

Plantes hôtes de *Goimbrasia Hecate* (Lepidoptera, Saturniidae) dans la zone sahélienne au Mali

[Host plants of *Goimbrasia Hecate* (Lepidoptera, Saturniidae) in the sahelian zone in Mali]

*Bakary Sagara*¹, *Bakary Traore*¹, *Fanta Tounkara*¹, *Abou Coulibaly*¹, and *Amoro Coulibaly*²

¹Département des Sciences et Techniques agricoles, Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR, IFRA), Koulikoro, Mali

²Professeur Honoraire, Koulikoro, Mali

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The rational management of natural biological resources such as non-timber forest products can be an asset in the fight against poverty and the protection of the environment. *Goimbrasia hecate* is a Lepidoptera whose caterpillars are edible in some Sahelian areas of Mali. The objectives of the study are: 1) to identify the host plants of *G. hecate*; 2) to determine the food preference of the caterpillars; 3) to identify the host plants chosen as oviposition site. The inventory of woody plants was carried out in demarcated areas. Then the different stages of development of *G. hecate* or the traces left by the insect were searched for the leaves and around the feet of woody plants. Of the 12 species of woody plants encountered, the most widespread is *Guiera senegalensis*. The range of host plants consists of *G. senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Combretum micranthum*, *Terminalia macroptera*, *Piliostigma reticulatum*, *Sclerocarya birrea*, *Diospiros mespiliformis* and *Myragyna inermis*. *G. hecate* is therefore polyphagous but prefers the most widespread species in the area. Females chose *G. senegalensis*, *C. glutinosum* and *P. reticulatum* as oviposition sites. The average number of eggs per ooplaque is highest on *C. glutinosum* leaves. Stage 4 and 5 caterpillars prefer *G. senegalensis* and *P. reticulatum*. These data are necessary for the sustainable management of the insect.

KEYWORDS: Beneficial insects, edible insects, entomophagia, butterfly laying site, food preference of caterpillars, *Guiera senegalensis*.

RESUME: La gestion rationnelle des ressources biologiques naturelles comme les produits forestiers non ligneux peut être un atout dans la lutte contre la pauvreté et la protection de l'environnement. *Goimbrasia hecate* est un Lepidoptera dont les chenilles sont comestibles dans certaines zones sahéliennes du Mali. Les objectifs de l'étude sont: 1) identifier les plantes hôtes de *G. hecate*; 2) déterminer la préférence alimentaire des chenilles; 3) identifier les plantes hôtes choisies comme site d'oviposition. L'inventaire des ligneux a été effectué dans des aires délimitées. Puis les différents stades de développement de *G. hecate* ou les traces laissées par l'insecte ont été recherchés sur les feuilles et aux alentours des pieds de ligneux. Sur 12 espèces de ligneux rencontrées, la plus répandue est *Guiera senegalensis*. La gamme de plantes hôtes est constituée de *G. senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Combretum micranthum*, *Terminalia macroptera*, *Piliostigma reticulatum*, *Sclerocarya birrea*, *Diospiros mespiliformis* et *Myragyna inermis*. *G. hecate* est donc polyphage mais préfère l'espèce la plus répandue dans la zone. Les femelles ont choisi comme site d'oviposition *G. senegalensis*, *C. glutinosum* et *P. reticulatum*. Le nombre moyen d'œufs par ooplaque est plus élevé sur les feuilles de *C. glutinosum*. Les chenilles de stade 4 et 5 préfèrent *G. senegalensis* et *P. reticulatum*. Ces données sont nécessaires pour une gestion durable de l'insecte.

MOTS-CLEFS: Insectes utiles, insectes comestibles, entomophagie, site de ponte des papillons, préférence alimentaire des chenilles, *Guiera senegalensis*.

1 INTRODUCTION

Au Mali, la gestion rationnelle des ressources biologiques naturelles comme les produits forestiers non ligneux (insectes comestibles) peut être un atout dans la lutte contre la pauvreté et la protection de l'environnement. Ces dernières années, la reconnaissance du rôle des produits forestiers non ligneux (PFNL) comestibles dans la sécurité alimentaire, comme la viande de brousse, les fruits et champignons locaux a considérablement augmenté [1]. Malgré tout, les potentialités alimentaires des insectes comestibles sont mal connues bien que plusieurs études aient montré que les insectes contribuent de manière importante aux moyens d'existence des régions rurales comme urbaines [2]. Dans de nombreuses cultures, les insectes sont consommés comme un supplément d'aliment quotidien, un met délicat occasionnel ou un produit de substitution durant les pénuries alimentaires, les sécheresses, les inondations, les guerres, etc.

Plusieurs centaines d'espèces d'insectes sont utilisées dans l'alimentation humaine et dans l'alimentation animale, à travers le monde [3], [4], [5], [6], [7]. En plus, certaines constituent une source importante de devises comme c'est le cas dans plusieurs pays d'Afrique centro-australe [8], [1], [2]. En Afrique Occidentale et dans la bande périssaharienne 25 espèces d'insectes sont consommées [3], [9]. Les insectes comestibles doivent être considérés comme une alternative potentielle plus importante dans les efforts d'améliorer la sécurité alimentaire et d'alléger la pauvreté en Afrique subsaharienne [4].

En plus, l'entomophagie conduit à une meilleure utilisation des végétaux car les insectes comestibles vivent souvent sur des plantes ou des parties de plantes sans ou à faible valeur nutritive pour l'homme et sans nuire à leur hôte [5]. Dans certaines zones, les feux de brousse sont contrôlés par les populations pour éviter de nuire aux insectes comestibles, ce qui favorise indirectement la protection du milieu naturel [8]. Cependant, l'abattage des arbustes infestés pendant la récolte est de nature à perturber l'environnement. Les méthodes d'exploitation sont donc traditionnelles. Pour prétendre à une amélioration de l'utilisation de ces insectes et d'arriver un jour à maîtriser la production, il est indispensable de disposer de données détaillées et actualisées.

Les plantes et les insectes sont étroitement liés depuis le Primaire. Certaines espèces d'insectes surtout les lépidoptères sont associés généralement avec une ou quelques espèces de plantes. Ces insectes pondent leurs œufs sur ces plantes seulement et les chenilles se nourrissent souvent uniquement des feuilles de ces plantes. Donc, le choix de la plante-hôte pour oviposition est capital pour la survie des espèces qui ont des stades larvaires jeunes peu mobiles [10]. La femelle répond à des stimulus physiques et chimiques pendant le choix de la plante support de ponte dans son habitat [11]. Ainsi, l'oviposition est fonction de séquences comportementales liées à la présence d'une ou de plusieurs espèces de plantes hôtes. Ces séquences comportementales sont regroupés en trois étapes principales: 1) la découverte à distance de la plante-hôte, 2) l'identification rapprochée de la plante hôte, 3) l'oviposition. Pour cela, quatre fonctions sensorielles (vue, toucher, olfaction, gustation) interviennent dans la ponte de l'approche jusqu'à l'émission des œufs [12].

Dans la zone sahélienne, l'adulte de *Goimbrasia hecate* émerge en mi-juillet et les chenilles sont présentes sur les plantes hôtes de mi juillet à la fin septembre. Les chenilles se nourrissent spécifiquement des feuilles de certains ligneux [13]. Ces chenilles sont consommées par l'homme surtout dans la zone de Diéma et des vertus thérapeutiques leur sont également attribuées en fonction des plantes hôtes [14].

Ainsi, cette étude a pour objectifs d'identifier les plantes hôtes et de déterminer les préférences alimentaires des chenilles dans la zone sahélienne du Mali. Ces informations sont nécessaires à la mise au point des technologies appropriées. Le changement des habitudes alimentaires et la destruction de l'habitat naturel suite à l'augmentation des surfaces cultivées sont entre autres des fléaux qui menacent l'entomophagie au Mali. Pour la valorisation de ces chenilles de *G. hecate*, une bonne connaissance des plantes hôtes qui sont des ligneux est indispensable pour une gestion durable. La consommation de ces chenilles et la préservation de ces plantes hôtes peuvent être un apport considérable pour l'amélioration de l'état nutritionnel et les conditions de vie des populations maliennes dont plus de 72% appartient au monde rural [15].

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Le matériel biologique est *Goimbrasia hecate* de la famille des Saturniidae et de l'ordre des Lepidoptera. Sa chenille est comestible dans le cercle de Diéma et connue sous le nom «Batankè» en Bamanakan et le «papillon» qui en dérive est appelé «Batankè Ba» qui signifie mère de la chenille. Dans la zone d'étude, *Goimbrasia hecate* est univoltine avec un cycle de vie suivant: chrysalide (durée moyenne de la diapause est de $308,88 \pm 7,68$ jours), imago (durée moyenne de la vie de l'adulte est de $3,74 \pm 0,89$ jours), ooplaque (durée moyenne d'incubation des œufs est de $12,22 \pm 1,10$ jours) et stades larvaires (durée moyenne est de $34,32 \pm 2,29$ jours) [13].

2.2 ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été effectuée dans le terroir du village de Débo Massassi qui est situé à 22 km à l'ouest de Diéma et à 2 km de la route (nationale 1) Bamako- Kayes. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes: N 14°34.788' et W 009°22.199'. Le climat, sahélien, est caractérisé par une saison sèche de 9 mois (de octobre à juin) alternant avec une saison de pluies de 3 mois (de juillet à septembre). La pluviométrie annuelle moyenne est de 570,7mm (minimum 356,0mm et maximum 781,6 mm) [16].

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 [17].

2.3 INVENTAIRE DE LA VÉGÉTATION LIGNEUSE

Pour estimer la densité des ligneux, la méthode du *line transect* [18] a été retenue. Elle consiste à compter les plantes hôtes dans une bande de largeur déterminée. Au regard de l'hétérogénéité physique du terrain (bas-fond, rivière) et anthropique, l'aire d'échantillonnage a été 5 bandes non contiguës, de dimensions variables dans des zones non cultivées (Tableau 1).

Tableau 1. Position géographique et dimensions des bandes pour les échantillonnages et observations à Débo Massassi

Bande	Coordonnées géographiques		Dimensions (m ou m ²)		
	Latitude (N)	Longitude (W)	Longueur	Largeur	Superficie
1	14° 34. 333	009° 22. 403	97	30	2910
2	14° 33. 558	009° 22. 191	154	30	4620
3	14° 33. 730	009° 22. 133	102	56	5712
4	14° 33. 895	009°22. 125	102	17	1734
5	14° 33. 784	009° 22. 789	69	52	3588
Total			524	185	18564

Les ligneux ont été identifiés [19] et leurs pieds dénombrés. Chaque buisson de ligneux (*Guiera senegalensis*) a été considéré comme un seul pied [20].

Les données collectées sur les ligneux ont été analysées par ANOVA pour déterminer les fréquences et les moyennes des ligneux. Le test de Fisher (LSD) a permis de classer les ligneux et d'établir s'il existe une différence significative entre les différents ligneux.

2.4 GRANULOMÉTRIE ET PH DU SOL

Les échantillons de sol ont été prélevés dans les bandes utilisées pour l'inventaire des ligneux. En chaque points, il y eu deux échantillons de sol en fonction de la profondeur de prélèvement: 0 à 10 cm et 11 à 20 cm de profondeur. Les échantillons ont été analysés afin de déterminer les propriétés physico chimiques du sol dans lequel s'effectue la nymphe.

2.5 IDENTIFICATION DE LA GAMME DE PLANTES HÔTES

L'étude a été menée pendant la saison des pluies (juillet) qui correspond à l'apparition des adultes et de jeunes larves. L'échantillonnage a été effectué dans les 5 bandes. La méthode du *line transect* [18] a été retenue pour déterminer les plantes hôtes. Chaque buisson de ligneux a été considéré comme un seul pied.

Toutes les feuilles sur les deux faces jusqu'à 2m de hauteur de tous les pieds de ligneux dans les bandes ont été examinées. De même, le sol sous leur houppier a été examiné à la recherche de déjections de chenilles. En cas de présence d'ooplaques, de chenilles, de traces d'attaques ou de déjections de chenilles les rameaux de feuilles ont été coupés, le ligneux en question était identifié, grâce aux documents [19] et avec l'aide de personnes ressources.

2.6 DÉTERMINATION DES PLANTES HÔTES PRÉFÉRÉES

Pour déterminer les préférences des chenilles, un lot de 30 chenilles sauvages de stade 4 et 5 ont été constituées de la manière suivante: 10 ont été récoltées sur chacune des 3 espèces de ligneux les plus répandues (*Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*), les pieds de ligneux sur lesquels elles ont été prélevées étaient éloignés les uns des autres d'au moins 50m.

Ce lot de chenilles a été placé dans une cage tapissée de 15cm de sable fin et contenant trois rameaux de même poids appartenant aux 3 espèces de ligneux. Tous les jours les rameaux étaient renouvelés entre 8h et 9h du matin et les chenilles étaient dénombrées par rameau entre 17h et 18h le soir. Les observations ont été poursuivies jusqu'à la nymphose de toutes les chenilles.

Pour le traitement des données, l'effectif des chenilles au sol ou sur la grille de la cage a été exclu, ainsi que les chenilles mortes ou en diapause pendant l'observation. La moyenne et l'écart-type de la préférence alimentaire ont été déterminées par l'outil d'ANOVA. La variation préférentielle au niveau des stades larvaires 4 et 5 a été comparée par les tests de Tukey (HSD) et de Fisher (LSD).

2.7 IDENTIFICATION DES PLANTES RECEVANT LES PONTES

Le recensement des ligneux portants les ooplaques de *G. hecate* a été effectué dans les mêmes bandes. Pendant ce recensement, tous les pieds rencontrés portant des ooplaques ont été identifiés, dénombrés et la taille mesurée. La position de l'ooplaque [21] sur la plante par rapport au sol (hauteur d'insertion) et sa position par rapport aux points cardinaux ont été notées.

L'outil d'ANOVA a été utilisé pour déterminer les moyennes du nombre d'œufs par ooplaque. Le nombre moyen d'œufs et les hauteurs d'insertion des ooplaques ont été comparées par les tests de Tukey (HSD) et 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 d'une part et d'autre part entre la densité des plantes hôtes et les nombres d'ooplaques.

3 RÉSULTATS

3.1 VÉGÉTATION LIGNEUSE DU TERROIR

La végétation est de type herbacé avec des ligneux. Pendant l'inventaire, 12 espèces de plantes ligneuses appartenant à 9 familles sont dénombrées. Les Combretaceae sont représentées par 4 espèces (Tableau 2).

Tableau 2. Liste des ligneux recensés pendant l'inventaire

Famille	Espèce
Combretaceae	<i>Guiera senegalensis</i>
	<i>Combretum glutinosum</i>
	<i>Combretum micranthum</i>
	<i>Terminalia macroptera</i>
Caesalpinaceae	<i>Piliostigma reticulatum</i>
Sterculiaceae	<i>Sterculia setigera</i>
Rhamanaceae	<i>Zizuphus mauritiana</i>
Minosaceae	<i>Prosopis africana</i>
Moraceae	<i>Ficus gnaphalocarpa</i>
Ebenaceae	<i>Diospyros mespilliformis</i>
Rubiaceae	<i>Mitragyna inermis</i>
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i>

La densité est en moyenne de 367,78 pieds de ligneux à l'ha dans les zones non cultivées. Les espèces les plus rencontrées ont été *G. senegalensis* (193,88 pieds/ha), *C. glutinosum* (96,49 pieds/ha) et *P. reticulatum* (59,29 pieds/ha). Les Combretaceae sont donc les plus abondantes avec les espèces comme *Guiera senegalensis* et *Combretum glutinosum*. Ces deux espèces sont abondantes et caractéristiques de la zone.

Parmi les ligneux recensés, *G. senegalensis* représente 56,38%, *C. glutinosum* 25,14% et *P. reticulatum* 16,08% (Fig 1).

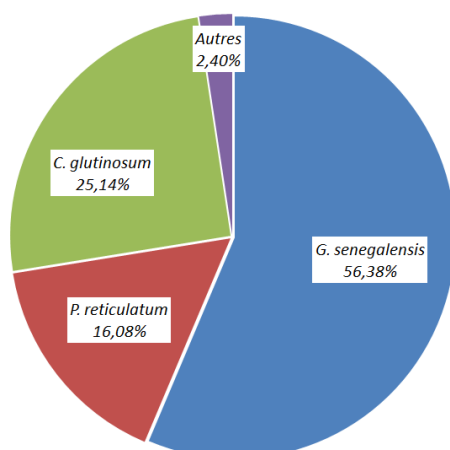


Fig. 1. Répartition des ligneux par espèces dans le terroir de Débo Massassi

Le nombre moyen de *G. senegalensis* est significativement différent de celui des autres ligneux à $P < 0,0001$, $R^2 = 0,554$ et un intervalle de confiance de 95%. Il ya une différence significative entre les ligneux qui sont classés en 3 groupes (Tableau 3).

Tableau 3. Classement et regroupements des ligneux non significativement différents

Espèces ligneuses	Densité/ha	Regroupements
<i>G. senegalensis</i>	193,879	A
<i>C. glutinosum</i>	96,491	B
<i>P. reticulatum</i>	59,290	
<i>Z. mauritiana</i>	5,541	C
<i>C. micranthum</i>	4,045	C
<i>F. gnaphalocarpa</i>	2,740	C
<i>T. macroptera</i>	1,711	C
<i>P. africana</i>	1,711	C
<i>D. mespilliformis</i>	1,153	C
<i>S. birrea</i>	0,433	C
<i>S. setigera</i>	0,433	C
<i>M. inermis</i>	0,350	C

3.2 GRANULOMÉTRIE ET PH DU SOL

La nymphose s'effectue dans du sol sablonneux dont les particules solides appartiennent à 3 classes granulométriques: le sable, le limon et l'argile. Pour une profondeur de 20 cm, la teneur en sable est élevée (93,5%). Ce sol est pauvre en limon (4,5%) et en argile (2%). Le pH du sol varie entre 4,68 et 5,38 (Tableau 4).

Tableau 4. Teneurs moyennes en particules solides (%) et pH moyen du sol du terroir de Débo Massassi

Particules solides (calibre en mm)	Teneur	
	entre 0-10cm	entre 11-20cm
Sable (> à 0,05)	94,5%	93,5%
Limon fin (0,05-0,002)	3%	4,5%
Argile (< à 0,002)	2,5%	2%
pH	5,03 – 5,70	4,68 – 5,38

3.3 GAMME DE PLANTES HÔTES DE G. HECATE

Dans le cercle de Diéma, *G. hecate* se nourrit de 8 espèces de ligneux appartenant à 5 familles différentes (Tableau 5).

Tableau 5. Plantes hôtes de *G. hecate* dans le terroir de Débo Massassi

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

La moitié de ces espèces des plantes hôtes est de la même famille des combretacées. Des colonies de chenilles de stade 1 et 2 (stade grégaire) étaient présentes sur 1,70% des plantes recensées. Ces plantes sont *G. senegalensis*, *C. glutinosum* et *P. reticulatum*. Parmi ces ligneux, *G. senegalensis* représente 54,38%, *C. glutinosum* 23,14%, *P. reticulatum* 13,08% et les autres 9,40%.

3.4 PRÉFÉRENCES ALIMENTAIRES DES CHENILLES

Pour toute la durée des observations, à un intervalle de confiance de 95% et $P < 0,0001$ le nombre moyen de chenilles de *G. hecate* a été de 13,11 sur *G. senegalensis*, 6,53 sur *P. reticulatum* et 1,63 sur *C. glutinosum*.

Les chenilles de stade 4 et 5 ont une préférence pour *G. senegalensis* ($65,74 \pm 24,74\%$), ensuite pour *P. reticulatum* ($23,34 \pm 17,42\%$) et enfin pour *C. glutinosum* ($6,23 \pm 6,02\%$). Pendant les 3 derniers jours du stade larvaire 5, les chenilles de *G. hecate*, en captivité, ont choisi uniquement les feuilles de *G. senegalensis*.

Les préférences des chenilles de stade 4 et 5 pour *G. senegalensis*, *P. reticulatum* et *C. glutinosum* sont significativement différentes (Tableau 6).

Tableau 6. Analyse des différences préférentielles des plantes hôtes de *G. hecate* avec un intervalle de confiance à 95,00%

Plantes hôtes	Différence	Différence réduite	Valeur critique	Pr. > Diff	Significatif
<i>G. senegalensis</i> ~ <i>C. glutinosum</i>	11,474	6,785	2,410	< 0,0001	Oui
<i>G. senegalensis</i> ~ <i>P. reticulatum</i>	6,579	3,891	2,410	0,001	Oui
<i>P. reticulatum</i> ~ <i>C. glutinosum</i>	4,895	2,895	2,410	0,015	Oui

Valeur critique du *d* de Tukey: 3,408

3.5 PLANTES RECEVANT LES PONTES

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 (Fig 2).



Fig. 2. Oöplagues de *G. hecate* d'âges sur les feuilles de *G. senegalensis*

Le nombre moyen d'œufs de *G. hecate* est de $111,57 \pm 33,59$ œufs par oöplaque. Avec un intervalle de confiance à 95,00 % et $P < 0,0001$, le test Fisher a classé les plantes hôtes en 3 groupes significativement différents en fonction du nombre moyen d'œufs. Ainsi le nombre moyen d'œufs est de $164,50 \pm 16,58$ pour *C. glutinosum*, de $117,58 \pm 18,24$ pour *P. reticulatum* et de $95,93 \pm 12,47$ pour *G. senegalensis*.

Les oöplagues de *G. hecate* sont présentes sur 10,80% des pieds de plantes hôtes de l'aire d'échantillonnage. 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 oöplagues dénombrées. Parmi ces pieds portant au moins une oöplaque, *G. senegalensis* représente 52,63%, *P. reticulatum* 38,60% et *C. glutinosum* 8,77%.

Sur les ligneux, ces oöplagues sont positionnées géographiquement comme suit: 40,00% à l'Est, 15,71% à l'Ouest, 27,14% au Nord et 17,14% au Sud.

Les hauteurs d'insertion des oöplagues varient de 10 cm à 194 cm au dessus du sol. La hauteur d'insertion moyenne est de $58,50 \pm 45,35$ cm pour les trois plantes hôtes (Tableau 7).

Tableau 7. Hauteur moyenne des plantes hôtes et des points d'insertion des oöplagues à Débo Massassi

Plantes hôtes	Taille moyenne	Hauteur moyenne d'insertion des oöplagues
<i>C. glutinosum</i>	236,75	110
<i>G. senegalensis</i>	68,06	24,375
<i>P. reticulatum</i>	81,95	41,15

La corrélation est significative entre les hauteurs d'insertion des oöplagues et les hauteurs des plantes hôtes (Test de corrélation de Spearman: au seuil de signification $\text{Alpha} = 0,050$, p-value bilatérale $< 0,0001$). Elle n'est pas significative entre la densité des plantes hôtes et les nombres d'oöplagues par plantes hôtes.

4 DISCUSSION

La distribution de *G. hecate* dans la zone d'étude est discontinue. L'absence de *G. hecate* a été constatée dans des zones peuplées de plantes hôtes comme *G. senegalensis* situées sur des terres latéritiques. Par contre, *G. hecate* est présent sur les plantes hôtes situées sur des terres sablonneuses. Ce constat peut s'expliquer par le fait que les chenilles de *G. hecate* ont plus de facilité à pénétrer dans le sol sablonneux et à se transformer en chrysalide. Les résultats de Gardiner [22] confirment ce constat. Celui-ci a établi une relation entre la viabilité de la chrysalide et le type de sol. Les chrysalides ont un meilleur taux de survie dans du sol sablonneux que dans d'autres types de substrat. Des conditions plus sèches (inapproprié pour la croissance bactérienne, fongique et virale) fournissent de meilleures conditions pour la mue et permettent à la chrysalide de durcir plus rapidement [22]. La densité de la population de *Goimbrasia. belina* est en relation avec la plante hôte *Colophospermum mopane* en Afrique australe [23]. La distribution est donc en relation avec le sol et le climat.

A Débo Massassi, 8 espèces de plantes hôtes sont dénombrées pour *G. hecate*. En Afrique australe, 14 espèces de plantes hôtes sont dénombrées pour *G. belina* [24], [25]. 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. Ces plantes hôtes sont très répandues dans la zone.

Ainsi, *G. senegalensis* est un arbuste souvent en touffes buissonnantes très commun dans la zone sahélienne. Il envahit les terrains défrichés surtout quand ils sont sablonneux et à tendance stérile et forme alors de vastes étendues continues [19]. Et *C. glutinosum* est un arbuste haut de 4 à 12 m très répandu au sahel et dans la savane boisée, surtout dans les terres argileuses des plateaux latéritiques [26].

G. senegalensis et *P. reticulatum* sont les plantes préférées des chenilles de *G. hecate* de stade 4 et 5. Ce choix pourrait être lié à la composition chimique de leurs hôtes principaux [27].

Les enfants choisissent de préférence *G. senegalensis* que les autres plantes pendant la récolte des chenilles. Ce choix se justifie selon la population locale par le fait que les chenilles de *G. senegalensis* ont un goût meilleur par rapport aux chenilles des autres plantes hôtes [28]. En plus, les chenilles de *G. hecate* se nourrissent majoritairement des feuilles de *G. senegalensis* dont l'extrait possède des principes biologiques actifs de nature sédative [29], antipaludique [30] et anti-diarrhéique et anti-ulcère [31]. *G. senegalensis* produit le tanin acide 3,4,5-tri-O-galloylquinique et plusieurs alcaloïdes de la famille harman [32]. Elles consomment aussi des feuilles de *C. glutinosum* dont l'action hypoglycémiant a été démontrée par Baldé [33] et des feuilles de *P. reticulatum* qui ont des propriétés antidiarrhé [34] et antibactérienne [35]. Ces actions thérapeutiques s'expliquent par le fait que des peptides antimicrobiens ont été mis en évidence chez certaines espèces d'insectes [36]. Ces principes actifs peuvent être produits par les insectes eux-mêmes ou par les plantes et d'autres espèces animales dont se nourrissent ces insectes qui les stockent ou les transforment pour leur propre défense [37].

Les femelles de *G. hecate* préfèrent pondre sur *G. senegalensis* quelque soit sa taille. 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. Il a été suggéré que la préférence pour les arbres feuillus pourrait être liée à la plus grande quantité d'ombre fournie et à la sécurité [38]. Car en fonction de la taille, la silhouette, la couleur et le contraste, certains pieds d'une même espèce végétale attirent et retiennent les femelles de façon répétitive, alors que d'autres sont régulièrement évités [39]. Les lépidoptères identifient les plantes-hôtes et site de ponte par la vue [40], [41]. Ainsi, les femelles sélectionnent ainsi les pieds les plus favorables au développement des larves [42]. *G. senegalensis* est plus préféré en raison de sa forte teneur en eau qui favorise la croissance des chenilles [43]. Donc les nutriments interviennent dans la décision finale de la femelle dans le choix de la plante hôte [44].

La hiérarchie préférentielle des hôtes est également génétique et contrôlée par plusieurs gènes [45], [46].

Par contre le faible nombre moyen d'œufs par ooplaque située sur *G. senegalensis* s'expliquerait par la petite taille relative des feuilles de cette espèce. Les femelles de *G. hecate* déposent en moyenne $86,90 \pm 34,79$ œufs sur la face inférieure des feuilles. *G. belina*, peut déposer jusqu'à 355 œufs en une ooplaque. Cette différence du nombre d'œufs peut être du au support végétal. En effet, *G. belina* vit sur un arbre [25] alors que de *G. hecate* vit essentiellement sur les ligneux. Le nombre d'œufs est influencé par les qualités mécaniques (forme, texture, position) du support [12].

5 CONCLUSION

Les travaux menés permettent de dire que *G. hecate* est une espèce bien adaptée à la zone sahélienne car elle vit sur plusieurs espèces de ligneux autochtones. Les chenilles de *G. hecate* se nourrissent de 8 espèces de plantes hôtes. Les femelles sont sélectives dans le choix du lieu de ponte. Les sites d'oviposition sont généralement sur les feuilles de *G. senegalensis*, *C. glutinosum* et *P. reticulatum*. Les larves âgées peuvent vivre sur plusieurs espèces de plantes qui ne sont pas choisies par les femelles. *G. senegalensis* est la plante hôte préférée des femelles pour la ponte et des chenilles pour la prise de nourriture. Ces données sont importantes pour ceux qui chercheraient à élever *G. hecate* en laboratoire.

La gestion rationnelle de *G. hecate* (insecte comestible) passe par une compréhension de son milieu et est un atout dans la lutte contre la pauvreté et la protection de l'environnement. Une production d'insectes comestibles maîtrisée est synonyme d'une amélioration de l'alimentation, de la santé et d'une augmentation des revenus notamment ceux des populations vulnérables.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la population de Débo Massassi pour leur disponibilité pendant les entretiens et leur apport pour l'échantillonnage. Ils sont reconnaissant 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 du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (Mali).

REFERENCES

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations, « Produits forestiers non ligneux », Division des produits forestiers, 2003. [Online]. Disponible sur: www.fao.org/forestry/site/6388/fr. [Consulté le: 28-oct-2018].
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations, « Contribution des insectes de forêt à la sécurité alimentaire », 2004. [Online]. Disponible sur: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/007/j3463f/j3463f00.htm. [Consulté le: 27-oct-2018].
- [3] F. S. Bodenheimer, « Insects as human food », in *Insects as Human Food*, Springer, 1951, p. 7-38.
- [4] G. R. DeFoliart, « Insects as human food: Gene DeFoliart discusses some nutritional and economic aspects », *Crop protection*, vol. 11, no 5, p. 395-399, 1992.
- [5] F. Malaisse, « Ressources alimentaires non conventionnelles », *Tropicultura*, vol. 22, p. 30-36, 2004.
- [6] A. Van Huis, « Insects as food in sub-Saharan Africa », *International Journal of Tropical Insect Science*, vol. 23, no 3, p. 163-185, 2003.
- [7] O. Omotoso, « Nutritional quality, functional properties and anti-nutrient compositions of the larva of *Cirina forda* (Westwood) (Lepidoptera: Saturniidae) », *Journal of Zhejiang University Science B*, vol. 7, no 1, p. 51-55, 2006.
- [8] G. R. DeFoliart, « Insects as food: why the western attitude is important », *Annual review of entomology*, vol. 44, no 1, p. 21-50, 1999.
- [9] J. Risbec, *La faune entomologique des cultures au Sénégal et au soudan français: II. Contribution à l'étude des Proctotrupidae...*, vol. 1. Gouvernement général de l'Afrique occidentale française, 1950.
- [10] P. Pesson, « A propos de l'instinct botanique des insectes: un aspect de la co-évolution des plantes et des insectes », 1980.
- [11] D. A. Nordlund, *Semiochemicals: a review of the terminology*, vol. 6. John Wiley & Sons, New York, 1981.
- [12] P.-C. Robert, « Les relations plantes-insectes phytophages chez les femelles pondeuses : le rôle des stimulus chimiques et physiques. Une mise au point bibliographique », *Agronomie*, vol. 6, no 2, p. 127-142, 1986.
- [13] B. Sagara, M. B. M. Cissé, et A. Coulibaly, « Quelques aspects de la bioécologie de *Goimbrasia hecate* (Lepidoptera; Saturniidae) dans la zone soudano sahélienne au Mali. », *Revue Malienne de Science et de Technologie*, no 20, p. 26-41, 2018.
- [14] M. B. M. Cissé, B. Sagara, A. Coulibaly, et A. Coulibaly, « Valeur nutritive et importance des chenilles de *Goimbrasia hecate* pour la communauté de Debo Massassi au Mali. », *Revue Malienne de Science et de Technologie*, no 20, p. 42-52, 2018.
- [15] Institut National de la Statistique (INSTAT), « Sixième Enquête Démographique et de Santé au Mali (EDSM-VI) 2018 », Cellule de Planification et de Statistique Secteur Santé-Développement Social et Promotion de la Famille, Bamako, Mali, Indicateurs Clés 6ème édition Indicateurs clés (EDS-VI), 2019.
- [16] Secteur d'Agriculture de Diéma, « Registre des données pluviométriques », 2010.
- [17] Secteurs de l'Agriculture de Diéma, « Rapport annuel », rapport final de campagne, 2012.
- [18] D. Debouzie, J.-B. Denis, et J.-P. Rospars, « Echantillonnage et répartition spatiale », *Comptes rendus des séances de l'Académie d'agriculture de France*, vol. 73, no 7, p. 73-82, 1987.
- [19] M. Arbonnier, *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*. Editions Quae, 2009.
- [20] S. N'Dao, A. Mendy, F. Diome, H. Dacosta, R. Malou, et L. E. Akpo, « Influence des pratiques agricoles sur l'arbre des parcs agroforestiers soudano-sahéliens: le cas du terroir de la Néma (Sine-Saloum) », *Etudes et recherches sahéliennes*, no 11, p. 41-56, 2004.
- [21] C. Meyer, « Dictionnaire des Sciences Animales », Montpellier, France, Cirad, 2012. [Online]. Disponible sur: <http://dico-sciences-animales.cirad.fr>. [Consulté le: 10-déc-2016].
- [22] A. Gardiner, « Mopane Woodlands and the Mopane Worm: Enhancing rural livelihoods and resource sustainability Final Technical Report », Veld Products Research & Development, Gaborone, Botswana, DFID Project No. R7822, 2003.
- [23] M. Moruakgomo, « Commercial utilization of Botswana's veld products-The economics of phane-the dimensions of phane trade », présenté à Proceedings of the multidisciplinary symposium on phane, held in Gaborone, 1996, vol. 18.
- [24] F. W. Taylor and H. Moss, *Final report on the potential for commercial utilization of veld products*. Ministry of Commerce & Industry, 1982.
- [25] J. Allotey, G. Teferra, S. Mpuchane, M. Ditlhogo, B. Gashe, and B. Siambe, « Mopane (*Colophospermum mopane*) as a host for the development of the mopane worm, *Imbrasia belina*, Westwood », présenté à Botswana. In: *Management of Mopane in Southern Africa: Proceedings of a Workshop held at Ogongo Agricultural College, Northern Namibia, 26th to 29th, 1996*, p. 50-53.
- [26] M. Baumer, « Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique occidentale », 1995.
- [27] R. Karban and A. A. Agrawal, « Herbivore offense », *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 33, no 1, p. 641-664, 2002.
- [28] B. Sagara, « Etude diagnostique sur les insectes utiles au Mali et caractérisation d'*Imbrasia* sp (Lepidoptera Saturniidae) », Thèse de doctorat — —, ISFRA, Bamako, 2013.
- [29] S. Amos, E. Kolawole, P. Akah, C. Wambebe, and K. Gamaniel, « Behavioral effects of the aqueous extract of *Guiera senegalensis* in mice and rats », *Phytomedicine*, vol. 8, no 5, p. 356-361, 2001.

- [30] J. Fiot, S. Sanon, N. azaz, V. Mahiou, O. Jansen, L. Angenot, G. Balansard and E. Olivier, « Phytochemical and pharmacological study of roots and leaves of *Guiera senegalensis* JF Gmel (Combretaceae)”, *Journal of ethnopharmacology*, vol. 106, no 2, p. 173-178, 2006.
- [31] S. Aniagu, L. Binda, F. Nwinyi, A. Orisadipe, S. Amos, C. Wambebe and K. Gamaniel, « Anti-diarrhoeal and ulcer-protective effects of the aqueous root extract of *Guierasenegalensis* in rodents”, *Journal of ethnopharmacology*, vol. 97, no 3, p. 549-554, 2005.
- [32] Y. Tine, M. Diop, I. Ndoye, A. Diallo, et A. Wele, « Revue bibliographique sur la composition chimique et les activités biologiques de *Guiera senegalensis* JF Gmel. (Combretaceae)”, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 13, no 7, p. 3449-3462, 2019.
- [33] E. Baldé, A. Camara, M. Traoré, V. Mégalizzi, Z. Kahvecioglu, J. Colet, et A. Baldé, « CA-028: *Combretum glutinosum* a une double activité hypoglycémiant et cytotoxique », *Diabetes & Metabolism*, vol. 42, p. A42-A43, 2016.
- [34] K. Dosso, B. N’guessan, A. Bidie, B. Gngoran, S. Méité, D. N’guessan, A. Yapo, and E. Ehilé, « Antidiarrhoeal activity of an ethanol extract of the stem bark of *Piliostigma reticulatum* (Caesalpinaceae) in rats”, *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, vol. 9, no 2, p. 242-249, 2012.
- [35] O. J. Babajide, O. O. Babajide, A. O. Daramola, and W. T. Mabusela, « Flavonols and an oxychromonol from *Piliostigma reticulatum*”, *Phytochemistry*, vol. 69, no 11, p. 2245-2250, 2008.
- [36] G. Mazars, *Recherches ethnopharmacologiques sur les insectes et autres arthropodes: l’intérêt de la pharmacopée chinoise traditionnelle*. 2004.
- [37] T. Eisner, « Chemical defense against predation in arthropods”, in *Chemical ecology*, Elsevier, 1970, p. 157-217.
- [38] C. Björkman, S. Larsson, and R. Bommarco, « Oviposition preferences in pine sawflies: a trade-off between larval growth and defence against natural enemies”, *Oikos*, p. 45-52, 1997.
- [39] S. P. Courtney, « Coevolution of pierid butterflies and their cruciferous foodplants IV. Crucifer apparency and *Anthocharis cardamines* (L.) oviposition”, *Oecologia*, vol. 52, no 2, p. 258-265, 1982.
- [40] M. D. Rausher, « Egg recognition: its advantage to a butterfly », *Animal Behaviour*, vol. 27, p. 1034-1040, 1979.
- [41] C. Wiklund, « Generalist versus specialist utilization of host plants among butterflies », *Insect-plant relationships*. PUDOC, Wageningen, p. 181-192, 1982.
- [42] R. Jones and P. Ives, « The adaptiveness of searching and host selection behaviour in *Pieris rapae* (L.)”, *Australian Journal of Ecology*, vol. 4, no 1, p. 75-86, 1979.
- [43] P. Feeny, « Biochemical coevolution between plants and their insect herbivores”, *Coevolution of animals and plants*, 1975.
- [44] S. Derridj et V. Fiala, « Sucres solubles des feuilles de maïs (*Zea mays* L.) et oviposition de la pyrale (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)”, *CR Acad. Agric. Fr*, vol. 69, p. 465-472, 1983.
- [45] B. E. Tabashnik, H. Wheelock, J. D. Rainbolt, et W. B. Watt, « Individual variation in oviposition preference in the butterfly, *Colias eurytheme*”, *Oecologia*, vol. 50, no 2, p. 225-230, 1981.
- [46] R. J. Prokopy, P. T. McDonald, and T. T. Wong, « Inter - population variation among *Ceratitis capitata* flies in host acceptance pattern” , *Entomologia experimentalis et applicata*, vol. 35, no 1, p. 65-69, 1984.