des caractéristiques telles que la forme des fausses pattes abdominales ventrales sur la chenille et le nombre d'épines sur les crémaster chez la chrysalide (Tran, 1989). C'est la méthode qui est considérée pour la présente étude.

Une fois ramenés au laboratoire, les foreurs ont été classés en fonction du stade de développement (chenille et chrysalide) et de leurs espèces respectives en

fonction des caractéristiques morphologiques retenues. Ils ont été ensuite mis en élevage et nourris de leur plante hôte. Les caractéristiques morphologiques de l'espèce ont été examinées sur les stades de développements suivant pour confirmer les résultats de la détermination précédente. Une loupe manuelle a été utilisée pour l'examen des caractéristiques morphologiques. Une loupe binoculaire a également servi à cette fin.

2.3.2 Elaboration des clés de détermination des foreurs

Au cours de cette phase, différents documents ont été consultés en vue de réunir l'information sur les caractères considérés dans la différenciation des foreurs du maïs. Les clés de détermination ont été construites sur base des résultats des travaux de Tran (1989), Moyal et Tran (1989), Silvie (1990), Moyal et Tran (1992), les descriptions réalisées par Appert et Deuse (1982) ainsi que les clés publiées par International Center of Insect Physiology and Ecology (ICIPE) sur son site Internet (s.d.). Cette information a été par la suite présentée de manière hiérarchisée pour obtenir des clés de détermination. Enfin des spécimens des larves, chrysalides et papillons ont été expédiés au laboratoire de biocontrol de ICIPE pour faire vérifier nos résultats de détermination.

Sur la chenille :

- a) La forme des fausses pattes abdominales ventrales : Coronates ou mésosériées ;
- b) Sur le prothorax, la position du pinaculum latéral par rapport au stigmate : En avant ou en-dessous.
- c) L'angle entre les setae D1, D2 et SD1 sur le huitième segment abdominal : $< 120^\circ$ ou $> 140^\circ$.

- 2) Sur la chrysalide :
 - a) La forme du crémaster : Présence ou absence des épines ou d'un peigne anal, le nombre même des épines.
 - b) La couleur et la forme générale du corps de l'insecte.
- 3) Sur le papillon :
 - a) La forme des antennes et du corps.
 - b) La forme et l'étalement des ailes antérieures.

Les espèces de foreurs retenues dans ces clés sont celles déjà rencontrées en RD Congo, celles considérées comme fortement répandues dans la région subsaharienne ainsi que celles considérées comme susceptibles d'être rencontrées à Kisangani parce qu'elles sont présentes dans la zone forestière d'autres pays africains.

CHAPITRE III. PRESENTATION, INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

3.1 Les clés de détermination des espèces de foreurs du maïs

3.1.1 Présentation et interprétation des clés

3.1.1.1 Clé de détermination des chenilles

1.- Fausses pattes abdominales ventrales mésosériées 2

- Fausses pattes abdominales ventrales coronates..... 3

2.- Sur le 8^e segment abdominal, l'angle entre les setae D2, D1 et SD1 souvent inférieur à 120°. Présence sur le pinaculum latéral du prothorax d'un petit cercle sclérifié marquant l'emplacement d'une soie secondairement disparue ; chenille blanc crème, parfois teintée de rose ; présence d'une bande foncée de chaque côté du corps ; le dernier segment abdominal est jaunâtre, tête brun rouge ; longueur : 38-40 mm : *Busseola fusca*

- Sur le 8^e segment abdominal, l'angle entre les setae D2, D1 et SD1 souvent supérieur à 140° ; absence du petit cercle sclérifié sur le pinaculum du prothorax ; chenille rose sale sur la face dorsale, blanc crème sur la face ventrale ; corps orné d'une ligne médiane et de deux lignes latérales translucides grisâtres ; longueur : 20-28 mm *Sesamia calamistis*.

3.- Sur le prothorax, le pinaculum latéral est antérieur au stigmate ; chenille de couleur uniformément grise avec des soies rousses et des pattes jaunes ; la capsule céphalique est hypognathe de coloration brun noir ; longueur : 35 mm
..... *Eldana saccharina*

- Sur le prothorax, le pinaculum latéral est postérieur ou au-dessus du stigmate 4

4 - Larve éfilée d'avant en arrière ; les segments abdominaux seuls portent des taches latérales : pas de taches sur la face dorsale du thorax et de l'abdomen ; le tégument est blanc-sale *Chilo orichalcociliellus*

- Fausses pattes abdominales anales mésosériées ; présence de larges pinacula brunes sur la face dorsale du corps ; pièces buccales prognathes ; longueur : 13 mm *Chilo aleniellus*

- Sur les segments 2 et 3 du thorax, absence de petits pinacula antérieurs aux grands pinacula tuberculeux latéraux ; présence d'un sclérite surnuméraire de forme ovale, non sétifère, au niveau de la ligne des stigmates sur les segments thoraciques 2 et 3 et les segments abdominaux 1 à 6 ou 7 ; chenille blanc crème *Chilo partellus*

5 - Présence d'un anneau sclérifié sur le côté latéral du mésothorax ; présence d'une sclérisation en forme de croissant sur les segments abdominaux ; chenilles rouges rosées au premier stade, rose au second et blanc crème par la suite ; longueur : 18-20 mm *Mussidia nigrivenella*

- Fausses pattes abdominales anales mésosériées ; présence d'un peigne anal ayant 2-10 dents ; chenille de couleur rose vif sur la face dorsale et jaunâtre sur le sternum ; longueur : 15 mm *Chryptophlebia leucotreta*

3.3.1.2 Clé de détermination des chrysalides

1 - Crémaster avec épines 2

- Crémaster sans épines : présence d'une excroissance triangulaire dorsale sur le huitième segment abdominal ; chrysalide brune ; longueur : 15-16 mm (mâle) et 16-19 mm (femelle) *Eldana saccharina*

2 - Crémaster avec deux épines 3

- Crémaster avec quatre épines 4

- Crémaster avec six épines ou plus 5

3.- Deux épines longues, droites, très pointues ; chrysalide brun rougeâtre, longueur : 12-14 mm (mâle) et 18-24 mm (femelle) *Busseola fusca*

- Deux épines dorsales, courtes, incurvées ; présence d'une protubérance ventrale tuberculée, parfois deux petites épines sur la protubérance ; chrysalide brune ; longueur : 12-15 mm (mâle) et 18-20 mm (femelle) *Sesamia calamistis*

- Deux épines puissantes courbées vers la face ventrale ; une crête céphalothoracique constituée de deux rangées de petites protubérances noirâtres accolées dont la taille décroît vers l'arrière ; sur l'abdomen, deux rangées longitudinales de fortes épines ; faces latérales et ventrale brun clair, face dorsale brun foncé ; longueur : 13-14 mm *Mussidia nigrivenella*

4.- Quatre épines incurvées, de même taille, deux dorsales et deux ventrales ; chrysalide brune ; longueur : 18-22 mm (mâle) et 22 mm (femelle)

..... *Sesamia botanephaga*

- Quatre épines toutes dorsales ; la chrysalide présente un abrupt rétrécissement à partir du septième segment abdominal ; longueur : 8-9 mm (mâle) et 10-11 mm (femelle) *Chilo aleniellus*

5.- Deux groupes de trois épines en position dorsale ; les segments abdominaux 5, 6 et 7 sont ornés d'une bande dorso-latérale de très fines épines couvrant environ 1/5 de la longueur *Chilo orichalcociliellus*

- Les segments abdominaux portent deux rangées d'épines dorso-latérales ; les épines de la rangée antérieure, plus grosses et moins régulières, sont d'autant plus développées qu'elles sont portées par un segment plus proche du crémaster ; en vue ventrale, présence de fins crochets sur des petites protubérances *Cryptophlebia leucotreta*

3.3.1.3 Clé de détermination des papillons

1.- Papillon avec corps robuste, palpes courtes 2

- Papillon avec un corps mince, palpes longues 3

2.- Au repos, ailes antérieures posées en toit sur le corps; bord extérieur des ailes droit ; ailes distinctement colorées avec des lignes transversales ; 17 mm pour une envergure de 26 mm à 34 mm chez le mâle et 30 à 44 mm chez la femelle ; ailes antérieures brun terne avec deux rangées de 4 à 5 points parallèles au bord externe : *Busseola fusca*

- Au repos, ailes posées en toit sur le corps; bord extérieur des ailes droit ; ailes obscurément colorées sans lignes transversales ; antennes bipectinées avec de longues pectinations ; papillon mesure 13 mm de long pour 24 à 26 mm chez le mâle et 22 à 30 mm d'envergure chez la femelle : *Sesamia calamistis*

3.- Papillon de couleur brune ; aile antérieure, parsemée d'écailles argentées, porte une frange apicale d'écailles dorées, à l'éclat métallique *Chilo sp*

- Le papillon présente de longs palpes ; le bord extérieur est droit avec des angles rectangulaires ; la couleur est brun foncé *Mussidia nigrivenella*

- Papillon de couleur brune ; bord extérieur de l'aile antérieure arrondi ; présence de deux petits points noirs au milieu de l'aile antérieure ; papillon de 12 mm de long pour une envergure de 30 mm chez le mâle et 15 mm de long pour une envergure de 40 mm chez la femelle *Eldana saccharina*

- Ailes antérieures de couleur brune mêlée de gris foncé avec une tache en forme de M dans l'angle antérieur et un point clair au tiers extérieur ; ailes postérieures brunes ; le papillon mesure 7-8 mm avec une envergure de 17 mm
..... *Cryptophlebia leucotreta*

3.1.2 Comment utiliser les clés de détermination?

Les caractères morphologiques considérés dans ces clés de détermination sont ceux qui sont aisément observables à l'œil nu et avec une loupe manuelle de terrain. Lorsqu'il s'agit des chenilles, la forme des fausses pattes abdominales ventrales constitue la première orientation dans la détermination de l'espèce. Lorsqu'elles sont mésosériées, l'on est en présence des foreurs de la famille des Noctuidae qui comprend les genres *Busseola* et *Sesamia*. Par contre, lorsque les

fausses pattes ventrales abdominales sont coronates, il est question des foreurs de la famille des Pyralidae qui comprend les genres *Eldana*, *Mussidia* et *Chilo* ou de la Tortricide *Chryptophlebia leucotreta*.

En ce qui concerne les chrysalides, l'absence ou la présence ainsi que le nombre des épines sur le crémaster donne une première orientation dans la détermination de l'espèce. Ensuite viennent les autres caractères de taille et de coloration. Certaines structures sont particulières à certaines espèces. C'est le cas de la présence des deux rangées longitudinales de fortes épines sur la face dorsale du corps chez *Mussidia nigrivenella*.

Il est très rare que le papillon soit récolté au niveau du champ car il se cache généralement pendant la journée. La détermination des adultes est orientée en premier lieu par la forme du corps (robuste ou mince) et la longueur des palpes, ensuite par la forme des ailes au repos (en toit ou étalées). Un corps robuste, des palpes courts et des ailes posées en toit sur le corps au repos correspondent aux foreurs de la famille des Noctuidae. Un corps mince, de longs palpes et des ailes étalées au repos correspondent aux foreurs de la famille des Pyralidae. La forme même de l'aile antérieure aide à différencier les espèces de foreurs.

3.1.3 Conclusion

Les clés de détermination des espèces des foreurs des chaumes et épis du maïs constituent un outil important pour les travaux de terrain. Toutefois il faudra les considérer comme un pas nécessaire dans l'uniformisation des connaissances en ce qui concerne la détermination des espèces des foreurs des graminées dans la zone forestière de Kisangani. Elles n'ont pas la prétention d'être définitives. Au contraire, elles restent perfectibles dans la mesure où une documentation fournie sera disponible. Ces clés restent également ouvertes compte tenu de l'avancée rapide des connaissances scientifiques.

3.2 Les espèces de foreurs des graminées collectées à Kisangani

3.2.1 Présentation et interprétation des résultats

Les foreurs collectés dans la zone de l'étude ont été confrontés aux clés de détermination telles que présentées plus haut. Les espèces rencontrées sur les différentes graminées dans la zone forestière de Kisangani sont consignées dans le tableau 3.

Tableau 3. Espèces de foreurs collectées à Kisangani

Graminée	Espèce de foreur	Chenille	Chrysalide	Papillon
<i>P. maximum</i>	- <i>B. fusca</i>	96	1	1
	- <i>C. aleniellus</i>	11	3	3
<i>Z. mays</i>	- <i>B. fusca</i>	13	4	4
	- <i>S. calamistis</i>	55	4	2
	- <i>E. saccharina</i>	58	12	6
	- <i>M. nigrivenella</i>	206	39	13
	- <i>C. aleniellus</i>	2	0	0
<i>P. purpureum</i>	- <i>B. fusca</i>	-	5	0

Il ressort de l'examen du tableau 3 qu'un total de quatre espèces de foreurs des chaumes et épis a été collecté dans la zone d'étude sur les trois graminées concernées. Il s'agit des espèces *B. fusca* Fuller, *S. calamistis* Hampson, *E. saccharina* Walker et *Chilo aleniellus* Strand. Un seul foreur des épis a été collecté dans la zone de cette étude, en l'occurrence *M. nigrivenella* Ragonot. *Z. mays* a hébergé toutes les cinq espèces de foreurs collectées autour de Kisangani. Deux espèces de foreurs, à savoir *B. fusca* et *C. aleniellus*, ont été collectées sur *P. maximum* tandis que *B. fusca* a été recouvert de *P. purpureum*. Cette dernière graminée a hébergé également d'autres foreurs qui n'ont pu être identifiées.

Dans l'ensemble, *Z. mays* a partagé deux foreurs avec *P. maximum*, en l'occurrence *B. fusca* et *Chilo aleniellus* tandis que *Z. mays* et *P. purpureum* ont eu en commun l'espèce *B. fusca*. Par ailleurs, *B. fusca* a été le seul foreur qui s'est développé sur les trois graminées sous examen à travers toute la zone de l'étude.

3.2.2 Discussion des résultats

Les résultats de cet inventaire, en l'occurrence la présence sur le maïs des foreurs des tiges et épis *B. fusca*, *S. calamistis* et *E. saccharina* rejoignent les rapports qui stipulent que ces trois espèces sont communément rencontrées en Afrique sub-saharienne (Overholt *et al*, 1996). En RD Congo, par exemple, la présence des espèces *S. calamistis* et *E. saccharina* a été signalée tant en savane (Mbusu, 1972 ; PNM, 1973 ; Loma et Macaron, 1985) qu'en zone forestière (Mubenga, 1994 ; Kasoko, 1998) où elles s'attaquent au maïs. En ce qui concerne *B. fusca*, ce foreur a été collecté dans l'aire de l'enquête alors qu'il est généralement considéré comme uniquement savanicole (Pollet, 1978)

L'aire de distribution de *M. nigrivenella* recouvre aussi la zone de l'Afrique au sud du Sahara. Cette espèce est très polyphage. Elle s'attaque aux fruits, plus particulièrement à la graine de plusieurs espèces végétales appartenant à diverses familles botaniques. L'on peut citer entre autres *Theobroma cacao* L. dont les vieilles cabosses peuvent héberger jusqu'à 50 chenilles, *Gossypium* sp, *Glycine max* (L) Merrill, *Phaseolus lunatus* L et *Oryza sativa* L. (Silvie, 1990). D'autre part, une importante pluviométrie semble favoriser le développement de *M. nigrivenella*. En plus, au moment où la plupart d'auteurs montrent que cette espèce n'est pas dangereuse pour les denrées stockées, Loma et Macaron (1985) ont rapporté que le développement du foreur peut continuer en magasin. Dans ce contexte, *M. nigrivenella* constitue un ravageur potentiellement dangereux dans la région forestière de Kisangani où la pluviométrie est élevée et où il est cultivé un grand nombre des plantes hôtes, notamment le cacaoyer et le riz.

En ce qui concerne *C. aleniellus*, son aire de distribution s'étend de l'Afrique de l'ouest à l'Afrique centrale où l'espèce est rencontrée comme ravageur du maïs dans des pays tels que le Cameroun, l'Ouganda, la RD Congo et La Tanzanie

(Tavakilian, 1977). Selon Moyal et Tran (1992), les attaques de *C. aleniellus* commencent vers la fin de la saison culturale. Dans ce cas il se comporte comme *E. saccharina*. Dans d'autres cas, par contre, l'infestation commence très tôt et les signes visibles sur la plante se confondent avec ceux produits par *B. fusca*. Les mêmes auteurs signalent également *C. aleniellus* comme ravageur du riz dans la zone forestière de la Côte d'Ivoire.

3.2.3 Conclusion

Au regard de la littérature disponible, *C. aleniellus*, *B. fusca* et *M. nigrivenella* sont les trois espèces qui viennent s'ajouter à la liste des foreurs des graminées rencontrés dans la zone forestière de Kisangani. *C. aleniellus* revêt une importance potentielle dans la mesure où elle s'attaque également au riz. Dans la zone de cette étude, le maïs et le riz sont souvent cultivés en association. Au demeurant, cette association de deux graminées hôtes peut résulter en de grosses pertes de rendement si des circonstances inattendues arrivaient à favoriser un développement subit des populations de *C. aleniellus* sur le maïs. Ceci étant, ce foreur mérite l'attention des chercheurs qui devront surveiller la dynamique de ses populations dans le temps. En ce qui concerne *M. nigrivenella*, cette espèce est tant nuisible pour le maïs que pour d'autres cultures telles que le riz et le cacaoyer.

CONCLUSION GENERALE

Les objectifs assignés à cette recherche consistaient (1) à mettre sur pied des clés de détermination permettant une reconnaissance acceptablement aisée des foreurs du maïs dans la zone forestière de Kisangani et (2) inventorier les espèces de foreurs existant sur le maïs et quelques graminées sauvages de Kisangani.

Pour atteindre le premier objectif, il a été procédé à une étude bibliographique des rapports de recherche réalisés principalement en Afrique de l'ouest pour déceler les caractéristiques distinctives de différentes espèces. Le travail d'élevage et de vérification continue a permis de confirmer ces caractéristiques et en même temps de satisfaire au deuxième objectif.

Le présent travail a donc abouti aux résultats suivants :

1° L'élaboration des clés de détermination des espèces de foreurs pour les chenilles, les chrysalides et les papillons ;

2° Les espèces *B. fusca*, *M. nigrivenella*, *C. aleniellus*, *E. saccharina* et *S. calamistis* ont été rencontrées dans la zone forestière de Kisangani. Au regard de notre hypothèse de départ, il a été constaté que *M. nigrivenella*, *B. fusca* et *C. aleniellus* ont été les nouvelles espèces rencontrées à Kisangani. Au regard des espèces de foreurs déjà signalées en RD Congo, *C. aleniellus* est le foreur qui fait la différence entre la zone forestière et la savane.

3° *B. fusca* parasite tant le maïs que les deux graminées sauvages sous examen dans cet inventaire. Parmi les foreurs du maïs recouverts dans la zone de l'étude *M. nigrivenella* est la seule espèce dont les chenilles s'attaquent seulement aux épis.

Pour terminer ce travail, il sied de formuler quelques suggestions :

- Il est généralement indiqué que la diversité biologique est plus élevée en forêt qu'en savane. Nous pensons de ce fait qu'il reste encore des

espèces des foreurs de graminées à découvrir dans la zone forestière de Kisangani. Nous suggérons donc la poursuite de l'inventaire des populations de ces ravageurs ;

- Il sera plus intéressant d'évaluer l'importance des dégâts attribuables aux foreurs du maïs dans la zone forestière de Kisangani en vue d'évaluer leur statut de ravageur et l'importance relative des différentes espèces.

BIBLIOGRAPHIE

1. Appert, J et Deuse, 1982: *Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques*. Ed. G-P Maisonneuse et Larose et ACCT. Paris. 420 pp.
2. Bosque-Pérez, N.A. and Mareck, J.H., 1990: Distribution and Species Composition of Lepidopterous Maize Borers in Southern Nigeria. *Bull. Entomol. Res.* 8, pp. 363-368.
3. Cardwell, K.F., Schulthess, F., Ndemah, R. et Ngoko, Z., 1997: A systems Approach to Assess Crop Health and Maize Yield Losses due to Pests and Diseases in Cameroon". *Agric., Ecosyst. and Environ.* 65, pp. 33-47.
4. Chaby-Olaye, A., 2005: Roles of Inland Valleys and Maize Cropping Systems in the Managements of Stems Borers and their Enemies in the Forest of Cameroon. Thèse de doctorat. Université de Hannover. Allemagne. 122 pp.
5. Cournoyer, M., 2000 : Les insectes parasitoïdes et leur utilisation en lutte biologique. *Antennae. Vol. 7 n°3.* 7 pp Disponible sur www.seq.qc.ca. (mars 2007)
6. Cranshaw, W.S 2003: "*Bacillus thuringiensis*". *Cooperative Extension*, Cornell University, Ithaca, N.Y. 2 pp. Disponible sur www.nysaes.cornell.edu (juin 2005).
7. Cugala, D., Overholt, W., Giga, D. et Santos, L., 1999: Performance of *Cotesia sesamiae* and *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) as biological agent against cereal stemborers in Mozambique. *Afr. Crop Sci. J. Vol. 7. No 4, pp. 497-502.* Disponible sur www.bioline.org.
8. Delobel, A., 1975 : *Chilo orichalcociliellus* Strand (Lepidoptera : Pyralidae), foreur des tiges de sorgho et du maïs à Madagascar. I. Caractéristiques morphologiques. *Cah. ORSTOM, sér. Biol., vol. X, No 1, pp. 3-9.* Disponible sur www.bondy.ird.fr

9. Delobel, A., 1977: Mise au point sur la lutte contre les foreurs du riz en Asie tropicale. *Cah. ORSTOM, sér. Biol., vol. X; No 1, pp. 55-63*. Disponible sur www.bondy.ird.fr
10. International Center of Insect Physiology and Ecology, sd : Key to Common African Stemborers belonging to Genera *Chilo* Zincken, *Scirpophaga* Treitschke (Crambidae), *Maliarpha* Raganot (Pyralidae), *Sesamia* Guenée and *Busseola* Thurau (Noctuidae). Disponible sur www.icipe.org
11. Kasoko, L., 1998 : *Contribution à l'étude épidémiologique des attaques des borers des tiges des maïs à Kisangani*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade d'ingénieur agronome. Institut Facultaire des Sciences Agronomiques. IFA – Yangambi.
12. Loma et Macaron, 1985 : *Vers un essai du contrôle de la population des Lépidoptères parasites du maïs au plateau de Bateke*. Centre de recherche en pédagogie appliquée, Kinshasa, Zaïre, 104 p.
13. Mbusu, N.M., 1972: Essai de recherche écologique sur les insectes phytophages des cultures de maïs aux environs de Lubumbashi et de Kinshasa. Mémoire présenté pour l'obtention du grade d'ingénieur agronome. UNAZA. Campus de Kinshasa.
14. Moyal, P. et Tran, M., 1992 : *Chilo aleniellus* (Lepidoptera : Pyralidae), a stem borer of maize in Côte d'Ivoire. *Bull. Entomol. Res.*, 82. pp. 67-72. www.horizon.documentation.ird.fr (février 2007).
15. Moyal, P. et Tran, M., 1989: Etude morphologique des stades pré-imaginaux des Lépidoptères foreurs du maïs en zone de savane de Côte- d'Ivoire. *Annl. Soc. Ent. Fr (NS)*, 25 (4), pp. 461-472.
16. Mubenga, K., 1994: Contribution à l'étude des chenilles foreuses des tiges et épis de maïs sous infestation naturelle à Kisangani. Mémoire présenté pour l'obtention du grade d'ingénieur agronome. Institut Facultaire des Sciences Agronomiques. IFA-Yangambi. 22 pp.

17. Ndemah, R., Schulthess, F., Poehling, M., Borgemeister C. et Georgen G., 2001a: "Natural Enemies of Lepidopterous Borers on maize and Elephant Grass in the Forest Zone of Cameroon". *Bull. Entomol. Res.* 91, pp. 205-212.
18. Ndemah, R., Gounou, S. and Schulthess, F., 2002: The role of Wild Grasses in the Management of Lepidopterous Stemborers on Maize in the Humid Tropics of Western Africa. *Bull. Entomol. Res.* 92, pp. 507-519.
19. Overholt, W.A., Ngi-Song, A.J., Omwega, C.O., Kimani-Njogu, S.W., Mbapila, J., Sallam, M. N. et Ofomata, V., 1996: A review of the Introduction and Establishment of *Cotesia flavipes* Cameron. East Africa Biological Control of Cereal Stemborers". *Ins. Sci. Appl.* (17), pp. 77-88. Disponible sur www.stemborer.org (avril 2005).
20. Silvie, P., 1990 : *Mussidia nigrivenella* Ragonot (Pyralidae, Phycitinae) : Un ravageur mal connu du cotonnier. *Cot. Fib. Trop.*, vol. 45, fasc.4, pp. 323-333. Disponible sur www.horizon.documentation.ird.fr.
21. Tavakilian, G., 1977 : Le genre *Chilo* en Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, vol. XII, n° 1, 47-54. Disponible sur www.bondy.ird.fr (février 2007).
22. Tollens, E., 2004 : « Les défis : Sécurité alimentaire et cultures de rente pour l'exportation. Principales orientations et avantages comparatifs de l'agriculture en RD Congo ». In Table Ronde sur l'Agriculture en RDC. Kinshasa, 19-2 mars 2004. 38 pp.
23. Tran, M, 1989 : Reconnaissance des principaux foreurs des tiges de riz, du maïs et de la canne à sucre. *Initiations-Documentations techniques n° 48. ORSTOM.* 41 pp. Disponible sur www.horizon.documentation.ird.fr. (février 2007).

ANNEXES

Quelques figures des foreurs du maïs

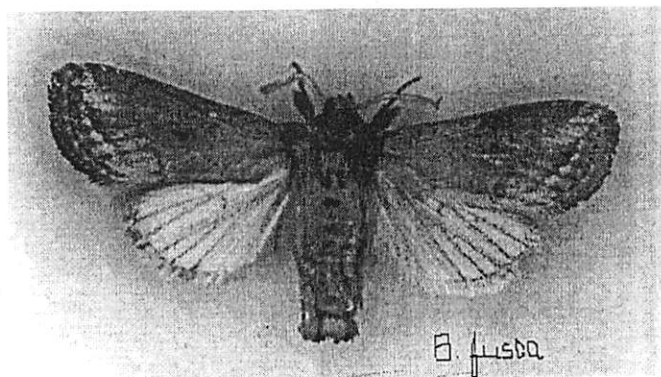


Fig. 1. Adulte de *B. fusca* (www.icipe.org, 2005)

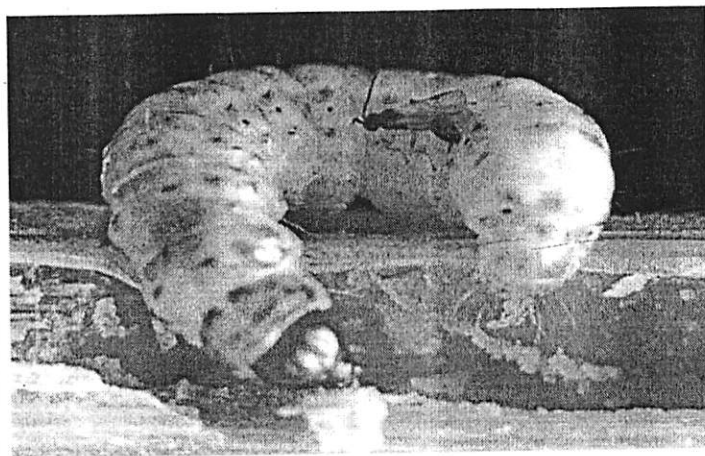


Fig.2. Chenille de *B. fusca*

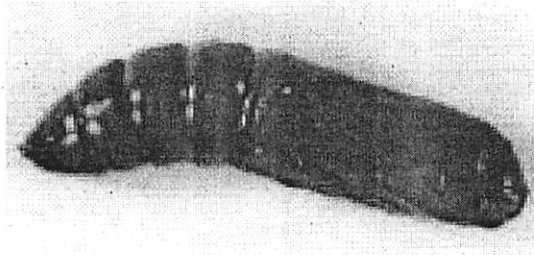


Fig. 3. Chrysalide de *B. fusca* (www.agricomseeds.com, 2005)

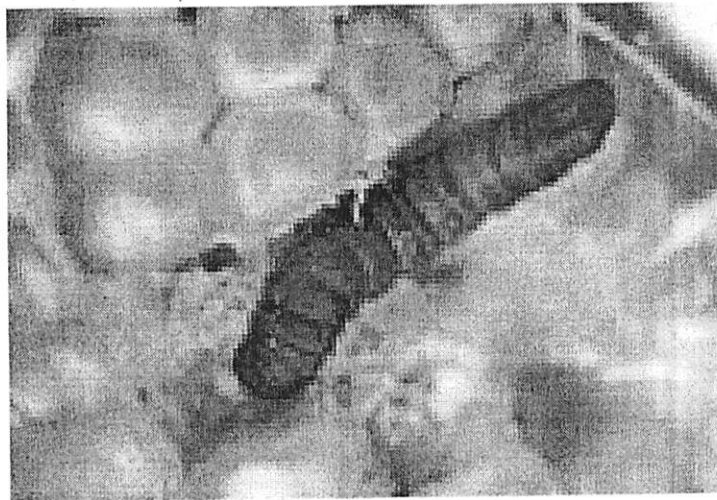


Fig.4. Chenille de *E. saccharina* (www.agricomseeds.com, 2005)

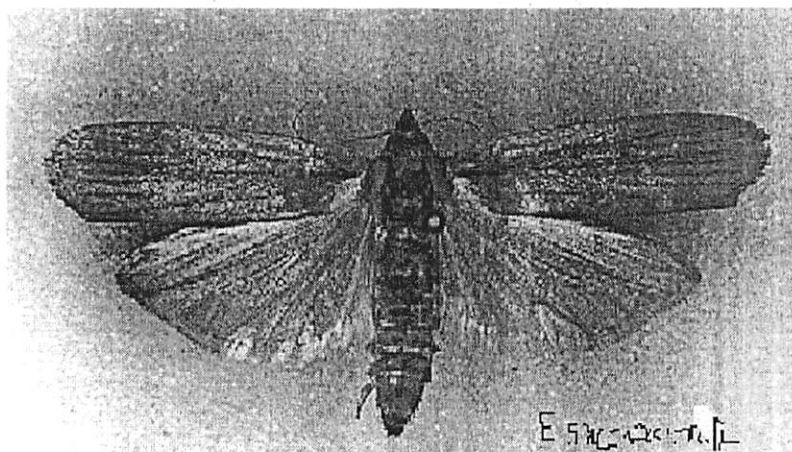


Fig. 5. Adulte de *E. saccharina* (www.icipe.org, 2005)

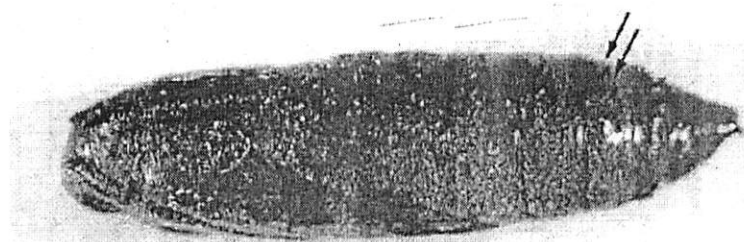


Fig. 6. Chrysalide de *M. nigrivenella* (Silvie, 1990). Noter les deux rangées d'épines longitudinales sur l'abdomen de la chrysalide et les deux épines incurvées sur le crémaster.

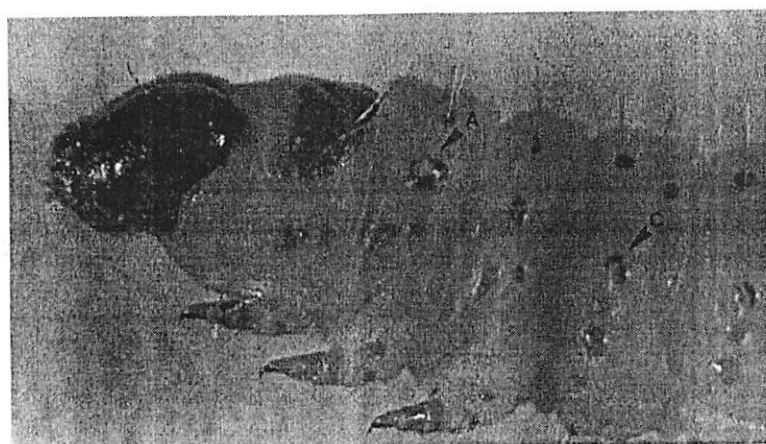


Fig.7. Vue des détails sur une chenille de *M. nigrivenella* (Silvie, 1990). Noter l'anneau sclérifié sur le mesothorax (A) et la sclérisation en forme de croissant sur les segments abdominaux (C).

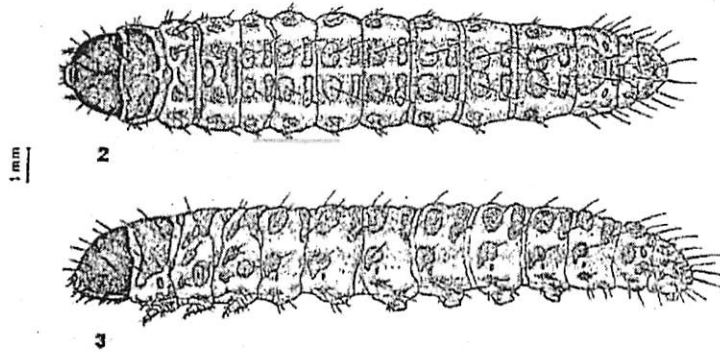


Fig.8. Chenille de *C. aleniellus* en vue dorsale et latérale (Moyal et Tran, 1992)

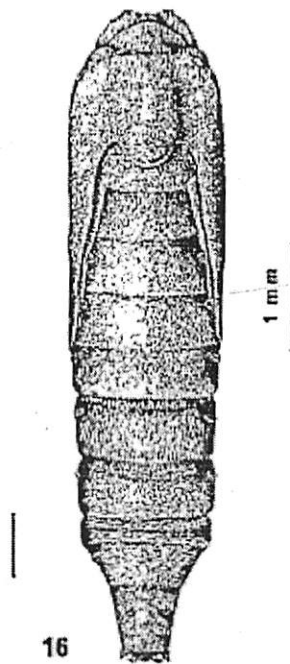


Fig.9. Chrysalide de *C. aleniellus* (Moyal et Tran, 1992).

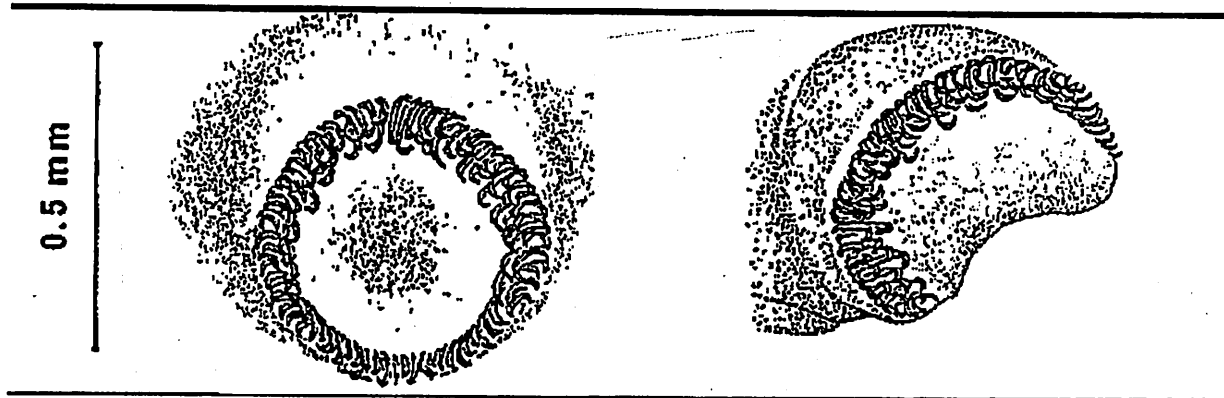


Fig. 10. Fausses pattes coronate (gauche) et mésosériériée (droite) de *C. aleniellus* (Moyal et Tran, 1992).