

QUELQUES ASPECTS DE LA BIOÉCOLOGIE DE *GOIMBRASIA HECATE* (LEPIDOPTERA ; SATURNIIDAE) DANS LA ZONE SOUDANO SAHELIENNE AU MALI

Bakary Sagara¹,
Moussa Bina Mahamadou Cissé¹
Amoro Coulibaly¹

¹Institut Polytechnique Rural de Formation et Recherche Appliquée (IPR-IFRA)

Adresse des auteurs

Bakary Sagara, bakarysagara@yahoo.fr
Moussa Bina Mahamadou Cissé, moussabina@yahoo.fr
Amoro Coulibaly, coulibalya2002@yahoo.fr

Résumé

Au Mali, la population essentiellement rurale exerce sur l'environnement une pression de plus en plus insoutenable. En plus, le changement climatique et les mutations des biotopes, essentiellement d'origine anthropique, entraînent le déclin de nombreuses espèces animales et végétales. Pour faire face à ces menaces, il est urgent de connaître la biologie et l'écologie de *Goimbrasia hecate*, chenilles comestibles dans certaines localités du Mali. Pour cela des prospections ont lieu à Debo Massassi (cercle de Diéma) et un élevage, en conditions semi-naturelles, a été fait (près de Bamako) pour connaître la biologie de l'insecte. Dans le cercle de Diéma, *Goimbrasia hecate* se nourrit sur huit espèces de ligneux. Les adultes émergent à partir de mi-juillet et vivent trois à quatre jours. Les femelles pondent sur *Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum* et *Piliostigma reticulatum*. Le stade larvaire dure en moyenne 32 à 37 jours et la diapause est d'environ 10 mois. Les prédateurs identifiés sont des oiseaux et des reptiles. Ces données nouvelles sur *G. hecate* seront utiles pour améliorer nos connaissances sur cet insecte consommé par certaines populations humaines au Mali.

Mots clés : *Goimbrasia hecate*, chenilles comestibles, bioécologie, Diéma.

Abstract

In Mali, the predominantly rural population is exerting an increasingly unsustainable pressure on the environment. In addition, climate change and mutations of biotopes, mainly of anthropogenic origin, lead to the decline of many animal and plant species. To face these threats, it is urgent to know the biology and ecology of *Goimbrasia hecate*, edible caterpillars in some localities of Mali. Thus, surveys Debo Massassi (a village of the borough of Diéma) and a breeding has been established (near Bamako) to know the biology. In the circle of Diéma, *Goimbrasia hecate* feeds on 8 species of ligneous. The first adults emerge from mid-July with a lifespan of 3 to 4 days. Females choose *Guira senegalensis*, *Combretum glutinosum* and *Piliostigma reticulatum* as oviposition sites. The larval stage lasts an average of 32 to 37 days and the diapause is approximately 10 months. The identified predators are birds and reptiles. This new knowledge on *G. hecate* will be useful for scientific and technological research.

Key words: *Goimbrasia hecate*, edible caterpillars, bioecology, Diéma.

1. Introduction

Au Mali, la population essentiellement pauvre (63,8%) exerce sur l'environnement une pression de plus en plus insoutenable (DNSI, 2003). Pour relever ces défis majeurs que sont la pauvreté, la faim et la dégradation de l'environnement, les gouvernements successifs tentent de trouver des solutions alternatives pour mieux satisfaire les besoins essentiels des populations. Dans la recherche de solutions, la valorisation de la biodiversité apparaît comme une piste à explorer (Kombélé et Ngama, 1995 ; Konaté et Linsenmair, 2010). Actuellement des efforts sont fournis en vue d'améliorer l'utilisation des produits forestiers non ligneux.

Ainsi, en 2002, le Programme des Produits forestiers non ligneux (PFNL) de la FAO, soulignant la prise de conscience du besoin de développer davantage la sensibilisation sur le potentiel des insectes comestibles dans les stratégies de survie des populations qui dépendent de la forêt, a lancé une étude sur les chenilles. Le but de cette étude était de connaître leur rôle et leur importance dans les moyens d'existence locaux mais aussi pour répondre aux déficits de connaissances sur ce sujet (FAO, 2003). Dans la mise en œuvre de cette politique de la FAO, les lépidoptères occupent une place importante dans l'entomophagie et le nombre d'espèces consommées. Pour Ramos-Elorduy (1997), 228 espèces de lépidoptères sont consommés tandis que Shockley et Aaron ont recensé 396 espèces en 2014. Le « mopane », *Gonimbrasia belina* est la chenille la plus connue et a fait l'objet de plusieurs études dont plus de 30 publications (Gashe & Mpuchane, 1996). Des études ont été menées sur d'autres Saturniidae comme *Imbrasia forda* (Paiko et al., 2014; Anvo et al., 2016), *Imbrasia oyemensis* (Akpossan et al., 2014 ; Fouabi et al., 2015 ; Ekebill et al., 2016) et *Imbrasia truncata* (Mabossy-Mobouna et al., 2017). Il y a peu ou pas d'informations scientifiques sur de nombreuses espèces de chenilles comestibles comme *Goimbrasia hecate*. En plus, le changement climatique et les mutations des biotopes, essentiellement d'origine anthropique, entraînent le déclin de nombreuses espèces de chenilles comestibles.

Pour faire face à ces menaces, il importe de connaître la biologie et l'écologie pour mettre au point des technologies de valorisation adaptées. Une des voies à explorer est l'élevage en vue de disposer de grandes quantités de chenilles pour préserver l'espèce, améliorer l'état nutritionnel et les conditions de vie des populations maliennes. Le but de la présente étude est de fournir des données fiables sur le cycle de vie (durée des différents stades) de *Goimbrasia hecate*, les aspects biologiques (cycle biologique, comportement trophique, etc.).

2. Matériel et méthodes

2.1. Espèce étudiée

L'espèce faisant objet de l'étude est *Goimbrasia hecate* qui appartient à la famille des Saturniidae, l'ordre des Lépidoptères. Dans le cercle de Diéma, le nom en Bamanakan des chenilles de *Goimbrasia hecate* est «Batankè» et l'adulte (papillon) qui en dérive est appelé «Batankè Ba» qui signifie mère de la chenille. Les chenilles sont consommées par la population de Debo Massassi et sont utilisées dans la pharmacopée.

2.2. Zone d'étude

Le cercle de Diéma couvre une superficie de 12440 km² et le climat est sahélien avec une pluviométrie annuelle moyenne 570,7 mm. Les cours d'eau sont tributaires de la pluviométrie. La végétation est de type herbacé avec des ligneux comme *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptica*, *Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *C. micranthum*, *Terminalia macroptera* *Piliostigma reticulatum*, *Sclerocarya birrea*, *Diospyros mespiliformis* et *Ziziphus*

mauritiana. Le sol du sous-secteur de Diéma est de type sablonneux au Nord, sablo-argileux au centre et limoneux-argileux au Sud. Le système de production est une agriculture de subsistance, pluviale, itinérante à base de mil/sorgho et d'arachide et un élevage extensif (Secteurs de l'Agriculture de Diéma, 2012).

L'étude a été effectuée dans le village de Debo Massasi dont les coordonnées géographiques sont: N 14°34.788' et W 009°22.199'.

2.3. Identification de la gamme de plantes hôtes

L'aire d'échantillonnage a été de 5 bandes non contiguës de longueurs variables (100 à 200 m) et de 30 m de largeur. Afin de déterminer les plantes hôtes, dans les bandes, toutes les feuilles sur les deux faces jusqu'à 2m de hauteur de tous les pieds de ligneux et le sol sous le houppier ont été examinés. En cas de présence d'ooplaques, d'imago, de chenilles, de traces d'attaques ou de déjections de chenilles de *G. hecate*, le ligneux en question était identifié, grâce aux documents (Arbonnier, 2002) et avec l'aide de personnes ressources.

2.4. Identification des plantes recevant les pontes

Dans chaque bande, tous les pieds rencontrés portant des ooplaques de *G. hecate* ont été identifiés et dénombrés. La position de l'ooplaque (Meyer, 2012) sur la plante par rapport au sol (hauteur d'insertion) et la taille de la plante ont été mesurées.

L'ANOVA a été utilisée pour déterminer le nombre moyen d'ooplaque. Le nombre moyen d'ooplaque par plante hôte et les hauteurs d'insertion des ooplaques ont été comparées par le test de Fisher (LSD). Le test de corrélation de Spearman a été utilisé pour évaluer la relation entre le point d'insertion de l'ooplaque et la taille de la plante hôte.

2.5. Etude des périodes de vol

Dans le terroir de Débo Massasi, les adultes de *G. hecate* ont été capturés à l'aide d'un piège lumineux accroché dans un arbre à 1,80 m du sol. En début août, pendant 5 jours successifs, le piégeage a été effectué de 20h00 à 00h30 et les alentours du piège prospectés toutes les 20 min. Les nombres d'adultes mâles et femelles ont été déterminés entre 20h00 et 22h00 et entre 22h30 et 00h30.

2.6. Recherche des ennemis naturels

En début d'août, pendant la journée de 06h00 à 11h00 puis de 16h00 à 19h00, les bandes de l'aire d'échantillonnage ont été inspectées à la recherche d'animaux se nourrissant de chenilles de *Goimbrasia hecate*. Les animaux insectivores rencontrés ont été notés et les contenus du tube digestif d'un varan de sable et d'un calao ont été récupérés. Des trichogrammes ont été capturés autour d'ooplaque dont les œufs présentant des trous de sorti de ces insectes.

2.7. Elevage

Les chenilles sauvages âgées ont été récoltées sur les plantes hôtes à Débo Massasi puis placées dans des cages placées dans un local aéré à la température ambiante à Bamako (Figure 1). Les chenilles étaient nourries de rameaux de plantes hôtes. Chaque 2 jours, après les décomptes des chenilles mortes, les chenilles manquantes ont été considérées comme celles ayant passé au stade de chrysalide. La date et le nombre de chenilles métamorphosées en stade chrysalide ont été notés.

L'année suivante, les adultes émergés ont été mis dans des cages grillagées de 3,64 m³ placées sur les ligneux (*Guira senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum*) pour l'élevage (Figure 2). Chaque cage était tapissée d'une épaisse couche de terre constituée de 93,5% de sable, de 4% de limon et de 2,5% d'argile avec un pH variant entre 3,96 et 6,19.

Cette couche de 35 cm d'épaisseur a été prélevée dans la zone de récolte des chenilles. Au cours des 3 années de l'étude, de juillet à septembre, les températures moyennes enregistrées ont variées entre 27,38°C et 27,85°C avec des hygrométries moyennes variant entre 72,96% et 82,32%



Figure 1: Cage d'élevage des chenilles sauvages de *Goimbrasia hecate*



Figure 2: Cage placée sur *Guira senegalensis* pour l'élevage de *Goimbrasia hecate*

2.8. Etudes de la durée des stades du cycle de développement

2.8.1. Détermination de la durée de la diapause

Les chrysalides ont été placées par 20 dans des cages qui étaient examinées 2 fois par jour (08h00 et 22h00). En cas de présence d'adulte dans une cage, la date d'émergence a été enregistrée et l'adulte retiré. Les dates de passage des chenilles à la chrysalide et d'émergence des adultes ont permis de déterminer la durée de la diapause.

2.8.2. Détermination de la durée de vie de l'adulte

Les adultes ont été placés individuellement dans des cages qui ont été examinées à 09h00 et 18h00. Les dates d'émergence et de mort enregistrées ont permis de déterminer la longévité des adultes en captivité.

2.8.3. Détermination de la durée d'incubation des œufs

Dans chaque cage, il a été placé un couple d'adulte (mâle et femelle) âgé d'un jour. Les cages ont été inspectées matin et soir à la recherche d'ooplaques. Les dates de ponte et d'éclosion de chaque ooplaque ont été enregistrées.

2.8.4. Détermination de la durée du stade larvaire

Les colonies de chenilles obtenues à partir d'ooplaques suivies ont été gardées sur place. Ainsi, les chenilles de la même colonie ont été considérées comme une seule entité. Les dates de mues et de nymphose de chaque élément de la colonie ont été enregistrées.

2.8.5. Traitement et analyse des données

L'ANOVA de XLSTAT 7.5 a été utilisée pour déterminer les durées moyennes des états et stades larvaires. Les moyennes des durées des différents états et stades larvaires des 3 années ont été comparés par les tests de Fisher (LSD). Le test de corrélation de Spearman a été utilisé pour évaluer la relation entre les dates d'émergence des adultes et le taux d'humidité.

2.9. Etude de la morphologie et des comportements

2.9.1. Chrysalides

Les chrysalides ont été déterrées deux jours après la diapause de toutes les chenilles et la profondeur à laquelle se trouve chaque chrysalide a été mesurée. La taille et le poids de chaque chrysalide ont été notés. Les chrysalides mâles et femelles ont été différenciées par l'observation avec la loupe (Gardiner, 2003).

2.9.2. Adultes

A l'aide d'une loupe, les différentes parties du corps de l'adulte ont été observées afin de les décrire et de différencier les mâles des femelles sur la base morphologique (Scoble, 1995). Les envergures des adultes mâles et femelles ont été mesurées. Les dates et les périodes d'émergence des mâles et femelles ont été enregistrées.

2.9.3. Dénombrement des œufs d'ooplaque

Les images des ooplaques photographiées ont été transférées à l'ordinateur et avec le logiciel de traitement des images, le nombre d'œufs par ooplaque a été compté.

2.9.4. Chenilles

Les chenilles ont été mesurées 2 jours après chaque mue. Pour déterminer le comportement des chenilles de *G. hecate* en fin du stade larvaire, 20 chenilles au stade larvaire 5 ont été nourries avec des rameaux de feuille de *G. senegalensis*. Les comportements observés (prise de nourriture, déplacement, aspect morphologique) ont été notés.

2.9.5. Traitement et analyse des données

Les termes techniques essentiels utilisés ont été choisis selon le sens de Seguy (1967). Les moyennes des mensurations ont été déterminées par ANOVA et les comparaisons des 3 années effectuées par le test de Fisher. Le nombre moyen d'adultes mâles et femelles en fonction des périodes de vol ont été déterminés.

3. Résultats

3.1. Gamme de plantes hôtes

Dans le cercle de Diéma, *Goimbrasia hecate* se nourrit de 8 espèces de plantes appartenant à 5 familles différentes (Tableau 1). La moitié de ces espèces est de la même famille des combrétacées. En tenant compte uniquement des ligneux, la flore de la zone de récolte des chenilles est composée de 56,38% de *G. senegalensis*, de 25,14% de *C. glutinosum*, de 16,08% de *P. reticulatum* et de 2,40% les autres espèces.

Tableau 1: Plantes hôtes de *Goimbrasia hecate* dans le cercle de Diéma

N°	Nom scientifique	Nom en langue locale		Famille
		Bamanakan	Soninké	
1	<i>Guiera senegalensis</i>	Koundiè	Khamu	Combretaceae
2	<i>Combretum glutinosum</i>	Tiankara	Tahé	
3	<i>Combretum micranthum</i>	Ngolobè	Kandé	
4	<i>Terminalia macroptera</i>	Wolo	Khamba	
5	<i>Piliostigma reticulatum</i>	Ngniama	Yahé	Caesalpiniaceae
6	<i>Sclerocarya birrea</i>	N'gouna	Tumbé	Anarcadiaceae
7	<i>Diospyros mespiliformis</i>	Sounsoun	Djomba	Ebenaceae
8	<i>Mitragyna inermis</i>	Dioun	Khilé	Rubiaceae

3.2. Préférences de ponte

Les femelles choisissent comme site d'oviposition *G. senegalensis*, *C. glutinosum* et *P. reticulatum*. Sur ces 3 espèces de plantes hôtes se trouvent 97,96% des ooplaques dénombrées. Les ooplaques sont présentes sur 10,80% des pieds de plantes hôtes de l'aire d'échantillonnage. Parmi ces pieds portant au moins une ooplaque, *G. senegalensis* représente 52,63%, *P. reticulatum* 38,60% et *C. glutinosum* 8,77%.

Les hauteurs d'insertion varient de 10 cm à 194 cm au-dessus du sol. La hauteur d'insertion moyenne des ooplaques a été $55,57 \pm 40,31$ cm pour les trois plantes hôtes (Tableau 2).

La corrélation a été significative entre la hauteur d'insertion des ooplaques et la hauteur de la plante hôte (au seuil de signification Alpha=0,050, p-value bilatérale < 0,0001).

Tableau 2 : Hauteur moyenne des plantes hôtes et des points d'insertion des ooplaques à Débo Massassi

Plantes hôtes	Taille moyenne (cm)	Hauteur moyenne d'insertion des ooplaques (cm)
<i>C. glutinosum</i>	148,417	76,583
<i>G. senegalensis</i>	134,512	69,610
<i>P. reticulatum</i>	112,886	48,114

3.3. Périodes de vol des adultes

Les mâles et les femelles sont attirés par la lumière. A Débo Massassi, en août, entre 20h00 et 22h00, le nombre de femelles capturées est 3,25 fois supérieur au nombre de mâles capturés. De 22h30 à 00h30 le nombre de mâles capturés est 2,5 fois supérieur au nombre de femelles capturées.

3.4. Ennemis naturels dans le cercle de Diéma

Les ennemis naturels vertébrés recensés sont :

- le Coucou de Levaillant (*Clamator levaillantii*), une espèce d'oiseau de la famille des Cuculidae ;
- le calao (*Buceros* sp.) de la famille des Bucerotidae ;
- le varan (*Varanus exanthematicus*) de la famille des Varinadae ;

- le caméléon de la famille des Chamaeleonidae ;
- les trichogrammes.

3.5. Longévité et cycle de vie

Goimbrasia hecate est univoltine dans la zone d'étude.

3.5.1. Durée de la diapause

La durée moyenne de la diapause est de $308,88 \pm 7,68$ jours. La durée la plus courte de la diapause a été constatée pendant la 2^{ème} année ($301 \pm 8,48$ jours). La durée la plus longue a été enregistrée pendant la 3^{ème} année ($319 \pm 6,87$ jours).

Pendant la 1^{ère} année, le passage des chenilles à la diapause a duré 9 jours. Les premiers adultes ont émergé en mi-juillet et pendant 13 jours. La diapause a durée $305,5 \pm 3,53$ jours.

3.5.2. Durée de vie de l'adulte

Dans les conditions d'élevage en station, les adultes de *Goimbrasia hecate* ont vécu en moyenne $3,74 \pm 0,89$ jours. Il n'y a pas différence significative entre les durées de vie des différentes années et pas de relation entre les dates d'émergence et le taux d'humidité.

3.5.3. Durée d'incubation des œufs

La durée moyenne d'incubation des œufs est de $12,22 \pm 1,10$ jours. Les durées d'incubation des œufs en 2^{ème} année ont été significativement différentes des durées d'incubation des œufs en 1^{ère} et 2^{ème} année.

3.5.4. Durée des stades larvaires

Le stade larvaire a duré en moyenne $34,32 \pm 2,29$ jours en élevage. Les durées moyennes des différents stades larvaires sont les suivantes : Stade larvaire 1 = $6,33 \pm 0,76$ jours; Stade larvaire 2 = $6,29 \pm 1,40$ jours; -Stade larvaire 3 = $6,37 \pm 1,31$ jours; Stade larvaire 4 = $7,35 \pm 1,05$ jours et Stade larvaire 5 = $8,58 \pm 1,27$ jours.

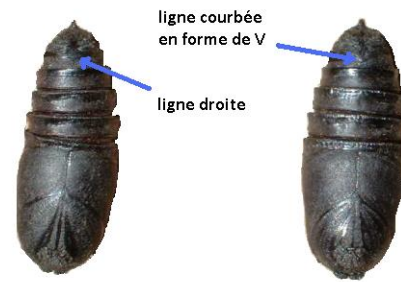
3.6. Quelques caractéristiques morphologiques et comportementales

3.6.1. Chrysalides

La nymphose a lieu dans le sol à une profondeur de 8,10 à 10,60 cm. A l'air libre, au premier jour de la diapause, les chrysalides ont une couleur jaune qui vire progressivement au noir (Figure 3). Les chrysalides sont fusiformes et composées de 5 segments visibles. Elles mesurent en moyenne $33,81 \pm 1,76$ mm avec un poids moyen de $3220,27 \pm 131,75$ mg. La bordure de la face ventrale du dernier segment des chrysalides mâles forme une ligne droite parallèle au segment précédent alors que chez les chrysalides femelles cette ligne est en forme de V (Figure 4).



Figure 3: Chrysalide d'un jour sur le sol et chrysalide à moitié enfouie dans le sol de *Goimbrasia hecate*



Chrysalide mâle

Chrysalide femelle

Figure 4: Chrysalide mâle et chrysalide femelle de *Goimbrasia hecate*

3.6.2. Adultes

L'envergure moyenne de l'adulte est de $126,53 \pm 3,89$ mm. Les ailes sont brunes ou brun noirâtre. Une bande brun noire diffuse parcourt les ailes antérieures. Chaque aile possède un ocelle. Ils sont grands et cerclés de brun, de noir et de blanc sur les ailes antérieures (Figure 5). Les pièces buccales sont atrophiées. Les antennes brun noirâtre sont pectinées chez l'adulte mâle et chez la femelle, elles sont brunes minces et fines (Figure 6).

Les adultes commencent à apparaître à la même période en début de juillet dans la nature (Diéma) et en captivité (Bamako).



Figure 5: Adulte de *Goimbrasia hecate* obtenu en élevage

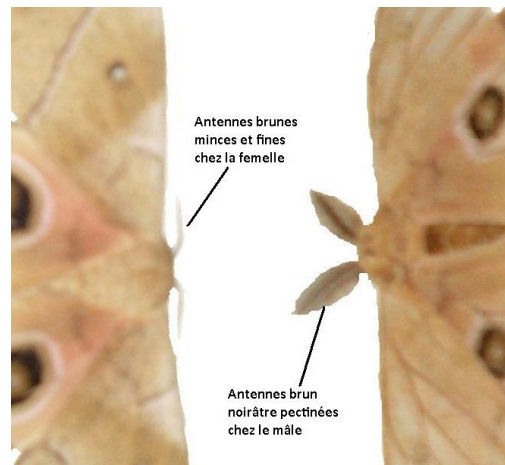


Figure 6: Adulte mâle et adulte femelle de *Goimbrasia hecate*

3.6.3. Œufs

Les œufs sont blancs et disposés côte à côte en masse (ooplaque), sur la face inférieure des feuilles les uns à côté des autres, formant des figures variables.

Le nombre moyen d'œufs a été de $111,57 \pm 33,59$ œufs par ooplaque. Avec $P < 0,0001$, le test Fisher a classé les nombres moyens d'œufs par ooplaque des plantes hôtes en 3 groupes significativement différents (

Tableau 3).

Tableau 3 : Classement et regroupements des nombres moyens d'œufs par ooplaque des plantes hôtes de *Goimbrasia hecate*

Plantes hôtes	Nombre moyen d'œufs par ooplaque	Regroupements
<i>Combretum glutinosum</i>	164,500	A
<i>Piliostigma reticulatum</i>	117,583	B
<i>Guiera senegalensis</i>	95,938	C

3.6.4. Chenilles

Aux stades larvaires 1 et 2, les chenilles vivent sur la face inférieure des feuilles. Au stade larvaire 1, elles sont jaunes avec une tête brune. Leur taille moyenne est de $10,03 \pm 1,27$ mm (Figure 7). Les chenilles au stade larvaire 2 ont la tête noire avec un corps noir parsemé de points blancs. Elles ont une longueur moyenne de $14,90 \pm 2,74$ mm (Figure 8).



Figure 7: Colonie de chenilles de *Goimbrasia hecate* au stade larvaire 1

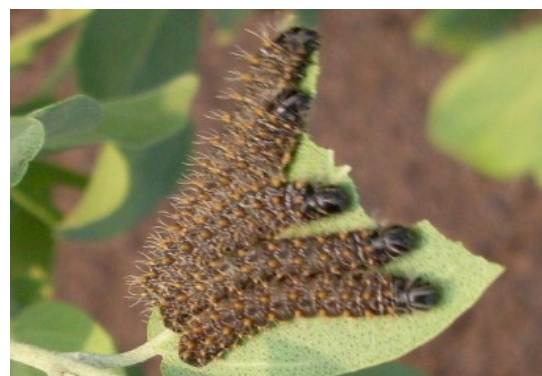


Figure 8: Chenilles de *Goimbrasia hecate* au stade larvaire

Les chenilles au stade larvaire 3 sont blanches tachetées de points noirs. La tête est brun foncé et le corps composé de 13 segments visibles. La longueur moyenne est de $29,33 \pm 6,38$ mm (Figure 9). Les chenilles au stade larvaire 4 sont blanches avec des lignes noires longitudinales et dorsales. La tête est rouge avec des mandibules puissantes. La taille moyenne à ce stade est de $57,82 \pm 5,92$ mm (Figure 10). Les chenilles au stade larvaire 5 sont blanches avec une couleur plus vive que celle des chenilles au stade larvaire 4.. La taille moyenne est de $77,14 \pm 9,74$ mm.



Figure 9: Chenille de *Goimbrasia hecate* au stade larvaire 3



Figure 10: Chenilles de *Goimbrasia hecate* au stade larvaire 4



Figure 11: Chenilles de *Goimbrasia hecate* au stade larvaire 5

Les chenilles aux stades larvaires 1 et 2 sont restées «grégaire» ensuite aux stades larvaires 3, 4 et 5 elles sont devenues solitaires jusqu'à la nymphose.

4. Discussion

4.1. Gamme de plantes hôtes

A Débo Massassi, 8 espèces de plantes hôtes ont été dénombrés pour *Goimbrasia hecate*. En Afrique australe, 14 espèces de plantes hôtes sont dénombrées pour *Goimbrasia belina* (van Wyk, 1972; Taylor et Moss, 1982; Allotey et al., 1996). Il semble que la gamme est plus large car les chenilles au stade 4 et 5 sont capables de se nourrir sur des ligneux rencontrés «au hasard». Les deux espèces de *Goimbrasia* sont donc polyphages.

4.2. Préférences de ponte

Les femelles de *Goimbrasia hecate* préfèrent pondre sur *G. senegalensis* qui représente plus de 50% des ligneux dans la zone d'étude. Cette préférence peut s'expliquer par le fait que *G. senegalensis* est buissonnant. Ce qui offre plus de sécurité pour les adultes, les œufs et les chenilles de stade larvaire 1 et 2. La préférence pour les arbres feuillus pourrait être liée à la plus grande quantité d'ombre fournie et à la sécurité (Björkman et al., 1997).

4.3. Périodes de vol des adultes

Les différents sexes volent à différentes heures de la nuit. Les femelles sécrètent des phéromones en début de soirée pour attirer les mâles qui volent plus tard pour localiser ces femelles (Scoble, 1995). Lors des captures des adultes de *Goimbrasia hecate* à Débo Massassi, les femelles étaient plus nombreuses que les mâles en début de soirée.

4.4. Ennemis naturels

Dans le terroir de Débo Massassi, 2 espèces d'oiseaux et 2 espèces de reptiles sont identifiées comme des prédateurs des chenilles de *Goimbrasia hecate*. Par contre une étude menée par Styles (1995) a recensé 34 espèces différentes d'oiseaux qui attaquent les chenilles de *Goimbrasia belina*. La prédation par les fourmis a été observée par Styles et Skinner (1996) au Botswana. Mais à Débo Massassi, ce sont des trichogrammes qui étaient présents sur les ooplaques.

4.5. Longévité et cycle de vie

La durée moyenne de la diapause de *Goimbrasia hecate* est environ 10 mois, donc l'espèce est univoltine dans la zone soudano sahélienne. Ce résultat est conforme en partie à ceux de Oberprierler (1995). En effet selon cet auteur, *Goimbrasia belina* dans les zones arides est univoltine et bivoltine dans les zones humides.

La durée moyenne de vie de l'adulte de *G. hecate* en élevage est similaire à celle de l'adulte de *G. belina* qui est d'environ 5 jours dans des conditions de laboratoire et probablement de 2 à 3 jours dans la nature (Ditlhogo, 1996).

La durée d'incubation des œufs est de 11 à 13 jours pour de *G. hecate*. En zone humide, les chenilles de *G. belina* émergent après 10 jours d'incubation (Klok et Chown, 1999).

La durée du stade larvaire en élevage de *G. hecate* est inférieure à la durée de 42 jours de *G. belina* en Afrique Australe (Gaston *et al.*, 1997). La durée de chaque stade larvaire peut varier entre les générations (Oberprierler, 1991).

4.6. Caractéristiques morphologiques et comportementales

La nymphose s'effectue dans le sol. C'est un constat général fait par plusieurs auteurs (Richards et Davies, 1988). Les chrysalides de *Goimbrasia hecate* ressemblent aux chrysalides de *Goimbrasia belina* sur le plan morphologique. Il en est de même pour les adultes des deux espèces. Les mâles sont différenciés des femelles au niveau des antennes (Gardiner, 2003).

Les femelles de *G. hecate* déposent en moyenne $86,90 \pm 34,79$ œufs sur la face inférieure des feuilles tandis que *G. belina*, peut déposer jusqu'à 355 œufs en une ooplaque. Cette différence du nombre d'œufs peut être dû au support végétal. En effet, *G. belina* vit sur un arbre (Ditlhogo, 1996 ; Van den Berg, 1971) alors que de *G. hecate* vit essentiellement sur les ligneux. La taille des chenilles de *G. hecate* varie de $10,03 \pm 1,27$ mm à $77,14 \pm 9,74$ mm. Durant le stade larvaire, les chenilles de *G. belina* augmentent 4000 fois de masse corporelle (Gaston *et al.*, 1997).

Les chenilles de *G. hecate* aux stades larvaires 1 et 2 sont grégaires alors que les chenilles de *G. belina* sont strictement grégaires du stade larvaire 1 au stade larvaire 3 et forment des agrégations de 20 à 200 individus (Oberprierler, 1995). Les études ont montré que les

agrégations permettent aux individus d'atteindre des températures corporelles stables qui réduisent les pertes en eau. Un tel règlement physiologique pourrait accélérer la croissance (Reynolds et Nottingham, 1985). Ainsi la durée du stade larvaire est réduite, ce qui diminue le temps d'exposition aux ennemis et conditions biotiques défavorables.

5. Conclusion

Peu d'études ont été réalisées sur *Goimbrasia hecate* en Afrique occidentale. L'étude montre que les premiers adultes de *G. hecate* émergent à partir de mi-juillet à Diéma et la durée de vie est de 3 à 4 jours. En début de soirée, les femelles sont plus nombreuses que les mâles. L'insecte vit essentiellement sur les ligneux et l'oviposition se fait sur *Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum* et *Piliostigma reticulatum*. La durée d'incubation des œufs est environ 12 jours. A l'éclosion, les chenilles sont grégaires au stade larvaire 1 et 2, ensuite elles sont solitaires jusqu'à la nymphose. Le stade larvaire dure 5 semaines et la durée de la diapause est d'environ 10 mois, *G. hecate* est donc univoltine. Les prédateurs identifiés sont les oiseaux et les reptiles.

Ces connaissances nouvelles et la mise au point d'un dispositif simple et peu coûteux permettant d'élever *G. hecate* peuvent être utiles à des fins didactiques et de recherche scientifique mais aussi de recherche technologique en vue d'une maîtrise de la production (mini élevage) d'insectes.

Remerciements

Les auteurs remercient la population de Débo Massassi pour leur disponibilité pendant les entretiens et leur apport pour l'échantillonnage. Ils sont reconnaissants des apports financiers du Fond International pour la Science (IFS) et de l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) à travers le fond pour la formation des formateurs et le travail collaboratif du Laboratoire de la Biologie Moléculaire Appliquée de la Faculté des Sciences et Techniques (LBMA/FST) et de l'Institut d'Economie Rural (IER).

Références

Appasant-..... R.A., Dogoré D.Y., Kouassi K.H., N'guessan K.J.P.E., Soumaila D., Ahipo D.E., Kouamé L.P. 2014: Nutritional characteristics of the caterpillar (*Imbrasia oyemensis*) from Côte d'Ivoire. *Int. J. Rec. Biotech.* 2(3): 1-5.

Allotey J., Teferra G., Mpuchane S., Ditlhogog M., Gashe B. A. and Siame B A. 1996: *Mopane (Colophospermum mopane) as a host for the development of the mopane worm, Imbrasia belina, Westwood, in Botswana.* In: Management of Mopane in Southern Africa: Proceedings of a workshop held at Ogongo Agricultural College, northern Namibia, 26th to 29th November 1996. pp. 50-53.

Anvo M.P.M., Toguyéni A., Otchoumou A.K., Zoungrana-Kabaré C.Y. & Kouamelan E.P. 2016: Nutritional qualities of edible caterpillars *Cirina butyrospermi* in south western of Burkina Faso. *Intern. Journ. Innovation Applied Sciences* 18(2): 639-645.

Arbonnier M. 2002 : *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest.* CIRAD-MNHN. 573 pages

Björkman C. Larsson S. and Bommarco R. 1997: Oviposition preference in pine sawflies: a trade-off between larval growth and defence against natural enemies. *Oikos* 79: 45–52.

Ditlhogo M. 1996: *The ecology of Imbrasia belina (Westwood) in north-eastern Botswana*. In: Proceedings of the First Multidisciplinary Symposium on Phane, Gaborone, Botswana, eds B.A. Gashe & S.F. Mpuchane. NORAD.

DNSI (Direction nationale de la statistique et informatique) 2003 : *Enquête malienne sur l'évaluation de la pauvreté (EMEP), 2001. Résultats définitifs*. Bamako : Primature, Banque mondiale, 253 pages

Eckebill T.P.P., Verheggen F., Sonwa D.J. & Vermeulen C. 2016: Preliminary studies on *Imbrasia oyemensis*, a valuable non-wood forest product in Cameroon. *Nature et Faune* 30(2): 73-78.

FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) 2003 : *Produits forestiers non ligneux*. Division des produits forestiers. [En ligne]. Adresse URL: www.fao.org/forestry/site/6388/fr (Page consultée le 28/10/2011)

Fouabi F.G., Meite A., Dally T., Ouattara H., Kouame K.G. & Kati-Coulibaly S. 2015: Biochemical and nutritional study of powder from caterpillars *Embrasai oyemensis* eaten in West of Côte d'Ivoire. *J. Biochem. Res.* 5(3): 24-30

Gardiner A. J. 2003: *Internal Final Report: Mopane Woodlands and the Mopane Worm: Enhancing Rural Livelihoods and Resource Sustainability*, DFID Project No. R7822. The Domestication of Mopane Worms (*Imbrasia belina*). Veld Products Research & Development, Gaborone, Botswana.

Gashe B.A. & Mpuchane S.F. (Eds.) 1996: *Proceedings of the multidisciplinary Symposium on Phane*, held in Gaborone, 18 June 1996. Namibia, Department of Biological Sciences and Kalahari Conservation Society.

Gaston K. J., Chown S. L. and Styles C. V. 1997: Changing size and changing enemies: the case of the mopane worm. *Acta Oecologia* 18: 21-26.

Klok C. J. and Chown S. L. 1999: Assessing the benefits of aggregation: thermal biology and water balance of anomalous emperor moth caterpillars. *Functional Ecology* 13:417-427.

Kombélé B. M. et Ngama B. 1995 : Utilisation des sols de termitières et de paille sèche d'arachide comme fertilisants en cultures maraichères à Yangambi (Zaire). *Cahiers Agricultures*, 4 : 125-8.

Konaté S. et Linsenmair K. E. 2010 : *Diversité biologique de l'Afrique de l'Ouest : importance, menaces et valorisation*. Pages 14 -32 in SinsinB et Kampmann (Eds): Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome I : Bénin, Cotonou & Frankfurt/Main.

Mabossy-Mobouna G., Lenga A., Kinkela T. & Malaisse F. 2017: Improving the nutritional value of weaving slurries by *Imbrasia truncata* caterpillar meal. *Intern. Journ. Current Advanced Research* 6(1): 2634-2638.

Meyer C. 2012 : *Dictionnaire des Sciences Animales*. Montpellier, France, Cirad. [En ligne]. URL: <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/> (Consulté le 10/12/2012)

Oberprieler R. G. 1991: Die Nachtpfauenaugen (Saturniidae) Sudwestafrikas. 6. Das Braune oder Mopane-Nachtpfauenaug *Imbrasia belina* (Westwood). *Mitteilungen der SWA Wissenschaftlichen Zgesellschaft* 31: 133-140.

Oberprieler R. G. 1995: *The emperor moths of Namibia*. Ekogilde, Haart buspoort, RSA, 91 pp
Paiko Y.B., Jacob J.O., Salihu S.O., Dauda B.E.N., Suleiman M.A.T. & Akanya H.O. 2014: Fatty acid and amino profile of emperor moth caterpillar (*Cirina forda*) in Paikoro Local Government Area of Niger State, Nigeria. *American J. of Biochemistry* 4(2): 29-34.

Ramos-Elorduy J. 1997: Insects: A sustainable source of food? *Ecology Food Nutrition* 36: 247-276.

Reynolds S. E. and Nottingham F. 1985: Effects of temperature on growth and efficiency of food utilisation in fifth-instar caterpillars of the tobacco hornworm, *Manduca sexta*. *Journal of Insect Physiology* 31:129-134.

Richards O. W. and Davies R. G. 1988: *Imms' General Textbook of Entomology*, Tenth edition, volume 2 Classification and Biology, Chapman and Hall, p 421-1352.

Rougeot P. C. 1955 : *Les Attacides (Saturnidae) de l'Equateur Africain français*. Paul Lechevalier. Encyclopédie entomologique 34 : 1-116.

Schokley M. & Aaron D. 2014: Insects for human consumption. In : Morales-Ramos J.A., Rojas M.G., Shapiro-Ilan D.I. (Dir.), *Mass production of beneficial organisms. Invertebrates and entomopathogens*. NewYork, Academic Press, 617-652.

Scoble M. J. 1995: *The Lepidoptera: Form, Function and Diversity*, 2nd edition. Oxford University Press.

Secteur de l'Agriculture de Diéma 2012 : *Rapport de campagne 2011-2012*. Diéma, Edition Secteur de l'Agriculture de Diéma, 10 pages

Seguy E. 1967 : *Dictionnaire des termes techniques d'entomologie élémentaire*. Paris, Editions Paul Lechevalier, 465 pages.

Styles C. V. 1995: Notes on the bird species observed feeding on mopane worms. *Birding in Southern Africa*. 47: 53-54.

Styles C. V. and Skinner J. D. 1996: Possible factors contributing to the exclusion of saturniid caterpillars (mopane worms) from a protected area in Botswana. *African Journal of Ecology* 34: 276-283.

Taylor F. W. and Moss H. 1982: *Final report for the commercial utilisation of Veld products*. In: *The Resource and its Management* Vol. 1. Gaborone, Botswana.

Van den Berg M. A. 1971: Studies on the egg parasites of the mopani Emperor moth *Nudaurelia belina* (Westw.) (Lepidoptera: Saturniidae). *Phytophylactica* 3: 33-36.

Van Wyk P. 1972: *Trees of the Kruger national Park*: Volume 1. Purnell Cape town, South Africa.